

PolRessourcen Politik

PolRess AP3 – Ökonomische Wirkungen

Dokumentation des Analyserahmens

Modellstruktur, Baselineannahmen und Implementation der Maßnahmen

PolRess Arbeitspapier 3.3

Mark Meyer, Bernd Meyer und Helena Walter

Mit Beiträgen von Holger Bär (ffu), Katrin Bienge (WI), Lisa Graaf (geb. Münch, ffu), Martin Hirschnitz-Gabers (ecologic institute), Klaus Jacob (ffu), Anne Lambert (ecologic institute), Claire Range (ffu), Gerd Scholl (IÖW), Nadja von Gries (WI), Stefan Werland (ffu) und Henning Wilts (WI)

**Gesellschaft für Wirtschaftliche
Strukturforschung (GWS) mbH**



SPECIALISTS IN
EMPIRICAL ECONOMIC
RESEARCH

August 2015

PolRess – Ressourcenpolitik

Ein Projekt im Auftrag des Bundesumweltministeriums und des Umweltbundesamtes

Laufzeit 01/2012 – 05/2015

FKZ: 3711 93 103



**Umwelt
Bundesamt**

Fachbegleitung UBA

Judit Kanthak

Umweltbundesamt

E-Mail: judit.kanthak@uba.de

Tel.: 0340 – 2103 – 2072

Ansprechpartner Projektteam

Dr. Klaus Jacob

Freie Universität Berlin

E-Mail: klaus.jacob@fu-berlin.de

Tel.: 030 – 838 54492

Projektpartner:



Die veröffentlichten Papiere sind Zwischen- bzw. Arbeitsergebnisse der Forschungsnehmer. Sie spiegeln nicht notwendig Positionen der Auftraggeber oder der Ressorts der Bundesregierung wider. Sie stellen Beiträge zur Weiterentwicklung der Debatte dar.

Zitationsweise: Meyer, M., Meyer, B. & Walter, H. (2015): Dokumentation des Analyserahmens: Modellstruktur, Baselineannahmen und Implementation der Maßnahmen. Arbeitspapier 3.3 im Projekt Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen Debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRess). www.ressourcenpolitik.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	IV
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis.....	V
1. Einleitung	1
2. Beschreibung des methodischen Rahmens	2
2.1. Einleitende Anmerkungen	2
2.2. Das Modell GINFORS ₃	3
2.2.1. Überblick.....	3
2.2.2. Internationaler Handel.....	6
2.2.3. Gütermärkte	7
2.2.4. Arbeitsmarkt.....	8
2.2.5. Kapitalmarkt.....	8
2.2.6. Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung.....	8
2.2.7. Das Energiemodul	9
2.2.8. Das Ressourcenmodul.....	9
3. Baselineannahmen.....	10
3.1. Globale Umfeldszenarien	10
3.2. Rohstoffpreise	15
3.2.1. Preise für Metalle	15
3.2.2. Rohstoffpreise für fossile Energieträger	15
3.3. Energiepolitische Maßnahmen	17
4. Implementation der ressourcenpolitischen Annahmen.....	18
5. Anhang.....	30
5.1. Kurzbeschreibung der ausgewählten SSP-Szenarien.....	30
5.2. Detaillierte Dokumentation der Modellierungsgrundlagen des Politikmixes.....	31
5.3. Klassifikationen	62
6. Quellenverzeichnis	67

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: GINFORS3, geographische Abdeckung	5
Abbildung 2: Die Struktur des Modells GINFORS3	6
Abbildung 3: Shared Socioeconomic Pathways	11
Abbildung 4: Globale Bevölkerungsszenarien, indizierte Niveaus (obere Abbildung) und implizierte Wachstumsraten	12
Abbildung 5: Globale Entwicklung des realen Bruttoinlandsprodukts pro Kopf (Index 2000=100)	13
Abbildung 6: Relative Rohstoffpreise für Kohle, Gas und Öl in konstanten US- $\text{\$}$ des Jahres 2010 im Szenario SSP1	16
Abbildung 7: Relative Rohstoffpreise für Kohle, Gas und Öl in konstanten US- $\text{\$}$ des Jahres 2010 im Szenario SSP3	16

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Im Politikmix berücksichtigte Instrumente	19
Tabelle 2: Zentrale Annahmen 1 - Selbstverpflichtung des Handels (Recyclingpapier); Beratung von Unternehmen & Forschungs- und Innovationsförderung durch Zuschüsse (r^{2++})	20
Tabelle 3: Zentrale Annahmen 2 - Öffentliche Beschaffung & Normen; Kommunen - kompakte kommunale Infrastruktur	24
Tabelle 4: Zentrale Annahmen 3 - Mobile Rücknahmesysteme; Rohstoffpartnerschaften & Exportförderung	27
Tabelle 5: Materialeinsparpotenziale der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe	33
Tabelle 6: Zusammenstellung der Kernergebnisse aus Sartorius und Walz	43
Tabelle 7: Materialbestand Straßennetz in Deutschland	53
Tabelle 8: Ausgaben für die Maßnahmen der „Exportinitiative Erneuerbare Energien“ seit ihrer Einführung 2003 (in Tsd. Euro)	61
Tabelle 9: Kosten der Exportinitiative Energieeffizienz	61
Tabelle 10: Klassifikation der Gütergruppen	63
Tabelle 11: Klassifikation der Wirtschaftszweige	64
Tabelle 12: Ressourcenkategorien	65
Tabelle 13: Geographische Abdeckung	66
Tabelle 14: Klassifikation abiotische Materialien	66
Tabelle 15: Klassifikation abiotische Materialien, Teilsummen und Gesamtsummen	66

1. Einleitung

Ressourcenpolitische Analysen bedürfen einer angemessenen Berücksichtigung der internationalen Wirkungszusammenhänge. Aus der aktuellen Berichterstattung des Statistischen Bundesamtes zum Status der Nachhaltigkeitsindikatoren für Deutschland ist beispielsweise bekannt, dass sich die Summe der im Inland aus der Natur entnommenen abiotischen Rohstoffe und aller importierten abiotischen Materialien (Rohstoffe, Halb- und Fertigwaren) zwischen 2000 und 2011 um -5,3% verringert hat. Dieser Rückgang wurde allerdings durch im selben Zeitraum stattgefundene Produktionsverlagerungen ins Ausland überkompensiert: Der abiotische Rohstoffeinsatz, welcher zusätzlich auch die Entwicklung sogenannter indirekter Importe berücksichtigt, ist daher zwischen 2000 und 2011 um 2,4% gestiegen (Statistisches Bundesamt (a), 2014).

Um der Komplexität dieses Themenfeldes gerecht zu werden, wurden im PolRes-Projekt sämtliche quantitative Wirkungsabschätzungen des Arbeitspaketes 3 mit dem globalen Simulationsmodell GINFORS durchgeführt. GINFORS-Simulationen zeichnen sich dadurch aus, dass außenwirtschaftliche Rückwirkungen nationaler Politikmaßnahmen stets umfassend abgebildet werden. Eventuelle Risiken globaler „rebound“- und/oder „leakage“-Effekte können somit in den Modellrechnungen endogen berücksichtigt werden.

Eine Übersicht zu früheren GINFORS-Anwendungen und weiterführende Literaturverweise kann bspw. (Meyer, Distelkamp, Ahlert, & Meyer, 2013) entnommen werden. Seit 2013 wird im Kontext des UFOPLAN-Vorhabens „Modelle, Potenziale und Langfristszenarien für Ressourceneffizienz“ (SimRes, FKZ: 3712 93 102) insbesondere die Abbildung der internationalen abiotischen Ressourceninanspruchnahme in GINFORS methodisch weiterentwickelt. Dank dieser anhaltenden Entwicklungsarbeiten können ressourcenspezifische GINFORS-Ergebnisse inzwischen zu einem Indikatorset zusammengeführt werden, welches den deutschen Rohstoffinput sowie den deutschen Rohstoffverbrauch in Rohstoffäquivalenten abbildet. Die auch aus der amtlichen Berichterstattung bekannten Indikatoren RMI_{abiot} RMC_{abiot} (Statistisches Bundesamt (e), 2014) können auf Basis dieser Berechnungen bis zum Jahr 2050 simuliert werden.¹

Für die quantitativen Folgenabschätzungen des PolRes-Projektes wurden in GINFORS zwei alternative Umfeldszenarien auf Basis der im Rahmen des IPCC entwickelten „Shared Socio Economic Pathways“ (SSP-Szenarien) implementiert (siehe bspw. (Kriegler, et al., 2012) für einführende Anmerkungen zu den SSP-Szenarien). Die bei der Kalibrierung verfolgte Vorgehensweise basierte im Wesentlichen auf einer Angleichung der Bevölkerungs- und Bruttoinlandsprodukts-Projektionen in GINFORS an Projektionen der OECD (Chateau & Dellink, 2012). In diesen Umfeldszenarien wurden daraufhin die Auswirkungen von zwei verschiedenen Instrumentenkombinationen simuliert: Zum einen ein Politikmix, welcher das bislang etablierte Instrumentarium graduell weiterentwickelt, zum anderen wurde der Versuch unternommen, die Auswirkungen einer umfassenderen Rohstoffbesteuerung mithilfe einer allgemeinen Gütersteuer zu simulieren. Die Modellergebnisse bei Simulation des Politikmix können bei (Meyer (a), 2015) nachgelesen werden. Detaillierte Simulationsstudien zu den Potenzialen einer allgemeinen Gütersteuer wurden zudem in einem eigenständigen Arbeitspapier zusammengefasst (Meyer (b), 2015).

¹ Eine übersichtliche Darstellung aktueller Indikatoren wurde im Rahmen des PolRes-Konsortiums durch das Wuppertal Institut zusammengestellt und in eigenständigen Beiträgen veröffentlicht (Bringezu & Schütz, 2013), (Bringezu & Schütz, 2014).

Das vorliegende Papier dient einer komplementären Dokumentation des angewandten Analyserahmens. Im Anschluss an Abschnitt 2, welcher eine detaillierte Modellbeschreibung auf Basis von (Meyer B. , 2015) enthält, wird in Abschnitt 3 die Vorgehensweise bei der Parametrisierung der Umfeldszenarien näher dargestellt. Abschnitt 4 befasst sich mit den Annahmen des modellierten Politikmixes sowie deren Implementation in GINFORS.

2. Beschreibung des methodischen Rahmens

2.1. Einleitende Anmerkungen

Umweltökonomische Modelle werden in der Literatur (Markandya & Halsnaes, 2001) üblicherweise in Bottom-up und in Top-down Modelle unterschieden. Unter Bottom-up Modellen versteht man sogenannte partielle Gleichgewichtsmodelle einzelner Wirtschaftszweige, die auf einer sehr detaillierten Beschreibung der Technik des Sektors aufbauen, im Zentrum steht i.d.R. der Energiesektor. Ein Beispiel für diesen Typus stellt das TIMES Model dar (Vaillancourt, Labriet, Loulou, & Waaub, 2007). TIMES berechnet für eine gegebene Endnachfrageentwicklung der anderen Sektoren und der Gesamtwirtschaft ein partielles Gleichgewicht der integrierten Energiemärkte, bei dem die diskontierten Kosten des Energiesektors minimiert werden. Die Exogenität der Gesamtwirtschaft und der Entwicklung der anderen Sektoren erlaubt keine Berücksichtigung der Interdependenzen zwischen der Entwicklung der Energiewirtschaft, der anderen Sektoren der Volkswirtschaft und der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung.

Zur Gruppe der sogenannten Top-down Modelle zählen neoklassische Wachstumsmodelle, Berechenbare Allgemeine Gleichgewichtsmodelle (CGE Modelle) und umweltökonomische makroökonomische Modelle. Die neoklassischen Wachstumsmodelle sind hochaggregierte Makromodelle ohne jegliche sektorale Differenzierung. Ein Beispiel für die Anwendung eines solchen Modells ist das System REMIND, in dem ein neoklassisches Wachstumsmodell ein Energiesystem treibt, welches mit einem Landnutzungsmodul und einem Klimamodul gekoppelt ist (Luderer, et al., 2013). Die fehlende Differenzierung nach Produktgruppen und Sektoren schränkt die Aussagefähigkeit solcher Modelle sehr ein, wodurch eine Analyse der Interdependenzen zwischen Wirtschaft, Umwelt und sozialem System kaum möglich erscheint.

CGE Modelle und makroökonomische Modelle vermeiden die Schwächen der neoklassischen Wachstumsmodelle und der partiellen Gleichgewichtsmodelle als Abbilder der sozioökonomischen Sphäre, indem sie sowohl die intersektorale Verflechtung der Volkswirtschaften endogenisieren als auch die gesamtwirtschaftliche Entwicklung in hinreichender Gliederung interdependent mit der sektoralen Entwicklung erklären. Ein typisches CGE Modell ist EXIOMOD (Ivanova & Reynes, 2012); Beispiele für makroökonomische Umweltmodelle sind E3ME (Pollitt, Summerton, & Klaassen, 2015) und GINFORS (Meyer, Distelkamp, Ahlert, & Meyer, 2013).

Beide Modelltypen unterscheiden sich grundsätzlich im Hinblick auf die zentrale Annahme über das Verhalten der wirtschaftenden Menschen. CGE Modelle gehen von dem Axiom der neoklassischen Wirtschaftstheorie aus, dass den Akteuren alle Handlungsalternativen bekannt sind und sie die jeweils optimale Handlungsweise auswählen und auf perfekten Märkten agieren. Damit wird unterstellt, dass alle Ressourcen optimal eingesetzt werden und keine Marktunvollkommenheiten existieren. Dies bedeutet natürlich, dass jegliche durch umweltpolitische Maßnahmen induzierte Abweichung von diesem Referenzzustand zu Kosten führt. Tatsächlich wissen wir aber, dass wir in einer Welt der

Unvollkommenheiten leben, in der die Märkte keineswegs perfekt reagieren (Stern, 2014), (Ackerman, De Canio, Howarth, & Sheeran, 2009), (DeCanio, Dibble, & Amir-Atefi, 2000), (DeCanio, Dibble, & Amir-Atefi, 2001).

Wie weit die Ökonomie in der Referenz vom Idealzustand der neoklassischen Theorie entfernt ist, kann nur durch empirische Analysen festgestellt werden. Diesen Weg gehen die makroökonomischen Modelle. Die Parameter aller Gleichungen dieser Modelle werden durch statistische Verfahren aus Zeitreihenbeobachtungen der tatsächlichen ökonomischen Entwicklung berechnet. Somit handelt es sich um empirisch validierte Modelle, deren Eigenschaften Marktunvollkommenheiten implizieren. Natürlich ist der Aufwand der Parametrisierung des Modells sehr viel höher als bei einem CGE Modell, bei dem die Parameterberechnung erfolgt, indem man eine theoretisch vorgegebene Struktur mit den Daten eines Zeitpunktes konfrontiert. Ein auf diese Weise kalibriertes CGE Modell ist auch nach der Parametrisierung ein rein theoretisches Modell ohne jede empirische Information, weil auf die Daten eines Beobachtungspunktes jede theoretische Struktur angepasst werden kann. Dank seiner strikten Fundierung in einer geschlossenen theoretischen Sichtweise sind die in einem CGE-Ansatz unterstellten Kausaleffekte allerdings relativ einfach nachvollziehbar. Dagegen konkurrieren bei der Parametrisierung der Gleichungen eines ökonomischen Modells grundsätzlich alternative theoretische Ansätze, die man im Hinblick auf ihre empirische Validität erst selektiert, bevor sie Bestandteil des Modells werden. Der Komplexitätsgrad eines umfassenden makroökonomischen Modells ist daher in der Regel deutlich höher als der eines vergleichbaren CGE Modells. Eine Darstellung sämtlicher relevanter Kausaleffekte bedarf daher in der Regel eines wesentlich größeren Dokumentationsaufwands. Ein Vertreter dieses Typs ist das Modell GINFORS (Global INterindustry FOrecasting System), welches im folgenden Unterabschnitt eingehend vorgestellt wird.

2.2. Das Modell GINFORS₃

2.2.1. Überblick

Die Modellversion GINFORS₃ ist die erste GINFORS-Version, die auf einer Zeitreihe von vollständig harmonisierten, nationalen Aufkommens- und Verwendungstabellen (SUT) basiert. Der entsprechende Ausgangsdatensatz, der zusätzlich auch mit umwelt- und energiebezogenen Informationen ausgestattet ist, wurde erstmals 2012 im Rahmen des World Input-Output Database Projektes (WIOD) veröffentlicht (siehe hierzu auch (Timmer, Dietzenbacher, Los, Stehrer, & de Vries, 2015) und (Timmer M. , 2012)). Die GINFORS Datenbank ergänzt diesen Datensatz um Angaben der Statistikabteilung der Vereinten Nationen (UN) zur Bevölkerung und zum Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) sowie um vom Internationalen Währungsfonds (IMF) veröffentlichte Daten zur finanziellen Lage (u.a. Öffentliche Verschuldung).

Die durch den WIOD Datensatz gegebene globale Abbildung sektoraler Produktionsstrukturen und bilateraler Außenhandelsverflechtung auf Ebene von Gütergruppen ermöglicht eine Multi Regionale Input Output Modellierung (MRIO). Damit ist es möglich, sowohl die direkten als auch alle indirekten Extraktionen und Schadstoffemissionen, die mit der wirtschaftlichen Aktivität eines Landes verbunden sind, zu berechnen. Vorteile von GINFORS₃ gegenüber alleinstehenden MRIO's sind seine dynamische Projektionsfähigkeit, die endogen variablen Strukturen des Modells sowie seine Einbindung in den geschlossenen makroökonomischen Kontext. Die Grundannahme zur Spezifikation sämtlicher

Modellgleichungen ist, dass alle wirtschaftlichen Entscheidungen unter begrenzter Rationalität auf unvollkommenen Märkten getroffen werden. Die Akteure haben Informationsdefizite und sind durch die Marktmacht von Konkurrenten auf derselben Marktseite und Akteuren auf der jeweils anderen Marktseite in ihren Entscheidungen eingeschränkt.

Gleichwohl werden die Gütermärkte geräumt. Die Anbieter setzen ihre Preise in Relation zu ihren Stückkosten, die Nachfrager basieren ihre Entscheidungen auf diesen Preis und anderen Determinanten; und die Anbieter produzieren schließlich die nachgefragte Menge. Diese Eigenschaft sowie die Modellierung des Kapitalmarktes und des nicht geräumten Arbeitsmarktes weisen das Modell in seiner theoretischen Fundierung als neokeynesianisch aus, wobei der Einfluss von Angebot und Nachfrage auf die Modellösung insgesamt ausgeglichen ist.

Die Akteure treffen ihre heutigen Entscheidungen auf Basis adaptiver Erwartungen über die Zukunft. Das heißt, dass die Entwicklung der Vergangenheit die Erwartung für die weitere Entwicklung der Variablen bestimmt.

Die empirische Validierung des Modells ist grundsätzlich bereits durch die ökonometrische Schätzung des Modells und die damit verbundene Selektion miteinander konkurrierender theoretischer Ansätze gegeben. Für jeden Modellgleichungstyp (bspw. eine industriespezifische Arbeitsnachfrage) werden dabei auf der ersten Selektionsstufe ökonometrische Panelanalysen zum Test alternativer theoretischer Erklärungsansätze durchgeführt. Auf Basis der resultierenden Befunde wird daraufhin ein Erklärungsansatz zur Aufnahme ins Modell ausgewählt (bspw. Fortschreibung der Arbeitsintensität in Abhängigkeit von technologischen Produktivitätstrends und industriespezifischen Reallohnentwicklungen). In einer zweiten Selektionsstufe werden daraufhin alternative Spezifikationsoptionen des grundsätzlich ausgewählten Erklärungsansatzes für die jeweils zu berechnenden Variablen (bspw. Arbeitsnachfrage der Automobilindustrie in Deutschland, Arbeitsnachfrage der Automobilindustrie in den Vereinigten Staaten, ...) getestet. Dadurch kann, auf Basis einer generell akzeptierten Kausalstruktur, eine Berücksichtigung individuell signifikanter Parameter (bspw. langfristig stärkere Reallohnelastizitäten in Industrie A im Vergleich zu Industrie B) und individueller dynamischer Anpassungsmuster (bspw. unmittelbare Reaktionen auf Reallohnänderungen in Industrie A, erst langfristig wirksam werdende Anpassungen in Industrie B) auf Basis historischer Beobachtungen gewährleistet werden. Darüber hinaus werden mit dem Modell historische Simulationen über den Schätzzeitraum gerechnet, um zu testen, ob das Modell geeignet ist, die historische Entwicklung über einen längeren Zeitraum zu erklären (Meyer & Meyer, 2013). Ferner werden in langfristigen Simulationen die Eigenschaften des Modells auf Plausibilität untersucht.

GINFORS ist ein globales Modell mit einer tiefen regionalen Gliederung von 38 Ländern und einer Region „Rest der Welt“. Die explizit modellierten Länder sind die 27-EU-Länder sowie die wichtigsten Handelspartner der EU, wozu alle OECD-Länder und die sogenannten BRIC-Länder (Brasilien, Russland, Indien, China) zählen (siehe hierzu auch [Abbildung 1](#)). In der „Rest der Welt“-Region sind somit wesentliche ressourcenexportierende Länder (wie bspw. die OPEC-Staaten, Nachfolgestaaten der Sowjetunion mit Ausnahme von Russland oder Indonesien) zusammengefasst. Für zukünftige Analysen wäre es sicherlich wünschenswert, eigenständige Ländermodellierungen für weitere wichtige ressourcenexportierende Staaten zu entwickeln. Entsprechende Arbeiten konnten in PolRess allerdings nicht durchgeführt werden.

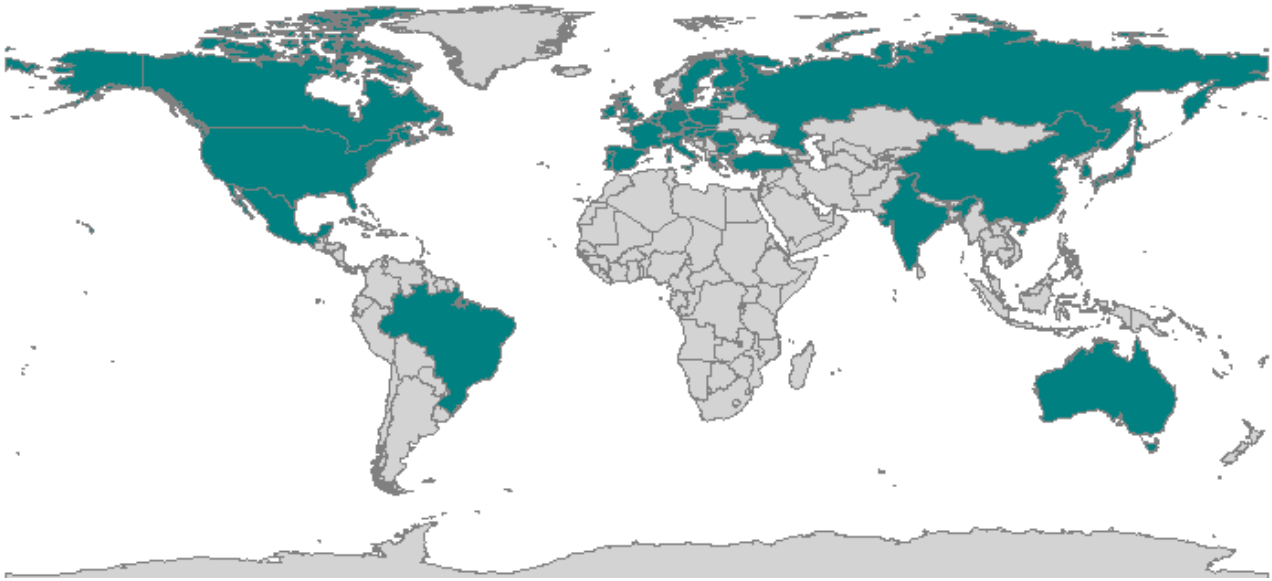


Abbildung 1: GINFORS3, geographische Abdeckung

Quelle: eigene Darstellung

Das Modell weist einen hohen Endogenitätsgrad auf: Exogen sind nur die Bevölkerungsentwicklung sowie die Extraktionspreise fossiler Energieträger und von Erzen und anderen Mineralien. Für alle 38 Länder wird eine sehr detaillierte Modellierung des sozioökonomischen Systems gewählt.² Produktions-, Handels- und Verwendungsverflechtungen werden dabei auf der Ebene von 59 Gütergruppen in einem Input-Output-System abgebildet und um Wirkungen auf die Beschäftigungen konsistent ergänzt.

Aus logischer Perspektive können vier miteinander verknüpfte Module unterschieden werden (siehe auch Abbildung 2 für eine schematische Darstellung wesentlicher Wirkungszusammenhänge des Modells). Im Zentrum befindet sich ein bilaterales Handelsmodul, das die Exporte und Importe von 59 Waren und Dienstleistungen zwischen 38 Ländern (EU-27-Länder, Russland, Türkei, Brasilien, Kanada, Mexico, Vereinigte Staaten von Amerika, China, Indien, Japan, Korea und Australien) und einer Region „Rest of World“ erfasst.

² Die Modellierung der „Rest der Welt“-Region folgt grundsätzlich ebenfalls den hier vorgestellten Strukturen. Begrenzte Datenverfügbarkeiten reduzieren hier allerdings stellenweise den Detailumfang der Modellprojektionen.

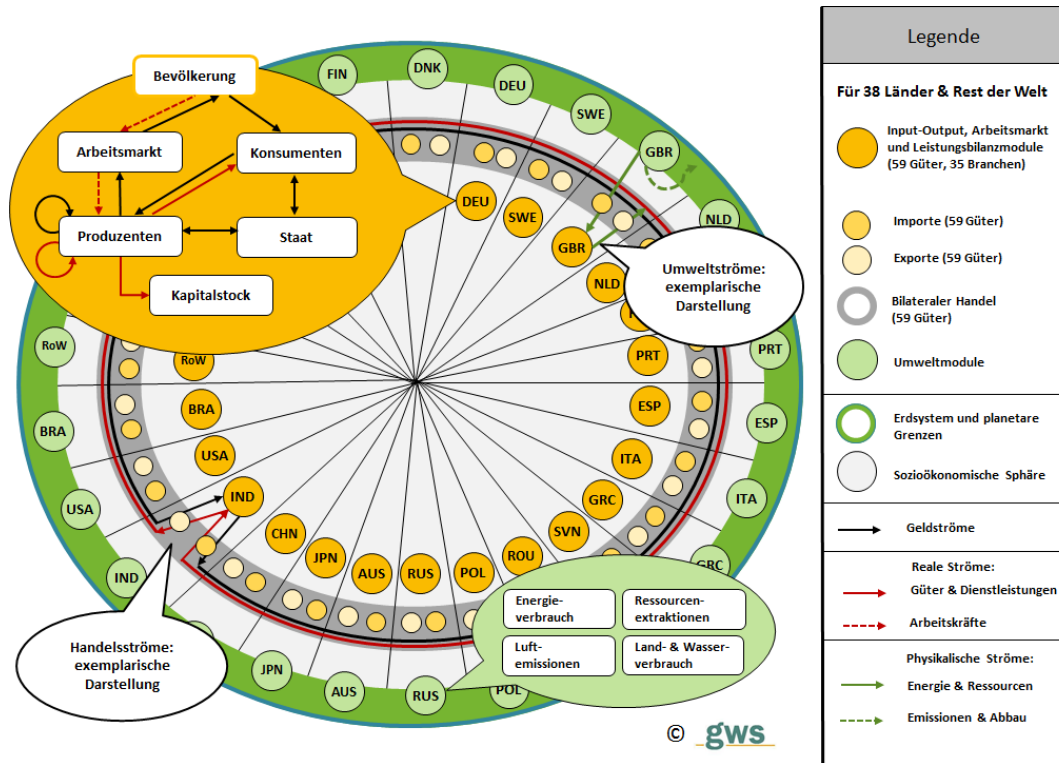


Abbildung 2: Die Struktur des Modells GINFORS3

Quelle: Eigene Darstellung

Von jedem Land erhält das Handelsmodell die Importe und die Exportpreise nach Gütergruppen. Umgekehrt liefert es die Exporte und die Importpreise an alle anderen Länder. Außerdem werden die Entwicklungen der nationalen Kontensysteme der VGR für die vier institutionellen Einheiten „Private Haushalte“ und „private Organisationen ohne Erwerbszweck“, „Unternehmen“, „Staat“ und „Ausland“ projiziert. Neben vielen Details kann man hierdurch für die soeben benannten Aggregate die Entwicklung des verfügbaren Einkommens sowie des Finanzierungssaldos betrachten. Darüber hinaus werden globale Umweltzusammenhänge über ein Energie-Emissionen-Modul und ein Ressourcen-Modul umfassend abgebildet. Weitergehende Modellierungsdetails der jeweiligen GINFORS-Module lassen sich den nachfolgenden Unterabschnitten entnehmen.

2.2.2. Internationaler Handel

Der internationale Handel wird bilateral zwischen dem jeweils exportierenden und dem importierenden Land auf der Ebene der Gütergruppen abgebildet. Das Modell unterscheidet 59 Gütergruppen und für jede dieser Gütergruppen Fertigprodukte und Vorleistungsgüter. Jede der 39 abgebildeten Ökonomien hat somit 118 Funktionen zur Bestimmung der Importquoten auf Basis der Relation zwischen Importpreisindex der betrachteten Gütergruppe und Inlandspreisindex sowie historisch beobachteter Globalisierungstrends. Der Anteil eines exportierenden Landes an den Importen eines anderen Landes wird durch die Relation zwischen dem Exportpreis und dem durchschnittlichen Importpreis des betrachteten Gutes in dem importierenden Land bestimmt. Für jede der 118 Gütergruppen und jede der 39 Regionen gibt es somit 39 sogenannte „trade-share“ Funktionen. Aus diesen Informationen über Importe und trade-shares können die Exporte eines jeden Landes für jede Gütergruppe konsistent definitorisch berechnet werden. Der

durchschnittliche Importpreis eines Landes für eine Gütergruppe ergibt sich definitorisch aus den Exportpreisen der einzelnen Länder und dem Anteil, den die Exporte der einzelnen Länder an den Importen der betrachteten Gütergruppe des importierenden Landes haben.

Die Wechselkurse zwischen den Ländern sind gemäß dem langfristig wirkenden Kaufkraftparitätentheorem von der Relation zwischen den Preisindizes des Bruttoinlandsprodukts der beiden Länder bestimmt.

2.2.3. Gütermärkte

Angebotsseite der Gütermärkte:

Für jede der 39 Ökonomien berechnet das Modell für jeweils 35 Sektoren die folgenden Inputs:

- Vorleistungen von 59 verschiedenen Gütern,
- Investitionen und Kapitaleinsatz,
- Arbeitseinsatz in Stunden, Personen und Währungseinheiten,
- Produktionssteuern

und die folgenden Preise:

- Erzeugerpreise und
- Nachfragerpreise (inkl. Gütersteuern).

Die verschiedenen Inputs werden durch die jeweiligen Niveauvariablen und die relativen Preise der Inputs bestimmt. Die Bestimmung der Erzeugerpreise basiert auf einer Aufschlagspreissetzungshypothese. Die Erzeugerpreise sind also durch Stückkosten und empirisch geschätzte Aufschlagsätze bestimmt, Stückkosten werden dabei aus dem nominalen Faktoreinsatz und der Produktionsmenge berechnet. Szenario-spezifische Einflüsse (bspw. alternative Inflationserwartungen der Unternehmen) können exogen vorgegeben werden.

Nachfrageseite der Gütermärkte:

Für jede der 39 Ökonomien werden die folgenden Güternachfragemengen für jeweils 59 Gütergruppen berechnet:

- Vorleistungsnachfrage nach 59 Gütergruppen in 35 Wirtschaftssektoren,
- Konsum der Privaten Haushalte,
- Konsum der Organisationen ohne Erwerbscharakter,
- Konsum des Staates,
- Investitionen,
- Exporte.

Die Determinanten sind wiederum die jeweiligen relativen Preise und die entsprechenden Niveauvariablen wie verfügbares Einkommen von Privaten Haushalten und Staat. Die Produktion der 59 Gütergruppen entspricht der jeweiligen Gesamtnachfrage abzüglich der Importe. Sie wird dann auf die 35 produzierenden Sektoren aufgeteilt.

Gütermarktgleichgewicht:

Im Unterschied zum neoklassischen Konkurrenzmarktgleichgewicht agieren die Unternehmen nicht als Mengenanpasser sondern als Preissetzer. Die Nachfrager reagieren auf die Preissetzung und die Unternehmen produzieren die nachgefragte Menge. Dabei reagieren wiederum die Stückkosten und damit auch die Preise auf jede Produktionsanpassung. Die Lösung des Modells impliziert die Räumung aller Gütermärkte.

2.2.4. Arbeitsmarkt

Für jedes der 38 explizit gegebenen Länder und jeden der 35 Sektoren werden

- Arbeitsnachfrage in Stunden, Personen und Währungseinheiten
- sowie der Lohnsatz

bestimmt. Die Arbeitsnachfrage wird dabei durch die Produktionsentwicklung und den Reallohn getrieben, der als Relation von sektoralen Lohnsatz und Preis des Sektors gegeben ist. Der sektorale Lohnsatz wird durch den gesamtwirtschaftlichen Lohnsatz, die sektorale Produktivitäts- und Preisentwicklung im Verhältnis zur gesamtwirtschaftlichen Entwicklung bestimmt.

Der gesamtwirtschaftliche Lohnsatz eines Landes ist durch die gesamtwirtschaftliche Produktivitäts- und Preisentwicklung sowie den Anteil der Beschäftigten an der Gesamtzahl der 15- bis 65-jährigen Personen des Landes determiniert. Die Anzahl der Personen dieser Altersgruppe, die das Beschäftigungspotential eines Landes beschreibt, ist exogen gegeben. Der Arbeitsmarkt ist somit nicht geräumt.

2.2.5. Kapitalmarkt

Die Investitionen werden auf Basis von ex ante Plangröße hergeleitet. In allen 39 Ländern werden die Investitionen in tiefer sektoraler Gliederung durch den Kapitalbedarf der Produktion und den Relativpreis des Kapitalstocks bestimmt. Die mit Abschluss der Periode realisierten Investitionen, der aus dem internationalen Handel resultierende Beitrag zu Angebot bzw. Nachfrage wie auch die mit Abschluss der Periode realisierte gesamtwirtschaftliche Ersparnis werden durch einen iterativen Lösungsalgorithmus als nationales Kapitalmarktgleichgewicht (in welchem die realisierten Investitionen der realisierten gesamtwirtschaftlichen Ersparnis entspricht) bestimmt. Es gibt somit keine Dominanz der Ersparnis gegenüber den Investitionen.

Internationale Kapitalmarktzusammenhänge können in Szenarienrechnungen exogen berücksichtigt werden.

2.2.6. Kontensystem der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung

Für 35 Länder wird das vollständige Kontensystem der UN mit den institutionellen Transaktoren

- Unternehmen,
- Staat,
- Private Haushalte und
- Ausland

sowie den funktionellen Transaktoren

- Einkommensentstehung,
- Verteilung des Primäreinkommens,
- Sekundäre Einkommensverteilung,
- Einkommensverwendung und
- Vermögensänderung

berechnet.

Dieses Kontensystem enthält u. a. die Sozialversicherung und die Abbildung des Steuersystems. Es ermöglicht die Berechnung wichtiger Variablen wie der verfügbaren Einkommen von Privaten Haushalten und Staat und der Staatsverschuldung bzw. der Vermögensentwicklung bei den Privaten Haushalten und den anderen Transaktoren.

2.2.7. Das Energiemodul

Das Energiemodul beschreibt für 39 Regionen, 35 Sektoren und die Privaten Haushalte die Energienachfrage in TJ für die Verwendungszwecke

- Prozessenergie,
- Mobilität und
- Heizung und Kühlung.

Die Intensität der Energienachfrage (physischer Verbrauch in Relation zu einer Aktivitätsvariablen wie bspw. der sektoralen Produktion oder der Einkommen der Haushalte) hängt dabei vom Relativpreis der Energie in dem betreffenden Sektor ab. Die Struktur der Energienachfrage nach 25 Energieträgern wird durch deren relative Preise bestimmt.

Das Angebot an Sekundärenergie in Form von Mineralölen wird durch die Produktion des betreffenden Sektors aus dem Rohstoff Rohöl gewonnen.

Die Stromerzeugung erfolgt durch die Inputs fossiler Energieträger, von Kernenergie und den verschiedenen erneuerbaren Energien (Sonne, Wind, Wasser etc.). Der Anteil der Kernenergie und der Summe der verschiedenen erneuerbaren Energieträger sind exogene Politikvariablen. Die Struktur der erneuerbaren Energieträger wird endogen durch deren Stückkostenrelationen bestimmt. Die Summe der fossilen Energieträger ist in der Stromerzeugung als Rest definiert. Dessen Untergliederung in einzelne Energieträger (Kohle, Gas und Öl) wird durch die Preisrelationen der fossilen Energieträger determiniert.

Die CO₂ Emissionen ergeben sich über konstante Koeffizienten beim Verbrennen der fossilen Energieträger.

2.2.8. Das Ressourcenmodul

Materialien:

Die Extraktion der Materialien

- Kohle,
- Gas,
- Öl,

- Erze,
- nichtmetallische Baumineralien und
- nichtmetallische Industriemineralien

in Tonnen wird für 39 Regionen durch die Produktion der entsprechenden Gütergruppen in konstanten Preisen bestimmt. Ferner werden die Importe der genannten Materialien durch die entsprechenden monetären Importe in konstanten Preisen erklärt.

Die in den importierten Halb- und Fertigfabrikaten enthaltenen Ressourcen lassen sich über die Handelsverflechtungen und die in den jeweiligen Ländern herrschenden Technologien, die mit den Input-Output Tabellen gegeben sind, zurückverfolgen. Somit ist es möglich, für jedes Land Indikatoren des Materialinputs (bspw., „Raw Material Input“, RMI) und des Materialverbrauchs (bspw. „Raw Material Consumption“, RMC) bis zum Jahr 2050 zu projizieren.³ Die diesbezüglichen Berechnungsalgorithmen wurden innerhalb des UFOPLAN-Vorhabens „Modelle, Potenziale und Langfristszenarien für Ressourceneffizienz“ (SimRess, FKZ: 3712 93 102) in GINFORS implementiert. Eine abschließende methodische Dokumentation dieser Berechnungsalgorithmen wird im Verlauf der zweiten Jahreshälfte 2015 zur Verfügung stehen.

3. Baselineannahmen

3.1. Globale Umfeldszenarien

Für die explizite Modellierung der Wirkungen deutscher ressourcenpolitischer Maßnahmen auf globale Ressourcenströme war zunächst eine konkrete Festlegung zentraler globaler Umfeldparameter notwendig. Da eine konkrete Übersetzung der im PolRess-Arbeitspaket 4 erarbeiteten narrativen Beschreibungen zukünftiger Umfeldszenarien in numerische Modellparameter im PolRess-Projekt nicht vorgesehen war,⁴ wurde hierzu auf die sozio-ökonomischen Rahmendaten der „Shared Socioeconomic Pathways“ (SSPs) zurückgegriffen.

SSPs wurden in der Klimaforschung entwickelt, um einen möglichst hohen Konsistenzgrad hinsichtlich der in alternativen Studien unterstellten Umfeldentwicklungen erreichen zu können. Insgesamt umfassen die SSPs fünf globale Szenarioprojektionen, deren sozio-ökonomischen Rahmendaten öffentlich zugänglich sind.⁵ Da diese Projektionen ursprünglich in der Klimaforschung entwickelt wurden, werden sie üblicherweise in erster Linie hinsichtlich ihrer implizierten Herausforderungen zur Reduktion der globalen Erwärmung sowie der Klimafolgenanpassung unterschieden (vgl. hierzu Abbildung 3).⁶

³ Zu den hier genannten Indikatoren siehe bspw. (Bringezu & Schütz, 2014).

⁴ Diesbezügliche Arbeiten sollen allerdings in naher Zukunft ebenfalls im Projekt SimRess umgesetzt werden.

⁵ Siehe <https://secure.iiasa.ac.at/web-apps/ene/SspDb/>.

⁶ Eine detailliertere Einführung und Übersicht der SSPs bieten (Kriegler, et al., 2012), weiterführende Details und Hintergründe können zudem (Moss, et al., 2010), (van Vuuren, et al., 2012) sowie (O'Neill, et al., 2014) entnommen werden.

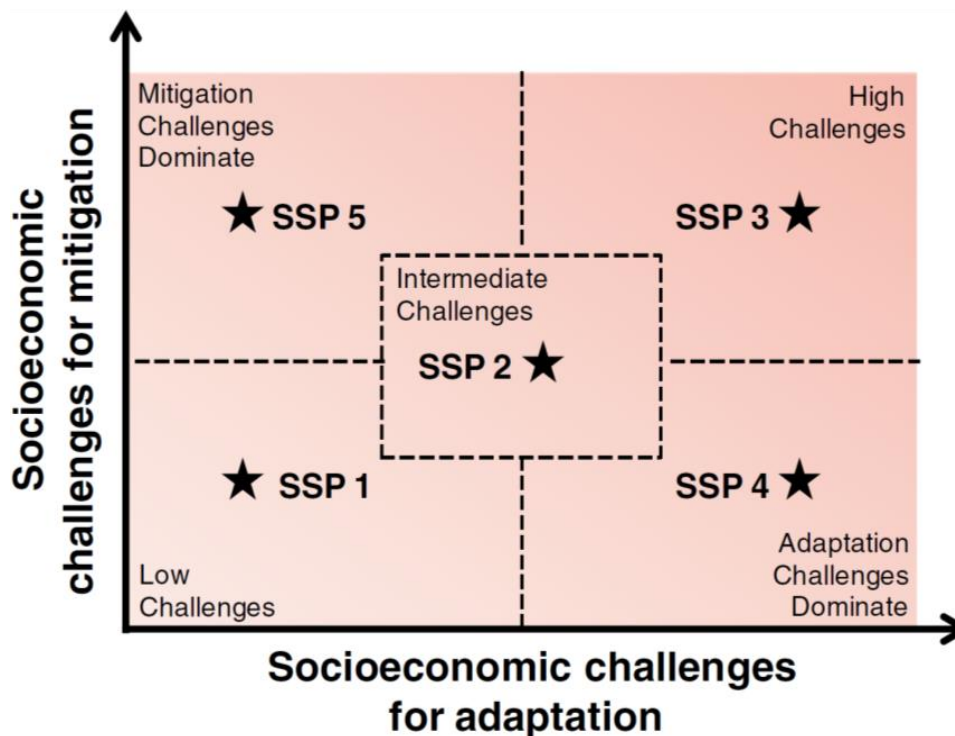


Abbildung 3: Shared Socioeconomic Pathways
 Quelle: (O'Neill, et al., 2014)

Da der Rückgriff auf die SSP-Szenarien im PolRes-Kontext lediglich zur Modellkalibrierung erfolgte, wird aus Platzgründen in diesem Dokument auf eine einführende inhaltliche Beschreibung der jeweiligen SSP-Varianten verzichtet. Eine narrative Kurzzusammenfassung der beiden ausgewählten SSP-Varianten befindet sich allerdings in Anhang 5.1 dieses Dokuments.

Um den im Arbeitspaket 4 ausführlich thematisierten Aspekt alternativer zukünftiger Umfeldszenarien auch in den quantitativen Simulationen berücksichtigen zu können, wurden in GINFORS zwei Baselines in Anlehnung an ausgewählte SSP-Szenarien (SSP1 und SSP3) kalibriert. Als numerische Referenz dienen dabei stets die Berechnung von (Chateau & Dellink, 2012), deren Bruttoinlandsprodukts-Projektionen auf verfügbaren Kurzfristprognosen bis zum Jahr 2016 basieren, welche ab dem Jahr 2017 mit dem OECD ENV-Growth Model fortgeschrieben werden.

Internationale Bevölkerungsentwicklungen repräsentieren einen wesentlichen Umfeldfaktor sämtlicher GINFORS-Projektionen. Global werden diesbezüglich in sämtlichen SSPs positive, wenn auch im Zeitablauf rückläufige Wachstumsraten unterstellt (vgl. hierzu Abbildung 4, welche das Bevölkerungsniveau als Index 2000=100 darstellt). Während der langfristige Entwicklungstrend bis 2050 im SSP3-Szenario durchgehend die höchsten Wachstumsraten sämtlicher SSPs aufweist, ist das SSP1-Szenario durch die langfristig niedrigsten Bevölkerungswachstumsraten gekennzeichnet. Mit der Zielsetzung, ein möglichst breites Spektrum denkbarer zukünftiger Entwicklungen abzubilden, wurden daher SSP1 und SSP3 zur Kalibrierung des Baselinekorridors ausgewählt.

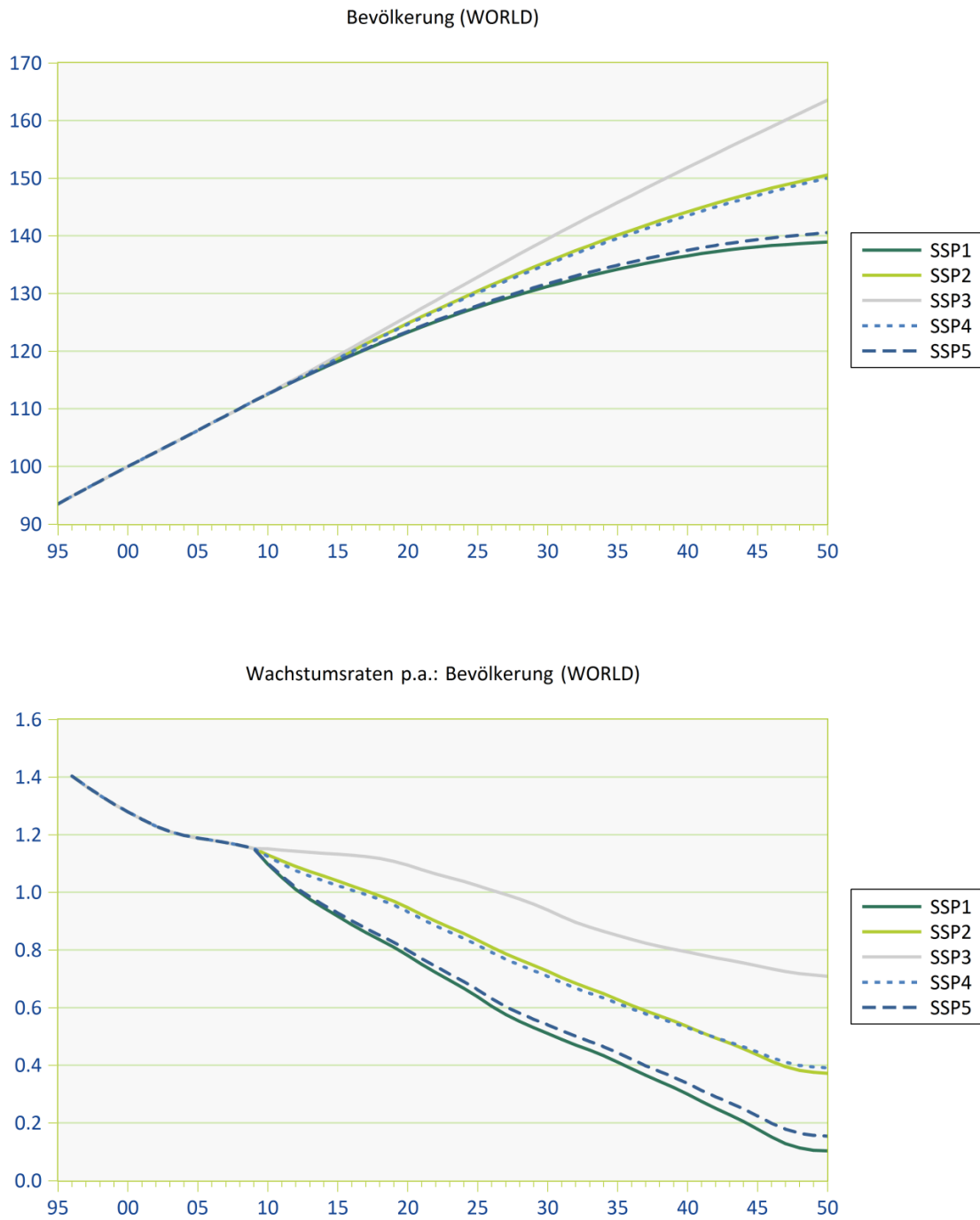


Abbildung 4: Globale Bevölkerungsszenarien, indizierte Niveaus (obere Abbildung) und implizierte Wachstumsraten
 Quellen: IIASA SSP Database

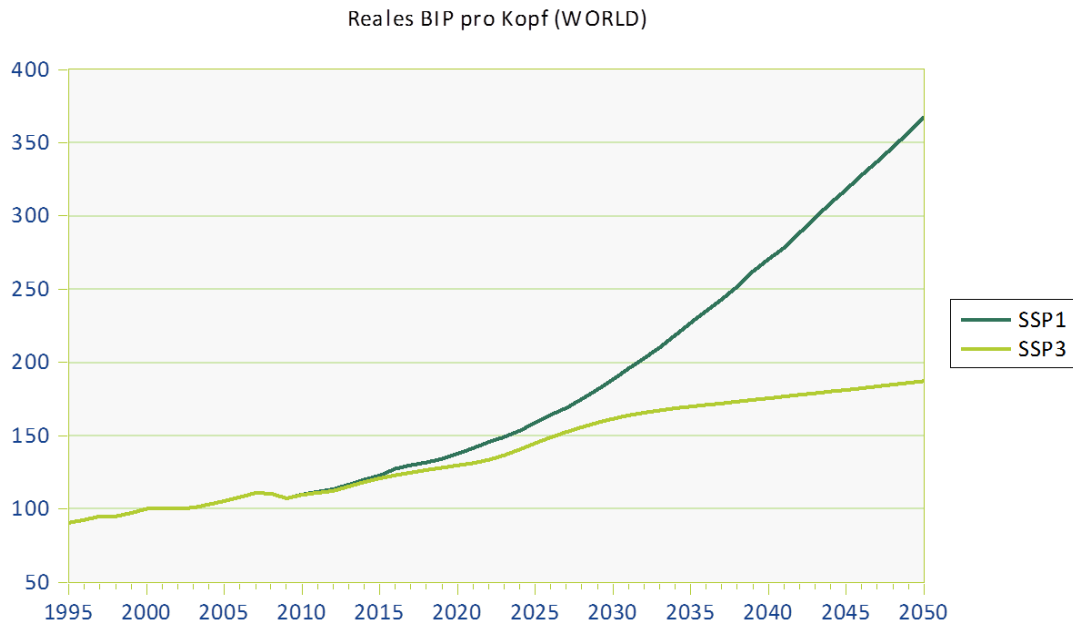


Abbildung 5: Globale Entwicklung des realen Bruttoinlandsprodukts pro Kopf (Index 2000=100)

Quellen: IIASA SSP Database

Neben nationalen Bevölkerungsentwicklungen können der SSP-Datenbank auch nationale Projektionen zur Entwicklung des realen Bruttoinlandsprodukts entnommen werden. Am Beispiel des realen Bruttoinlandsprodukts pro Kopf verdeutlicht Abbildung 5, dass die Einkommensentwicklungen in den beiden ausgewählten Szenarien insbesondere ab dem Jahr 2030 deutlich unterschiedlich verlaufen. Während im SSP3 das globale Bruttoinlandsprodukt pro Kopf ab 2030 nur einen geringen Wachstumstrend aufweist, wird im SSP1 ein anhaltender exponentieller Wachstumstrend unterstellt. Im Jahr 2050 übersteigt das reale Bruttoinlandsprodukt pro Kopf im SSP1-Szenario den Wert des Jahres 2000 um (mehr als) das 3,5-fache, während im SSP3-Szenario lediglich eine näherungsweise Verdopplung des Wertes des Jahres 2000 bis 2050 zu beobachten ist.

GINFORS bestimmt die Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts für 38 Nationalökonomien sowie die „Rest of World“-Region jeweils endogen. Daher war es nicht möglich, die BIP-Vorgaben der ausgewählten SSP-Szenarien direkt in den Modellsimulationen zu übernehmen. Um diese Vorgaben nachzeichnen zu können mussten stattdessen einzelne Verwendungskomponenten des BIPs in den jeweils modellierten Volkswirtschaften exogen beeinflusst werden. In erster Linie kann hierzu auf den Staatskonsum, den privaten Konsum, die Investitionsnachfrage sowie auf bilaterale Außenhandelsanteile eingewirkt werden. Die OECD ENV-Growth Simulationen von (Chateau & Dellink, 2012) sind tendenziell durch langfristige globale Konvergenzannahmen gekennzeichnet. Um dieses Merkmal in den eigenen Referenzszenarien berücksichtigen zu können, erfolgte die ökonomische Kalibrierung hauptsächlich durch Adjustierungen der internationalen Außenhandelsanteile und Anpassung der Investitionspfade. Die bilateralen Außenhandelsanteile und heimischen Investitionsvolumina mussten hierzu in den OECD-Staaten in der Regel im Zeitablauf abgesenkt und in den BRIC-Staaten sowie der Region „Rest der Welt“ angehoben

werden.⁷ Hierdurch konnte für sämtliche modellierten Staaten eine hinreichende Anpassung der endogen bestimmten Bruttoinlandsproduktsentwicklungen an die jeweiligen SSP-Vorgaben sichergestellt werden.

Wie Abbildung 3 zeigt, impliziert SSP1 niedrige Anforderungen zur weitergehenden Vermeidung von Umweltbelastungen und Anpassungen an Folgen der globalen Erwärmung. Das ist bemerkenswert, da dieses Szenario gleichzeitig von einem sehr starken globalen Wirtschaftswachstum geprägt ist. Folglich wird im SSP1 eine global stark engagierte Klimapolitik unterstellt.

SSP3 hingegen wird durch hohe Herausforderungen zur Vermeidung weiterer Umweltbelastungen und hohe Herausforderungen zur Anpassung an Umweltschäden charakterisiert. Da gleichzeitig deutlich niedrigere ökonomische Wachstumsraten unterstellt werden, muss man diese Entwicklung als Ergebnis mangelnder Umweltpolitik interpretieren. Weiterführende inhaltliche Details lassen sich auf Basis der GINFORS-Simulationen wie folgt zusammenfassen:

Referenzszenario in Anlehnung an SSP1

Zwischen 2010 und 2050 wächst die Weltbevölkerung um mehr als ein Viertel von rund 6,9 Mrd. Menschen auf rund 8,5 Mrd. Insgesamt verlangsamt sich das Wachstum zum Ende des Projektionszeitraumes hin. Der Bevölkerungszuwachs wird dabei hauptsächlich von der „Rest of World“-Region getrieben, deren globaler Bevölkerungsanteil von 2010 bis 2050 von 40% auf 46% ansteigt. Aus Indien, Brasilien und Mexiko kommen ebenfalls Wachstumsimpulse, wobei die brasilianischen und mexikanischen Bevölkerungszahlen jedoch in den 2040er Jahren rückläufig sind. Für die EU-27-Länder und die USA werden sich im Zeitablauf abschwächende, positive Wachstumsraten unterstellt. China weist eine bis zu Beginn der 2020er Jahre wachsende Bevölkerung auf.

Das reale (in US-\$ denominated) globale Bruttoinlandsprodukts wird von einem exponentiellen Wachstumstrend geprägt. Im Vergleich zum historischen Wert des Jahres 2010 wird im Jahr 2050 mehr als das Vierfache Niveau des Jahres 2010 erreicht. Diese beeindruckenden Wachstumstendenzen werden insbesondere durch Aufholprozesse der „Rest of World“-Region getrieben. Im Gegensatz zu den etablierten großen Volkswirtschaften übersteigt das dortige Wachstum auch am Ende der Simulationsperiode mit durchschnittlich 5,5% p.a. die historischen Wachstumsraten. Für Indien und China werden in der ersten Hälfte des Simulationszeitraums ebenfalls hohe Wachstumsraten erwartet, welche sich allerdings zum Ende des Simulationszeitraums deutlich abschwächen. Konnte China zwischen 2000 und 2010 auf ein durchschnittliches jährliches Wachstum von gut 10% zurückblicken, reduziert sich dieser Wert für den Zeitraum 2040 bis 2050 auf gut 2% p.a. Für die EU-27-Länder sowie die USA werden langfristig relativ stabile Wachstumsraten von durchschnittlich 1,8% und 2,3% p.a. unterstellt.

Die globalen CO₂-Emissionen sind ab Mitte der 2030er Jahre rückläufig, liegen aber im Jahr 2050 noch gut 16% oberhalb des derzeitigen Niveaus. Da gleichzeitig eine Vervierfachung des realen globalen Bruttoinlandsprodukts beobachtet werden kann, sind in diesem Szenario somit deutliche internationale klimapolitische Fortschritte implementiert, wenn auch ein 2 Grad Ziel für 2050 nicht erreicht wird. Obwohl ab Beginn des Projektionszeitraumes weltweit eine engagierte Klimapolitik unterstellt ist, werden CO₂-Reduktionen hauptsächlich von den EU-27-Ländern, Japan, Korea, Kanada, den USA und Russland getragen.

⁷ Entsprechende Szenariovorgaben können vom Lösungsalgorithmus des Modells GINFORS3 in jedem Simulationslauf unmittelbar berücksichtigt werden.

Die europäischen CO₂-Emissionen werden bis zum Jahr 2050 auf weniger als 50% des Niveaus des Jahres 2010 reduziert. Diese klimapolitisch positiven Tendenzen werden allerdings global von Emissionssteigerungen in der „Rest of World“-Region sowie China und Indien abgeschwächt. In den Entwicklungs- und Schwellenländern steigen trotz engagierter Klimapolitik die CO₂-Emissionen aufgrund des sehr starken Wirtschaftswachstums an. In China wird gegen 2035 das Maximum der Emissionen erreicht, in Indien, Brasilien und den Entwicklungsländern liegt dieser Zeitpunkt wesentlich später.

Referenzszenario in Anlehnung an SSP3

Wie bereits oben ersichtlich wurde, wächst die Weltbevölkerung in diesem Szenario wesentlich dynamischer und steigt bis zum Jahr 2050 auf einen Wert von 9,9 Mrd. Menschen. Dieses Wachstum wird hauptsächlich von Nicht-EU-Ländern wie etwa Indien, Brasilien, Mexiko und der „Rest of World“-Region getragen. Auch in China und den USA ist zu Beginn des Projektionszeitraumes ein Bevölkerungswachstum zu beobachten, welches sich jedoch mittelfristig in einen Bevölkerungsrückgang umwandelt. In den EU-27-Ländern nimmt die Bevölkerung nach 2020 ab, so dass die dort lebende Gesamtbevölkerung im Jahr 2050 kleiner ausfällt als noch im Jahr 2010.

Das reale (in US-\$ denominated) globale Bruttoinlandsprodukt wächst stetig und übersteigt im Jahr 2050 den historischen Wert des Jahres 2010 um mehr als das Zweieinhalbfache. Besonders deutliche Wachstumsimpulse kommen dabei wiederum aus der „Rest of World“-Region, Indien und China. In den EU-27-Ländern sowie weiteren etablierten Volkswirtschaften wie den USA stagnieren hingegen die Wachstumsraten des realen Bruttoinlandsprodukts mit durchschnittlich 0,9% bzw. 1,3% p.a.

Der weltweite CO₂-Ausstoß wächst während des gesamten Projektionszeitraumes kontinuierlich. In diesem Szenario ist unterstellt, dass die EU die gegenwärtige Klimapolitik nicht weiterentwickelt und dass die übrigen Länder keinerlei aktive Klimapolitik betreiben. Im Vergleich zum Jahr 2010 wird daher bis zum Ende des Projektionszeitraums mehr als eine Verdopplung des historischen globalen Emissionsniveaus erwartet. Für die EU-27-Staaten resultiert ein Verharren der Emissionsniveaus auf historischem Niveau.

3.2. Rohstoffpreise

3.2.1. Preise für Metalle

Die Weltmarktpreise für Metalle verlaufen in allen Simulationsrechnungen gleich. Ihre Entwicklung unterliegt im Modell in der Regel einem durchweg positiven Trend. Der nominale Rohstoffpreis für Metalle wächst zu Beginn mit einer Rate von 6 %, die sich bis 2050 kontinuierlich auf 3% reduziert.

3.2.2. Rohstoffpreise für fossile Energieträger

Die Rohstoffpreise für fossile Energieträger sind in den Szenarien SSP1 und SSP3 unterschiedlich, weil die Szenarien divergierende Nachfrageentwicklungen für die fossilen Energieträger implizieren. In Szenario SSP1 wird weltweit eine ambitionierte Klimapolitik unterstellt, während Szenario SSP3 als ein „business-as-usual“-Szenario im Hinblick auf die Klimapolitik anzusehen ist. Die entsprechenden Preisentwicklungen sind den IEA ETP 2012 Szenarien (IEA, 2012) für die 2-Grad- und die 6-Grad-Erwärmung entnommen und werden in ihrer zeitlichen Entwicklung in Abbildung 6 sowie Abbildung 7 dargestellt.

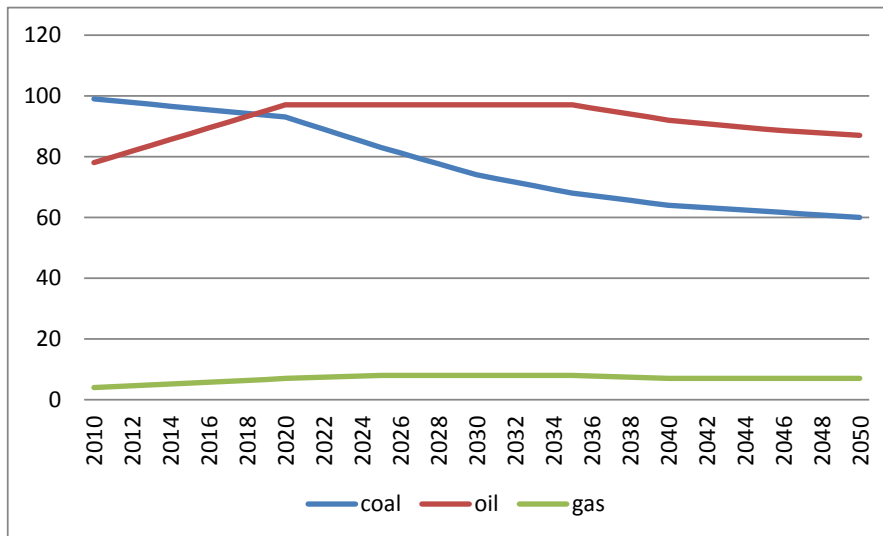


Abbildung 6: Relative Rohstoffpreise für Kohle, Gas und Öl in konstanten US-\$ des Jahres 2010 im Szenario SSP1
Quelle: (IEA, 2012)

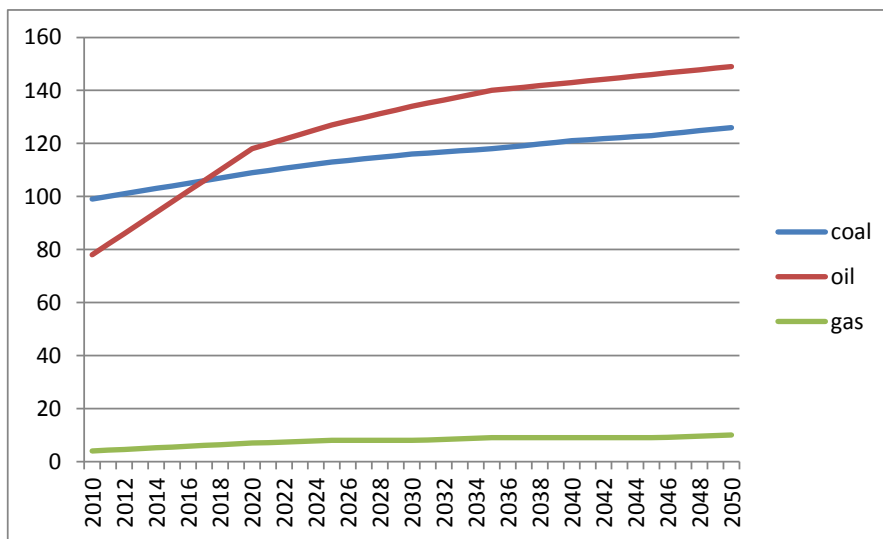


Abbildung 7: Relative Rohstoffpreise für Kohle, Gas und Öl in konstanten US-\$ des Jahres 2010 im Szenario SSP3
Quelle: (IEA, 2012)

Die Dimensionen der Preise sind für Öl 2010 USD/bbl, für Kohle 2010 USD/tonne und für Gas 2010 USD/Mbtu. Im Vergleich zum Szenario SSP3 ist der reale Ölpreis im Szenario SSP1 in 2050 um -42% niedriger, der reale Kohlepreis gar um -52%.

3.3. Energiepolitische Maßnahmen

Gemäß der Szenarienbeschreibung wird in SSP1 global eine engagierte Klimapolitik unterstellt, während in SSP3 für alle Länder eine „business-as-usual“-Politik gilt. Die einzelnen Elemente der im SSP1 unterstellten Klimapolitik können der nachfolgenden Übersicht entnommen werden.

Das zentrale Instrument: Der Carbon Price

Das zentrale Element der unterstellten klimapolitischen Maßnahmen ist der Carbon Price. Es wird angenommen, dass man weltweit ein „cap and trade“-System installiert, an dem alle Industrien beteiligt sind. Der nominale Carbon Price steigt von 10€ im Jahre 2010 linear auf 400€ im Jahr 2050 an. Der relativ hohe Carbon Price ist erforderlich, weil sich die Rohstoffpreise der fossilen Energieträger (aufgrund der rückläufigen Nachfrage) relativ schwach entwickeln.

Erneuerbare Energien in der Stromerzeugung

Es wird für alle Länder unterstellt, dass ausgehend von historischen Werten der Anteil der erneuerbaren Energien insgesamt an der Stromerzeugung linear auf 90% im Jahre 2050 ansteigt. Jeder Anbieter von Strom muss nachweisen, dass er die jeweilige Quote entweder selbst erzeugt oder von anderen Anbietern gekauft hat. Diese Maßnahme erscheint als sinnvoll, um einerseits die Investitionsbereitschaft in erneuerbare Energien von neuen Anbietern zu stärken und andererseits die gegebenen „lock-in’s“ von alten Anbietern zu brechen. Die Anteile der einzelnen erneuerbaren Technologien werden durch den Markt bestimmt.

E-Mobilität

Eine starke Reduktion der GHG-Emissionen, der Luftverschmutzung und des Lärms kann durch Elektromobilität erreicht werden. Ein Aspekt der Elektromobilität – die Entwicklung des Schienenverkehrs – wird durch den Carbon Price unterstützt. Für den Landverkehr insgesamt wird unterstellt, dass (ausgehend von historischen Anteilen) der Anteil des elektrischen Stroms am Input des Landverkehrs in physischen Einheiten linear auf 80% im Jahre 2050 ansteigt. Dies erfordert natürlich auch steigende Anteile der Elektrizität am Input des Straßenverkehrs. Von den verschiedenen technischen Varianten (Wasserstoff, Brennstoffzelle, batterie-elektrischer Antrieb) wird der letztere näher betrachtet, der gemäß European Technology Platform on Smart Systems Integration and the European Road Transport Research Advisory Council (ERTRAC & EPoSS, 2009) über die besten Erfolgsaussichten verfügt.

Batterie-elektrische Autos haben im Vergleich mit konventionell angetriebenen Autos Nachteile aufgrund der begrenzten Kapazität der Batterien: Die Reichweite der Autos mit einer Batterieladung ist sehr begrenzt, und die Ladezeit ist relativ lang. Um diese Nachteile auszugleichen, werden Anreize mit ökonomischen Instrumenten und Regulierungen vor allem in Städten notwendig. Eine Fülle von Maßnahmen ist denkbar, die die konventionellen Antriebe diskriminiert und die elektrischen Antriebe begünstigt. GINFORS verfügt nicht über ein physisches Verkehrsmodul, so dass diese Maßnahmen nicht im Detail modelliert werden können. Es wird also unterstellt, dass diese Maßnahmen in der Summe ausreichen, um das Ziel (80% Elektrizitätsinput im Landverkehr) bis 2050 zu erreichen.

Energieeffizienz von Gebäuden

Der Carbon Price hat einen direkten Einfluss auf die Energieeffizienz der Gebäude, aber die relativ niedrigen Preiselastizitäten in diesem Bereich machen zusätzliche Maßnahmen erforderlich, um den technisch möglichen Standard zu erreichen.

Die EU-Roadmap und das Energiekonzept der Bundesregierung geben der Steigerung der Energieeffizienz von Gebäuden eine zentrale Bedeutung. Prognos (Prognos, 2013) hat in tiefem Detail das konkrete Programm der KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) modelliert. Die Differenz zwischen der Renovierungsrate der Gebäude in der Baseline und in einem ambitionierten Alternativszenario beträgt 1,5% per anno. Diese Beschleunigung stimmt mit der Rate überein, die das Fraunhofer-Institut in seinem "High Policy Intensity Scenario" als diejenige identifiziert, die ausreicht um alle Gebäude der EU bis 2050 zu renovieren (ECORYS & ECN, 2012, S. 14). Das dafür erforderliche Investitionsvolumen in Fenster und in Isolierungen von Wänden und Heizungsanlagen hat Prognos für Deutschland berechnet (Prognos, 2013). Auf Basis der Relation dieser Zahlen zum Gebäudebestand erfolgte eine grobe Abschätzung der in den anderen Ländern erforderlichen Investitionen. Prognos errechnet für das Jahr 2050 eine Reduktion der Energieinputs von Gebäuden um -43%. Die Investitionen werden durch ein Kreditprogramm induziert, das mit einer Subvention ausgestattet ist.

4. Implementation der ressourcenpolitischen Annahmen

Für die Modellierung der in den Wirkungsanalysen betrachteten Instrumente wurden im Arbeitspaket 2 insgesamt fünf strategische Ansatzpunkte zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs identifiziert. Zu diesen Ansatzpunkten zählen: Bewusstsein für Ressourceneffizienz schaffen, Preissignale für Ressourceneffizienz setzen, ressourceneffiziente Modernisierung befördern, Ordnungsrahmen für Ressourceneffizienz schaffen sowie Ressourceneffizienz in der Außenwirtschaft umsetzen.

Der Strategische Ansatz „Preissignale für Ressourceneffizienz“ wurde in (Meyer (b), 2015) unter Durchführung umfassender Modellexperimente explorativ analysiert und wird daher an dieser Stelle nicht näher betrachtet. Stattdessen erfolgt eine Beschreibung der Implementierung der in der rechten Spalte der Tabelle 1 aufgeführten acht Einzelinstrumente, welche gemeinsam den als inkrementelle Weiterentwicklung des bisherigen Instrumentariums modellierten Politikmix repräsentieren. Die Beschreibung konzentriert sich hierbei jeweils auf eine Aufführung der in der Modellierung unterstellten primären Effekte. Weitergehende Details zur Herleitung dieser Effekte können Anhang 5.2 entnommen werden.

Unter dem Stichwort „Selbstverpflichtung des Handels (Recyclingpapier)“ wird angenommen, dass sich die Unternehmen des Einzelhandels zu einer Verdoppelung der Absatzmengen von Papierprodukten (Hygienepapiere und Büropapiere) aus Recyclingpapier bis zum Jahr 2025 verpflichten. Unterstellt ist dabei, dass es dem Handel (bspw. durch geeignete Informationsaktivitäten) möglich ist, eine entsprechende Veränderung der Nachfragegewohnheiten der Konsumenten zu initiieren. Hiermit einhergehende Umstellungskosten des Handels können nicht verlässlich abgeschätzt werden, scheinen aber eher vernachlässigbar. Bezüglich der Beschaffungskosten ist bekannt, dass Recyclingpapier mit nicht-100% Weißegrad in der Anschaffung tendenziell günstiger ist als Primärfaserpapier. Insgesamt wurde daher für die Modellierung beschlossen, keine zusätzlichen Kosten bei Einführung dieses Instruments für die Handelsunternehmen zu unterstellen.

Ansatzpunkt	Hintergrund	Instrument
Bewusstsein für Ressourceneffizienz schaffen	Informationsdefizite und Gewohnheiten	1) Selbstverpflichtung des Handels (Recyclingpapier) 2) Beratung von Unternehmen
Ressourceneffiziente Modernisierung befördern	Fehlende (Anreize in die) Entwicklung effizienter Technologien	3) Forschungs- und Innovationsförderung durch Zuschüsse 4) Öffentliche Beschaffung & Normen (Bau)
Ordnungsrahmen für Ressourceneffizienz schaffen	Ordnungsrecht	5) Kommunen – kompakte komm. Infrastruktur 6) Mobile Rücknahmesysteme
Ressourceneffizienz in der Außenwirtschaft umsetzen	Internationale Rohstoffextraktionen und Technologieexport	7) Umweltorientierte Ausgestaltung von Rohstoffpartnerschaften 8) Exportförderung für Produkte des Leitmarkts Rohstoff- und Materialeffizienz („Exportinitiative Ressourceneffizienz“)

Tabelle 1: Im Politikmix berücksichtigte Instrumente

Der Erfolg dieser Maßnahme reduziert die Nachfrage nach Primärfaser und steigert die Nachfrage nach Sekundärfaser in der Papierherstellung. Für die Modellsimulationen wird dabei auf folgende aktuelle Werte Bezug genommen: Laut (FÖP & Ökopol, 2013, S. 7) ist Altpapier mit 16,2 Mio. Tonnen der wichtigste Papierrohstoff für inländische Fabriken, Zellstoff folgt mit 4,6 Mio. Tonnen. In absoluten Mengen belief sich der Inlandsverbrauch von Hygiene- und Büropapieren im Jahr 2010 auf ca. 2,8 Mio. Tonnen. Ungefähr 15% dieser Nachfragemenge (420.000 Tonnen) entfallen derzeit auf Recyclingpapier. Der Erfolg der Selbstverpflichtung wird einerseits als gesamtwirtschaftliche Einsparung nicht mehr benötigter Zellstoffinputs zur Herstellung von 420.000 Tonnen Primärfaserpapier modelliert. Wenn vereinfachend angenommen wird, dass die realen Vorleistungslieferungen der Gütergruppe „Papier, Pappe und Waren daraus“ an den Wirtschaftszweig „Papier-, Verlags- und Druckgewerbe“ diese Zellstoffinputs repräsentieren, kann hieraus die Annahme hergeleitet werden, dass sich diese Inputs bis 2025 um 9,1% ($420.000/4.600.000$) reduzieren. Gleichzeitig steigen die Altpapierinputs zur zusätzlichen Herstellung von 420.000 Tonnen Recyclingpapier. Zur Herstellung von einem kg Recyclingpapier werden ca. 1,2 kg Altpapier benötigt. In Analogie zu den vorherigen Simulationsannahmen wird daher der reale Vorleistungsinput von Recyclingprodukten im Wirtschaftszweig „Papier-, Verlags- und Druckgewerbe“ bis zum Jahr 2025 um 3,1% ($1,2 \cdot 420.000/16.200.000$) angehoben. Über hierfür ev. notwendige direkte Investitionskosten der Papierindustrie lagen keine verlässlichen Angaben vor, so dass diesbezüglich Kostenneutralität unterstellt wird.

Instrument	Wesentliche ökonomische Effekte
1) Selbstverpflichtung des Handels (Recyclingpapier)	<p>Auslösender Impuls: Erhöhung des Recyclinganteils in der Papierherstellung (+3,1% bis 2025). Senkung der Vorleistungslieferungen „Papier, Pappe und Waren daraus“ an Wirtschaftszweig „Papier-, Verlags- und Druckgewerbe“ (-9,1% bis 2025)</p>
2) Beratung von Unternehmen	<p>Modellierte Wirtschaftszweige: Verarbeitendes Gewerbe (ohne Mineralölerzeugung)</p> <p>Auslösender Impuls: Anstieg der Vorleistungsinputs „Unternehmensbezogene Dienstleistungen“ in den angesprochenen Wirtschaftszweigen (insgesamt ca. +30 Mio.€ ggü. Baseline p.a.). Anteilige Kofinanzierung der öffentl. Hand: Subventionszahlungen: + ca. 15 Mio.€ p.a.. Zusätzliche Investitionen der angesprochenen Unternehmen (+ 15,4 Mio.€ p.a.).</p> <p>Primärer Effekt: Absenken der Vorleistungsinputs „Materialinputs“ in den angesprochenen Wirtschaftszweigen (insgesamt ca. -80 Mio. € ggü. Baseline p.a.)</p>
3) Forschungs- und Innovationsförderung durch Zuschüsse	<p>Auslösender Impuls: Forschungsinputs in „Glasgewerbe, Herstellung von Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden“ und „Baugewerbe“: + 100 Mio. (insgesamt, über 15 Jahre verteilt) Anteilige Kofinanzierung der öffentl. Hand (50%): Subventionszahlungen an „Glas, Keramik, ...“ und „Baugewerbe“: 50 Mio. (insgesamt, über 15 Jahre verteilt) Investitionen beider Wirtschaftszweige: +39 Mrd € ggü. Baseline (insgesamt, über 15 Jahre verteilt).</p> <p>Primärer Effekt: Rückgang der Material- Vorleistungsinputs in „Glas, Keramik, ...“ und „Baugewerbe“ im weiteren Simulationszeitraum nach Maßgabe der errechneten r^2-Renditefaktoren</p>

Tabelle 2: Zentrale Annahmen 1 - Selbstverpflichtung des Handels (Recyclingpapier); Beratung von Unternehmen & Forschungs- und Innovationsförderung durch Zuschüsse (r^{2++})

Unter dem Stichwort „Beratung von Unternehmen“ wird eine breitenwirksame, niedrigschwellige und für die angesprochenen Unternehmen kostenlose Beratungsreihe „Impulsgespräche Materialeffizienz“ simuliert. Das Instrument ist dadurch motiviert, dass kleine und mittlere Unternehmen (KMU) des verarbeitenden Gewerbes als zentraler Ansatzpunkt für die Verbesserung der Materialeffizienz angesehen werden und bereits im Mittelpunkt der geförderten go effizient – Beratungen stehen (BMU (a), 2012).

Bisher nimmt allerdings nur ein kleiner Teil der KMU diese spezifischen Beratungsangebote wahr. Durch eine bundesweit aktive Ansprache der KMU soll diese Lücke verkleinert und die Anzahl der beratenen KMU erhöht werden. In kurzen Impulsgesprächen werden die KMU für ihre jeweiligen Materialeffizienzpotenziale sensibilisiert und auf weitergehende Beratungsmöglichkeiten hingewiesen.

Angenommen wird, dass jährlich 2500 KMU des verarbeitenden Gewerbes im Rahmen der Impulsgespräche aktiv angesprochen werden. Diese Anzahl berücksichtigt Erfahrungswerte aus den Impulsgesprächen Energieeffizienz des RKW (RKW, Startseite RKW Energieeffizienz, 2014). Um einem möglichst hohen Anteil der angesprochenen KMU einen niedrighwelligen Zugang zu weitergehenden Beratungen zu ermöglichen, werden den Unternehmen dabei Gutscheine für vertiefende Beratungen zur Verfügung gestellt. In den Simulationsrechnungen ist unterstellt, dass hierdurch grob die Hälfte (45%) der angesprochenen Unternehmen für eine weitergehende Beratung aktiviert werden kann.⁸

Die auf Basis dieser Annahmen notwendig erscheinenden Beratungskosten erscheinen im gesamtwirtschaftlichen Kontext relativ gering. Insgesamt wird davon ausgegangen, dass jährliche Beratungsdienstleistungen in Höhe von ca. 30 Mio. € initiiert werden.⁹ Anfallende Kosten zur Durchführung der Impulsgespräche werden dabei vollständig vom Staat getragen. Kosten für weitergehende go-effizient Beratungen werden zu 50% vom Staat übernommen, die verbleibenden 50% sind durch die Beratungsdienstleistungen in Anspruch nehmende KMU zu finanzieren.

Die Potenziale einer durch umfassende Materialreduktionen in sämtlichen Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes zu erzielenden Kostensenkungen werden auf jährlich ca. 48,8 Mrd. € geschätzt (Schröter, Lerch, & Jäger, 2011). Wird an dieser Stelle vereinfachend unterstellt, dass sämtliche Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes KMU wären, und wird von weiteren unternehmensspezifischen Einflussfaktoren abstrahiert (detaillierte Berechnungen finden sich im zugehörigen Parametrisierungsfragebogen des Anhangs 5.2), können die jährlich durch dieses Instrument maximal realisierbaren Einsparpotenziale auf eine gesamtwirtschaftliche Summe von ca. 285 Mio. € geschätzt werden ($0,013 \cdot 0,45 \cdot 48,8$ Mrd. €). Bekannt ist, dass bis zu 30% dieser Potenziale innerhalb weniger Monate umgesetzt werden können (Kristof, Lemken, Roser, & Ott, 2008).¹⁰ Um diesen Effekt im

⁸ Zur Einordnung der hierdurch erzielbaren Effekte sei darauf hingewiesen, dass diese Simulationsannahmen, zumindest im Vergleich zu thematisch eng verwandten Potenzialstudien (Distelkamp, Meyer, & Meyer, 2010) relativ zurückhaltend erscheinen: Die angenommene Anzahl von 2500 repräsentiert weniger als 1,3% sämtlicher KMU des verarbeitenden Gewerbes (Statistisches Bundesamt (b), 2014). Bis zum Jahr 2030 können auf Basis dieser Annahme folglich lediglich etwas mehr als 20% sämtlicher potenzieller Adressaten angesprochen werden, bis zum Jahr 2050 wird annähernd die Hälfte aller KMU des verarbeitenden Gewerbes auf Basis dieser Annahmen über die bis dahin durchgeführten Impulsgespräche erreicht.

⁹ Zum Vergleich: Sämtliche Dienstleistungsinputs des Aggregats „Rechts-, Steuer- und Unternehmensberatung“ summierten sich im Jahr 2011 in Deutschland auf mehr als 135 Mrd. € (Statistisches Bundesamt, Fachserie 18, Reihe 2, Wiesbaden, 2015).

¹⁰ Es ist sicherlich davon auszugehen, dass langfristig durchaus höhere Umsetzungsquoten realisiert werden. In Ermangelung belastbarer aktueller empirischer Evidenz berücksichtigen die Modellrechnungen allerdings lediglich den aus kurzfristig realisierbaren Effizienzmaßnahmen resultierenden Kostensenkungseffekt.

Modell abbilden zu können, werden die Materialinputs im verarbeitenden Gewerbe jährlich um gut 80 Mio. € reduziert.¹¹

Da lediglich die ökonomischen Auswirkungen kurzfristig realisierbarer Effizienzpotenziale simuliert werden, unterliegt die Abschätzung der hierzu notwendigen Investitionsausgaben relativ zurückhaltenden Annahmen. Unterstellt wird, dass zur Realisierung von identifizierten Materialeffizienzpotenzialen 55% der vertiefend beratenen KMU pro Jahr zusätzliche Investitionsausgaben in einer Höhe von jeweils durchschnittlich 25.000 € tätigen müssen.¹²

Das Beispiel der „Forschungs- und Innovationsförderung durch Zuschüsse“ betrachtet die Glas- und Keramikindustrie sowie das Baugewerbe und zielt auf eine Steigerung der Materialeffizienz von Produktionstechnologien in der Keramikindustrie sowie die Entwicklung innovativer Baustoffe ab. Die diesbezüglichen Parametrisierungsvorgaben basieren auf Erfahrungen der BMBF-Fördermaßnahme r2 („Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – rohstoffintensive Produktionsprozesse“) und Evaluationsergebnissen zu den Potenzialen einer gesamtwirtschaftlichen Umsetzung der dortigen Forschungsergebnisse. Wir unterstellen, dass es gelingt, über einen Zeitraum von 15 Jahren die Forschungsdienstleistungen in den Bereichen „Glasgewerbe, Herstellung von Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden“ sowie der Bauwirtschaft real um insgesamt 100 Mio. € ggü. den jeweiligen Referenzverläufen zu steigern, wobei der Staat 50% der zusätzlichen Forschungskosten übernimmt.

Um die im Rahmen dieser Forschungsaktivitäten entwickelten Technologien bundesweit einzusetzen, wären umfassende gesamtwirtschaftliche Investitionen erforderlich. Zu deren Abschätzung wird auf die gesamtwirtschaftliche r2-Potenzialstudie zurückgegriffen (Sartorius & Walz, 2013). Davon ausgehend, dass die Investitionskosten der neu entwickelten Technologien in Relation zur ursprünglichen r2-Forschungsförderung der Cluster Keramikindustrie und innovative Baustoffe interpoliert werden können, nehmen wir an, dass sich die gesamtwirtschaftlichen Investitionskosten für eine bundesweite Realisation in unserem Fall auf annähernd 39 Mrd. € in konstanten Preisen belaufen würden.¹³

¹¹ In der Modellierung werden hierzu grundsätzlich sämtliche realen Vorleistungsinputs der Gütergruppen 1 bis 30 (laufende Nr. gemäß Tabelle 10 im Anhang) in den Wirtschaftszweigen 3 bis 15 (laufende Nr. gemäß Tabelle 11) proportional reduziert. Hiervon ausgenommen ist lediglich der Wirtschaftszweig „Kokerei, Mineralölverarbeitung, Herstellung und Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen“.

¹² Diese Annahme ist angelehnt an Ergebnisse der VerMat-Evaluation (Kristof, Lemken, Roser, & Ott, 2008). Dort zeigte sich, dass 45% der befragten Unternehmen keine Investitionen realisiert hatten, bzw. keine Angaben zu den notwendigen Investitionsausgaben für bereits umgesetzte Materialeffizienzmaßnahmen machten. Von den tatsächlich gemeldeten Investitionsausgaben überstiegen annähernd 82% nicht die Grenze von 50.000 €, etwas mehr als 16% entfielen auf das Intervall zwischen 50.000 € und 100.000 €. Die übrigen gemeldeten Investitionsausgaben lagen in einem Intervall von 100.000 bis 500.000 €.

¹³ Die Investitionskosten zur deutschlandweiten Umsetzung der Technologien des r²-Clusters Keramikindustrie/Innovative Baustoffe werden auf gut 3,5 Mrd. € geschätzt (Sartorius & Walz, 2013). Die von uns vorgeschlagene Steigerung der Forschungsausgaben entspricht ungefähr dem Eiffachen der entsprechenden r²-Ausgaben.

Zur ökonomischen Bewertung der r2 Forschungsprojekte liegen annualisierte Abschätzungen der Einsparpotenziale vor, welche (unter konstanten Preisannahmen und einer unterstellten Nutzungsdauer von 15 Jahren) den erzielbaren Veränderungen der Materialkosten die jeweiligen Veränderungen bei den Investitions- und Betriebskosten (inklusive Arbeitskosten) gegenüberstellen. Der grundsätzliche Kalkulationsansatz ist in (Albrecht, Brandstetter, Fröhling, & Trippe, 2013) beschrieben. Detaillierte Einzelergebnisse dieser Berechnungen sind allerdings nicht öffentlich zugänglich. Auch die von Sartorius & Walz durchgeführten Analysen sind statischer Natur.¹⁴ Daher mussten für unsere Simulationsrechnungen zusätzliche Annahmen zum zeitlichen Diffusionspfad der neuen Technologien hergeleitet werden. Hierbei wurde vereinfachend unterstellt, dass sämtliche berichteten Einsparpotenziale als Reduktion der Materialinputs modelliert werden können. Wir gehen davon aus, dass eine gesamtwirtschaftliche Umsetzung der neuen Produktionstechnologien innerhalb von 15 Jahren abgeschlossen werden kann. Es erscheint zudem plausibel, einen zeitlichen Vorlauf der Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten zu unterstellen. Die jährlichen Investitionsausgaben des Wirtschaftsbereichs „Glasgewerbe, Herstellung von Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden“ sowie der Bauwirtschaft werden in unseren Simulationsrechnungen daher erst nach dem Jahr 2020 insgesamt in konstanten Preisen um ca. 2,6 Mrd. € p.a. über einen Zeitraum von 15 Jahren im Vergleich zur Referenz angehoben.

In der r2-Potenzialstudie wurden die gesamtwirtschaftlichen Einsparpotenziale einer bundesweiten Umsetzung der im Cluster Keramikindustrie und innovative Baustoffe entwickelten neuen Technologien auf grob 2,8 Mrd. € (p.a.) geschätzt (Sartorius & Walz, 2013). Bei Investitionskosten in einer Größenordnung von 3,5 Mrd. €, können somit die in dieser Kalkulation implizierten Materialeinsparungen auf annähernd 6,3 Mrd. € geschätzt werden. Unsere Simulation einer bundesweiten Diffusion neuer Technologien impliziert jährliche Investitionsausgaben in einer Größenordnung von ca. 2,6 Mrd. €. Auf Basis der Ergebnisse von (Sartorius & Walz, 2013) gehen wir dabei davon aus, dass sich die hierdurch insgesamt jährlich erzielbaren Einsparungen (Materialeinsparungen abzgl. Investitionsausgaben) in einer Größenordnung von ungefähr 2 Mrd. € ($2,8/3,5 \cdot 2,6$ Mrd. €) bewegen.

Spezifische Annahmen über Art der eingesparten Materialien konnten nicht berücksichtigt werden, da entsprechende r²-Ergebnisse nicht veröffentlicht wurden. In unserer Modellierung werden stattdessen die realen Vorleistungsinputs der materialrelevanten Gütergruppen 1 bis 30 (laufende Nr. gemäß Tabelle 10 im Anhang) jeweils proportional abgesenkt.

¹⁴ Die in (Sartorius & Walz, 2013) publizierten Ergebnisse basieren auf offenen Input-Output Analysen exogen unterstellter Endnachfrageveränderungen. Vorleistungsstrukturen und Preisrelationen werden dabei als zeitinvariant unterstellt, Substitutions- und Wachstumseffekte können daher grundsätzlich nicht abgebildet werden. Eine etwas ausführlichere Beschreibung der zur Abschätzung der gesamtwirtschaftlichen Potenziale in der Fördermaßnahme r² angewandten Methodik findet sich auch bei (Pfaff & Sartorius, 2015). Die dort beschriebene Vorgehensweise unterscheidet sich elementar von unserem dynamischen Modellierungsansatz, welcher Vorleistungs- und Endnachfrageentwicklungen im Zeitablauf in Abhängigkeit von empirisch geschätzten Preis- und Einkommenselastizitäten endogen projiziert und dabei auch die makroökonomischen Einkommenskreisläufe geschlossen abbildet.

Instrument	Wesentliche ökonomische Effekte
4) Öffentliche Beschaffung & Normen	<p>Modellierte Wirtschaftszweige: „Verarbeitung von Steine und Erden“</p> <p>Auslösender Impuls: Einführungskosten: Anstieg der Vorleistungsinputs „Unternehmensbezogene Dienstleistungen“ (etwa +4,5 Mio. € über 5 Jahre ggü. Baseline) + ca. 1 Mio. € (sektorinterne) Umstellungsaufwendungen Nach Einführung: Lizenzkosten (etwa +0,5 Mio. € p.a. ggü. Baseline) Staat: Einführungskosten von insgesamt ca. 10,2 Mio. € (über 5 Jahre)</p>
	<p>Primärer Effekt: Reduktion Primärmaterial: Einsparung von 22,7 Mio. t Sand- und Kiesinputs ab 2021 ggü. Baseline (Absenken der Vorleistungsinputs). Anstieg der Vorleistungsinputs „Sekundärrohstoffe“</p>
5) Kommunen – kompakte kommunale Infrastruktur	<p>Modellierte Wirtschaftszweige: „Öffentliche Verwaltung“</p> <p>Auslösender Impuls: Reduktion der Investitionen für Neubau Gemeindestraßen (-0,85 Mrd. € p.a. ggü. Baseline)</p>
	<p>Primärer Effekt: Reduktion Primärmaterial: Rückgang des Materialaufwands für den Neubau von Gemeindestraßen: -6,3 Mio. t p.a. ggü. Baseline (Absenken der Vorleistungsinputs „Steine und Erden“ in „Verarbeitung von Steine und Erden“)</p>

Tabelle 3: Zentrale Annahmen 2 - Öffentliche Beschaffung & Normen; Kommunen – kompakte kommunale Infrastruktur

Unter dem Stichwort „Öffentliche Beschaffung & Normen“ wird die weitergehende Ausrichtung der öffentlichen Beschaffung auf Maßnahmen zur Förderung der Ressourceneffizienz baulicher Einrichtungen simuliert. Grundidee ist die verpflichtende Berücksichtigung eines erweiterten Gütesiegels "Nachhaltiges Bauen" für öffentliche Bauaufträge, wodurch eine Verwendung von Recyclingbeton im gesamtwirtschaftlich maximal möglichen Rahmen erreicht werden soll. Wir gehen dabei davon aus, dass durch diese Maßnahme jährlich 10,3 Mio. Tonnen Sand und Kies eingespart werden können.¹⁵ Dieser Effekt wird über eine entsprechende Absenkung der Vorleistungsinputs „Steine und Erden“ im Wirtschaftsbereich der „Verarbeitung von Steine und Erden“ modelliert. In Ermangelung weitergehender Informationen unterstellen wir eine langfristige Kostenneutralität der damit unmittelbar verbundenen Substitutionseffekte, indem die Vorleistungsinputs von Sekundärrohstoffen bei der Verarbeitung von Steinen und Erden im gleichen Maße angehoben werden.

¹⁵ Limitierender Faktor ist die lokale Verfügbarkeit geeigneter Recycling-Baustoffe. Der Transport von Abbruch über lange Strecken ist ökonomisch und ökologisch fragwürdig; eine flächendeckende lokale Verfügbarkeit kann demnach nicht als gegeben angenommen werden.

Allerdings werden weitere administrative Umstellungskosten berücksichtigt: Für die EU27 Staaten schätzen (Tukker et al., 2014) die Gesamtkosten der öffentlichen Hand zur umfassenden Ausweitung von Green Public Procurement (GPP) Kriterien für Baudienstleistungen auf 62,5 Mio. €. Unter Berücksichtigung des deutschen Bevölkerungsanteils kann daher davon ausgegangen werden, dass eine Umsetzung der dort diskutierten Maßnahmen in Deutschland mit staatlichen Implementierungskosten in einer Größenordnung von ca. 10,2 Mio. € verbunden wäre. Obwohl das von uns modellierte Instrument im Vergleich zu dem in (Tukker et al., 2014) diskutierten Politikmix relativ einfach operationalisierbar erscheint, unterstellen wir vorsichtshalber auch in unseren Simulationen staatliche Implementierungskosten in dieser Größenordnung.¹⁶ Die Erweiterung von Gütesiegeln bzw. GPP-Kriterien zur Steigerung des Recyclinganteils verschiedener Baumaterialien wird im Politikmix von (Tukker et al., 2014) ebenfalls berücksichtigt. Die diesbezüglich unterstellten direkten Kosten für die betroffenen Industrien (EU-weite jährliche Lizenzkosten zur Nutzung des unterstellten Ökolabels in Höhe von 3 Mio. €, EU-weite einmalige Beantragungskosten in Höhe von 12,5 Mio. €, begleitende Medienkampagne in Höhe von 1 Mio. €) betrachten zwar nicht das explizite Beispiel der Steine und Erden-Industrie, werden von uns aber in Ermangelung weiterer Alternativen zur vorsichtigen Abschätzung der durch umfassende Einführung eines erweiterten Gütesiegels "Nachhaltiges Bauen" hervorgerufenen Kosten herangezogen. Um sicherzustellen, dass die für eine Umsetzung in Deutschland angenommenen direkten Kosten nicht unterschätzt werden, wird in unseren Simulationen jeweils ein Drittel der oben genannten EU-Schätzungen als direkter Kosteneffekt unterstellt (jährliche Lizenzkosten in Höhe von 0,5 Mio. €, einmalige Beratungs- und Beantragungskosten in Höhe von 4,5 Mio. € im Einführungszeitraum 2015-2019). Weitere ev. bei der Reorganisation der Produktionsprozesse notwendige direkte Umstellungskosten werden zudem in Höhe von 1 Mio. € als sektorinterne Umstellungsaufwendungen verbucht.

Das Stichwort „Kommunen – kompakte kommunale Infrastruktur“ betrachtet den Wirtschaftszweig „Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung“ (darunter in erster Linie „Öffentliche Verwaltung“). Das hier modellierte Instrument zielt darauf ab, Zersiedlungsprozesse zu reduzieren. Wie in der PolRess-Kurzanalyse „Handlungspotenziale und Gestaltungsmöglichkeiten der Kommunen“ beschrieben, wird dabei von einer Einführung von Bedarfsnachweisen für die Ausweisung von Siedlungs- und Gewerbegebieten in der kommunalen Planung ausgegangen.

Kommunen werden angehalten, sich bei Raumplanung und Wirtschaftsförderung (Ausweisung von Siedlungs- und Gewerbegebieten) am Leitbild einer möglichst kompakten Siedlungsstruktur zu orientieren, indem die Neuausweisung von Siedlungs- und Gewerbegebieten an den Nachweis eines entsprechenden Bedarfs geknüpft wird, welcher nicht durch die Nutzung von Flächen im bestehenden Siedlungsraum gedeckt werden kann. Im Ergebnis weisen die Kommunen hierdurch weniger neue Flächen für Bau- und

¹⁶ Die referierten Vorarbeiten von (Tukker et al., 2014) basieren auf umfassenden Modellierungen technischer Optionen zur Steigerung der Ressourceneffizienz baulicher Einrichtungen. Hierbei werden zehn zentrale Ansatzpunkte berücksichtigt: Design for deconstruction, increase durability and service life of products, increase recycling of waste at end of life, increase renovation rate, increase use of recycled material, intensify use of buildings, reduce land used by the built environment, reduce construction waste arising, select materials with low impact, use construction materials more efficiently. Entsprechende Modellierungsdetails finden sich in Assessment of Scenarios and Options towards a Resource Efficient Europe, Topical Paper 4: Validation of technical improvement options for resource efficiency of buildings and infrastructure (http://ec.europa.eu/environment/enveco/resource_efficiency/pdf/TP4.pdf).

Industriegebiete aus, weshalb weniger Baustoffe für neue Infrastrukturen benötigt werden. Investitionen in den Infrastruktur-Bestand (Erhalt und Sanierung) ändern sich nicht.

In der Modellierung wird als auslösender Impuls eine Reduktion der Investitionen für den Neubau von Gemeindestraßen um rund 0,85 Milliarden Euro p.a. im Vergleich zur Baseline unterteilt. Annahmegemäß wird hierdurch eine Reduktion des Materialaufwands für den Neubau von Gemeindestraßen um rund 6,3 Millionen t p.a. ggü. der Baseline ausgelöst. Da das verwendete Simulationsmodell GINFORS insbesondere keine weitergehende Unterteilung von Bauaktivitäten (bspw. Hoch- und Tiefbau) abbildet, mussten zur Umsetzung dieser Hypothese weitere Annahmen in den Modellsimulationen eingebunden werden. Hierzu erfolgte eine entsprechende Anpassung der Vorleistungsinputs der Gütergruppe „Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse“ im Wirtschaftszweig „Glasgewerbe, Herstellung von Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden“.

Die „Mobilen Rücknahmesysteme“ greifen als Instrument insbesondere in den Wirtschaftszweig „Erbringung von sonstigen öffentlichen und persönlichen Dienstleistungen“ ein (vgl. Tabelle 4). Simuliert wird die Einrichtung von mobilen Rücknahmesystemen für Elektrogeräte, welche mit einer Beratung zur Reparatur verbunden ist. Dabei fallen einmalige Investitionskosten in LKWs von 16 Millionen Euro und laufende Kosten in Form eines Anstiegs des Vorleistungsinputs von „Abwasser-, Abfallbeseitigungs- und sonstige Entsorgungsleistungen“ (hier v.a. die „sonstigen Entsorgungsleistungen“) um ca. 16 Millionen Euro p.a. an.¹⁷

Daraus resultiert ein Nachfrageanstieg der privaten Haushalte nach „Einzelhandelsleistungen; Reparatur an Gebrauchsgütern“ (dabei besonders die „Reparatur an Gebrauchsgütern“). Zur groben Abschätzung dieses Effekts kann auf Erfahrungen aus der Region Herford zurückgegriffen werden, wo ein vergleichbares Rücknahmesystem bereits initiiert wurde. Dort werden inzwischen Wiederverwendungsquoten von 5% erzielt, womit die bundesweite Durchschnittsquote von etwa 1% deutlich übertroffen wird (Lambert, Hirschnitz-Garbers, Wilts, & von Gries, 2014). Durch eine umfassende Einführung von mobilen Rücknahmesystemen kann daher auch ein deutlicher Anstieg der bundesweiten Wiederverwendungsquoten erwartet werden. Eine direkte Abschätzung der damit verbundenen unmittelbaren ökonomischen Nachfrageeffekte ist sicherlich schwierig, kann aber zumindest zur vorläufigen Orientierung auf Basis der amtlichen Statistik wie folgt vorgenommen werden: Die ausgewiesenen Umsätze für Reparaturen von Gebrauchsgütern summierten sich im Jahr 2011 auf ca. 2,8 Mrd. €. Davon können annähernd 2 Mrd. € mit Elektroaltgeräten assoziiert werden (Poppe, 2014).¹⁸ Vor Hintergrund dieser Informationen unterstellen wir, dass durch die bundesweite Einführung von mobilen Rücknahmesystemen und dem damit einhergehenden Anstieg der Wiederverwendungsquoten eine Verdopplung der bundesweiten Umsätze für Reparaturen von Elektroaltgeräten erreicht wird. Der modellierte Nachfrageanstieg der privaten Haushalte nach „Einzelhandelsleistungen; Reparatur an Gebrauchsgütern“ beträgt daher 2 Milliarden Euro.

¹⁷ Modellendogen erhöht sich durch die Investition in die LKWs automatisch der Kapitalstock, welcher über eine Abschreibungsrate den Austausch der alten LKWs über den Zeitverlauf hinweg antizipiert, so dass bzgl. der LKWs allein einmalig die Anschubinvestition im Modell eingestellt werden muss.

¹⁸ Laut (Poppe, 2014) entfielen 1.1 Mrd. € auf Geräte der Informations- und Kommunikationstechnologie, 445 Mio. € auf elektrische Haushalts- und Gartengeräte und 402 Mio. € auf Geräte der Unterhaltungselektronik.

Instrument	Wesentliche ökonomische Effekte
6) Mobile Rücknahmesysteme	<p>Modellierte Wirtschaftszweige: „Erbringung von sonstigen öffentlichen und persönlichen Dienstleistungen“</p> <p>Auslösender Impuls: Einmalige Investitionskosten (LKWs): 16 Mio. € Laufende Kosten: Anstieg der Vorleistungsinputs „sonstige Entsorgungsleistungen“: ca. 16 Mio. € p.a.</p> <p>Primärer Effekt: Anstieg der Nachfrage privater Haushalte nach „Reparatur an Gebrauchsgütern“ (insges.: 2 Mrd. €)</p>
7) Umweltorientierte Ausgestaltung von Rohstoffpartnerschaften	<p>Primärer Effekt: Anstieg des Weltmarktpreises für Metalle (+2% ggü. Baseline)</p>
8) Exportförderung für Produkte des Leitmarkts Rohstoff- und Materialeffizienz („Exportinitiative Ressourceneffizienz“)	<p>Angesprochene Wirtschaftszweige: „Chemische Erzeugnisse“, „Gummi- und Kunststoffwaren“, „Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen“, „Elektrische und optische Geräte“, „Baugewerbe“. (angelehnt an Umwelttechnologieatlas 3.0)</p> <p>Auslösender Impuls: Anstieg der Vorleistungsinputs „Unternehmensbezogene Dienstleistungen“ in den angesprochenen Wirtschaftszweigen um insgesamt 25 Mio. € im Zeitraum 2016 bis 2020. Staat: Kostenerstattung (Subventionen an angesprochene Wirtschaftszweige)</p> <p>Primärer Effekt: Anstieg der globalen Handelsanteile der angesprochenen Wirtschaftszweige. Hierdurch im Zeitraum 2016 bis 2020 induzierte zusätzliche Exporterlöse: +50 Mio. €.</p>

Tabelle 4: Zentrale Annahmen 3 - Mobile Rücknahmesysteme; Rohstoffpartnerschaften & Exportförderung

Die verbleibenden beiden im Politikmix berücksichtigten Instrumente zielen darauf ab, Ressourceneffizienz in der Außenwirtschaft umzusetzen. Die umweltorientierte Ausgestaltung von Rohstoffpartnerschaften setzt an der Beobachtung an, dass insbesondere die Extraktionen von Rohstoffen sowie die ersten Weiterverarbeitungsstufen globaler Wertschöpfungsketten häufig mit umweltschädlichen Auswirkungen einhergehen. Abgesehen von Baustoffen finden diese Aktivitäten überwiegend im Ausland statt und können daher über national wirkende Instrumente nicht direkt beeinflusst werden. Aufbauend auf den entsprechenden Vorarbeiten des Arbeitspakets 2 (Ferretti, Jacob, & Werland, 2013) wird angenommen, dass mit Instrumenten der Entwicklungszusammenarbeit, Rohstoffpartnerschaften und internationalen

Vereinbarungen in den rohstoffextrahierenden Ländern auf eine Einhaltung europäischer Umweltstandards im Bergbau und den abgeschlossenen ersten Verarbeitungsstufen hingewirkt wird. Da die Förderländer ihre umweltrechtlichen Regelungen für Bergbautätigkeiten jeweils national festlegen, wären hierzu ausdauernde mittelfristige Gesetzgebungsprozesse in den Förderländern notwendig, welche im kontinuierlichen außenwirtschaftlichen Dialog unterstützt werden sollten. Diesbezügliche Einführungskosten erscheinen kaum abschätzbar und werden daher in der Modellierung nicht berücksichtigt.

Die als „umweltorientierte Ausgestaltung von Rohstoffpartnerschaften“ titulierten Modellsimulationen dienen stattdessen vielmehr der Abbildung der bei erfolgreicher internationaler Umsetzung dieses Ansatzes langfristig zu erwartenden gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen. Wenn eine Umsetzung und Einhaltung europäischer Umweltstandards in wichtigen außereuropäischen Förderländern gelingen würde, kann davon ausgegangen werden, dass dauerhaft steigende Betriebskosten in den Förderländern einen Anstieg der Weltmarktpreise induzieren würden. Der Politikmix betrachtet hierzu beispielhaft die Auswirkungen eines Anstiegs der Weltmarktpreise für Metalle. Um die Größenordnung der in den Förderländern anzunehmenden Kostenentwicklungen ungefähr abschätzen zu können, werden hierzu Referenzwerte zu europäischen Umweltstandards im Kupferbergbau herangezogen. Wie im anhängenden Fragebogen näher ausgeführt wird, veröffentlicht EUROSTAT für den europäischen Kupferbergbau Daten zur Relation zwischen Umweltausgaben und jeweiliger Wertschöpfung in den Mitgliedsstaaten.¹⁹ Der höchste Wert liegt bei knapp 3% und betrifft den Bergbau in Polen, dem mit Abstand größten Kupferproduzenten in Europa. Vor Hintergrund dieser Beobachtung haben wir uns dazu entschieden, die globalen ökonomischen Auswirkungen einer internationalen Diffusion europäischer Umweltstandards im Bereich der Erzförderung durch einen mittelfristigen Anstieg der Weltmarktpreise für Metalle um 2% bis zum Jahr 2025 im Vergleich zur Baseline abzubilden. Daraus resultierende Kosteneffekte auf den weiteren Verarbeitungsstufen, induzierte Preiseffekte sowie die damit einhergehenden Nachfragereaktionen werden im Modell endogen projiziert.

Unter der Bezeichnung „Exportförderung für Produkte des Leitmarkts Rohstoff- und Materialeffizienz“ werden Erfahrungen der Exportförderung in anderen Technologiesegmenten (Erneuerbare Energien) und in anderen Ländern herangezogen. Ziel des Instruments ist es, die globalen Handelsanteile nationaler ressourceneffizienter Technologien zu erhöhen. In Anlehnung an den Umwelttechnologieatlas 3.0 werden in den Modellsimulationen die Wirtschaftszweige „Chemische Erzeugnisse“, „Gummi- und Kunststoffwaren“, „Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen“, elektrische und optische Geräte („Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen; Elektrotechnik, Feinmechanik und Optik, Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.Ä., Rundfunk- und Nachrichtentechnik, Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik, Herstellung von Uhren“) und das „Baugewerbe“ betrachtet. In der Modellierung wird von einem Anstieg des Vorleistungsinputs „Unternehmensbezogener Dienstleistungen“ in den betreffenden Wirtschaftszweigen in einer Höhe von 25 Mio. € ausgegangen. Der Staat übernimmt die Kostenerstattung in Form von

¹⁹

http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Environmental_protection_expenditure#Environmental_protection_expenditure_by_industry

Subventionen an die entsprechenden Wirtschaftszweige. Gemäß der entsprechenden AP2-Vorgaben (Anstieg der gesamten Exporterlöse der angesprochenen Branchen um insgesamt 50 Mio. €, vergleiche hierzu auch den Fragebogen im Anhang 5.2 dieses Dokuments) wurden die globalen Handelsanteile dieser Wirtschaftszweige entsprechend angehoben.

5. Anhang

5.1. Kurzbeschreibung der ausgewählten SSP-Szenarien

Eine narrative Beschreibung der zur Modellkalibrierung ausgewählten SSP-Zukunftsszenarien bieten folgende Kurzfassungen (entnommen aus (Chateau & Dellink, 2012)):

SSP1 – Sustainability

„This is a world making relatively good progress towards sustainability, with sustained efforts to achieve development goals, while reducing resource intensity and fossil fuel dependency. Elements that contribute to this are: a rapid development of low-income countries, a reduction of inequality (globally and within economies), rapid technology development, and a high level of awareness regarding environmental degradation. Rapid economic growth in low-income countries reduces the number of people below the poverty line. The world is characterized by an open, globalized economy, with relatively rapid technological change directed toward environmentally friendly processes, including clean energy technologies and yield-enhancing technologies for land. Consumption is oriented towards low material growth and energy intensity, with a relatively low level of consumption of animal products. Investments in high levels of education coincide with low population growth. Concurrently, governance and institutions facilitate achieving development goals and problem solving. The Millennium Development Goals are achieved within the next decade or two, resulting in educated populations with access to safe water, improved sanitation and medical care. Other factors that reduce vulnerability to climate and other global changes include, for example, the successful implementation of stringent policies to control air pollutants and rapid shifts toward universal access to clean and modern energy in the developing world.“

SSP 3 – Fragmentation

„The world is separated into regions characterized by extreme poverty, pockets of moderate wealth and a bulk of countries that struggle to maintain living standards for a strongly growing population. Regional blocks of countries have re-emerged with little coordination between them. This is a world failing to achieve global development goals, and with little progress in reducing resource intensity, fossil fuel dependency, or addressing local environmental concerns such as air pollution. Countries focus on achieving energy and food security goals within their own region. The world has de-globalized, and international trade, including energy resource and agricultural markets, is severely restricted. Little international cooperation and low investments in technology development and education slow down economic growth in high-, middle-, and low-income regions. Population growth in this scenario is high as a result of the education and economic trends. Growth in urban areas in low-income countries is often in unplanned settlements. Unmitigated emissions are relatively high, driven by high population growth, use of local energy resources and slow technological change in the energy sector. Governance and institutions show weakness and a lack of cooperation and consensus; effective leadership and capacities for problem solving are lacking. Investments in human capital are low and inequality is high. A regionalized world leads to reduced trade flows, and institutional development is unfavorable, leaving large numbers of people vulnerable to climate change and many parts of the world with low adaptive capacity. Policies are oriented towards security, including barriers to trade.“

5.2. Detaillierte Dokumentation der Modellierungsgrundlagen des Politikmixes

Zur systematischen Erfassung der im Politikmix zu berücksichtigenden Instrumentwirkungen wurden die jeweiligen Literaturbefunde und hieraus abgeleitete Modellierungsannahmen in einem fragebogenbasierten Prozess von den Konsortialpartnern systematisch zusammengetragen. Im Interesse einer vollständigen Dokumentation der Modellierungsgrundlagen werden die zur Modellimplementation des Politikmix berücksichtigten Fragebögen nachfolgend zusammengestellt. Zur Erleichterung des Verständnisses sei darauf hingewiesen, dass die in den Fragebögen zusammengeführten Hintergrundinformationen zu den jeweiligen Instrumentkonzeptionen und –annahmen im PolRes Arbeitspaket 2 bewusst möglichst umfassend zusammengetragen wurden. Nicht jedes der nachfolgend genannten Details konnte daher in den Modellierungen berücksichtigt werden. Zudem unterlagen die Parametrisierungsempfehlungen der jeweiligen Bearbeiter im Zuge der Modellimplementation einem fortwährenden Evaluationsprozess. Hierdurch gegebenenfalls kurzfristig initiierte Änderungen einzelner Parametrisierungsannahmen wurden bei der textlichen Zusammenfassung in Kapitel 4 dieses Arbeitspapiers vollständig berücksichtigt. In diesem Sinne reflektieren die folgenden Parametrisierungsbögen mitunter vorläufige Informationsstände. Ihre Abbildung dient daher in erster Linie einer näheren Vorstellung des zur Umsetzung der Politiksimulationen verfolgten Arbeitsprozesses sowie einer Dokumentation der dankenswerten Vorarbeiten der jeweiligen Bearbeiter.

AP3-Fragebogen zur Parametrisierung der Analysen: Beratung in Unternehmen

Quelle/Titel der Analyse: Beratung in Unternehmen (Kurzanalyse 20)

Ansprechpartner/Bearbeiter: Katrin Bienge, WI, katrin.bienge@wupperinst.org

1. Beschreibung des Instruments > d.h. auf welchen Annahmen über das Instrument beruht die nachfolgende Abschätzung? (z.B. Annahme, dass die in der Kurzanalyse vorgeschlagene Weiterentwicklung des Instruments zu XY umgesetzt wird)

Beschreibung des Instruments: Es wird eine breitenwirksame Beratungsreihe "Impulsgespräche Materialeffizienz" durchgeführt. Diese Impulsgespräche richten sich vor allem an KMU im produzierenden Gewerbe und Dienstleistungssektor. Sie zielen auf eine niedrighschwellige und aktive Ansprache der KMU durch kostenlose und kurze Gespräche, denen weitergehende Beratungen folgen können (durch Bereitstellung eines Beratergutscheins für Potential-/Vertiefungsanalysen). Die Ziele der Impulsgespräche sind

- a) die Sensibilisierung für eigene wirtschaftliche Materialeffizienzpotenziale zu erhöhen und Impulse für eigene Aktivitäten zu geben: sich überhaupt mit dem Thema zu beschäftigen; den eigenen Energie- und Materialverbrauch genauer zu überprüfen; einfache, z.B. organisatorische Maßnahmen oder Kleininvestitionen in Eigenregie durchzuführen (Wandel & Gruber, 2010) und
- b) ggf. eine weitergehende go-effizient Beratung in Anspruch zu nehmen.

Ausgangslage: KMU sind ein zentraler Ansatzpunkt für die Verbesserung der Materialeffizienz und stehen derzeit schon im Mittelpunkt der geförderten go-effizient – Beratungen (BMU (a), 2012). Bisher nimmt nur ein geringer Teil der KMU diese spezifischen Beratungsangebote wahr,

sodass die vorhandenen Effizienzpotenziale nicht ausreichend ausgeschöpft werden (VDI ZRE, 2011).

Es besteht eine Implementationslücke zwischen einem vorhandenen Instrument (geförderte RE-Beratung) und dem Bedarf vieler Unternehmen nach Beratung. Denn Unternehmen des produzierenden Gewerbes geben an, die Hemmnisse zu einem bestimmten Anteil nicht allein überwinden zu können (z.B. 16% aufgrund "fehlender Information") (Biebeler & Schmitz, 2013).

Durch die Impulsgespräche Materialeffizienz soll diese Lücke verkleinert werden und die Anzahl beratener KMU deutlich erhöht werden. Das Beispiel aus dem Bereich der Energieeffizienz – die Impulsgespräche Energieeffizienz des RKW – zeigt, dass innerhalb von drei Jahren ca. 7.700 KMU erreicht wurden (RKW, Startseite RKW Energieeffizienz, 2014). Dieser Ansatz soll auf den Bereich der Materialeffizienz übertragen werden und so eine deutliche Erhöhung der angesprochenen KMU erreicht werden.

2. Wer ist Adressat des Instruments?

(zu detaillierten Sektoren siehe Wirtschaftszweige VGR Klassifikation im Anhang)

Adressaten sind:

- KMU²⁰
- Die öffentliche Hand als Fördermittelgeber (VGR Klassifikation: Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung)
- Unternehmensberatung als durchführende Institutionen (VGR Klassifikation: 74.14.1 Unternehmensbezogene Dienstleistung)

3. Was sind die zu erwartenden Verhaltensänderungen des Adressaten?

Vorleistung (Gütergruppen VGR Klassifikation, Anhang), Konsumausgaben, Investitionen ...

- Je nach Branche kommt es bei den adressierten KMU zu einer Reduzierung der Inanspruchnahme von Vorleistungen nach Gütergruppen

Annahmen:

- *Impulsgespräche Materialeffizienz* erreichen bis 2050 die Hälfte der KMU des Verarbeitenden Gewerbes, d.h. **ca. 2.500 KMU pro Jahr** (innerhalb von 40 Jahren, bei ca. 200.000 KMU des Wirtschaftszweiges nach (Statistisches Bundesamt (c), 2014)²¹).

²⁰ "Der Begriff KMU umfasst Kleinunternehmen, kleine Unternehmen und mittlere Unternehmen. Das Statistische Bundesamt definiert KMU in Anlehnung an die Umsatz- und Beschäftigtengrößenklassen der Empfehlung (2003/361/EG) der Europäischen Kommission vom 6.5.2003" (Statistisches Bundesamt (b), Produzierendes Gewerbe und Dienstleistungen im Überblick. Statistisches Jahrbuch 2014, 2014, S. 526), dabei werden alle Unternehmen als KMU definiert, "in denen weniger als 250 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter tätig sind und deren Jahresumsatz einen Schwellenwert von 50 Mill. Euro nicht überschreitet" (ebd.: 508).

- Durch Impulsgespräche *induzierte Beratungen*: Davon nehmen **45%** eine Materialeffizienzberatung im selben Jahr in Anspruch (RKW, 2012): $2.500 \cdot 0,45 = \mathbf{1.125 \text{ KMU}}$.
- In diesen Unternehmen werden **Einsparpotenziale identifiziert**, differenziert nach Branchen (nach (Schröter, Lerch, & Jäger, 2011)). Die Materialeinsparpotenziale – nach einer Selbsteinschätzung befragter Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe – betragen durchschnittlich 7% (KMU schätzen 5%) und einer Senkung der Materialkosten von ca. 48 Mrd. € pro Jahr (Schröter, Lerch, & Jäger, 2011); Eine Differenzierung nach Branchen kann aufgrund der folgenden Tabelle vorgenommen werden:

Eigene Zuordnung zu WZ08	Branchen	Umsatz 2008 in Tsd. Euro	Materialkostenanteil 2008 in %	Durchschnittl. Einsparpotenzial 2008 in %	Kosteneinsparung bei x-% Einsparpotenzial* Materialkostenanteil 2008 in Tsd. Euro
29+30	Fahrzeugbau	372.192.394	54,3	7,7	15.697.557
28	Maschinenbau	232.016.419	43,2	7,0	7.188.325
26+27	Elektroindustrie, incl. MMSRO	199.657.870	38,1	7,1	5.480.698
10+11	Ernährungsgewerbe	161.228.728	54,7	5,2	4.600.890
20+21	Chemische Industrie	179.524.810	35,4	6,3	4.030.207
24	Metallerzeugung und -bearbeitung	116.293.992	55,5	5,9	3.808.173
25	Herst. v. Metallerzeugnissen	104.248.653	41,0	6,1	2.645.873
22	Herst. v. Gummi- und Kunststoffwaren	69.599.064	41,5	8,2	2.376.718
17	Papiergewerbe	38.581.335	45,7	4,3	758.928
23	Glasgewerbe, Keramik	39.083.179	32,0	5,5	689.942
13+14+15	Textil-, Bekleidungs- und Ledergewerbe	22.581.232	41,6	6,5	613.259
16	Holzgewerbe	18.217.587	51,2	5,0	468.882
18	Verlag- und Druckgewerbe	17.951.767	36,7	7,0	461.521
	Summe				48.820.973

Tabelle 5: Materialeinsparpotenziale der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe

(Siehe (Schröter, Lerch, & Jäger, 2011), inkl. der eigenen Zuordnung der in (Schröter, Lerch, & Jäger, 2011) vorgenommenen Clusterung zu den Branchen WZ08)

Quelle: (Schröter, Lerch, & Jäger, 2011, S. 10)

- *Umsetzung* der durch die induzierten Beratungen identifizierten Einsparpotenziale: Von den identifizierten Einsparpotenzialen können nicht alle umgesetzt werden: Einsparpotenziale wurden bei VerMat von 62% der Unternehmen umgesetzt, wobei bis

²¹ Da die Anzahl der KMU schwankt, wird von einer ungefähren Anzahl von 200.000 KMU des Verarbeitenden Gewerbes ausgegangen. Während im Jahr 2008 ca. 190.000 KMU existierten, waren es in den Folgejahren bis 2012 ca. 200.000 KMU. (Statistisches Bundesamt (c), Statistik für kleine und mittlere Unternehmen. 48121-0002, 2014)

zu **30% der Einsparpotenziale** innerhalb weniger Monate erreicht werden können. Die Berater/-innen schätzen das Potential der kurzfristig umsetzbaren Maßnahmen auf 10% (ad hoc) bis 30% (innerhalb weniger Monate). (Kristof, Lemken, Roser, & Ott, 2008)
Daher wird von einer Umsetzungsquote von 30% ausgegangen.

- *Investitionen*: Durch VerMat ausgelöste Investitionen: Rund die Hälfte der befragten Unternehmen haben Investitionsvorhaben durchgeführt (45% investierten unter 50.000 Euro, 9% investierten 50.000-100.000 Euro, 1% investierte 100.000-500.000 Euro); 45% der KMU investierten nichts weiter bzw. machten keine Angaben (Kristof, Lemken, Roser, & Ott, 2008). Ein anderes Beispiel für durch Materialeffizienzberatung induzierte Investitionen ist der PIUS Check: Die Auswertung der seit 2000 durchgeführten 550 PIUS-Checks ergab durchschnittliche Investitionen von 82.000 Euro (Engelmann, Liedtke, Rohn, & Bowry, 2013, S. 40).

4. Welche Kosten entstehen für die Adressaten?

vgl. Frage 2: Sektoren, Staat, Privathaushalte/Konsumenten, außenwirtschaftliche Effekte (bspw. Investitionen in neue Fertigungstechnologien/Ausgaben für Beratungsdienstleistungen; Güterpreiseffekte bei Einführung neuer Fertigungstechnologien,)

WICHTIG: Quelle transparent machen

Kosten für die öffentliche Hand (jährliche Kosten unter der Annahme, dass 2.500 KMU angesprochen bzw. 1.125 KMU jährlich beraten werden; siehe unten zeitlich verzögerte Entwicklung):

- Kosten Impulsgespräche: Unter der Annahme, dass 0,5 Beratertage (ca. 550 Euro) je Impulsgespräch Materialeffizienz anfallen und die Anzahl durchgeführter Impulsgespräche pro Jahr 2.500 ist, ergeben sich jährliche Kosten von ca. 1,38 Mio. Euro.
- Kosten für anschließende Beratung: Jährliche Kosten für go-effizient Beratungen pro Jahr: ca. 14,3 Mio. Euro. Diese ergeben sich aus den folgenden Annahmen:
 - 45% der 2.500 KMU nehmen eine go-effizient Beratung in Anspruch: 1.125 KMU / Jahr
 - 938 Potenzialanalysen²² gefördert mit 9.200 Euro²³ = 8,63 Mio. Euro

²² Das Verhältnis der bewilligten VerMat Beratungen im Jahr 2007 betrug ca. 5:1 (126 Potenzialanalysen zu 23 Vertiefungsberatungen) (Kristof, Lemken, Roser, & Ott, 2008).

²³ Ergebnisse aus der VerMat Evaluation 2008 zeigen, dass Potenzialanalysen durchschnittlich mit 9.200 Euro und Vertiefungsberatung mit durchschnittlich 30.000 Euro gefördert wurden (Kristof, Lemken, Roser, & Ott, 2008). Die go-effizient-Richtlinie gibt als maximale Zuwendung bei einer Förderquote von jeweils 50 % der förderfähigen Ausgaben für eine Potenzialanalyse 17.000 Euro vor und bei der Vertiefungsberatung 80.000 Euro abzüglich der Zuwendung aus der Potenzialanalyse; bzw. ist ein Beratertag zu 1.100 Euro förderfähig (BMW i 2011). Die Förderung wird als nicht rückzahlbarer Zuschuss gewährt, wenn auch der Bundesrechnungshof argumentiert, dass durch die Beratung erzielten Einsparungen - die die Fördersumme in nahezu allen Fällen übersteigen - eine Förderung als rückzahlbare Zuwendung

- 188 Vertiefungsberatungen gefördert mit 30.000 Euro = 5,63 Mio. Euro

- ggf. entstehen weitere Kosten für die Qualifikation der zusätzlich notwendigen Berater. Diese können derzeit nicht weiter quantifiziert werden.

Kosten für KMU (jährliche Kosten unter der Annahme, dass 1.125 KMU jährlich beraten werden; siehe zeitlich verzögerte Entwicklung):

- Für die *Impulsgespräche* entstehen den KMU keine direkten Kosten (mittelbar werden ca. 2 Stunden Arbeitszeit in Anspruch genommen)
- Für die ggf. anschließende *Beratung* entsteht einem KMU je nach Typ der Beratung durchschnittlich zwischen 9.200 bis 30.000 Euro (Kristof, Lemken, Roser, & Ott, 2008), d.h. bei 1.125 KMU / Jahr, die eine Beratung in Anspruch nehmen, entstehen ca. 14,3 Mio. Euro Kosten (bei gleicher Aufteilung in Potenzial- und Vertiefungsanalysen s.o.). Die Kosten begründen sich durch die Förderquote von 50%.
- Dem gegenüber stehen die generierten *Kosteneinsparungen* durch die Erhöhung der Materialeffizienz: Bei einer potentiellen Senkung der Materialkosten in allen Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe von ca. 48,8 Mrd. Euro pro Jahr (Schröter, Lerch, & Jäger, 2011) ließen sich rechnerisch bezogen auf alle KMU dieses Wirtschaftszweiges in 2008 (190.000 Unternehmen bzw. 97,3%) ca. 47,5 Mrd. Euro einsparen. Bei einer Umsetzungsquote von 30% innerhalb weniger Monate (Kristof, Lemken, Roser, & Ott, 2008), könnten in den durch das Instrument angestoßenen Beratungen in 1.125 KMU jährlich in etwa 80,2 Mio. Euro Materialkosten eingespart werden.
- *Investitionskosten*: Ausgehend von den in (Kristof, Lemken, Roser, & Ott, 2008) identifizierten Investitionssummen, fallen in den 1.125 beratenen KMU jährlich zwischen 11,25 Mio. Euro und 41 Mio. Euro Investitionen an.²⁴ Überträgt man die durchschnittlichen Investitionen nach (Engelmann, Liedtke, Rohn, & Bowry, 2013) von 82.000 Euro, werden ca. 15,4 Mio. Euro Investitionen induziert.

Kosten für Unternehmensberatung

- Den Unternehmensberatungen entstehen keine Kosten.

5. a) Verändert sich die Höhe der Nachfrage nach einer Gütergruppe (wenn ja, welche)?

b) Verändert sich die Struktur der Gütergruppe?

Hier quantitative Angaben, in Prozent, EUR und Mengen;

gerechtfertigt wäre (Bundesrechnungshof, 2014). Von einer Änderung der Richtlinie in diesem Sinne wird hier nicht ausgegangen.

²⁴ Nach (Kristof, Lemken, Roser, & Ott, 2008) haben 45% der Unternehmen investiert. Davon haben 45% unter 50.000 Euro investiert. Unter der Annahme, dass mind. 10.000 Euro investiert wurden, ergeben sich hier Investitionen von 5,1 Mio. Euro bis 25,3 Mio. Euro. 9% der Unternehmen investierten 50.000-100.000, d.h. ca. 5,1 Mio. Euro bis 10,1 Mio. Euro wurden investiert. 1% der Unternehmen investierten 100.000-500.000, das entspricht ca. 1,13 Mio. Euro bis ca. 5,63 Mio. Euro. Daraus ergibt sich eine Investitionssumme von ca. 11,25 bis 41 Mio. Euro.

<u>WICHTIG</u> : Quelle transparent machen
Die Veränderungen der Nachfrage und Struktur der Gütergruppen werden durch das Modell abgebildet (modellendogen).
6. Sind die Effekte (Volumen, Struktur) in Frage 5 einmalig, linear, verschärfend? Jahr der Einführung und weitere Entwicklung (bspw. Einmaleffekt, jährliche Verschärfung um ## Prozent, etc.)
<ul style="list-style-type: none"> • Es wird von einer zunächst verzögerten Entwicklung ausgegangen, da der verstärkten Beratung eine verstärkte Beraterqualifikation für zusätzliche Berater vorausgeht, da die Anzahl der beratenen KMU und realisierten Einsparpotenziale von der Verfügbarkeit qualifizierter Berater (je Branche, je Region) abhängt. • Das Impulsprogramm Materialeffizienz bzw. dessen Nachfolger das Fördermodul "go-effizient" umfasste 124 Förderfälle im Jahr 2013 (Bundesrechnungshof, 2014). Bei einer angenommenen Verdopplung der Förderfälle alle drei Jahre (Start 2010, ausgehend von ca. 100 Förderfällen) wird nach 12 Jahren die erwünschte Anzahl an KMU erreicht, die jährlich beraten werden soll (in 2022 entspricht dies ca. 1300 Unternehmen). • Über die Anzahl heute verfügbarer Berater bzw. die zusätzlich notwendigen Berater(qualifikationen) können keine weiteren Annahmen getroffen werden, da die derzeitige Auslastung von bestehenden Beratungsunternehmen und die Passgenauigkeit der fachspezifischen Kompetenz erst ermittelt werden muss. • Spill over Effekte von erfolgreich beratenen Unternehmen (Preisträger etc.) sind nicht auszuschließen, aber derzeit nicht quantifizierbar.
7. Zeitlicher Entwicklungspfad der Kosten
<ul style="list-style-type: none"> • Es wird eine verzögerte Entwicklung angenommen, die durch die Beraterqualifikation bedingt ist.

Quellen:

(Biebeler & Schmitz, 2013), (BMU (a), 2012), (Bundesrechnungshof, 2014), (Distelkamp, Meyer, & Meyer, 2010), (Engelmann, Liedtke, Rohn, & Bowry, 2013), (Kristof, Lemken, Roser, & Ott, 2008), (RKW, 2012), (RKW, 2014), (Schröter, Lerch, & Jäger, 2011), (Statistisches Bundesamt (b), Produzierendes Gewerbe und Dienstleistungen im Überblick. Statistisches Jahrbuch 2014, 2014), (Statistisches Bundesamt (c), Statistik für kleine und mittlere Unternehmen. 48121-0002, 2014), (VDI ZRE, 2011), (Wandel & Gruber, 2010)

AP3-Fragebogen zur Parametrisierung der Analysen: Selbstverpflichtung des Handels (Nachhaltigkeit und Ressourcenschutz in Handelsunternehmen)

Quelle/Titel der Analyse: Nachhaltigkeit und Ressourcenschutz in Handelsunternehmen (Kurzanalyse 11)

Ansprechpartner/Bearbeiter: Gerd Scholl (IÖW)

<p>1. Beschreibung des Instruments > d.h. auf welchen Annahmen über das Instrument beruht die nachfolgende Abschätzung? (z.B. Annahme, dass die in der Kurzanalyse vorgeschlagene Weiterentwicklung des Instruments zu XY umgesetzt wird)</p>
<p>Förderung des Absatzes von Papierprodukten aus Recyclingpapier (Hygienepapiere und Büropapiere) durch eine <u>Selbstverpflichtung</u> der Unternehmen des Einzelhandels.</p> <p><u>Ziel</u> der Selbstverpflichtung: ungefähre Verdoppelung (Referenz zu aktuellen Anteilen: mündliche Angabe von Initiative Pro Recyclingpapier) des Anteils von Papierprodukten (Hygienepapiere und Büropapiere) aus Recyclingpapier an der Gesamtmenge von abgesetzten Hygiene- und Büropapieren auf <u>30% bis 2025</u>.</p>
<p>2. Wer ist Adressat des Instruments? (zu detaillierten Sektoren siehe Wirtschaftszweige VGR Klassifikation im Anhang)</p>
<p>Unternehmen des Einzelhandels (VGR: 37, 52, Einzelhandelsleistungen; Reparatur an Gebrauchsgütern)</p>
<p>3. Was sind die zu erwartenden Verhaltensänderungen des Adressaten? Vorleistung (Gütergruppen VGR Klassifikation, Anhang), Konsumausgaben, Investitionen...</p>
<p>Die Unternehmen des Einzelhandels (21, 52, Einzelhandel [ohne Handel mit Kraftfahrzeugen und ohne Tankstellen]; Reparatur von Gebrauchsgütern) verpflichten sich, den Umsatzanteil der Produkte aus Recyclingpapier (Hygienepapiere und Büropapiere) bis zum Jahr 2025 zu steigern. .</p> <p>Angenommen wird, dass darauf hingewirkt werden kann, dass die Abnehmer (Privathaushalte und gewerbliche Kunden) den Anteil von nachgefragten Recyclingpapierprodukten bis zum Jahr 2025 in etwa verdoppeln.</p>
<p>4. Welche Kosten entstehen für die Adressaten? vgl. Frage 2: Sektoren, Staat, Privathaushalte/Konsumenten, außenwirtschaftliche Effekte (bspw. Investitionen in neue Fertigungstechnologien/Ausgaben für Beratungsdienstleistungen; Güterpreiseffekte bei Einführung neuer Fertigungstechnologien,) <u>WICHTIG:</u> Quelle transparent machen</p>
<p>Es wird angenommen, dass bei den <u>Unternehmen</u> des Einzelhandels durch die Umsetzung der Maßnahme folgende Kosten entstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Einmalige Umstellungskosten (Lieferantenwechsel u. ä.), deren Höhe nicht beziffert werden kann, die aber vermutlich zu vernachlässigen sind.

- Beschaffungskosten: unverändert
 - (Forum Ökologie & Papier (FÖP), 2012, S. 27): Recyclingpapier mit 70% Weißegrad ist ca. 15% günstiger als Frischfaserpapier, bei 80% Weißegrad immer noch 5-10% günstiger. Bei 100% Weißegrad wird Recyclingpapier teurer als Frischfaserpapier.
→ Der Annahme „unveränderte Beschaffungskosten“ liegt daher die Annahme zugrunde, dass nicht ausschließlich Recyclingpapier mit 100% Weißegrad die Frischfaserpapierprodukte ersetzt

Es wird analog angenommen, dass bei den Abnehmern durch die Umsetzung der Maßnahme keine zusätzlichen Kosten, sondern wenn überhaupt, dann geringfügige Einsparungen entstehen.

**5. a) Verändert sich die Höhe der Nachfrage nach einer Gütergruppe (wenn ja, welche)?
b) Verändert sich die Struktur der Gütergruppe (wenn ja, wie)?**

Hier quantitative Angaben, in Prozent, EUR und Mengen;

WICHTIG: Quelle transparent machen

Die Maßnahme (Verdoppelung des Marktanteils von Hygiene- und Büropapieren aus Recyclingpapier von derzeit ca. 15 % auf 30 % bis 2025) führt zu

- einer Verringerung der Nachfrage nach Primärfaser (Holz; VGR: 2/2 Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen) sowie
- einer Erhöhung der Nachfrage nach Sekundärrohstoff (Altpapier; VGR: 31/37 Sekundärrohstoffe)

Der Inlandsverbrauch von Papierprodukten (privat und gewerblich) setzt sich wie folgt zusammen:

Inlandsverbrauch (2010) gesamt, Tonnen	20.000.000	100%
Druck- und Pressepapiere	9.200.000	46%
Verpackungen	8.000.000	40%
Hygienepapiere	2.000.000	10%
Büropapiere	800.000	4%

Absolut gesehen würden durch die Maßnahme also 420.000 t (2.800.000 t * 0,15) Frischfaserpapierprodukte durch 420.000 t Recyclingpapierprodukte ersetzt.

Für die Produktion von 1.000 kg Primärfaserpapier werden 2.200 kg Holz benötigt und für die Produktion von 1.000 kg Recyclingpapier 1.200 kg Altpapier (Forum Ökologie & Papier (FÖP), 2012, S. 16). Die Substitution von 420.000 t Primärfaserpapier durch Recyclingpapier hätte demnach folgende Mengeneffekte:

- Verringerung der Nachfrage nach Holz: - 924.000 t

- Erhöhung der Nachfrage nach Altpapier: + 504.000 t

Es wird ferner angenommen, dass die für die Verdoppelung des Marktanteils auf 30 % benötigte Menge an Papierprodukten aus Recyclingpapier (Hygienepapiere und Büropapiere) ausschließlich aus inländischer Produktion kommt.²⁵

6. Sind die Effekte (Volumen, Struktur) in Frage 5 einmalig, linear, verschärfend?

Jahr der Einführung und weitere Entwicklung (bspw. Einmaleffekt, jährliche Verschärfung um ## Prozent, etc.)

Der beschriebene Effekt wird linear für das Jahr der Einführung und alle Folgejahre gelten.

7. Zeitlicher Entwicklungspfad der Kosten

- Einmaleffekt
- linear
- verschärfend

Nicht relevant.

Verwendete Quellen:

(Forum Ökologie & Papier (FÖP), 2012), (FÖP & Ökopol, 2013), (Initiative pro Recyclingpapier (IPR), o.J.)

AP3-Fragebogen zur Parametrisierung der Analysen: Forschungs- und Innovationsförderung durch Zuschüsse

Quelle/Titel der Analyse: Forschungs- und Innovationsförderung durch Zuschüsse

Ansprechpartner/Bearbeiter: Holger Bär (FFU), holger.baer@fu-berlin.de

1. Beschreibung des Instruments > d.h. auf welchen Annahmen über das Instrument beruht die nachfolgende Abschätzung? (z.B. Annahme, dass die in der Kurzanalyse vorgeschlagene Weiterentwicklung des Instruments zu XY umgesetzt wird)

Das Instrument ist die Forschungs- und Innovationförderung durch direkte Zuschüsse.

Hintergrund für die Annahmen: Die Auswertung der BMBF-Fördermaßnahme r2 deutet darauf

²⁵ Im Jahre 2010 wurden in Deutschland ca. 23 Millionen Tonnen Papier produziert, wovon 14,1 Millionen Tonnen exportiert wurden. Im selben Jahr wurden 11,2 Millionen Tonnen Papier importiert (FÖP & Ökopol, 2013, S. 7), d.h. der Anteil der Importware ist erheblich. Andererseits hat die Papierproduktion in Deutschland einen Anteil von 70% Altpapier (Forum Ökologie & Papier (FÖP), 2012, S. 20) und setzt vielmehr auf Sekundärrohstoffe als die ausländische Produktion. Von der Substitution von Papierprodukten aus Frischfaser durch Recyclingpapierprodukte wird die inländische Produktion daher vermutlich eher profitieren. Bei dieser Annahme würde mit der Substitution folglich auch eine Veränderung der Handelsbilanz einhergehen: weniger Exporte deutscher Produktion und weniger Importe aus ausländischer Produktion.

hin, dass eine gesamtwirtschaftliche Umsetzung der in diesem Vorhaben entwickelten Technologien Investitionskosten in einer Größenordnung von gut 3,5 Mrd. € induzieren würde. Zudem wurde berechnet, dass die Differenzkosten über alle 6 Cluster und 21 Verbundprojekte des Vorhabens negativ sind – d.h., dass die für die Umsetzung der Technologien notwendigen Investitionen profitabel wären²⁶ (Sartorius & Walz, 2013, S. 3). Folglich kann angenommen werden, dass diese Investitionen über den Kapitalmarkt finanziert werden könnten.

r2 wurde mit 8,47 Mio € gefördert. Das hier vorgeschlagene Instrument sieht eine deutlich höhere öffentliche Förderung (50 Mio €) vor und unterstellt, dass durch die höheren Fördermittel wiederum neue marktfähige Technologien entwickelt werden, deren gesamtwirtschaftliche Umsetzung mit einem proportionalen Anstieg der Investitionsausgaben verbunden wäre.

Bezüglich der bei einer gesamtwirtschaftlichen Umsetzung realisierbaren Materialeinsparungen wird von abnehmenden Grenzerträgen ausgegangen. Der Vergleich zwischen den einzelnen Clustern der Fördermaßnahme r2 zeigt deutliche Unterschiede in der Rendite für F&E-Investitionen. Das mit Abstand beste Verhältnis von Ausgaben (öffentlicher F&E-Förderung und privaten Investitionskosten) zu Einsparungen (Differenzkosten) ergibt sich für die Cluster Keramikindustrie und innovative Baustoffe. Die Annahmen/Daten für die Modellierung basieren auf den folgenden vier Verbundprojekten:

Cluster	Verbundprojekte
Trocknungs- und Sintervorgängen in der Keramikindustrie (Keramikindustrie)	1. Dry Control: Entwicklung einer ressourceneffizienten Trocknungstechnologie für keramische Produkte (033R020)
	2. Niedrig-Temperatur-Sinterung: Niedrig-Temperatur-Sinterung von Geschirr- und technischem Porzellan auf ultraleichten, hochporösen Brennplatten (033R053)
Verbesserung der Materialeffizienz durch innovative Baustoffe (Innovative Baustoffe)	3. Aufbaukörnung: Steigerung der Ressourceneffizienz im Bauwesen durch die Entwicklung innovativer Technologien für die Herstellung hochwertiger Aufbaukörnungen aus sekundären Rohstoffen auf der Basis von heterogenen Bau- und Abbruchabfällen (033R015)
	4. Celitement: Entwicklung eines nachhaltigen Zementes (033R054)

Das Instrument sieht vor, öffentliche Ausgaben für die direkte Innovationsförderung in diesen Bereichen in Höhe von 50 Mio. Euro zu tätigen, um Technologien zur Effizienzsteigerung zu entwickeln. Betrachtet werden die resultierenden Effekte bei einer gesamtwirtschaftlichen Umsetzung dieser Technologien.

2. Wer ist Adressat des Instruments?

(zu detaillierten Sektoren siehe Wirtschaftszweige VGR Klassifikation im Anhang)

- Staat: Die Regierung (BMBF) stellt öffentliche Mittel in Höhe von 50 Mio. Euro für die

²⁶ Die zugrunde liegenden Annahmen sind ein Abschreibungszeitraum von 15 Jahren und eine Zinsrate von 6%.

Forschungsförderung durch Zuschüsse für den Sektor Bauwirtschaft bereit.

- Wirtschaftszweige: Unternehmen kofinanzieren die Investitionen in F&E-Maßnahmen (50 Mio. Euro). Darüber tätigen Unternehmen Investitionen zur Implementierung von neuen Technologien und finanzieren diese Investitionen über den Kapitalmarkt. Die Annahme ist in der Finanzierbarkeit begründet, da die r2-Maßnahme gezeigt hat, dass die dort getätigten Vorhaben alle deutliche negative Differenzkosten aufwiesen – d.h. sich selbst finanzierten durch die mit ihnen verbundenen Einsparungen.

3. Was sind die zu erwartenden Verhaltensänderungen des Adressaten?

Vorleistung (Gütergruppen VGR Klassifikation, Anhang), Konsumausgaben, Investitionen...

- Investitionen von Unternehmen in den einzelnen Vorhaben führen zu Effizienzgewinnen durch die Entwicklung von effizienteren Produktionstechnologien, bzw. den sparsameren Einsatz von Rohstoffen oder der Nutzung von Recyclingmaterialien.
-

4. Welche Kosten entstehen für die Adressaten?

vgl. Frage 2: Sektoren, Staat, Privathaushalte/Konsumenten, außenwirtschaftliche Effekte (bspw. Investitionen in neue Fertigungstechnologien/Ausgaben für Beratungsdienstleistungen; Güterpreiseffekte bei Einführung neuer Fertigungstechnologien,)

WICHTIG: Quelle transparent machen

- Staat: Forschungsförderung durch direkte Zuschüsse des BMBF in Höhe von 50 Mio. Euro. Hierbei wird eine Hochskalierung gegenüber des r2-Vorhaben vorgenommen:

	Forschungsförderung im Bereich Keramikindustrie/innovative Baustoffe im r2-Forschungsprogramm	Neukonzeption direkte Forschungsförderung
BMBF-Forschungsförderung	8,47 Mio EUR (Ostertag, Brandstetter, Albrecht, Fröhling, Schultmann, & Trippe, 2012, S. 355)	50 Mio EUR

- Sektoren/Cluster: Die Übersicht identifiziert die betroffenen Sektoren. In diesen entstehen Ausgaben für die Kofinanzierung der Forschungsausgaben (50 Mio. Euro), sowie für die Investitionskosten zur Implementierung der Technologien.

Zuordnung zu Sektoren der VGR:

	Keramikindustrie/innovative Baustoffe
Zuordnung Wirtschaftszweige	11 26 Glasgewerbe, Herstellung von Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden; 18 F Baugewerbe

Zuordnung ISIC Gütergruppen	20 26 Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden;
<p>5. a) Verändert sich die Höhe der Nachfrage nach einer Gütergruppe (wenn ja, welche)? b) Verändert sich die Struktur der Gütergruppe? Hier quantitative Angaben, in Prozent, EUR und Mengen; <u>WICHTIG</u>: Quelle transparent machen</p>	
<p>Veränderungen in der Struktur der Gütergruppe werden nicht angenommen, bzw. können für den Sektor nicht benannt werden (Teilfrage b).</p>	
<p>6. Sind die Effekte (Volumen, Struktur) in Frage 5 einmalig, linear, verschärfend? Jahr der Einführung und weitere Entwicklung (bspw. Einmaleffekt, jährliche Verschärfung um ## Prozent, etc.)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> ○ Einmalige direkte Forschungsförderung (angenommener Zeitraum 15 Jahre) in Höhe von 50 Mio. Euro 	
<p>7. Zeitlicher Entwicklungspfad der Kosten</p>	
<p>Einmaleffekt; Die Investitionen und Umsetzung der verschiedenen Maßnahmen sind einmalig. Die Kosten werden linear abgeschrieben (Albrecht, Brandstetter, Fröhling, & Trippe, 2013, S. 8)/ (Sartorius & Walz, 2013, S. 3). Bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung wird ein Zeitraum von 15 Jahren bei einem Zinssatz von 6% angenommen.</p>	

Gesamtdarstellung: Sektoren, öffentliche & private Investitionen & deren Wirkungen

Annahmen zur Wirksamkeit von direkten Forschungsausgaben aus r2-Vorhaben, die zur „Hochskalierung“ des Instruments der Innovationsförderung durch direkte Zuschüsse zu Grunde gelegt werden:

Öffentliche Investitionen → BMBF-Forschungsförderung (Zeile 1)

Private Investitionen → private Investitionskosten in Zeilen 2 & 3

Wirkungen: Differenzkosten

Zeile	Posten	Potenziale einer erfolgreichen Umsetzung der r2-F&E Ergebnisse in der industriellen Praxis	Potenziale einer erfolgreichen Umsetzung bei angenommener Neukonzeption des Instruments
1	BMBF-Forschungsförderung (Ostertag, Brandstetter, Albrecht, Fröhling,	8,47	50

	Schultmann, & Trippe, 2012, S. 355) (Mio. €)		
2	Private Investitionen Forschungsförderung (Annahme: 50%)	-	50
3	Investitionskosten, gesamt (Mio. €)	3512,8	Lineare Extrapolation
4	Summe BMBF Forschungsförderung + Investitionskosten (Mio. €)	3521,27	Lineare Extrapolation
5	<i>Differenzkosten, jährlich (Mio. €) *</i>	-2761,8	<i>Berechnung im Modell</i>

Tabelle 6: Zusammenstellung der Kernergebnisse aus Sartorius und Walz

Quelle: (Sartorius & Walz, 2013, S. 4)

* Negative Differenzkosten, d.h. „Einsparungen“ entsprechen der zusätzlichen Rebound-Nachfrage aus der Umsetzung der r2 Maßnahmen. In der Potenzialstudie von Sartorius & Walz werden diese als zusätzliche gesamtwirtschaftliche Nachfrage unterstellt.

° Eine Abschätzung der Wirkungen einer Erhöhung der Innovationsförderung für ressourceneffizientere Technologien durch Zuschüsse bedarf Annahmen über deren Erträge. Dazu wird das Verhältnis von öffentlichen und privaten Kosten zu den Differenzkosten aus den Verbundvorhaben in dem r2-Forschungsprogramm zu Grunde gelegt. Der im Rahmen von r2 für den Sektor ermittelte Wert (0,78) liegt sehr deutlich über den durchschnittlichen Erträgen für Forschungsausgaben. Um dem Gesetz abnehmender Grenzerträge Rechnung zu tragen, wird der Wert nur für das erste Jahr zu Grunde gelegt und angenommen, dass über den Zeitraum von 15 Jahren, der Grenzertrag auf einen Wert von 0,3 sinkt.

Quellen:

(Albrecht, Brandstetter, Fröhling, & Trippe, 2013), (Ostertag, Brandstetter, Albrecht, Fröhling, Schultmann, & Trippe, 2012), (Sartorius & Walz, 2013), (Woidasky, Ostertag, & Stier, 2013)

AP3-Fragebögen zur Parametrisierung der Analysen: Öffentliche Beschaffung und Normung

Quelle/Titel der Analyse: Öffentliche Beschaffung zur Förderung der Ressourceneffizienz (Kurzanalyse 1)

Ansprechpartner/Bearbeiter: Lisa Graaf (geb. Münch), Klaus Jacob

<p>1. Beschreibung des Instruments > d.h. auf welchen Annahmen über das Instrument beruht die nachfolgende Abschätzung? (z.B. Annahme, dass die in der Kurzanalyse vorgeschlagene Weiterentwicklung des Instruments zu XY umgesetzt wird)</p>
<p>Nutzung von Labels in der Leistungsbeschreibung: Beispiel (eines erweiterten) Gütesiegel "Nachhaltiges Bauen" hier Annahme, dass:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Gütesiegel auf alle Bundesneubauten (nicht nur Büro- und Verwaltungsgebäude, wie derzeit) sowie für die Modernisierung des Bestands ausgeweitet wird; ○ ebenso verpflichtende Nutzung für alle kommunale Bauten, d.h. hier auch sozialer

<p>Wohnungsbau;</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Anteil von Recyclingbeton wird vorgeschrieben (siehe Bsp. Schweiz; allerdings Ausnahmeregelung für D, wenn kein RR-Beton in ökonomisch und ökologisch vertretbarer Entfernung) [vgl.: AP3-Fragebogen Normung]
<p>2. Wer ist Adressat des Instruments? (zu detaillierten Sektoren siehe Wirtschaftszweige VGR Klassifikation im Anhang)</p>
<p>Staat</p>
<p>3. Was sind die zu erwartenden Verhaltensänderungen des Adressaten? Vorleistung (Gütergruppen VGR Klassifikation, Anhang), Konsumausgaben, Investitionen...</p>
<p>Veränderte Nachfrage nach Bauleistung durch öffentliche Hand</p>
<p>4. Welche Kosten entstehen für die Adressaten? vgl. Frage 2: Sektoren, Staat, Privathaushalte/Konsumenten, außenwirtschaftliche Effekte (bspw. Investitionen in neue Fertigungstechnologien/Ausgaben für Beratungsdienstleistungen; Güterpreiseffekte bei Einführung neuer Fertigungstechnologien,) <u>WICHTIG:</u> Quelle transparent machen</p>
<p>Staat: einmalige Kosten in Höhe von etwa 10 Mio. EUR (Zahl ergibt sich aus 'administrative costs' für 'GPP and Ecolabelling' für EU 27 → insgesamt 62,5 Mio EUR → Bevölkerungsanteil Deutschlands an Gesamtbevölkerung der EU 27 beträgt etwas 16%. → 62,5 Mio. EUR * 0,16 = 10 Mio. EUR) Quelle: (Tukker et al., 2014, S. 77)</p> <p>Umsetzungskosten der Industrie: Einführungskosten: Anstieg der Vorleistungsinputs „Unternehmensbezogene Dienstleistungen“ (etwa +4,5 Mio. € über 5 Jahre ggü. Baseline), ca. 1 Mio. € sektorinterne Test- Umstellungsaufwendungen. Nach Einführung: Lizenzkosten (etwa +0,5 Mio. € p.a. ggü. Baseline)</p>
<p>5. a) Verändert sich die Höhe der Nachfrage nach einer Gütergruppe (wenn ja, welche)? b) Verändert sich die Struktur der Gütergruppe? Hier quantitative Angaben, in Prozent, EUR und Mengen; <u>WICHTIG:</u> Quelle transparent machen</p>
<p>Berücksichtigte Details sind im nachfolgenden Fragebogen zur Kurzanalyse Normung (Bsp. RC-Beton) aufgeführt.</p>

<p>6. Sind die Effekte (Volumen, Struktur) in Frage 5 einmalig, linear, verschärfend? Jahr der Einführung und weitere Entwicklung (bspw. Einmaleffekt, jährliche Verschärfung um ## Prozent, etc.)</p>
<p>Linear.</p>
<p>7. Zeitlicher Entwicklungspfad der Kosten - Einmaleffekt - linear - verschärfend</p>
<p>Einmaleffekt Quelle: (Tukker et al., 2014, S. 66)</p>

Quelle/Titel der Analyse: Kurzanalyse Normung (Bsp. RC-Beton)

Ansprechpartner/Bearbeiter: Stefan Werland, ffu, stefan.werland@fu-berlin.de

<p>1. Beschreibung des Instruments > d.h. auf welchen Annahmen über das Instrument beruht die nachfolgende Abschätzung? (z.B. Annahme, dass die in der Kurzanalyse vorgeschlagene Weiterentwicklung des Instruments zu XY umgesetzt wird)</p>
<p><u>Beschreibung des Instruments:</u> Es wird eine Norm zur Nutzung von RC-Beton entwickelt. Diese Norm wird aktiv im Rahmen öffentlich geförderter Beratungsdienstleistungen für Unternehmen (z.B. Netzwerk Ressourceneffizienz) beworben und in der öffentlichen Beschaffung genutzt (vgl. Fragebogen öffentliche Beschaffung).</p> <p>Ausgangspunkt: Auch wenn nahezu 100% der in Deutschland anfallenden Bauabfälle verwertet werden, findet in den meisten Fällen ein downcycling statt, bei dem mineralische Bauabfälle als Schüttmaterial im Straßenbau verwendet werden. Im Hochbau wird Recyclingmaterial derzeit praktisch nicht verwendet.²⁷ Nach Angaben der BGR machen Sekundärmaterialien lediglich einen Anteil von ca. 15% am Materialinput für die Bauindustrie aus (BGR, 2013, S. 23).²⁸</p> <p>Hochwertiges Recycling, bei dem Betonabbruch als Zuschlagsstoff bei der Herstellung von Bauprodukten (RC-Beton) verwendet wird, ist noch die Ausnahme. Vor allem im Hochbau wird kaum RC-Material genutzt. Wesentliche Hemmnisse, die der verstärkten Nutzung von RC-Beton im Wege stehen, sind Informationsdefizite und Vorbehalte gegenüber Sekundärmaterialien</p>

²⁷ <http://www.aufbaukoernungen.de/ziele.html>; <http://www.bauing.uni-kl.de/massivbau/home/bmbf-programm-hightechmatbau-gestartet/>

²⁸ Ähnliche Zahlen beim Bundesverband Baustoffe für das Jahr 2010: „Damit deckten die Recycling-Baustoffe einen Anteil von 12,0 Prozent des Bedarfs an Gesteinskörnungen“ (Bundesverband Baustoffe - Steine und Erden e.V., 2013)

(Hoffmann & Jacobs, 2009), (Knappe, 2014).

Die Nutzung von RC-Material in Beton ist bereits geregelt (*DIN 4226-100 Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel - Teil 100: Rezyklierte Gesteinskörnungen*), jedoch besteht keine eigene sichtbare Norm zu Recyclingbeton. Die Etablierung und Verbreitung von Normen zur Nutzung von RC-Beton kann Anreize bieten, die Hemmnisse (v.a. Bedenken hinsichtlich Qualität von RC-Material, Informationsdefizite bei Architekten und Bauherrn) zu überwinden und hochwertiges Recycling zu fördern.

2. Wer ist Adressat des Instruments?

(zu detaillierten Sektoren siehe Wirtschaftszweige VGR Klassifikation im Anhang)

Adressaten sind:

- Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens (sofern **Architekten** in diese Kategorie fallen),
- öff. Hand als Bauträger und Beschaffer (VGR Klassifikation: Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung),
- Investoren im Gebäudebau (VGR Klassifikation: Kredit- und Versicherungsgewerbe),
- Private Bauherren (VGR Klassifikation: Private Haushalte).

Mittelbar betroffen:

- Recycling,
- Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden,
- Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden,
- Entsorgung,
- Baugewerbe.

3. Was sind die zu erwartenden Verhaltensänderungen des Adressaten?

Vorleistung (Gütergruppen VGR Klassifikation, Anhang), Konsumausgaben, Investitionen ...

- Öffentliche Hand, Investoren und private Bauherren fragen verstärkt Sekundärmaterial nach.
- Es kommt zu einer Verschiebung in der Vorleistung von *Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden* und *Bauarbeiten*
- Substitution von *Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse* durch *Sekundärmaterial*.

4. Welche Kosten entstehen für die Adressaten?

vgl. Frage 2: Sektoren, Staat, Privathaushalte/Konsumenten, außenwirtschaftliche Effekte (bspw. Investitionen in neue Fertigungstechnologien/Ausgaben für Beratungsdienstleistungen;

Güterpreiseffekte bei Einführung neuer Fertigungstechnologien,)

WICHTIG: Quelle transparent machen

Kosten für die Entwicklung der Norm:

- Normen werden von betroffenen Akteuren ehrenamtlich in Normungsausschüssen erarbeitet; direkte Kosten für die Entwicklung der Norm (Staat, Unternehmen, Zivilgesellschaft) sind daher als marginal einzuschätzen und können für die Modellierung als „keine Mehrkosten“ angegeben werden.

Weitere Kosten:

- Insgesamt kann angenommen werden, dass RC-Beton nur dann genutzt bzw. hergestellt wird, wenn keine Mehrkosten gegenüber Beton aus Primärmaterial entstehen.
- **Bauherrn** (private, Investoren und öff. Hand): Die Herstellungskosten von RC-Betonen und Normalbetonen sind vergleichbar (Mettke (a), 2010). Daher keine Mehrkosten abzusehen.
- **Abbruchunternehmen** (VGR-Gütergruppen: Entsorgungsdienstleistungen bzw. Sekundärrohstoffe): Sofern Abbruch bereits nach gültigen Normen geschieht, entsteht kein zusätzlicher Aufwand. In der Praxis wird es zu einem Mehraufwand kommen, dieser wird aber durch verringerte Entsorgungs- und Verwertungskosten kompensiert (Mettke (b), 2010). Mehrkosten für Abbruchunternehmen sind daher nicht abzusehen.
- **Recyclingunternehmen**: Die Nachfrage nach hochwertigem Inputmaterial für die RC-Betonherstellung steigt. Annahme für die Modellierung: Zunächst entsteht ein Mehraufwand durch zusätzliche Arbeit und ggf. Investitionen in Technologie; dieser wird aber durch die steigende Nachfrage kompensiert, d.h. keine Mehrkosten.
- Dasselbe gilt für die **Hersteller von RC-Beton** und Fertigteilen (Glasgewerbe, Herstellung von Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden) (Mettke (a), 2010).
- **Architekten und Baugewerbe**: RC-Beton unterscheidet sich in der Verarbeitung grundsätzlich nicht von Beton aus Primärmaterial. Der Einsatz ist beschränkt (z.B. kein Spannbeton). Durch Normung werden die entstehenden Informationskosten über die Nutzungsmöglichkeiten minimiert. Daher auch hier: Keine zusätzlichen Kosten abzusehen.
- **Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden**: Nachfrage nach Primärbaustoffen verringert sich, d.h. negative wirtschaftliche Effekte sind zu erwarten (Rückgang der Nachfrage nach Primärbaustoffen gegenüber BAU).

5. a) Verändert sich die Höhe der Nachfrage nach einer Gütergruppe (wenn ja, welche)?

b) Verändert sich die Struktur der Gütergruppe?

Hier quantitative Angaben, in Prozent, EUR und Mengen;

WICHTIG: Quelle transparent machen

Beton besteht aus Zement, Wasser und Zuschlagstoffen (Sand/Kies/Naturstein). Letztere werden bei RC-Beton zu einem gewissen Prozentsatz durch Betonabbruch ersetzt. Die jeweiligen Anteile variieren je nach Anwendungsfall und Anforderungen an den Beton (bspw. Druckfestigkeit, Fließfähigkeit).

Zu a): Die Nachfrage nach Sand und Kies verringert sich gegenüber dem BAU-Szenario.

Zu b): Die Struktur der Vorleistungen im Baugewerbe verändert sich (geringerer Anteil Primärmaterial, steigender Anteil Sekundärmaterial). Hierbei kommt es allerdings darauf an, wie die Gütergruppe im Modell aufgelöst ist:

- Wenn der Hochbau einzeln ausgewiesen ist, trifft die Aussage unter b) vollständig zu.
- Wird der gesamte Bausektor betrachtet (incl. Tiefbau) werden RC-Baustoffe nur unterschiedlich eingesetzt: Es wird heute bereits fast der gesamte Abbruch wieder eingebaut; dies ist in der Regel jedoch downcycling (z.B. Verfüllung, Straßenunterbau etc.). Es geht weniger darum, Primärmaterial zu ersetzen, sondern um die Entsorgung von Abbruch. Durch das Instrument würde dann nicht mehr RC-Material genutzt, sondern das RC-Material würde nun zum Teil hochwertiger genutzt. D.h. es würde Primärmaterial ersetzen.

Um die Effekte des Instruments (die Substitution von primären Baumaterialien durch Sekundärmaterial) abzuschätzen, müssen daher Annahmen getroffen werden über:

1. Annahmen über die Nutzung von Sand/Kies/Natursteinen für die Herstellung von Beton:

- Beton besteht aus Zement (aus gebranntem Kalkstein/Ton/Sand und Eisenerz) und Zuschlagsstoffen, v.a. Sand und Kies. Bei RC-Beton wird *ein Teil der Zuschlagsstoffe* durch RC-Material ersetzt. Nach DIN EN 206-1 dürfen in RC-Beton 25 bis 45% der Zuschlagstoffe aus RC-Material bestehen.
- Im Jahr 2010 wurden 229 Mio. t. Sand und Kies in Deutschland gewonnen. Weil Baustoffe transportsensitiv sind (d.h. dass sich Transportkosten besonders stark auf den Preis auswirken) kann angenommen werden, dass kein wesentlicher Import von Sand und Kies stattgefunden hat (BGR, 2013, S. 44). Von den 229 Mio. t. wurden 44,8% für die Herstellung von Beton verwendet. Dies entspricht ca. 103 Mio. t. (Schwarz Copp (b), Drescher, Gornig, & Blazejczak, 2013, S. 10).

2. Im Jahr 2010 wurden 215 Mio. t Naturstein in Deutschland gewonnen. Davon wurden 14,4% für die Betonherstellung verwendet. Dies entspricht ca. 31 Mio. t. (Schwarz Copp (b), Drescher, Gornig, & Blazejczak, 2013, S. 10). **Annahmen über das Substitutionspotential**

- Es gibt Gebäude aus RC-Beton mit 100% recycelten Zuschlagsstoffen. Dies sind aber noch Leuchtturmprojekte.
- Je nach Verwendungszweck darf in Deutschland bis zu 45% der Gesteinskörnungen aus RC-Material bestehen. 45% der 103 Mio. t Sand und Kies entsprechen 46,35 Mio. t an theoretischem Substitutionspotential in der Verwendung/Nachfrage.

- Einschränkung: Die Nutzung von RC-Material in Spannbeton und Spezialbetonen ist nicht zulässig.
- In der Schweiz werden 7% der Beton-Nachfrage durch RC-Beton gedeckt (Knappe, 2014). Das bedeutet aber nicht, dass auch 7% der Zuschlagstoffe aus Recyclingmaterial bestehen, sondern dass bei 7% der Beton-Nachfrage mehr als 25% der Zuschlagstoffe aus Recyclingmaterial bestehen. Laut SN EN 206-1:2000 ist RC-Beton als Beton definiert, dessen Gehalt an Gesteinskörnung zu mindestens 25% aus Betongranulat und/oder Mischabbruchgranulat besteht.

3. Annahmen über das Angebot an Ausgangsmaterial - Basis: (Statistisches Bundesamt (d), 2014)

- Für die Herstellung von RC-Beton ist vor allem reiner Betonabbruch geeignet; anderes Abbruchmaterial (Gemische aus Beton, Ziegeln u.a.) kommt nur bedingt infrage.
- Die lokale Verfügbarkeit von geeignetem, d.h. sortenreinem Betonabbruch ist ein limitierender Faktor des Einsatzes von RC-Beton.
- Im Jahr 2011 gelangten ca. 22,7 Mio. t reine Betonabfälle (Europäischen Abfallverzeichnis: 170101) als Input in Entsorgungsanlagen (Statistisches Bundesamt (d), 2014).
- Das entspricht einem angebotsseitigen theoretischen Substitutionspotential von ca. 23 Prozent der 103 Mio t. Sand und Kies, die derzeit für die Herstellung von Beton genutzt werden.
- Der limitierende Faktor dabei ist die lokale Verfügbarkeit geeigneter RC-Baustoffe. Der Transport von Abbruch über lange Strecken ist ökonomisch und ökologisch fragwürdig; eine flächendeckende lokale Verfügbarkeit kann demnach nicht als gegeben angenommen werden.
- Unter diesen Voraussetzungen ist der Vorschlag für die Modellierung, dass 10 % des Bedarfs an Sand & Kies für die Herstellung von Beton (10% von 103 Mio t Input = 10,3 Mio t.) eingespart werden.

Sonstiges:

- Für Normung bedeutet das, dass Gebäude aus 100% RC-Beton (sofern die Normen für den Einsatz von RC-Material in Beton entsprechend überarbeitet würden) nicht flächendeckend realisiert werden könnten.
- Ein möglicher weiterer Effekt ist, dass Betonabbruch nicht mehr im Straßenbau verwendet wird. In wie weit dann die Nachfrage nach Primärmaterial ansteigt, darüber können keine Aussagen getroffen werden. Allerdings ist anzunehmen, dass ein Großteil der Bauabfälle im Straßenbau zusätzlich verwendet (=entsorgt) werden. Deshalb ist hier auch kein Effekt auf die Nutzung von Primärmaterial anzunehmen.
- Die schlechteren Baustoffeigenschaften von rezyklierten Gesteinskörnungen gegenüber natürlichen Körnungen werden in einigen Rezepturen durch eine erhöhte Zementzugabe oder durch den Einsatz anderer Zusatzstoffe wie z.B. Verflüssiger

<p>erfordern (Weimann, Matyschik, Adam, Schulz, Linß, & Müller, 2013).</p> <ul style="list-style-type: none"> - Während RC-Beton möglicherweise sogar mit höheren THG-Emissionen einhergeht (Brechen des Alt-Betons), kommt es zu einer Verringerung des Landverbrauchs.
<p>6. Sind die Effekte (Volumen, Struktur) in Frage 5 einmalig, linear, verschärfend? Jahr der Einführung und weitere Entwicklung (bspw. Einmaleffekt, jährliche Verschärfung um ## Prozent, etc.)</p>
<p>7. Zeitlicher Entwicklungspfad der Kosten</p>

Quellen:

(BGR, 2013), (Bundesverband Baustoffe - Steine und Erden e.V., 2013), (Hoffmann & Jacobs, 2009), (Knappe, 2014), (Mettke (a), 2010), (Mettke (b), 2010), (Schwarzkoop (b), Drescher, Gornig, & Blazejczak, 2013), (Statistisches Bundesamt (d), 2014), (Weimann, Matyschik, Adam, Schulz, Linß, & Müller, 2013)

AP3-Fragebogen zur Parametrisierung der Analysen: Kompakte kommunale Infrastrukturen (Handlungspotenziale und Gestaltungsmöglichkeiten der Kommunen)

Quelle/Titel der Analyse: Handlungspotenziale und Gestaltungsmöglichkeiten der Kommunen (Kurzanalyse 7)

Ansprechpartner/Bearbeiter: Stefan Werland

<p>1. Beschreibung des Instruments > d.h. auf welchen Annahmen über das Instrument beruht die nachfolgende Abschätzung? (z.B. Annahme, dass die in der Kurzanalyse vorgeschlagene Weiterentwicklung des Instruments zu XY umgesetzt wird)</p>
<p>Name des betrachteten Instruments: Bedarfsnachweise für die Ausweisung von Siedlungs- und Gewerbegebieten in der kommunalen Planung</p> <p>In der Analyse werden Instrumente analysiert, die auf eine Vermeidung von Zersiedlung zielen. Ziel des Instruments: Kommunen orientieren sich bei der Raumplanung und der Wirtschaftsförderung (Ausweisung von Siedlungs- und Gewerbegebieten) an einer möglichst kompakten Siedlungsstruktur. Die Neuausweisung von Siedlungs- und Gewerbegebieten wird an den Nachweis eines entsprechenden Bedarfs geknüpft, der nicht durch die Nutzung von Flächen im bestehenden Siedlungsraum gedeckt werden kann.</p>
<p>2. Wer ist Adressat des Instruments? (zu detaillierten Sektoren siehe Wirtschaftszweige VGR Klassifikation im Anhang)</p>
<p>○ Kommunen (→ VGR-Klassifikation Dienstleistungen der öffentlichen Verwaltung,</p>

Verteidigung, Sozialversicherung)
<p>3. Was sind die zu erwartenden Verhaltensänderungen des Adressaten? Vorleistung (Gütergruppen VGR Klassifikation, Anhang), Konsumausgaben, Investitionen...</p>
<p>Kommunen weisen weniger Flächen für Bau- und Industriegebiete aus und stärken die Innenentwicklung. Dadurch werden weniger Baustoffe für Infrastrukturen benötigt. Die <u>Investitionen der Kommunen</u> für den Neubau von Gemeindestraßen verringern sich.</p> <p>Investitionen in den Infrastruktur-Bestand (Erhalt und Sanierung) ändern sich nicht (hier könnten sich möglicherweise indirekte Effekte aus dem frei werdenden Budget ergeben, wenn die Mittel für den Erhalt der bestehenden Infrastruktur genutzt werden).</p>
<p>4. Welche Kosten entstehen für die Adressaten? vgl. Frage 2: Sektoren, Staat, Privathaushalte/Konsumenten, außenwirtschaftliche Effekte (bspw. Investitionen in neue Fertigungstechnologien/Ausgaben für Beratungsdienstleistungen; Güterpreiseffekte bei Einführung neuer Fertigungstechnologien,) <u>WICHTIG</u>: Quelle transparent machen</p>
<ul style="list-style-type: none"> ○ <i>Eigene Abschätzung</i>: Je nach Ausgestaltung entstehen den Kommunen geringe zusätzliche Kosten für administrativen Aufwand (Leerstandskataster, Etablierung eines Flächenhandels-Systems). Diese werden aber durch verminderte Aufwendungen für Bau und Erhalt von Infrastruktur absehbar überkompensiert. ○ <i>Eigene Abschätzung</i>: Möglicherweise entgehen einzelnen Kommunen Steuereinnahmen aus zusätzlichen Unternehmensansiedlungen und einem verringerten Zuzug von Einwohnern. Diese Effekte sind aber einzelfallabhängig und nicht zu verallgemeinern. Sofern angenommen wird, dass sich keine Unternehmen und Einwohner aus dem Ausland ansiedeln oder diese ins Ausland abwandern, handelt es sich um eine Verteilungswirkung zwischen Gemeinden <u>ohne außenwirtschaftliche Effekte</u>. Gesamtwirtschaftlich ergäbe sich dann kein Effekt. ○ Indirekt betroffen ist das Baugewerbe (Bauarbeiten). Hier ist von einem Rückgang der Aufträge für den Neubau von Straßen auszugehen. Dieser ist aber nicht proportional, weil bei Erhaltungsmaßnahmen bestehender Infrastruktur ein Investitionsrückstand besteht (KfW-Kommunalpanel 2014:31). Ein Teil der frei werdenden Mittel der Kommunen könnte für zusätzliche Sanierungs- und Erhaltungsmaßnahmen eingesetzt werden. Vorschlag für die Modellierung (<i>sofern für die Modellierung relevant; eigene Abschätzung</i>): 20% der frei werdenden Mittel werden für Erhaltungs- und Sanierungsmaßnahmen in der Infrastruktur genutzt.
<p>5. a) Verändert sich die Höhe der Nachfrage nach einer Gütergruppe (wenn ja, welche)? b) Verändert sich die Struktur der Gütergruppe? Hier quantitative Angaben, in Prozent, EUR und Mengen; <u>WICHTIG</u>: Quelle transparent machen</p>
<p>Die Nachfrage nach den folgenden Gütergruppen verringert sich (VGR):</p>

- **Erze**
- **Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse**
- **Bauarbeiten**
- Annahme für die Modellierung (Schätzung): Der Neubau von Gemeindestraßen halbiert sich gegenüber dem BAU.
 - Das difu-Institut schätzt den **kommunalen Investitionsbedarf** für die Jahre 2006 bis 2020 für den Erweiterungsbedarf im Straßenbau auf insgesamt 24 Mrd. Euro.²⁹ Dies entspricht durchschnittlich **1,7 Mrd. Euro pro Jahr**. Der Bedarf konzentriert sich weitgehend auf Erschließungsmaßnahmen.
 - Der Neubau von Gemeindestraßen ist in der amtlichen Statistik nicht ausgewiesen.
 - Schätzungen zu Gemeindestraßen finden sich in einer Publikation des WI aus MaRes³⁰:
 - Insgesamt beträgt die Länge des Gemeindestraßennetzes in Deutschland rund 460.000km (2009) (S. 6).
 - Das WI schätzt den jährlichen Zubau von Gemeindestraßen auf 1.500km (2009).
 - Damit verbunden ist ein Aufwand von 12,6 Mio Tonnen Baumaterial.
 - Eine Darstellung des Materialbestands in unterschiedlichen Straßenarten (u.a.) Gemeindestraßen findet sich auf S. 12 (hier im Anhang).
 - Dabei wird davon ausgegangen, dass für Gemeindestraßen keine Ingenieurbauwerke (Brücken, Tunnel) benötigt werden.
 - Mit dem Neubau von Straßen ist auch ein Neubau von Kanalisation verbunden. Der jährliche Neubau von Kanalisation im Zeitraum 2000-2009 lag bei ca. 10.500 km. Dazu wurden 13.550.000t Material genutzt. Das entspricht einem Materialaufwand von ca. 1.300 t pro km (S. 97).
 - Hauptsächlich werden mineralische Baustoffe (v.a. Sand und Kies für die Bettung der Rohre) verwendet (S. 96).
 - Wenn man davon ausgeht, dass die Länge des Kanalisationsnetzes proportional zur Länge der Gemeindestraßen wächst (1500 km) entspricht das einem Aufwand von 1.935.714 t.

	BAU	Annahmen für die Modellierung
Investitionen für den Neubau von Gemeindestraßen (Euro)	1,7 Mrd.	0,85 Mrd.
Jährlicher Neubau an Gemeindestraßen	1500 km (2009, Schätzung WI)	750 km

²⁹ Siehe (Deutsches Institut für Urbanistik, 2008).

³⁰ Siehe (Steger, Fekkak, & Bringezu, 2011).

	Materialaufwand für den Neubau Gemeindestraßen pro Jahr (t)	12,6 Mio (Schätzung WI)	6,3 Mio
	Materialaufwand für den Neubau von Kanalisation pro Jahr (t)	1.935.714	967.857
6. Sind die Effekte (Volumen, Struktur) in Frage 5 einmalig, linear, verschärfend?			
Jahr der Einführung und weitere Entwicklung (bspw. Einmaleffekt, jährliche Verschärfung um ## Prozent, etc.)			
Der Effekt wird konstant sein. Die Bauleistungen werden nicht nur in einem auslösenden Jahr um 50% reduziert werden, sondern dieser Effekt wird auch in den Folgejahren relevant sein.			
7. Zeitlicher Entwicklungspfad der Kosten			

Anhang

Material (1.000 t)	BAB	BS	LS	KS	GS	Summe
Anteil am Gesamtnetz (km)	12.531	40.711	86.597	91.520	460.000	691.359
Gesteinsmehl (Füller)	16.310	20.186	24.923	22.828	59.026	143.272
Edelbrechsand	22.562	37.500	51.045	46.754	123.635	281.497
Edelsplitt	136.189	173.946	263.574	241.417	490.124	1.305.251
bituminöse Bindemittel	6.064	10.466	16.748	15.340	34.030	82.648
hydraulische Bindemittel	13.829	0	0	0	5.907	19.736
Sand	158.010	174.759	338.525	277.944	1.341.720	2.290.957
Kies	198.144	212.465	416.532	342.254	1.293.711	2.463.106
Schotter	0	0	44.489	40.749	554.576	639.814
Summe Oberbau	551.108	629.322	1.155.836	987.286	3.902.729	7.226.281

Tabelle 7: Materialbestand Straßennetz in Deutschland

Quelle: Eigene Berechnungen auf Grundlage von Ulbricht (2006)

AP3-Fragebogen zur Parametrisierung der Analysen: Mobile Rücknahmesysteme (Politikinstrumente zur Umsetzung von Rücknahmesystemen im Bereich Elektroaltgeräte)

Quelle/Titel der Analyse: Politikinstrumente zur Umsetzung von Rücknahmesystemen im Bereich Elektroaltgeräte (Kurzanalyse 13)

Ansprechpartner/Bearbeiter: Martin Hirschnitz-Gabers, Anne Lambert (ecologic); Henning Wilts, Nadja von Gries (WI)

1. Beschreibung des Instruments > d.h. auf welchen Annahmen über das Instrument beruht die nachfolgende Abschätzung? (z.B. Annahme, dass die in der Kurzanalyse vorgeschlagene

Weiterentwicklung des Instruments zu XY umgesetzt wird)
Für die konkrete Modellierung wird angenommen, dass die in der Kurzanalyse beschriebene Option eines Sammelmobils für Elektroaltgeräte bundesweit eingeführt wird, wodurch sich die Wiederverwendungsquote von aktuell durchschnittlich 1% auf die in Herford erzielten 5% erhöht.
2. Wer ist Adressat des Instruments? (zu detaillierten Sektoren siehe Wirtschaftszweige VGR Klassifikation im Anhang)
Öffentlich-rechtliche Entsorgungsträger oder beauftragte Unternehmen/Einrichtungen zur Sammlung von Elektroaltgeräten; Privathaushalte, die ihre Altgeräte dort abzugeben haben
3. Was sind die zu erwartenden Verhaltensänderungen des Adressaten? Vorleistung (Gütergruppen VGR Klassifikation, Anhang), Konsumausgaben, Investitionen...
Entsorgungsträger: Steigerung der Wiederverwendungsrate von Elektroaltgeräten um 500% (Steigerung der Rate von 1% auf 5%) Haushalte: Reduktion der Fahrten zu Sammelstellen um 80%; Senkung der über den Restmüll entsorgten Elektrokleingeräte um 50%
4. Welche Kosten entstehen für die Adressaten? vgl. Frage 2: Sektoren, Staat, Privathaushalte/Konsumenten, außenwirtschaftliche Effekte (bspw. Investitionen in neue Fertigungstechnologien/Ausgaben für Beratungsdienstleistungen; Güterpreiseffekte bei Einführung neuer Fertigungstechnologien,) <u>WICHTIG</u> : Quelle transparent machen
Laufende Kosten zwischen 17-24 Cent pro Einwohner, einmalige Investition von ca. 50.000 Euro pro Sammelfahrzeug (LKW) (Angaben der Recyclingbörse Herford) Dem stehen zusätzliche Einnahmen durch den Verkauf zusätzlicher Second Hand Geräte gegenüber, so dass sich das System insgesamt „knapp rechnet“.
5. a) Verändert sich die Höhe der Nachfrage nach einer Gütergruppe (wenn ja, welche)? b) Verändert sich die Struktur der Gütergruppe (wenn ja, wie)? Hier quantitative Angaben, in Prozent, EUR und Mengen; <u>WICHTIG</u> : Quelle transparent machen
Anstieg der Nachfrage nach Reparaturdienstleistungen für Elektronikgeräte um 100%, ausgehend von einer Marktgröße von 2 Mrd. Euro in 2012. ³¹
6. Sind die Effekte (Volumen, Struktur) in Frage 5 einmalig, linear, verschärfend?

³¹ <http://www.reparatur-revolution.de/studie/Reparaturpolitik-in-Deutschland-2014.pdf>

Jahr der Einführung und weitere Entwicklung (bspw. Einmaleffekt, jährliche Verschärfung um ## Prozent, etc.)
Linear
7. Zeitlicher Entwicklungspfad der Kosten <ul style="list-style-type: none"> - Einmaleffekt - linear - verschärfend
Wie beschrieben: einmalige Investitionskosten, lineare Personalaufwendungen

AP3-Fragebogen zur Parametrisierung der Analysen: Rohstoffpartnerschaften im Rahmen der Rohstoffstrategie der Bundesregierung

Quelle/Titel der Analyse: Rohstoffpartnerschaften im Rahmen der Rohstoffstrategie der Bundesregierung (Kurzanalyse 2)

Ansprechpartner/Bearbeiter: Claire Range, ffu

1. Beschreibung des Instruments > d.h. auf welchen Annahmen über das Instrument beruht die nachfolgende Abschätzung? (z.B. Annahme, dass die in der Kurzanalyse vorgeschlagene Weiterentwicklung des Instruments zu XY umgesetzt wird)
<p>Für die Modellierung wird von der Annahme ausgegangen, dass in einem künftigen Rohstoffabkommen Umweltvorgaben (Umweltstandards, Kapazitätsentwicklung, Informationspflichten – verpflichtend – in Partnerländern) verbindlich geregelt werden.</p> <p>Insbesondere wird angenommen, dass die europäischen Umweltstandards auf alle Kupferminen in Ländern angewandt werden, aus denen Deutschland Kupfer importiert, und dass diese Standards auch für andere Handelspartner der Länder gelten. Die Rohstoffabkommen mit solchen verbindlichen Umweltvorgaben werden im Laufe der nächsten 10 Jahre sukzessive abgeschlossen.</p> <p>Kupfer ist hier als Beispiel gewählt, um im Folgenden die Wirkungen zu quantifizieren. Eine Ausweitung auf andere Rohstoffe ist aber ohne weiteres denkbar.</p> <p>(Die in der Kurzanalyse darüber hinaus betrachteten Optionen der freiwilligen Informationspflichten sowie ein EU- und globales Rohstoffabkommen werden nicht betrachtet. Ebenfalls nicht betrachtet werden andere Rohstoffe).</p>
2. Wer ist Adressat des Instruments?

(zu detaillierten Sektoren siehe Wirtschaftszweige VGR Klassifikation im Anhang)
Rohstoffextrahierende Länder im Ausland und die dort ansässigen Kupferproduzenten.
3. Was sind die zu erwartenden Verhaltensänderungen des Adressaten? Vorleistung (Gütergruppen VGR Klassifikation, Anhang), Konsumausgaben, Investitionen...
<p>Umweltstandards</p> <p>Regierung der Partnerländer würde verpflichtende Umweltstandards für die Rohstoffförderung, -aufbereitung und -verarbeitung entwickeln und durchsetzen.</p> <p>Heimische wie auch sonstige in dem Partnerland aktive Unternehmen müssten Umweltstandards anwenden.</p> <p>Kapazitätsentwicklung</p> <p>Deutsche Entwicklungsorganisationen betreiben umweltbezogenes capacity building in Verbindung mit Technologietransfer, um Implementationsdefizite zu vermeiden. Verwaltungen auf Seiten der Partnerländer werden mit den notwendigen Kapazitäten für die Vollzugskontrolle von Umweltstandards ausgestattet und setzen diese bei der Vollzugskontrolle und beim Monitoring ein.</p> <p>Die Kosten der Einführung und der Überwachung der Umweltstandards werden mit Mitteln der Entwicklungszusammenarbeit (teilweise) kompensiert.</p>
4. Welche Kosten entstehen für die Adressaten? vgl. Frage 2: Sektoren, Staat, Privathaushalte/Konsumenten, außenwirtschaftliche Effekte (bspw. Investitionen in neue Fertigungstechnologien/Ausgaben für Beratungsdienstleistungen; Güterpreiseffekte bei Einführung neuer Fertigungstechnologien,) <u>WICHTIG:</u> Quelle transparent machen
<p>Umweltstandards</p> <p>Kupferabbau und Bearbeitung ist mit vielen unterschiedlichen Umwelteinwirkungen verbunden. Diese betreffen Landnutzung, Emissionen in Luft (v.a. SO₂), Wasser und Böden und müssen minimiert werden. Nachdem Minen erschöpft sind, fallen Renaturierungsmaßnahmen an. Zur Einhaltung von Umweltstandards werden in Europa bei der Anlagenzulassung Auflagen zu Emissionsobergrenzen erteilt und ggf. bestimmte Technologien vorgeschrieben. Zusätzlich werden Überwachungsmaßnahmen getätigt und Umweltmanagementsysteme in den Unternehmen eingeführt.</p> <p>Die Kosten für die Einhaltung dieser technischen, regulatorischen und organisatorischen Maßnahmen sind in hohem Maße kontextabhängig (geografische Bedingungen, geologische Bedingungen, usw.).</p>

Um einen sinnvollen Durchschnitt der entstehenden Kosten für die Partnerländer anzunehmen, die von europäischen Umweltstandards im Kupferbergbau ausgehen, gehen wir von den Ausgaben für Umweltschutz im Sektor Bergbau aus, wie sie von Eurostat erhoben und publiziert werden

(http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Environmental_protection_expenditure#Environmental_protection_expenditure_by_industry). Die Umweltausgaben werden in den Eurostaterhebungen in Bezug zu der Wertschöpfung des Sektors gesetzt. Europaweit variieren diese Anteile erheblich. Der höchste Wert liegt bei knapp 3% und betrifft den Bergbau in Polen. Polen ist zugleich der mit Abstand größte Kupferproduzent in Europa, sodass davon ausgegangen wird, dass die Mehrkosten durch Umweltschutz maximal 3% betragen.

Dieser Wert berücksichtigt nicht, dass es auch integrierte und kostensparende Technologien speziell im Kupferbergbau gibt. Weiterhin zeigen Untersuchungen zum Handel und zum Investitionsverhalten von Bergbaufirmen, dass Umweltschutzaufgaben entweder keine messbare Wirkung haben, oder aber dass Unternehmen die Präferenz haben, in Regionen mit hohen Umweltschutzaufgaben zu investieren (z.B. (Tole & Koop, 2009)). Die „Pollution haven“ Hypothese gilt als widerlegt ((Jänicke & Jacob, 2004) m.w.N.).

Insofern sind die 3% zusätzlichen Kosten eine eher hohe Annahme.

Weiterhin gibt es auch außerhalb Europas Umweltschutzaufgaben. So werden die Ausgaben für Umweltschutz im weltweit größten Kupferproduzenten Chile mit gut 1,5% gemessen an der Wertschöpfung beziffert (OECD Umweltprüfbericht Chile 2005). In den USA, einem weiteren bedeutenden Kupferproduzenten, dürften die Umweltauflagen in etwa mit den europäischen vergleichbar sein. Weltweit sind die Ausgaben für Umweltschutz im Bergbau nicht verfügbar. In afrikanischen Ländern (z.B. Sambia) dürften die Standards niedriger sein.

Wir gehen daher davon aus, dass die Einhaltung der europäischen Umweltstandards den Preis von Kupfer um 2% erhöhen würde.

Kapazitätsentwicklung

Die Regierungen in den Partnerländern haben mit der Einführung der europäischen Umweltstandards Mehrkosten, sei es durch Bereitstellung der notwendigen administrativen Kapazitäten oder auch den politischen Kosten bei der Durchsetzung der Standards gegenüber den betroffenen Interessengruppen.

Wir gehen davon aus, dass die dafür notwendigen Kapazitäten im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit mit kupferexportierenden Ländern geschaffen werden können und sollten.

AP3-Fragebogen zur Parametrisierung der Analysen: Prüfung der bestehenden Beratungsangebote für Exportförderung hinsichtlich der Berücksichtigung von RE-Technologien

Quelle/Titel der Analyse: Prüfung der bestehenden Beratungsangebote für Exportförderung hinsichtlich der Berücksichtigung von RE-Technologien (Kurzanalyse 8)

Ansprechpartner/Bearbeiter: Claire Range, ffu

<p>1. Beschreibung des Instruments > d.h. auf welchen Annahmen über das Instrument beruht die nachfolgende Abschätzung? (z.B. Annahme, dass die in der Kurzanalyse vorgeschlagene Weiterentwicklung des Instruments zu XY umgesetzt wird)</p>
<p>Abschätzung beruht auf der Annahme, dass das in der Kurzanalyse vorgeschlagene Instrument „Aufbau einer Exportinitiative Ressourceneffizienz“ umgesetzt wird. Die Ausgestaltung dieser Exportinitiative soll an die Ausgestaltung der Exportinitiativen „Energieeffizienz“ und „Erneuerbare Energien“ angelehnt sein und folgende Elemente enthalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Informationsveranstaltungen - Länderberichte - Beratung - Kontaktanbahnung (wie AHK-Geschäftsreisenprogramm) - Marketing- und Vertriebsunterstützung - Risikoabsicherung
<p>2. Wer ist Adressat des Instruments? (zu detaillierten Sektoren siehe Wirtschaftszweige VGR Klassifikation im Anhang)</p>
<p>Der Staat müsste das Instrument umsetzen. Adressaten des Instrumentes sind die Unternehmen, welche im Umwelttechnologieatlas 3.0³² in den beiden Leitmärkten „Materialeffizienz“ und „Kreislaufwirtschaft“ geführt werden. Da in der Publikation nicht gekennzeichnet wird, aus welchen Sektoren sich diese Leitmärkte zusammensetzen, ist eine eindeutige Zuordnung nicht möglich. Für die Gesamtheit des globalen Marktes „Umwelt- und Ressourceneffizienz“ (1.930 Mrd. Euro im Jahr 2011), der alle sechs Leitmärkte umfasst, wird angegeben, dass 17% des Umsatzes von Unternehmen der Elektroindustrie, 15% von Maschinenbauunternehmen, 8% von Unternehmen der Chemie- und 2% von Unternehmen der Automobilindustrie erwirtschaftet werden. Für die restlichen 58% des Umsatzes werden keine Angaben gemacht (ebd. S. 40).</p> <p>Im Umwelttechnologieatlas 2.0³³ (der Vorgängerpublikation, 2009) wird die Branchenherkunft der in der Umwelttechnik diversifizierten Unternehmen angegeben: Maschinenbau 21,6%, Baugewerbe 16,7%, Energieversorgung 11%, Chemische Industrie 6,5%, Herstellung von</p>

³²Siehe (BMU (b), 2012).

³³ Siehe (BMU, 2009).

<p>Metallerzeugnissen 6,5% (S. 32). Für die restlichen 37,8% der Unternehmen werden keine Angaben gemacht.</p> <p>Im Jahr 2010 wurden 57% des Marktvolumens des Leitmarktes Rohstoff- und Materialeffizienz (Marktvolumen insgesamt 19 Mrd. Euro) und 77% des Leitmarktes Kreislaufwirtschaft (Marktvolumen insgesamt 16 Mrd. Euro) durch Dienstleistungen erwirtschaftet (dazu wurden Forschung und Entwicklung; Technische Planung, Beratung und Prüfung; Bereitstellung von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen; Logistik und Vertrieb, Betrieb und Wartung; Entsorgung und Recycling; Beratung; Projektentwicklung; Contracting; Innovative Geschäftsmodelle und Forschung gerechnet). 43% des Leitmarktes Rohstoff- und Materialeffizienz und 23% des Marktvolumens des Leitmarktes Kreislaufwirtschaft wurden durch Produktion und Anlagenbau erwirtschaftet. (BMU (b), 2012, S. 41ff.)</p>
<p>3. Was sind die zu erwartenden Verhaltensänderungen des Adressaten? Vorleistung (Gütergruppen VGR Klassifikation, Anhang), Konsumausgaben, Investitionen...</p>
<p>Es ist zu erwarten, dass durch die Umsetzung des Instrumentes mehr Unternehmen aus den Leitmärkten „Materialeffizienz“ und „Kreislaufwirtschaft“ Zugang zu Exportaktivitäten erhalten. Insbesondere für KMU würden die dazu notwendigen Informationen leichter zugänglich. Zusätzlich könnte die Aufmerksamkeit für bereits erfolgreiche Programme für Kontaktabbau erhöht werden. Marketing- und Vertriebsunterstützung und Risikoabsicherung könnten den Einstieg ins Exportgeschäft ebenfalls erleichtern und könnten auch bereits im Ausland aktiven Unternehmen zugutekommen.</p>
<p>4. Welche Kosten entstehen für die Adressaten? vgl. Frage 2: Sektoren, Staat, Privathaushalte/Konsumenten, außenwirtschaftliche Effekte (bspw. Investitionen in neue Fertigungstechnologien/Ausgaben für Beratungsdienstleistungen; Güterpreiseffekte bei Einführung neuer Fertigungstechnologien,) <u>WICHTIG:</u> Quelle transparent machen</p>
<p>Kosten entstehen in erster Linie für die staatlichen Institutionen, die das Instrument umsetzen. Für die Kostenabschätzung wird auf die Kosten der vergleichbaren Exportinitiativen „Erneuerbare Energien“ und „Energieeffizienz“ zurückgegriffen (im Anhang aufgeführt)³⁴. Je nach Ausgestaltung der Exportinitiative Ressourceneffizienz ist mit circa vier bis zehn Millionen Euro pro Jahr zu rechnen.</p>
<p>5. a) Verändert sich die Höhe der Nachfrage nach einer Gütergruppe (wenn ja, welche)? b) Verändert sich die Struktur der Gütergruppe (wenn ja, wie)? Hier quantitative Angaben, in Prozent, EUR und Mengen; <u>WICHTIG:</u> Quelle transparent machen</p>
<p>Leider liegen keine Daten vor, die eine Abschätzung der Höhe der erwarteten Wirkungen des Instrumentes auf die Höhe der Nachfrage nach einer Gütergruppe erlauben. Aus den</p>

³⁴ Siehe (Deutscher Bundestag, 2013).

Evaluationen der Exportinitiativen „Erneuerbare Energien“ und „Energieeffizienz“ ist erkennbar, dass diese Initiativen eine positive Wirkung auf die Auslandsumsätze der teilnehmenden Unternehmen hatten³⁵, diese Wirkung wurde aber nicht quantifiziert. Eine positive Wirkung wäre im Fall der Einführung einer „Exportinitiative Ressourceneffizienz“ ebenfalls zu erwarten. Die Quantifizierung der zu erwartenden Wirkung wird zusätzlich dadurch erschwert, dass es bereits eine Vielzahl von Unterstützungsinstrumenten im Bereich der Exportberatung, Informationsbereitstellung und Exportfinanzierung gibt, die in der Initiative gebündelt und evtl. durch weitere Maßnahmen ergänzt würden.

Die Evaluation der Exportinitiative „Energieeffizienz“ ergab eine Erhöhung der Exportumsätze um bis zu 50 Mio. Euro. Diese Zahl ergab sich aus der Befragung der beteiligten Unternehmen. Circa 1.100 Unternehmen nutzten die Exportinitiative, davon nahmen 306 an der für die Evaluation durchgeführten Befragung teil. Von diesen befragten Unternehmen gaben 71 (ausschließlich KMU) an, Steigerungen ihres Exportumsatzes auf Leistungen der Exportinitiative zurückführen zu können, die in Intervallen beziffert wurden. Aus den Mittelwerten der Intervalle wurden direkt zurechenbare Exportumsätze in Höhe von knapp 13 Mio. Euro (über den gesamten Zeitraum der Nutzung) errechnet. Die Verfasser der Evaluation errechneten daraus der Exportinitiative zurechenbare Exporterlöse von bis zu 50 Mio. Euro über den gesamten Förderzeitraum (Como Consult GmbH, 2013, S. 40).

Jedoch wird im Umwelttechnologieatlas 3.0 auch ohne die Einführung des Instruments bereits ein Wachstum von 7,7% für den Leitmarkt Rohstoff- und Materialeffizienz (S. 87), sowie 3,2% für den Leitmarkt Kreislaufwirtschaft (S. 113) prognostiziert.

6. Sind die Effekte (Volumen, Struktur) in Frage 5 einmalig, linear, verschärfend?

Jahr der Einführung und weitere Entwicklung (bspw. Einmaleffekt, jährliche Verschärfung um ## Prozent, etc.)

Es liegen keine Informationen über die Entwicklung der Effekte vor. Voraussichtlich wären sie entweder linear oder in den ersten Jahren leicht verschärfend durch langsames Bekanntwerden und Inanspruchnahme der Initiative durch die Unternehmen und eine Zeitverzögerung bei den Wirkungen.

7. Zeitlicher Entwicklungspfad der Kosten

- Einmaleffekt
- linear

³⁵ „Von den befragten Unternehmen machten acht konkrete Angaben über generierte Umsätze aus neuen Geschäftsabschlüssen. In der Summe sind dies 12.130.000 Euro. Diese Zahl erlaubt keine unmittelbare Hochrechnung auf die Gesamtheit der Unternehmen, die die Exportinitiative genutzt haben.“ (VDI/VDE Innovation und Technik GmbH, 2010, S. 116).

„Zum anderen darf sowohl unter Berücksichtigung der generellen Angaben zu Umsatzsteigerungen in den Jahren 2007 bis 2009 [...] als auch der deutlich höheren Umsatzsteigerungen von Unternehmen, die die Exportinitiative genutzt haben [...] davon ausgegangen werden, dass durch die Exportinitiative Umsätze generiert werden, die die Kosten der Angebote und Maßnahmen um ein Vielfaches übersteigen.“ (ebd. S. 117)

- verschärfend

Die Kosten der Einführung und Durchführung der Initiative wären voraussichtlich linear (vgl. Kostenentwicklung der anderen Exportinitiativen, Frage 4).

Anhang:

Maßnahme	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Gesamt	2010-2011
Geschäftsreiseprogramm (AHK)	0	3.587	3.910	3.508	3.079	2.699	3.329	3.547	3.450	27.109	6.997
Informationsveranstaltungen	0	635	191	150	124	116	117	56	308	1.697	364
Einkäuferreisen	0	0	0	0	278	267	355	323	75	1.298	398
Informations-/Multiplikatorenreisen	0	0	0	0	0	0	20	146	344	510	490
Messeprogramm	2.074	2.780	1.624	1.590	1.706	2.143	2.844	2.819	1.732	19.312	4.551
Aktivitäten DENA	795	1.827	639	585	342	1.174	2.234	2.577	2.236	12.409	4.813
Solardachprogramm	0	953	985	1.006	1.365	969	1.233	729	1.084	8.323	1.812
BASREC Fonds	0	2.000	1.000	1.000	1.000	0	0	0	0	5.000	0
KW Klimaschutzfonds	0	0	27	107	498	143	118	610	855	2.358	1.465
Projektentwicklungsprogramm (GIZ)	0	0	0	0	178	602	0	1.005	1.590	3.375	2.595
Projektstudienfonds	0	314	102	11	0	0	0	0	0	427	0
	2.869	12.096	8.478	7.957	8.570	8.113	10.250	11.811	11.674	81.818	23.485

Tabelle 8: Ausgaben für die Maßnahmen der „Exportinitiative Erneuerbare Energien“ seit ihrer Einführung 2003 (in Tsd. Euro)
Quelle: (Deutscher Bundestag, 2013, S. 144)

Mittelverwendung in Mio. Euro	2008	2009	2010	2011	2012
AHK-Geschäftsreisen	1,3	2,0	1,95	2,1	2,2
Infoveranstaltungen	0,3	0,28	0,25	0,2	0,25
Auslandsmessen (+ Inlandsmesse ab 2012)	1,3	1,6	1,5	0,8	0,22 (0,6)
Informationsreisen (Einkäuferreisen/ Multiplikatorenreisen)	0,3	0,8	0,75	0,45	0,65
Qualifizierung / Know-how Transfer (Piloten)	0,05	0,12	0,05	0,2	0,75
Roadshow (nicht aus Haus- haltungsmitteln der EnEff)	./.	./.	0,8	0,75	3,0 (EnEff Fonds Bundesregierung)
GSt / Koordination	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Öffentlichkeitsarbeit (Internet, Datenbanken, Wer- bemittel usw.)	0,5	0,2	0,1	0,1	0,2
Summe:	3,95	5,2	5,6	4,8	4,47 (4,8)

Tabelle 9: Kosten der Exportinitiative Energieeffizienz
Quelle: (Como Consult GmbH, 2013, S. 48)

5.3. Klassifikationen

59 Gütergruppen (ISIC Rev. 3) ³⁶		
1	1	Erzeugnisse der Landwirtschaft und Jagd
2	2	Forstwirtschaftliche Erzeugnisse und Dienstleistungen
3	5	Fische und Fischereierzeugnisse
4	10	Kohle und Torf
5	11	Erdöl, Erdgas; Dienstleistungen für Erdöl-, Erdgasgewinnung
6	12	Uran- und Thoriumerze
7	13	Erze
8	14	Steine und Erden, sonstige Bergbauerzeugnisse
9	15	Nahrungs- und Futtermittel, Getränke
10	16	Tabakerzeugnisse
11	17	Textilien
12	18	Bekleidung
13	19	Leder und Lederwaren
14	20	Holz; Holz-, Kork-, Flechtwaren (ohne Möbel)
15	21	Papier, Pappe und Waren daraus
16	22	Verlags- und Druckerzeugnisse, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger
17	23	Kokereierzeugnisse, Mineralölerzeugnisse, Spalt und Brutstoffe
18	24	Chemische Erzeugnisse
19	25	Gummi- und Kunststoffwaren
20	26	Glas, Keramik, bearbeitete Steine und Erden
21	27	Metalle und Halbzeug daraus
22	28	Metallerzeugnisse
23	29	Maschinen
24	30	Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräte und -einrichtungen
25	31	Geräte der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.ä.
26	32	Nachrichtentechnik, Rundfunk- und Fernsehgeräte, elektronische Bauelemente
27	33	Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik, Herstellung von Uhren
28	34	Kraftwagen und Kraftwagenteile
29	35	Sonstige Fahrzeuge (Wasser-, Schienen-, Luftfahrzeuge u.a.)
30	36	Möbel, Schmuck, Musikinstrumente, Sportgeräte, Spielwaren u.ä.
31	37	Sekundärrohstoffe
32	40	Energie (Strom, Gas) und Dienstleistungen der Energieversorgung
33	41	Wasser und Dienstleistungen der Wasserversorgung
34	45	Bauarbeiten
35	50	Handelsleistungen mit Kraftfahrzeugen; Reparaturen, an Kraftfahrzeugen;

³⁶ Spalte 1 in Tabelle 10 enthält eine fortlaufende Nummer; Spalte 2 beschreibt die gemäß ISIC Rev. 3 verwendete Bereichsnummer.

Tankleistungen		
36	51	Handelsvermittlungs- und Großhandelsleistungen
37	52	Einzelhandelsleistungen; Reparatur an Gebrauchsgütern
38	55	Beherbergungs- und Gaststättendienstleistungen
39	60	Landverkehrs- und Transportleistungen in Rohrfernleitungen
40	61	Schifffahrtsleistungen
41	62	Luftfahrtsleistungen
42	63	Dienstleistungen bezüglich Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr
43	64	Nachrichtenübermittlungsdienstleistungen
44	65	Dienstleistungen der Kreditinstitute
45	66	Dienstleistungen der Versicherungen (ohne Sozialversicherung)
46	67	Dienstleistungen des Kredit- und Versicherungshilfsgewerbes
47	70	Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens
48	71	Dienstleistungen der Vermietung beweglicher Sachen (ohne Personal)
49	72	Dienstleistungen der Datenverarbeitung und von Datenbanken
50	73	Forschungs- und Entwicklungsleistungen
51	74	Unternehmensbezogene Dienstleistungen
52	75	Dienstleistungen der öffentlichen Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung
53	80	Erziehungs- und Unterrichtsdienstleistungen
54	85	Dienstleistungen des Gesundheits-, Veterinär und Sozialwesens
55	90	Abwasser-, Abfallbeseitigungs- und sonstige Entsorgungsleistungen
56	91	Dienstleistungen von Interessenvertretungen, Kirchen u.ä.
57	92	Kultur-, Sport- und Unterhaltungsdienstleistungen
58	93	Sonstige Dienstleistungen
59	95	Dienstleistungen privater Haushalte

Tabelle 10: Klassifikation der Gütergruppen

35 Wirtschaftszweige (ISIC Rev. 3) ³⁷		
1	AtB	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei und und Fischzucht
2	C	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden
3	15t16	Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung
4	17t18	Textil- und Bekleidungs-gewerbe
5	19	Ledergewerbe
6	20	Holzgewerbe (ohne Herstellung von Möbeln)
7	21t22	Papier-, Verlags- und Druckgewerbe
8	23	Kokerei, Mineralölverarbeitung, Herstellung und Verarbeitung von Spalt- und Brutstoffen

³⁷ Spalte 1 in Tabelle 11 enthält eine fortlaufende Nummer; Spalte 2 beschreibt die gemäß ISIC Rev. 3 verwendete Kategoriebezeichnung.

9	24	Chemische Erzeugnisse
10	25	Gummi- und Kunststoffwaren
11	26	Glasgewerbe, Herstellung von Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden
12	27t28	Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen
13	29	Maschinenbau
14	30t33	Herstellung von Büromaschinen, Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen; Elektrotechnik, Feinmechanik und Optik, Herstellung von Geräten der Elektrizitätserzeugung, -verteilung u.Ä., Rundfunk- und Nachrichtentechnik, Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik, Optik, Herstellung von Uhren
15	34t35	Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen, sonstiger Fahrzeugbau
16	36t37	Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Sportgeräten, Spielwaren und sonstigen Erzeugnissen; Recycling
17	E	Energie- und Wasserversorgung
18	F	Baugewerbe
19	50	Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen und Gebrauchsgütern
20	51	Handelsvermittlung und Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen)
21	52	Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen und ohne Tankstellen); Reparatur von Gebrauchsgütern
22	H	Gastgewerbe
23	60	Landverkehr; Transport in Rohrfernleitungen
24	61	Schifffahrt
25	62	Luftfahrt
26	63	Hilfs- und Nebentätigkeiten für den Verkehr; Verkehrsvermittlung
27	64	Nachrichtenübermittlung
28	J	Kredit- und Versicherungsgewerbe
29	70	Grundstücks- und Wohnungswesen
30	71t74	Vermietung beweglicher Sachen ohne Bedienungspersonal Datenverarbeitung und Datenbanken Forschung und Entwicklung Erbringung von wirtschaftlichen Dienstleistungen, anderweitig nicht genannt
31	L	Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung
32	M	Erziehung und Unterricht
33	N	Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen
34	O	Erbringung von sonstigen öffentlichen und persönlichen Dienstleistungen
35	P	Private Haushalte mit Hauspersonal

Tabelle 11: Klassifikation der Wirtschaftszweige

1	Biotische Rohstoffe Tierisch (Used und Unused)
2	Biotische Rohstoffe Futtermittel (Used und Unused)
3	Biotische Rohstoffe Nahrungsmittel (Used und Unused)
4	Biotische Rohstoffe Forstwirtschaftlich (Used und Unused)
5	Biotische Rohstoffe Sonstige (Used und Unused)
6	Fossile Energieträger Kohle (Used und Unused)
7	Fossile Energieträger Gas (Used und Unused)
8	Fossile Energieträger Öl (Used und Unused)
9	Fossile Energieträger Sonstige (Used und Unused)
10	Bauminerale (Used und Unused)
11	Industrieminerale (Used und Unused)
12	Erze (Used und Unused)

Tabelle 12: Ressourcenkategorien

Lfd. Nr	Land, bzw. Region
1	Österreich
2	Belgien
3	Zypern
4	Estland
5	Finnland
6	Frankreich
7	Deutschland
8	Griechenland
9	Irland
10	Italien
11	Luxemburg
12	Malta
13	Niederlande
14	Portugal
15	Slowakei
16	Slowenien
17	Spanien
18	Bulgarien
19	Tschechien
20	Dänemark
21	Ungarn
22	Lettland
23	Litauen
24	Polen

25	Rumänien
26	Schweden
27	Vereinigtes Königreich
28	Russland
29	Türkei
30	Brasilien
31	Kanada
32	Mexiko
33	Vereinigte Staaten
34	China
35	Indien
36	Japan
37	Korea
38	Australien
39	Rest der Welt
40	Welt

Tabelle 13: Geographische Abdeckung

Abiotische Materialien	
1	Fossile Kohle
2	Fossiles Gas
3	Fossiles Öl
4	Fossile Materialien, a.n.g
5	Bauminerale
6	Industrieminerale
7	Erze

Tabelle 14: Klassifikation abiotische Materialien

Abiotische Materialien; Teilsommen und Gesamtsummen	
1	Fossiles Gas und Öl
2	Gesamtsumme fossile Materialien
3	Nichtmetallische Minerale
4	Alle abiotischen Materialien

Tabelle 15: Klassifikation abiotische Materialien, Teilsommen und Gesamtsummen

6. Quellenverzeichnis

- Ackerman, F., De Canio, S., Howarth, R., & Sheeran, K. (2009). Limitations of integrated assessment models of climate change. *Climatic Change*, 95, 297-315.
- Albrecht, S., Brandstetter, P., Fröhling, M., & Trippe, F. (2013). *Abschätzung der Ressourceneffizienzpotenziale in der Fördermaßnahme r2*. r-zwei-innovation.de. Stuttgart & Karlsruhe: Universität Stuttgart & KIT.
- BGR. (2013). *Deutschland - Rohstoffsituation 2012*. Hannover. http://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/Rohsit-2012.pdf: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR).
- Biebeler, H., & Schmitz, E. (2013). Materialeffizienzberatung - Welche Unternehmen kann sie erreichen? *Institut der deutschen Wirtschaft Köln: IW Trends(04/2013)*.
- BMU (a). (2012). *Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess): Programm zum Schutz natürlicher Ressourcen in einer ökologisch-sozialen Marktwirtschaft. Beschluss des Bundeskabinetts vom 29.2.2012*. Berlin, http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/progress_bf.pdf (6.5.2013): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).
- BMU (b). (2012). *GreenTech made in Germany 3.0. Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland*. Berlin, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU).
- BMU. (2009). *GreenTech made in Germany 2.0. Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland*. München, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU): Verlag Franz Vahlen.
- Bringezu, S., & Schütz, H. (2013). *Ziele und Indikatoren für die Umsetzung von ProgRess*. Arbeitspapier AS 1.2/1.3 im Projekt Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen Debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRess). www.ressourcenpolitik.de.
- Bringezu, S., & Schütz, H. (2014). *Indikatoren und Ziele zur Steigerung der Ressourcenproduktivität*. Arbeitspapier 1.4. im Projekt Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen Debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRess). www.ressourcenpolitik.de.
- Bundesrechnungshof. (2014). Zuwendungen beim Fördermodul "go-effizient" in jetziger Form unwirtschaftlich. In Bundesrechnungshof, *Bemerkungen 2014 zur Haushalts- und Wirtschaftsführung des Bundes. Teil III Einzelplanbezogene Entwicklung und Prüfungsergebnisse* (S. 198-199). <https://www.bundesrechnungshof.de/de/veroeffentlichungen/bemerkungen-jahresberichte/jahresberichte/2014/inhalt/2014-bemerkungen-gesamtbericht-pdf>.
- Bundesverband Baustoffe - Steine und Erden e.V. (2013). *Mineralische Bauabfälle Monitoring 2010*. Berlin. http://www.kreislaufwirtschaft-bau.de/Arge/KWB_8.pdf.

- Chateau, J., & Dellink, R. (2012). *Long-term economic growth and environmental pressure: Reference scenarios for future global projections*. OECD Environment Directorate, Environment Policy Committee: ENV/EPOC/WPCID (2012)6.
- Como Consult GmbH. (2013). *Evaluierung der Exportinitiative 2010-2012. Endbericht*. Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi). Hamburg.
- DeCanio, S., Dibble, C., & Amir-Atefi, K. (2000). The importance of organizational structure for the adoption of innovations. *Management Science*, 46, 1285-1299.
- DeCanio, S., Dibble, C., & Amir-Atefi, K. (2001). Organizational structure and the behavior of firms: Implications for integrated assessment. *Climatic Change*, 48, 487-514.
- Destatis. (2013). *Ausgewählte Zahlen für die Bauwirtschaft*. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. September 2013.
- Deutscher Bundestag. (2013). Stand und Bewertung der Exportinitiative Erneuerbare Energien für die Jahre 2010 und 2011. *Unterrichtung durch die Bundesregierung, Drucksache, 17/12772*.
- Deutsches Institut für Urbanistik. (2008). *Difu-Berichte 2/2008 - Kommunale Investitionen von mehr als 704 Milliarden Euro notwendig: Difu-Studie zeigt größten Bedarf bei Straßenbau, Schulen und kommunaler Abwasserbeseitigung*. <http://www.difu.de/publikationen/difu-berichte-22008/kommunale-investitionen-von-mehr-als-704-milliarden-euro.html>.
- Distelkamp, M., Meyer, B., & Meyer, M. (2010). *Quantitative und qualitative Analyse der ökonomischen Effekte einer forcierten Ressourceneffizienzstrategie*. Abschlussbericht zu AS5.2 und AS5.3 des Arbeitspakets 5 des Projekts "Materialeffizienz und Ressourcenschonung" (MaRess). Ressourceneffizienz Paper 5.5. Wuppertal.
- ECORYS, & ECN. (2012). *The energy efficiency investment potential for the building environment: Two approaches*. Client: Directorate General for Energy of the European Commission. Rotterdam. 7 November 2012.
- Engelmann, T., Liedtke, C., Rohn, H., & Bowry, J. (2013). Nachhaltiges Wirtschaften im Mittelstand: Möglichkeiten zur Steigerung der Ressourceneffizienz in kleinen und mittleren Unternehmen. In Arbeitskreis Mittelstand der F.-E.-Stiftung, *WISO DISKURS Expertisen und Dokumentationen zur Wirtschafts- und Sozialpolitik*. <http://www.fes.de/wiso>: Arbeitskreis Mittelstand der Friedrich-Ebert-Stiftung.
- ERTRAC, & EPoSS. (2009). *The electrification approach to urban mobility and transport. Strategy Paper. Version 5.0. 24.01.2009*. European Road Transport Research Advisory Council, European Technology Platform on Smart Systems Integration.
- Ferretti, J., Jacob, K., & Werland, S. (2013). *Rohstoffpartnerschaften im Rahmen der Rohstoffstrategie der Bundesregierung. Kurzanalyse AP2 im Projekt Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen Debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRess)*.

- FÖP, & Ökopol. (2013). *Kritischer Papierbericht 2013: Teilleistung 17*. Hamburg: Forum Ökologie & Papier (FÖP) und Ökopol.
- Forum Ökologie & Papier (FÖP). (2012). *Papier: Wald und Klima schützen*. Hamburg: Forum Ökologie & Papier (FÖP).
- Hoffmann, C., & Jacobs, F. (2009). Regelungen zu Recyclingbeton. *Die Baustellen*(Juni 09), 70-73.
- IEA. (2012). *Energy Technology Perspectives 2012: Pathways to a Clean Energy System*. Paris.
- Initiative pro Recyclingpapier (IPR). (o.J.). *Fakten zum Papierverbrauch*. http://www.papiernetz.de/docs/Fakten_zum_Papierverbrauch.003.pdf.
- Ivanova, O., & Reynes, F. (2012). *Topical paper 3: Potential approaches for Modelling resource efficiency related to buildings and infrastructure. Reflections on a hybrid set-up*. ENV.F.I/ETU/2011/0044 Assessment of Scenarios and Options towards a Resource Efficient Europe. TNO Report.
- Jänicke, M., & Jacob, K. (2004). Lead Markets for Environmental Innovations: A New Role for the Nation State. *Global Environmental Politics*, 4(1), 29-46.
- Knappe, F. (2014). *Anwendungsbereiche von RC-Beton im Hochbau und Erfahrungen aus Baden-Württemberg und der Schweiz*. http://www.umweltcluster-nrw.de/data/files/3001/2014_05_09_Impulsvortrag_Knappe.pdf.
- Kriegler, E., O'Neill, B., Hallegatte, S., Kram, T., Lempert, R., Moss, R., et al. (2012). The need for and use of socio-economic scenarios for climate change analysis: A new approach based on shared socio-economic pathways. *Global Environmental Change*, 22(4), S. 807-822.
- Kristof, K., Lemken, T., Roser, A., & Ott, V. (2008). *Untersuchung der Wirksamkeit des Programms zur Verbesserung der Materialeffizienz. Endbericht. Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (AZ I D 4 – 02 08 15)*. Wuppertal / Karlsruhe.
- Lambert, A., Hirschnitz-Garbers, M., Wilts, H., & von Gries, N. (2014). *Politikinstrumente zur Umsetzung von Rücknahmesystemen im Bereich Elektrogeräte. Kurzanalyse AP2 im Projekt Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen Debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRess)*.
- Luderer, G., Leimbach, M., Bauer, N., Kriegler, E., Aboumah Boub, T., Curras, T., et al. (2013). *Description of the REMIND Model (Version 1.5)*. Potsdam. <https://www.pik-potsdam.de/research/sustainable-solutions/models/remind/description-of-remind-v1.5>.
- Mantau et al. (2013). *Das Bauwesen als Zugpferd der Holzverwendung - Resümee zur Marktstudie Holzverwendung im Bauwesen*.
- Markandya, A., & Halsnaes, K. (2001). Costing Methodologies. Working Group III. Mitigation. In *IPCC Third Assessment Report* (S. 488ff.).

- Mettke (a), A. (2010). Leuchtturmprojekt auf Recyclingbeton. *Recycling Magazin*(4), 26-29.
- Mettke (b), A. (2010). *Ökologische Prozessbetrachtungen - RC-Beton (Stofffluss, Energieaufwand, Emissionen)*. Cottbus. http://rc-beton.de/vortraege_pdfs/Stofffluss-Energieaufwand-RC-Beton101102.pdf.
- Meyer (a), M. (2015). *Simulationsergebnisse: Entwicklung der Rohstoffnutzung in Deutschland unter verschiedenen Rahmenbedingungen sowie Betrachtung der ökonomischen und ökologischen Effekte ausgewählter Handlungsansätze*. Arbeitspapier 3.4 im Projekt Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen Debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRes). www.ressourcenpolitik.de.
- Meyer (b), M. (2015). *Simulationsstudien der Potenziale von Gütersteuern zur Reduktion der internationalen Ressourceninanspruchnahme*. Vertiefungsanalyse im Projekt Ressourcenpolitik: Analyse der ressourcenpolitischen Debatte und Entwicklung von Politikoptionen (PolRes). www.ressourcenpolitik.de.
- Meyer, B. (2015). Die Modellierung der Großen Transformation - Abbildung der Interdependenzen zwischen Wirtschaft, Umwelt und sozialem System. In M. K.-G. Held, *Politische Ökonomik großer Transformationen. Jahrbuch 15: Normative und institutionelle Grundfragen der Ökonomik*. Marburg: Metropolis.
- Meyer, M., & Meyer, B. (2013). *Impact of the current economic instruments on economic activity. Understanding the Existing Climate Policy Mix*. CECILIA2050 WP2 Deliverable 2.6. Osnabrück: Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforchung (GWS).
- Meyer, M., Distelkamp, M., Ahlert, G., & Meyer, B. (2013). Macroeconomic Modelling of the Global Economy-Energy-Environment Nexus: An Overview of Recent Advancements of the Dynamic Simulation Model GINFORS. *GWS Discussion Paper*(13/5).
- Moss, R., Edmonds, J., Hibbard, K., Manning, M., Rose, S., van Vuuren, D., et al. (2010). The next generation of scenarios for climate change research and assessment. *Nature*(463), S. 747-756.
- O'Neill, B., Kriegler, E., Riahi, K., Ebi, K., Hallegatte, S., Carter, T., et al. (2014). A new scenario framework for climate change research: The concept of shared socioeconomic pathways. *Climatic Change*, 122(3), S. 387-400.
- Ostertag, K., Brandstetter, P., Albrecht, S., Fröhling, M., Schultmann, F., & Trippe, F. (2012). Ressourceneffizienz potenzieren: Der Beitrag des BMBF-Förderschwerpunkts r2. In K. Thomé-Kozmiensky, & D. Goldmann, *Recycling und Rohstoffe* (Bd. 5). Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky.
- Pfaff, M., & Sartorius, C. (2015). Economy-wide rebound effects for non-energetic raw materials. *Ecological Economics*, S. 132-139.

- Pollitt, H., Summerton, P., & Klaassen, G. (2015). A Model-Based Assessment of First-Mover Advantage and Climate Policy. *Environmental Economics and Policy Studies*, 17, 299-312.
- Poppe, E. (2014). *Reparaturpolitik in Deutschland. Zwischen Produktverschleiß und Ersatzteilnot*. Berlin.
- Prognos. (2013). *Ermittlung der Wachstumswirkungen der KfW-Programme zum Energieeffizienten Bauen und Sanieren. 08.03.2013*. Berlin, Basel.
- RKW. (2012). *Kurzstudie Materialeffizienz in kleinen und mittleren Unternehmen*. Eschborn: RKW Kompetenzzentrum.
- RKW. (2014). *Startseite RKW Energieeffizienz*. Eschborn. <http://www.rkw-energieeffizienz.de> (abgerufen am 15.12.2014): RKW Kompetenzzentrum.
- Sartorius, C., & Walz, R. (2013). *Gesamtwirtschaftliche Wirkungen des potenziellen Produktivitätsanstiegs der Fördermaßnahme r2*. r-zwei-innovation.de. Karlsruhe: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI.
- Schröter, M., Lerch, C., & Jäger, A. (2011). *Materialeffizienz in der Produktion: Einsparpotenziale und Verbreitung von Konzepten zur Materialeinsparung im Verarbeitenden Gewerbe. Endberichterstattung an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)*. Karlsruhe.
- Schwarz Copp (a), F. et al. (2013). *Die Nachfrage nach Primär- und Sekundärrohstoffen der Steine- und Erden-Industrie bis 2030 in Deutschland*. Stoll & Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Aachen & Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW), Berlin.
- Schwarz Copp (b), F., Drescher, J., Gornig, M., & Blazejczak, J. (2013). *Die Nachfrage nach Primär- und Sekundärrohstoffen der Steine- und Erden-Industrie bis 2030 in Deutschland. Überarbeitete Fassung*. Berlin. http://www.bvbaustoffe.de/root/img/pool/downloads_2013/210813/rohstoffstudie_08_2013.pdf.
- Statistisches Bundesamt (a). (2014). *Nachhaltige Entwicklung in Deutschland: Indikatorenbericht 2014*. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (b). (2014). *Produzierendes Gewerbe und Dienstleistungen im Überblick. Statistisches Jahrbuch 2014*. S. 501-530. Wiesbaden. https://www.destatis.de/DE/Publikationen/StatistischesJahrbuch/ProdGewerbeDienstleistungen.pdf?__blob=publicationFile (11.12.2014).
- Statistisches Bundesamt (c). (2014). *Statistik für kleine und mittlere Unternehmen. 48121-0002*. Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (d). (2014). *Umwelt: Abfallentsorgung 2012*. Fachserie 19, Reihe 1, Wiesbaden.

- Statistisches Bundesamt (e). (2014). *Umweltnutzung und Wirtschaft: Tabellen zu den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen. Teil 4: Rohstoffe, Wassereinsatz, Abwasser, Abfall. Ausgabe 2014.* Wiesbaden.
- Steger, S., Fekkak, M., & Bringezu, S. (2011). *Materialbestand und Materialflüsse in Infrastrukturen.* Meilensteinbericht des Arbeitspakets 2.3 des Projekts "Materialeffizienz und Ressourcenschonung" (MaRes), Ressourceneffizienz Paper 2.4. Wuppertal.
- Stern, N. (2014). Theories and perspectives on growth and change: Guidance from the Economic Advisory Panel to the report of the Commission. In The Global Commission on the Economy and Climate, *Better growth, better climate: The New Climate Economy Report* (S. 10-15).
- Timmer, M. (Hrsg.). (2012). The World Input-Output Database (WIOD): Contents, Sources and Methods. *World Input-Output Database (WIOD): Working Paper, 10.*
- Timmer, M., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., & de Vries, G. (2015). An Illustrated User Guide to the World Input-Output Database: the Case of Global Automotive Production. *Review of International Economics, 23*, 575–605.
- Tole, L., & Koop, G. (2009). Do Environmental regulations affect the location decisions of multinational gold mining firms? *Journal of Economic Geography, 1*-27.
- Tukker et al. (2014). *Assessment of Scenarios and Options towards a Resource Efficient Europe. An Analysis for the European Built Environment.*
- Vaillancourt, K., Labriet, M., Loulou, R., & Waub, J.-P. (2007). The role of nuclear energy in long-term climate scenarios: An analysis with the World-TIMES model. *Energy Policy, 36*, 2296-2307.
- van Vuuren, D., Riahi, K., Moss, R., Edmonds, J., Thomson, A., Nakicenovic, N., et al. (2012). A proposal for a new scenario framework to support research and assessment in different climate research communities. *Global Environmental Change, 22*(1), S. 21-35.
- VDI ZRE. (2011). *Umsetzung von Ressourceneffizienz-Maßnahmen in KMU und ihre Treiber. Identifizierung wesentlicher Hemmnisse und Motivatoren im Entscheidungsprozess von KMU bei der Inanspruchnahme öffentlicher Förderprogramme zur Steigerung der Ressourceneffizienz.* Berlin.
- VDI/VDE Innovation und Technik GmbH. (2010). *Stand und Bewertung der Exportförderung erneuerbarer Energien sowie Evaluierung der Gesamtkonzeption, Einzelinstrumente und Erfolge der Exportinitiative Erneuerbare Energien 2007 bis Ende 2009.* Berlin.
- Wandel, O., & Gruber, E. (2010). *Schlussbericht: KliDiff (REN-Botschafter) - Energie-Effizienz Botschafter.* 10.12.2009 (Aufbereitet für die Veröffentlichung auf der RKW-Webseite: 13.07.2010). http://www.rkw-kompetenzzentrum.de/fileadmin/media/Dokumente/Publikationen/2010_Doku_Energieeffizienz-Schlussbericht.pdf: RKW Kompetenzzentrum / Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung / RKW Hessen.

- Weimann, K., Matyschik, J., Adam, C., Schulz, T., Linß, E., & Müller, A. (2013). Optimierung des Rückbaus/Abbruchs von Gebäuden zur Rückgewinnung und Aufbereitung von Baustoffen unter Schadstoffentfrachtung (insbes. Sulfat) des RC-Materials sowie ökobilanzieller Vergleich von Primär- und Sekundärrohstoffeinsatz inkl. Wiederverwertung. *Umweltbundesamt Texte*(05/2013).
- Weimar, H., & Jochem, D. (2013). *Das Bauwesen - Zugpferd der Holzverwendung*. 19. Internationales Holzbau-Forum 2013.
- Woidasky, J., Ostertag, K., & Stier, C. (Hrsg.). (2013). *Innovative Technologien für Ressourceneffizienz in rohstoffintensiven Produktionsprozessen: Ergebnisse der Fördermaßnahme r2*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.