

UMWELT, INNOVATION, BESCHÄFTIGUNG

01/2019

Ökologische Innovationspolitik in Deutschland

Bestandsaufnahme und Handlungsempfehlungen

Für Mensch & Umwelt



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit

Umwelt 
Bundesamt

UMWELT, INNOVATION, BESCHÄFTIGUNG 01/2019

Umweltforschungsplan des
Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3714 14 328 0
UBA-FB 002699

Ökologische Innovationspolitik in Deutschland

Bestandsaufnahme und Handlungsempfehlungen

von

Rainer Walz, Katrin Ostertag, Katharina Eckartz, Carsten Gandenberger,
Miriam Bodenheimer

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Karlsruhe

unter Mitarbeit von

Jan Peuckert, Florian Ramel
TU Berlin

Michaela Gigli, Asel Doranova, Michal Miedzinski
Technopolis Group, Brüssel



Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber:

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
info@umweltbundesamt.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
Stresemannstr. 128 – 130
10117 Berlin
service@bmu.bund.de
www.bmu.bund.de

 /umweltbundesamt.de
 /umweltbundesamt

Durchführung der Studie:

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI
Breslauer Straße 48
76139 Karlsruhe

Abschlussdatum:

Dezember 2017

Redaktion:

Fachgebiet I 1.4 Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Umweltfragen,
nachhaltiger Konsum
Dr. Frauke Eckermann

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1865-0538

Dessau-Roßlau, Mai 2019

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den
Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung

Dieser Bericht analysiert die deutsche Öko-Innovationspolitik und macht Vorschläge für eine zukünftige Ausgestaltung. Zunächst werden die Hintergründe bezüglich der Bestimmungsgründe für Öko-Innovationen und Wettbewerbsfähigkeit skizziert und in die Öko-Innovationspolitik eingeordnet. In einer Bestandsaufnahme der Maßnahmen, die in Deutschland im Zusammenhang mit der Steigerung der Öko-Innovationen implementiert sind, wurden knapp 60 Maßnahmen identifiziert, die sich aus knapp 200 Einzelmaßnahmen zusammensetzen. Sie wurden in einer Datenbank dokumentiert, bezüglich verschiedener Merkmale charakterisiert und ausgewertet. Eine Analyse der Öko-Innovationspolitik zeigt Stärken und Schwächen auf, zugleich aber auch die Chancen, die mit einer Bewältigung der identifizierten Herausforderungen einhergehen. Auf den einzelnen grünen Leitmärkten sind diese Stärken und Schwächen unterschiedlich ausgeprägt. Entsprechend unterscheidet sich auch die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands auf den grünen Leitmärkten. Die strategische Ausrichtung der deutschen Öko-Innovationspolitik sollte vier Bausteine miteinander verknüpfen: Etablierung lernender Politiksysteme, Integration von Innovationsaspekten in Maßnahmen der Umweltpolitik, Greening des Innovationssystems sowie Durchführung von Schlüsselmaßnahmen. Ansatzpunkt für letztere sind insbesondere eine Steigerung umweltbezogener F&E, die Förderung grüner Unternehmensgründungen, die Etablierung von Transformationslaboren in Stadt und Land, eine Plattform "Digitaler Wandel für den Umweltschutz" sowie eine Ressourcenwende in den frühen Phasen der Produktlebenszyklen.

Abstract

This report analyses the German eco-innovation policy and provides recommendations for a future orientation. To start with, the background concerning the determinants of eco-innovations and competitiveness was outlined and the findings assigned to components of an eco-innovation policy. An inventory of the measures conducted in the context of boosting eco-innovations was established. Almost 60 measures were identified that comprise almost 200 single measures. The measures were documented in a database and characterized according to selected features. On this basis, the portfolio of measures was examined. The analysis of the eco-innovation policy reveals both strengths and weaknesses, but also the opportunities associated with overcoming the identified challenges. These strengths and weaknesses appear to different degrees on the individual green lead markets so that Germany's competitiveness on these green lead markets varies correspondingly. The strategic orientation of German eco-innovation policy should combine four components: setting up learning policy systems, integrating innovation aspects in environmental policy measures, greening the innovation system and implementing key measures. The latter focus especially on increasing the R&D related to the environment, fostering green start-ups, establishing urban and rural transformation laboratories, a platform "digital transformation for environmental protection" and a resource transition in the early phases of product life cycles.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	10
Abkürzungsverzeichnis	12
Zusammenfassung.....	18
Summary.....	34
1 Einleitung	49
2 Konzeptioneller Hintergrund	50
2.1 Innovationsverständnis.....	50
2.2 Formen von Öko-Innovationen.....	54
2.3 Bestimmungsfaktoren der Wettbewerbsfähigkeit bei Öko-Innovationen	56
2.4 Notwendigkeit einer ökologischen Innovationspolitik.....	58
3 Bestandsaufnahme der ökologischen Innovationspolitik in Deutschland.....	61
3.1 Methodische Herangehensweise	61
3.1.1 Recherche und Auswahl betrachteter Maßnahmen.....	61
3.1.2 Erstellung einer Maßnahmen-Datenbank.....	62
3.1.3 Vertiefende Analysen zu ausgewählten Aktionsfeldern des EcoAP.....	66
3.2 Darstellung des Sachstands der ökologischen Innovationspolitik.....	68
3.3 „Policy Learning“ anhand von Erfolgsbeispielen	76
3.3.1 Das EEG als Erfolgsbeispiel im Aktionsfeld 1 (Umweltpolitik und Rechtsvorschriften).....	77
3.3.2 Das BMUB-Umweltinnovationsprogramm als Erfolgsbeispiel im Aktionsfeld 2 (Demonstrationsprojekte und Partnerschaften für Öko-Innovationen)	80
3.3.3 Die Effizienzhausstandards der KfW als Erfolgsbeispiel im Aktionsfeld 3 (Normen und Leistungsziele)	81
3.3.4 Lernende Energieeffizienz-Netzwerke als Erfolgsbeispiel im Aktionsfeld 4 (Finanzierungs- und Unterstützungsleistungen für KMU)	83
3.3.5 Exportinitiativen als Erfolgsbeispiel im Aktionsfeld 5 (Internationale Zusammenarbeit)	85
3.3.6 Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE) als Erfolgsbeispiel im Aktionsfeld 6 (Neue Kompetenzen und Arbeitsplätze)	88
4 Analyse der Stärken und Schwächen.....	90
4.1 Öko-Innovationspolitik in Deutschland	90
4.1.1 F&E-Ausgaben und Patentdynamik	90
4.1.2 Kontextfaktoren, Governance und eingesetzte Maßnahmentypen	95

4.1.3	Bedeutung von Systemtransformationen	98
4.1.4	Stärken und Schwächen der deutschen Öko-Innovationspolitik	101
4.2	Stärken und Schwächen auf der Ebene der einzelnen Leitmärkte	104
4.2.1	Methodische Vorbemerkung	104
4.2.2	Grünes Energieangebot.....	105
4.2.3	Energieeffizienz	110
4.2.4	Nachhaltige Mobilität.....	117
4.2.5	Nachhaltige Wasserwirtschaft	123
4.2.6	Kreislaufwirtschaft: Vermeidung von Abfällen und Flächenverbrauch	131
4.2.7	Kreislaufwirtschaft: Recycling und Abfallentsorgung	139
4.2.8	Luftreinhaltung.....	145
4.2.9	Lärminderung.....	151
4.2.10	Nachhaltige Chemie	157
5	Ausrichtung der künftigen Öko-Innovationspolitik	163
5.1	Strategischer Ansatz der künftigen Öko-Innovationspolitik.....	163
5.2	Schlüsselmaßnahmen der künftigen Öko-Innovationspolitik.....	169
5.2.1	Steigerung umweltbezogener F&E.....	170
5.2.2	Grüne Unternehmensgründungen.....	171
5.2.3	Transformationslabore in Stadt und Land	174
5.2.4	Nationale Plattform „Digitaler Wandel für den Umweltschutz“	175
5.2.5	Ressourcenwende in den frühen Phasen der Produktlebenszyklen.....	177
6	Quellenverzeichnis.....	180
7	Anhänge	195
7.1	Anhang 1: Maßnahme "Normungsaktivitäten"	195
7.2	Anhang 2: Europäische Innovationspartnerschaften mit Bezug zu Öko- Innovationen.....	222
7.2.1	Europäische Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP-AGRI).....	222
7.2.2	Europäische Innovationspartnerschaft Wasser	228
7.2.3	Europäische Innovationspartnerschaft Smart Cities and Communities	231
7.2.4	Europäische Innovationspartnerschaft zu Rohstoffen.....	234
7.3	Anhang 3	239
7.4	Anhang 4	267

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Stilisierte Innovationsphasen	51
Abbildung 2:	Erweitertes Schema des Konzepts der Innovationssysteme	52
Abbildung 3:	Öko-Innovationstypen im Vergleich	55
Abbildung 4:	Verteilung der Einzelmaßnahmen auf die Aktionsfelder	68
Abbildung 5:	Verteilung der Einzelmaßnahmen nach Hauptakteur und Aktionsfeld (in absoluten Zahlen)	69
Abbildung 6:	Verteilung der Einzelmaßnahmen nach Hauptakteur und Aktionsfeld (in Prozentwerten).....	70
Abbildung 7:	Anzahl der beteiligten Akteure pro Maßnahme	71
Abbildung 8:	Anzahl der beteiligten Akteure pro Einzelmaßnahme.....	72
Abbildung 9:	Anzahl der Einzelmaßnahmen nach Leitmarkt und Aktionsfeldern	72
Abbildung 10:	Anzahl der Einzelmaßnahmen nach Leitmärkten und Hauptakteuren	73
Abbildung 11:	Anzahl der Maßnahmen nach adressiertem Umweltproblem und Aktionsfeld	75
Abbildung 12:	Anzahl von Maßnahmen nach Adressat und Aktionsfeld.....	76
Abbildung 13:	Entwicklung der Summe aus Börsenstrompreis und EEG-Umlage in Cent/kWh.....	79
Abbildung 14:	Öffentlich finanzierte F&E-Ausgaben nach Forschungszweck in Deutschland in der Abgrenzung nach NABS	92
Abbildung 15:	Anteile an der zivilen F&E-Förderung in Deutschland nach Leistungsplansystematik des Bundes	92
Abbildung 16:	Fördervolumen der in der UFORDAT erfassten Forschungsvorhaben	93
Abbildung 17:	Patentdynamik in Deutschland in für Öko-Innovationen relevanten Teilbereichen	94
Abbildung 18:	Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Grünes Energieangebot“	105
Abbildung 19:	Entwicklung der Patentanteile für ausgewählte Länder im Leitmarkt „Grünes Energieangebot“	106
Abbildung 20:	Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Grünes Energieangebot“	107
Abbildung 21:	Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Grünes Energieangebot“	109
Abbildung 22:	Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Energieeffizienz“	112
Abbildung 23:	Entwicklung der Patentanteile für ausgewählte Länder im Leitmarkt „Energieeffizienz“	113
Abbildung 24:	Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Energieeffizienz“	113

Abbildung 25:	Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Energieeffizienz“	115
Abbildung 26:	Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Nachhaltige Mobilität“	118
Abbildung 27:	Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Nachhaltige Mobilität“	119
Abbildung 28:	Entwicklung der Patentanteile für ausgewählte Länder im Leitmarkt „Nachhaltige Mobilität“	119
Abbildung 29:	Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Nachhaltige Mobilität“	122
Abbildung 30:	Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Nachhaltige Wasserwirtschaft“	125
Abbildung 31:	Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Nachhaltige Wasserwirtschaft“	126
Abbildung 32:	Entwicklung der Patentanteile für ausgewählte Länder im Leitmarkt „Nachhaltige Wasserwirtschaft“	127
Abbildung 33:	Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Nachhaltige Wasserwirtschaft“	129
Abbildung 34:	Vereinfachte Darstellung einer Kreislaufwirtschaft	132
Abbildung 35:	Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Abfallvermeidung)“	133
Abbildung 36:	Entwicklung der Patentanteile ausgewählter Länder im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Abfallvermeidung)“	134
Abbildung 37:	Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Abfallvermeidung)“	135
Abbildung 38:	Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Vermeidung von Abfall und Flächenverbrauch)“	137
Abbildung 39:	Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Recycling und Abfallentsorgung)“	140
Abbildung 40:	Entwicklung der Patentanteile ausgewählter Länder im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Recycling und Abfallentsorgung)“	141
Abbildung 41:	Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Recycling und Abfallentsorgung)“	142
Abbildung 42:	Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Recycling und Abfallentsorgung)“	143
Abbildung 43:	Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe	145
Abbildung 44:	Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Luftreinhaltung“	146

Abbildung 45:	Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Luftreinhaltung“	147
Abbildung 46:	Entwicklung der Patentanteile ausgewählter Länder im Leitmarkt „Luftreinhaltung“	147
Abbildung 47:	Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Luftreinhaltung“	149
Abbildung 48:	Lärmbelästigung in Deutschland (in Prozent).....	151
Abbildung 49:	Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Lärminderung“	152
Abbildung 50:	Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Lärminderung“	153
Abbildung 51:	Entwicklung der Patentanteile ausgewählter Länder im Leitmarkt „Lärminderung“	154
Abbildung 52:	Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Lärminderung“	156
Abbildung 53:	Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Nachhaltige Chemie“	159
Abbildung 54:	Patentanteile und (Patent-) Spezialisierung der 5 führenden Länder im Leitmarkt „Nachhaltige Chemie“	160
Abbildung 55:	Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Nachhaltige Chemie“	162
Abbildung 56:	Überblick über den strategischen Ansatz der Öko-Innovationspolitik.....	165
Abbildung 57:	Anzahl und Anteil grüner Gründungen in Deutschland (2006 – 2013)	172
Abbildung 58:	Gründungsraten im internationalen Vergleich 2013 (in Prozent)	172
Abbildung 59:	Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft“	178
Abbildung 60:	Überblick zu Fördermaßnahmen der EIP-AGRI (bezogen auf Deutschland).....	224
Abbildung 61:	Finanzierungsquellen der registrierten Projekte mit deutschen Projektpartnern	229
Abbildung 62:	Intensität der Teilnahme an der EIP nach Ländern	232
Abbildung 63:	Sektorale Herkunft der Partner in Commitments mit deutscher Beteiligung	232
Abbildung 64:	Aufteilung der Commitments mit deutscher Beteiligung auf Prioritätsbereiche	233
Abbildung 65:	Anzahl der Commitments nach Aktionsbereich	235
Abbildung 66:	Anzahl beteiligter Partner an RMCs in den Mitgliedsstaaten.....	236
Abbildung 67:	Anzahl deutscher Partnerorganisation pro Aktionsbereich	236
Abbildung 68:	Typologie deutscher Partnerorganisationen in RMCs	237

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Auswahlprozess der Normen für die Fact Sheets in Anhang 1.....	67
Tabelle 2:	Verteilung der Einzelmaßnahmen nach Instrument-/Maßnahmentyp.....	97
Tabelle 3:	Ergebnis der SWOT-Analyse zur Öko-Innovationspolitik in Deutschland	103
Tabelle 4:	SWOT des Leitmarktes „Grünes Energieangebot“	110
Tabelle 5:	SWOT des Leitmarktes „Energieeffizienz“	116
Tabelle 6:	SWOT des Leitmarktes „Nachhaltige Mobilität“	123
Tabelle 7:	SWOT des Leitmarktes „Nachhaltige Wasserwirtschaft“	130
Tabelle 8:	SWOT des Leitmarktes „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Vermeidung von Abfall und Flächenverbrauch)“	138
Tabelle 9:	SWOT des Leitmarktes „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Recycling und Abfallentsorgung)“	144
Tabelle 10:	Emissionshöchstmengen der NEC-Richtlinie und Emissionen im Jahr 2013	149
Tabelle 11:	SWOT des Leitmarktes „Luftreinhaltung“	150
Tabelle 12:	SWOT des Leitmarktes „Lärminderung“	157
Tabelle 13:	SWOT des Leitmarktes „Nachhaltige Chemie“	163
Tabelle 14:	Staatlich finanzierte F&E-Ausgaben für umweltrelevante Teilbereiche in Deutschland, gemessen am BIP (in Preisen von 2010) sowie als Anteil an den gesamten staatlich finanzierten zivilen F&E-Ausgaben	170
Tabelle 15:	Der Einzelmaßnahme „Konzeptionierung und Management der Wasserwirtschaft“ hinterlegte Normen	199
Tabelle 16:	Der Einzelmaßnahme „DIN-Normen für Elektrofahrzeuge“ hinterlegte Normen.....	200
Tabelle 17:	Der Einzelmaßnahme „VDI-Blätter Emissionsminderung und Abgasreinigung“ hinterlegte Normen	201
Tabelle 18:	Der Einzelmaßnahme „DIN-Normen zur energetischen Bewertung von Gebäuden“ hinterlegte Normen.....	212
Tabelle 19:	Der Einzelmaßnahme „VDI-Blätter Recycling elektrischer und elektronischer Geräte“ hinterlegte Normen	214
Tabelle 20:	Der Einzelmaßnahme „Geräusche von Schienenfahrzeugen im ÖPNV“ hinterlegte Normen	215
Tabelle 21:	Der Einzelmaßnahme „Wiedernutzbarmachung kleiner Grundstücke“ hinterlegte Normen	216
Tabelle 22:	Der Einzelmaßnahme „Umweltzeichen „Blauer Engel“ hinterlegte Normen.....	217
Tabelle 23:	Unterstützung Operationeller Gruppen durch die Bundesländer.....	225
Tabelle 24:	Deutsche Beteiligung an der Steering Group der EIP Wasser	230

Tabelle 25: Zusammensetzung der High Level Steering Group (ursprünglich, Stand 2014).....237

Abkürzungsverzeichnis

AAS	Atomabsorptionsspektrometrie
AF	Aktionsfeld
AHK	Auslandshandelskammern
Al	Aluminium
AN	Acrylnitril
As	Arsen
AT	Österreich
AUSL	Adressat im Ausland
AvH-Stiftung	Alexander von Humboldt-Stiftung
Ba	Barium
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BAUA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BBNE	Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung
BDI	Bund Deutscher Ingenieure
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BIBB	Bundesinstitut für Berufsbildung
BIL	Bildungseinrichtungen
BIODIV	Biodiversitätsverlust
BL	Bundesländer
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMF	Bundesfinanzministerium
BMI	Bundesministerium des Innern
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BMZ	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
BNE	Bildung für nachhaltige Entwicklung
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
BVT	Beste verfügbare Technologie
c	(Euro-) Cent

Ca	Calcium
Cd	Cadmium
CH	Schweiz
CIP	Competitiveness and Innovation Framework Programme
CN	China
Co	Cobalt
CPC	Kondensationspartikelzähler
Cr	Chrom
CSR	Corporate Social Responsibility
Cu	Kupfer
DAAD	Deutscher Akademischer Austauschdienst
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DE	Deutschland
dena	Deutsche Energie-Agentur
DERA	Deutsche Rohstoffagentur
DG	Generaldirektion (Direction Général)
Difu	Deutsches Institut für Urbanistik
DIN	Deutsches Institut für Normung
DOAS	Prinzip – Messen gasförmiger Emissionen und Immissionen – Grundlagen
DVS	Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume
DWA	Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
EcoAP	Eco-Innovation Action Plan der EU
EDC	Dichlorethan
edRFA	energie-dispersive Röntgenfluoreszenzanalyse
EEA	European Environmental Agency
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
EI	Exportinitiative
EIP	Europäische Innovationspartnerschaft
EIP-AGRI	Europäische Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“
ELER	Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
ELPI	Elektrischer Niederdruckimpaktor
EMAS	Eco-Management and Audit Scheme
ENER	Energieverbrauch

EnEV	Energieeinsparverordnung
EN	Europäische Normen
EP	Europäisches Parlament
EPLR	Entwicklungspläne für den ländlichen Raum
ETAP	Environmental Technologies Action Plan
EU	Europäische Union
EUT	Eutrophierung
EVU	Energieversorgungsunternehmen
ExWoSt	Experimenteller Wohnungs- und Städtebau
Fe	Eisen
FID	Flammenionisationsdetektor
FLÄCHE	Ressourcenverbrauch: Flächeninanspruchnahme
FOR	Forschung
FP7	Framework Programme 7
FR	Frankreich
F&E	Forschung und Entwicklung
GF-AAS	Grafitrohr-Atomabsorptionsspektrometrie
GHS	Globally Harmonized System
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GORG	Gemeinnützige Organisationen
GWP	German Water Partnership
H2020	Horizont 2020
ha	Hektar
ICAO	International Civil Aviation Organization
ICP-MS	Induktiv gekoppelte Plasma-Massenspektrometrie
ICP-OES	Optische Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
ICS	International Classification of Standards
ICT	Information- and Communication Technologies
IND	Industrie
IRMA	Immissionsratenmessapparatur
IsiE	Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung
ISO	International Organisation for Standardisation
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IT	Italien/Informationstechnologie
JP	Japan

K	Kalium
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau
KLI	Klima
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KOM	Kommunen
KR	Korea
kWh	Kilowattstunde
LÄRM	Lärm
LED	Licht-emittierende Dioden
LEEN	Lernende Energieeffizienz-Netzwerke
LUFT	Luftschadstoffe (Trop. Ozonbildung, Feinstaub, Nox,...)
LVS	Low-Volume-Sampler
LW	Landwirtschaft
MAT	Ressourcenverbrauch: Materialverbrauch (biotisch, abiotisch)
MEPL	Maßnahmen- und Entwicklungsplan Ländlicher Raum
Mg	Magnesium
Mn	Mangan
MORO	Modellvorhaben der Raumordnung
MWh	Megawattstunde
Na	Natrium
NABS	Nomenclature for the analysis and comparison of scientific programmes and budgets
NEC	National Emission Ceilings
NGO/NRO	Non-Governmental Organization, Nichtregierungsorganisation
Ni	Nickel
NKI	Nationale Klimaschutz-Initiative
NO_x	atmosphärische Stickstoffoxide
OEM	Original Equipment Manufacturer
ÖFF	Öffentliche Einrichtungen/Behörden
OG	Operationelle Gruppe/Operational Group
OPC	Oligomere Proanthocyanidine
ÖPNV	Öffentlicher Personen-Nahverkehr
PAH	Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe
PAN	Peroxiacetylnitrat
Pb	Blei

PCB	Polychlorierte Biphenyle
PL	Polen
PPP	Public-Private Partnership
PRIV	Privatpersonen
PV	Photovoltaik
PVC	Polyvinylchlorid
RASS	Radioakustische Sondierungssysteme
RCA	Revealed Comparative Advantage
REACH	EU Regulierung bzgl. „Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals“
REM/EDXA	Rasterelektronenmikroskop/energiedispersive Röntgenstrahlen-Analyse
RMC	Raw Material Commitment
RNE	Rat für Nachhaltige Entwicklung
RPA	Relativer Patentanteil
RRI	Responsible Research and Innovation
RXA	Relative Export Advantage (Relativer Exportvorteil)
Sb	Antimon
SE	Schweden
Se	Selen
Sn	Zinn
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
STIMES	Staatliche Immissionsmessstelle
SusChem	Europäische Technologieplattform für nachhaltige Chemie (<u>Sustainable Chemistry</u>)
THG	Treibhausgase
TI	Thalium
TOX	Toxische Kontamination
TROP	Troposphärische Ozonbildung
TÜV	Technischer Überwachungsverein
TWh	Terrawattstunde
Ü	übergreifend
UBA	Umweltbundesamt
UFORDAT	Umweltforschungsdatenbank des UBA
UIP	Umweltinnovationsprogramm
UN	Vereinte Nationen
US	United States of America

UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
V	Vanadium
VC	Vinylchlorid
VCI	Verband der Chemischen Industrie e. V.
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VDV	Verband Deutscher Verkehrsunternehmen
VERS	Versauerung
VZBV	Verbraucherzentrale Bundesverband e. V.
WAS	Ressourcenverbrauch: Wasserverbrauch
WAWI	Wasserwirtschaft
WHO	World Health Organisation
WIRT	sonstige Wirtschaft
Zn	Zink

Zusammenfassung

Hintergrund des Vorhabens

Öko-Innovationen haben auf EU-Ebene in den letzten Jahren zunehmend mehr Raum auf der Agenda eingenommen. Ende 2011 löste der Eco-Innovation Action Plan (EcoAP) den ETAP ab und etablierte eine neue Agenda für Öko-Innovationen für die EU. Der EcoAP umfasst eine breite Palette von Maßnahmen mit Bezügen zum Beispiel zur Nachfrage- und Angebotsseite, zu Wissenschaft und Wirtschaft oder zu Förderpolitiken, ebenso wie zu gesetzlichen Rahmenbedingungen. Er verfolgt das Ziel, Öko-Innovationen zu beschleunigen, um auf diesem Weg Umweltschutzziele zu erreichen und gleichzeitig im Sinne der Leitinitiative „Innovationsunion“ und der Europe 2020 Strategie die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit zu steigern und so zur Schaffung von Wachstum und Arbeitsplätzen beizutragen.

Für die Förderung von Öko-Innovationen hat die EU-Kommission sieben Aktionsfelder identifiziert, die die breite Verankerung des Themas in verschiedenen Leitinitiativen widerspiegeln. Diese sind:

1. Umweltpolitik und Rechtsvorschriften zur Förderung von Öko-Innovationen,
2. Demonstrationsprojekte und Partnerschaften für Öko-Innovationen,
3. Normen und Leistungsziele für wichtige Güter, Prozesse und Dienstleistungen zur Verringerung ihrer Umweltbelastung,
4. Finanzierungs- und Unterstützungsleistungen für KMU,
5. Internationale Zusammenarbeit,
6. Neue Kompetenzen und Arbeitsplätze,
7. Europäische Innovationspartnerschaften.

Auch in der deutschen Politik spielen Öko-Innovationen seit vielen Jahren eine bedeutende Rolle. Ziel des hier dokumentierten Vorhabens war es, die deutsche Öko-Innovationspolitik zu analysieren und Vorschläge für eine zukünftige Ausgestaltung zu unterbreiten. Hierzu werden zunächst die Hintergründe bezüglich der Bestimmungsgründe für Öko-Innovationen und Wettbewerbsfähigkeit skizziert und auf die Bestandteile einer Öko-Innovationspolitik eingeordnet. Das darauffolgende Kapitel dokumentiert die Bestandsaufnahme der Maßnahmen, die bisher in Deutschland im Zusammenhang mit der Steigerung der Öko-Innovationen durchgeführt wurden. Daran schließt sich ein Kapitel über die Stärken und Schwächen der deutschen Öko-Innovationspolitik an. Den Abschluss bildet ein Kapitel, in dem die strategische Ausrichtung der künftigen deutschen Öko-Innovationspolitik skizziert und Vorschläge für Schlüsselmaßnahmen vorgestellt werden.

Konzeptioneller Hintergrund

Unter Innovationen versteht man die Generierung, Umsetzung und Verbreitung von Neuerungen. Die Einflussfaktoren für Innovationen sind äußerst vielfältig. Während das traditionelle Innovationsverständnis vor allem auf Forschung und Entwicklung abhob, betont die moderne, systemische Innovationsforschung das Zusammenspiel der unterschiedlichen Akteure und Institutionen des Innovationsprozesses. Bereits bestehende Wissensbestandteile werden neu untereinander sowie mit neuem, zusätzlichem Wissen kombiniert. Da Wissen verteilt bei Wissenschaftlern, Herstellern, Anwendern etc. vorliegt, erfordert Innovation die Kommunikation zwischen den einzelnen Beteiligten. Innovationen erfolgen mit zahlreichen Rückkopplungsschleifen zwischen Generierung und Verbreitung, so dass frühzeitiges Lernen im Markt erforderlich ist, um die Nutzererfahrungen einbeziehen und Lern- und Skaleneffekte realisieren zu können. Daraus folgt zugleich, dass die Innovationsförderung auch die Markteinführung und die Diffusion im Markt im Auge behalten muss.

In der Vergangenheit wurden Innovationen oftmals mit technischen Veränderungen gleichgesetzt. Dabei erfordern technische Innovationen aber oftmals auch organisatorische und institutionelle Neue-

rungen im nicht-technischen Bereich. Zunehmend wird auch die Bedeutung sozialer Innovationen betont, die darauf abzielen, neue Rollen, Beziehungen, Normen und Werte zu entdecken, aus denen veränderte Lebensstile und neue Produktions- und Konsummuster resultieren können.

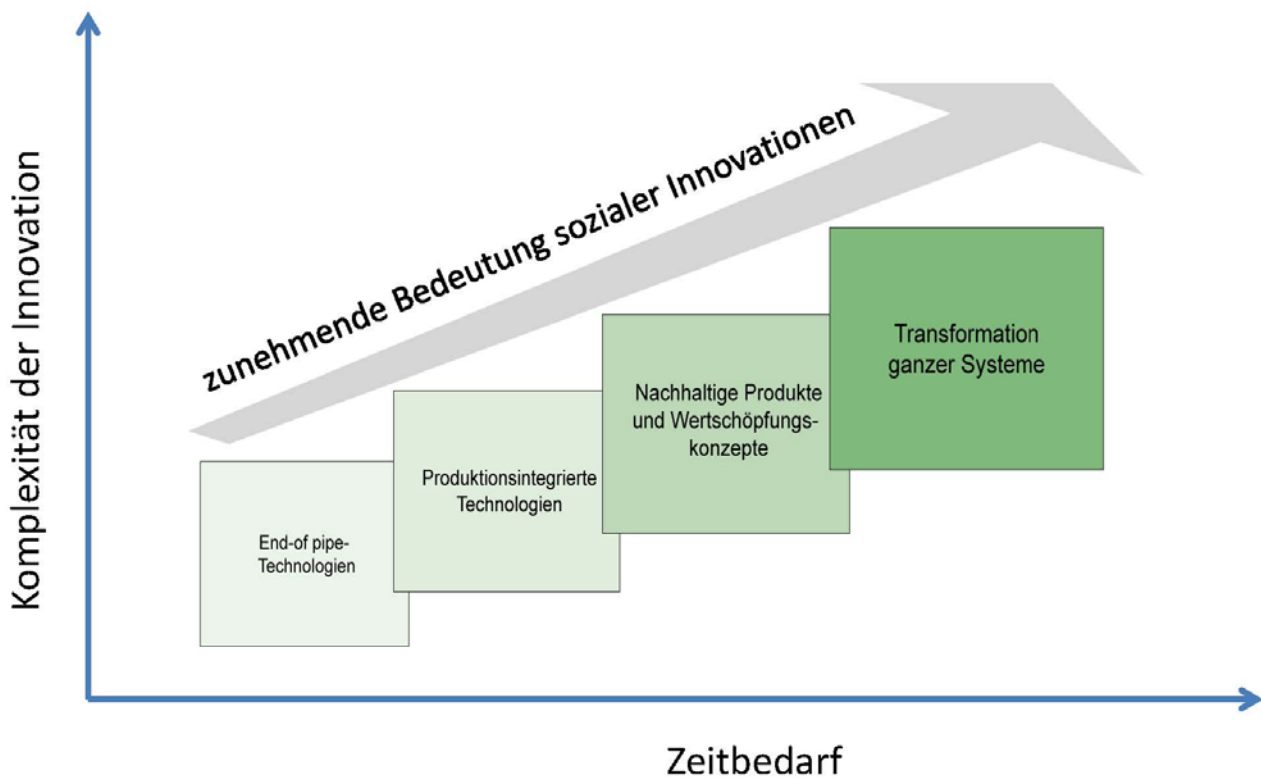
Öko-Innovationen werden als Neuerungen definiert, die zu einer Umweltentlastung führen. Dabei ist es unerheblich, ob die Triebkraft für die Vornahme dieser Öko-Innovationen in der Verbesserung der Umweltsituation liegt, oder ob sich diese als Nebeneffekt ergibt. Die unterschiedlichen Typen von Öko-Innovationen unterscheiden sich durch das Ausmaß der Verschränkung von technischen mit organisatorischen, institutionellen und sozialen Innovationen (Abbildung Z-1). Bei den End-of-pipe-Technologien werden additiv zum eigentlichen Produktions- oder Konsumprozess Technologien eingesetzt, die zur Reinigung oder Zurückhaltung von Emissionen führen. Produktionsintegrierte Technologien führen zu einer Substitution alter durch neue, umweltfreundlichere Technologien. Nachhaltige Produkte und Wertschöpfungskonzepte sind durch Veränderungen entlang der Wertschöpfungskette gekennzeichnet. Damit einher geht ein erhöhter Abstimmungsbedarf zwischen den unterschiedlichen Akteuren bis hin zur Entwicklung gänzlich neuer Geschäftsmodelle. Mit der Veränderung von Produktkonzeptionen gewinnen Akzeptanzfragen und Konsumentenpräferenzen derartiger Innovationen an Bedeutung. Die Transformation ganzer Systeme bündelt technologische Innovationen mit organisatorischen, institutionellen und sozialen Innovationen. Sie hat spätestens mit der Umsetzung der Energiewende auch in breiteren Bevölkerungskreisen an Bedeutung gewonnen. Aber auch Zielsetzungen wie neue Formen der Mobilität, eine nachhaltige Wasserwirtschaft oder die Hinwendung zu einer Bioökonomie zielen auf die Transformation ganzer Systeme ab.

Bei diesem Öko-Innovationstyp werden mehrere technologische Innovationen gebündelt; er umfasst damit auch immer Elemente der anderen Öko-Innovationstypen. Kennzeichnend für Systemtransformationen ist dabei eine Pfadabhängigkeit, die aus den Erfordernissen der Ko-Evolution entsteht, und deren Überwindung institutionelle Innovationen auf den vielfältigsten Ebenen zur Voraussetzung hat. Gleichzeitig werden in diesem Kontext vermehrt neue Rollen (z. B. Prosumenten), veränderte Wertschätzungen (z. B. gemeinschaftliche Nutzung statt Besitz von Gütern) sowie neue Normen (z. B. im Ernährungsbereich) und damit soziale Innovationen thematisiert. Festzuhalten ist, dass die Umsetzung dieses Öko-Innovationstyps daher ein langfristiger Transformationsprozess ist.

Der Öko-Innovationsplan steht im Spannungsfeld der ökologischen und ökonomischen Ziele der EU. Um auf grünen Zukunftsmärkten eine Leitanbieterschaft zu erreichen, müssen mehrere Faktoren zusammenspielen: Außenhandelserfolge bei technologieintensiven Gütern setzen nach wie vor eine hohe technologische Leistungsfähigkeit voraus und benötigen leistungsstarke Anbieter, die sich gegen internationale Konkurrenz durchsetzen können. Eine wachsende Nachfrage ermöglicht Preisreduktionen. Globale Trends und künftige Anforderungen müssen frühzeitig berücksichtigt werden. Eine hohe Vernetzung zwischen Wissenschaft, Herstellern und Nutzern der Technologien begünstigt den Wissensaustausch und erhöht die Fähigkeit, technische Entwicklungen, neue Geschäftsmodelle und Dienstleistungskonzepte miteinander kombinieren zu können.

Die Akteure müssen die politische Regulierung einerseits als stabil und vorhersehbar erachten. Gleichzeitig tragen mittelfristige ambitionierte Umwelt- und Diffusionsziele zur Orientierung der Innovationsrichtung bei. Solange sich die Umweltkosten nicht korrekt in den Preisen widerspiegeln, muss die Nachfrage nach Öko-Innovationen in viel stärkerem Ausmaß durch Maßnahmen der Umweltpolitik bewerkstelligt werden als dies bei umweltneutralen Innovationen der Fall ist. Umweltpolitik wird damit automatisch auch zu einer Stellschraube für eine nachfrageorientierte Innovationspolitik. Eine erfolgreiche Öko-Innovationspolitik besteht damit nicht nur aus einer Förderung der F&E-Prozesse, sondern ist durch ein ausgewogenes Verhältnis von angebots- und nachfrageseitigen Maßnahmen gekennzeichnet und wählt einen Mix von politischen Maßnahmen, der die Akteursvielfalt fördert und den jeweiligen Gegebenheiten Rechnung trägt.

Abbildung Z-1: Öko-Innovationstypen im Vergleich



Quelle: Eigene Darstellung

Bestandsaufnahme der ökologischen Innovationspolitik in Deutschland

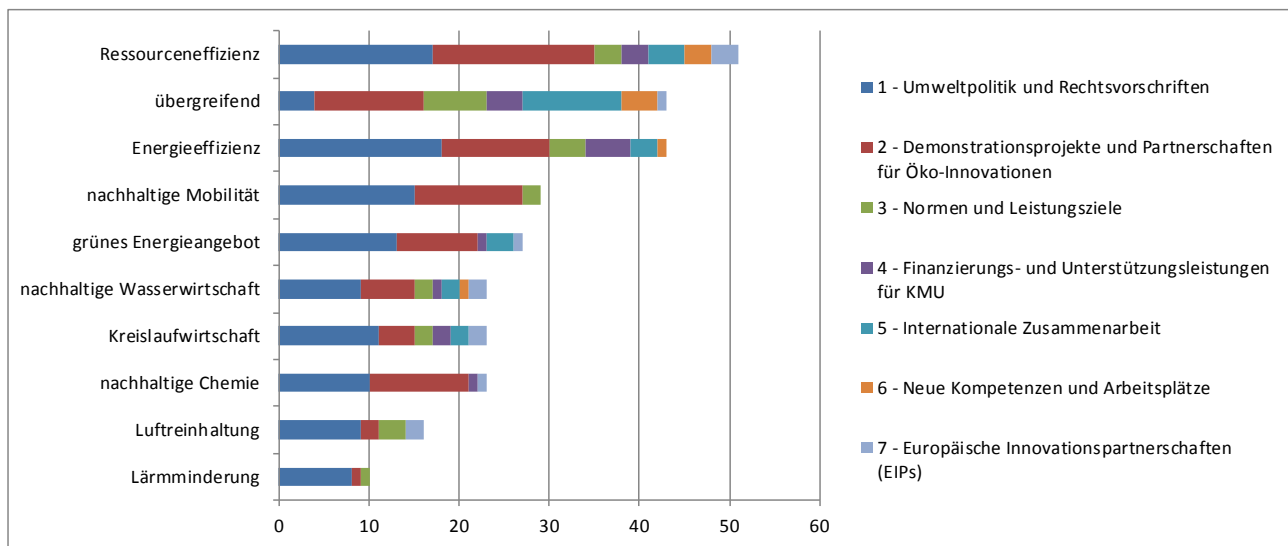
Die Bestandsaufnahme der ökologischen Innovationspolitik erfordert einen weitreichenden Überblick über aktuelle politische Maßnahmen in Deutschland, die auf Umweltinnovationen einwirken. Maßnahmen zur Steigerung von Öko-Innovationen lassen sich in mehrere Umweltbereiche, Handlungsfelder oder Leitmärkte unterteilen. Es ist deshalb ein breiter Blick auf verschiedene Politikfelder, Ressorts und Akteure erforderlich, um die besonders relevanten Initiativen und Maßnahmen zu erfassen. Mit Blick auf Zielsetzung und Definitionen des EcoAP wurden für die Auswahl der (Einzel-) Maßnahmen vier Kriterien zugrunde gelegt:

- ▶ Die Maßnahmen sollen derzeit gültig, relativ jung und dauerhaft sein. Von Maßnahmen, die schon seit langem unverändert implementiert sind, kann keine Beschleunigung gegenüber dem Status quo erwartet werden. Absichtserklärungen, geplante Maßnahmen u. ä. werden wegen ihrer Ungewissheit nicht berücksichtigt.
- ▶ Die Maßnahmen sollen einen klaren Umweltbezug haben, d. h. eine Umweltwirkung (z. B. Treibhausgasreduktion, Vermeidung von Eutrophierung) soll zugeordnet werden können.
- ▶ Die Maßnahmen sollen einen klaren Bezug zu Innovationen haben.
- ▶ Es soll sich um Maßnahmen der öffentlichen Hand handeln, mit Fokus auf der Bundesebene.

Die in den durchgeführten Recherchen identifizierten Maßnahmen repräsentieren den Grundstock der wichtigsten Aktivitäten einer spezifisch deutschen ökologischen Innovationspolitik. Insgesamt wurden knapp 60 Maßnahmen identifiziert, die sich aus knapp 200 Einzelmaßnahmen zusammensetzten. Sie wurden in einer Datenbank dokumentiert, bezüglich verschiedener Merkmale charakterisiert und ausgewertet:

- ▶ Für die Diskussion des EcoAP auf europäischer Ebene ist es von Interesse zu sehen, ob es bei den nationalen Aktivitäten eindeutige Schwerpunkte bei einzelnen Aktionsfeldern gibt. Der größte Anteil der Einzelmaßnahmen (74) entfällt auf das Aktionsfeld Umweltpolitik und Rechtsvorschriften. Auch Aktionsfeld 2, Demonstrationsprojekte und Partnerschaften für Öko-Innovationen, sticht mit 43 Einzelmaßnahmen hervor. Aktionsfelder 3, 4 und 5 liegen mit 19 bzw. 13 und 20 Einzelmaßnahmen im mittleren Bereich, während die Aktionsfelder 6 und 7 mit jeweils unter 10 Einzelmaßnahmen deutlich geringer bestückt sind.
- ▶ Im Hinblick auf die Governance einer ökologischen Innovationspolitik steht die Frage nach den jeweiligen Hauptakteuren im Vordergrund des Interesses. Das BMUB ist bei Aktionsfeld 1 „Umweltpolitik und Rechtsvorschriften“ eindeutig der Hauptakteur, und spielt auch bei Aktionsfeld 2 (Demonstrationsprojekte/Partnerschaften) und in Aktionsfeld 6 (neue Kompetenzen und Arbeitsplätze) eine wichtige Rolle. Das BMWi ist hauptsächlich in Aktionsfeldern 1, 4 und 5 aktiv und dominiert als Hauptakteur bei der Förderung von KMU (Aktionsfeld 4). Das BMBF fällt vor allem in Aktionsfeld 2 auf, da viele Demonstrationsprojekte im Rahmen von Forschungsförderprogrammen stattfinden. Auch die Bundesländer sind in Aktionsfeld 2 besonders stark repräsentiert. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass Demonstrationsprojekte häufig auf regionaler Ebene angesiedelt sind.
- ▶ Um eine Orientierung zu geben, welche marktlichen Bereiche durch die Öko-Innovationspolitik angesprochen werden, wurde eine Auswertung nach den Leitmärkten vorgenommen. Abbildung Z-2 zeigt an, in wie vielen Einzelmaßnahmen die jeweiligen Leitmärkte adressiert werden. Dabei ist eine Mehrfachnennung von Leitmärkten möglich. Die höchste Anzahl an Einzelmaßnahmen betrifft den Leitmarkt Ressourceneffizienz. Etwa die Hälfte dieser Einzelmaßnahmen sind dem Teilmarkt Kreislaufwirtschaft zuzuordnen.
- ▶ Die Bedeutung von Aktionsfeld 1 ist für die einzelnen Leitmärkte deutlich unterschiedlich. So machen Umweltpolitik und Rechtsvorschriften gerade bei den Leitmärkten Lärminderung und Luftreinhaltung den Großteil der Einzelmaßnahmen aus. Für diese zwei Leitmärkte wird Öko-Innovationspolitik also vor allem in Form nachfragefördernder Innovationspolitik betrieben. Demgegenüber sind beide Leitmärkte kaum beim Aktionsfeld 2, Demonstrationsprojekte und Partnerschaften, vertreten.
- ▶ Mit der Auswertung nach Adressaten wird der Frage nachgegangen, welche Gruppen mit den Maßnahmen vorrangig angesprochen werden. Die Industrie ist mit insgesamt 35 Maßnahmen eindeutig ein Hauptadressat der Maßnahmen. Auf die sonstige Wirtschaft, Forschung und Privatpersonen treffen jeweils 27, 25 bzw. 23 Maßnahmen zu. Die Forschung wird vor allem von Maßnahmen aus Aktionsfeld 2 (Demonstrationsprojekte und Partnerschaften) adressiert, aber auch die Industrie und die sonstige Wirtschaft sind wichtige Zielgruppen in diesem Aktionsfeld.
- ▶ Bei fast 50 der knapp 60 Maßnahmen waren mehr als ein Akteur beteiligt, bei knapp 20 davon genau zwei Akteure. Kleinere Gruppen von drei bis vier Akteuren kommen ebenfalls häufig vor. Dies signalisiert, dass bei Öko-Innovationspolitik im Allgemeinen eine Multi-Akteurskonstellation mit allen damit verbundenen Abstimmungserfordernissen vorliegt.

Abbildung Z-2: Anzahl der Einzelmaßnahmen nach Leitmarkt und Aktionsfeldern



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI (Mehrfachnennungen bei den Leitmärkten möglich)

„Policy Learning“ anhand von Erfolgsbeispielen

Ein Ziel des EcoAP besteht darin, das „Policy Learning“ zwischen den Mitgliedsstaaten auf dem Feld der ökologischen Innovationspolitik zu befördern. Wichtige Kriterien für ein Policy Learning sind die Integration zwischen Akteuren der gleichen Ebene (ressortübergreifend) oder zwischen verschiedenen Ebenen und Zielsetzungen (Multi-Level Governance), die Lernfähigkeit der Politik bzgl. der Anpassung eines Instruments über die Zeit sowie die Neuartigkeit des Instruments. An sechs ausgewählten Maßnahmen zur Öko-Innovationspolitik wurde Policy Learning in der deutschen Öko-Innovationspolitik beschrieben:

- ▶ Beim Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) fand Policy Learning auf mehreren Ebenen statt: mit den Reformen des EEG im Jahre 2012 und 2014 wurde eine automatische Anpassung in den Einspeisevergütungen in Abhängigkeit der Erreichung quantitativer Zubauziele erreicht. Durch erhöhte Direktvermarktung und Flexibilisierungsprämien sowie die so genannte gleitende Marktprämie soll die Netzintegration des fluktuierenden Anteils erneuerbarer Energien verbessert werden. Des Weiteren erfolgte ein Übergang hin zur Bestimmung der Einspeisevergütung in Ausschreibungsverfahren. Ein Policy Learning erfolgte auch im Hinblick auf die Verknüpfung mit anderen Politikmaßnahmen: So wurde die Etablierung der besonderen Ausgleichsregelungen für stromintensive Unternehmen mit der Verpflichtung verknüpft, ein zertifiziertes Energiemanagementsystem einzuführen. Schließlich wurde rund um das EEG mit der Erstellung von Erfahrungsberichten und der regelmäßigen Erstellung von „Leitstudien zur Entwicklung des Strommarktes“ ein ausdifferenziertes Informationsinstrumentarium mit kurz-, mittel- und langfristiger Perspektive etabliert, das Monitoring, Adjustierung und Langfristorientierung der Politik unterstützt.
- ▶ Beim Umweltinnovationsprogramm (UIP) des BMUB ist die Einbettung der Projekte in die Förderkette von Umweltinnovationen hervorzuheben: das UIP setzt an der Schwelle zur Kommerzialisierung ein und damit zu einem kritischen Zeitpunkt (Up-scaling) im Innovationsprozess. Durch die Nutzung der Ergebnisse der im UIP geförderten Projekte für die Weiterentwicklung umweltpolitischer Instrumente kommt es zu einer Integration mit Maßnahmen, die eher dem Aktionsfeld 1 zuzuordnen sind. Indem F&E-Projekte aus BMBF-Fördermaßnahmen direkt in eine Pilotphase im UIP überführt werden, wird eine durchgängige Förderkette für Umweltinnovationen angestrebt.

- ▶ Die Besonderheit der KfW-Effizienzhausstandards ist untrennbar mit ihrem Zusammenspiel mit der EnEV verbunden. Das konsequente Zusammenspiel zwischen energetischen Anforderungen durch Verordnungen wie der EnEV auf der einen Seite und der konsequenten und transparenten öffentlichen Förderung energieeffizienten Bauens und Sanierens durch die KfW auf der anderen Seite, gekoppelt mit absehbaren und verlässlichen Anpassungen der Standards setzt deutliche Anreize, ein Sanierungsprojekt nicht auf die lange Bank zu schieben.
- ▶ Energieeffizienz-Netzwerke stellen ein gelungenes Beispiel der Integration verschiedener Governance-Ebenen dar: neben den Unternehmen als Teilnehmern, sind lokale Institutionen verschiedener Art, z. B. Kommunen, Regionalverbände oder Landesagenturen, als Netzwerkträger involviert. Darüber hinaus sind Energieberater in den Prozess eingebunden und die Förderung findet durch das BMUB und ggfls. das BAFA statt. Gleichzeitig zeigt das Beispiel auch das Ineinandergreifen verschiedener Politikansätze, indem das jährliche Monitoring so erfolgt, dass damit die Voraussetzungen für den Spitzenausgleich im Rahmen der Strom- und Energiesteuer erfüllt werden. Damit nutzt das Netzwerk-Konzept die Möglichkeiten des bestehenden Rechtsrahmens dafür, die Teilnahme an einem Netzwerk noch attraktiver zu machen.
- ▶ Exportinitiativen sind ein Erfolgsbeispiel für die Verknüpfung von umweltpolitischen und wirtschaftlichen Zielsetzungen. Evaluationen der Exportinitiativen im Energiebereich heben die betriebswirtschaftlichen Effekte der Förderung und die Wirkung auf den Exportumsatz von KMU hervor. Die RETech Partnership und German Water Partnership (GWP) sind als Public-Private Partnership organisiert, in der staatliche und private Akteure effektiv zusammenarbeiten und ihre jeweiligen Stärken zielgerichtet einbringen können. Im Sinne der Innovationswirkung können Exportinitiativen einen wichtigen Beitrag zur Diffusion von Wissen und Know-how im Rahmen von Netzwerken leisten. Durch Finanzierung und Informationsvermittlung können sie außerdem die Formation neuer Märkte vorantreiben und insbesondere KMU bei der Internationalisierung ihrer Aktivitäten unterstützend zur Seite stehen. Exportinitiativen tragen somit entscheidend dazu bei, die internationale Positionierung der deutschen Umweltwirtschaft zu stärken und technisches Know-how in vielen wichtigen Umweltbereichen global zu verbreiten.
- ▶ Im Rahmen der UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung 2005–2014“ wurde in Deutschland das Programm „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (BNE) eingeführt, das sich auf alle Lebens- und Bildungsbereiche bezieht. Der Förderschwerpunkt „Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (BBNE) fokussiert auf die Verankerung des Nachhaltigkeitsgedankens in der beruflichen Aus- und Weiterbildung. Die berufliche Qualifikation kann erheblichen Einfluss auf die Qualität von Umweltinnovationen haben, und bietet das Potenzial, zu verstärktem Umweltbewusstsein im betrieblichen Alltag und mehr umweltfreundlichen Innovationen zu führen. Akteure verschiedener sowie gleicher Ebene werden integriert und vernetzt, indem Unternehmen, Berufsschulen, Bildungsträger und Universitäten einbezogen werden.

Bei der Analyse der Erfolgsbeispiele wurden jeweils auch Hemmnisse identifiziert, die eine noch bessere Wirkung der Maßnahmen einschränken. Die Adressierung dieser Hemmnisse und die Anpassung an Veränderungen in den Rahmenbedingungen erfordern eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Maßnahmen. Dies unterstreicht zugleich den dynamischen Charakter der Öko-Innovationspolitik und die Bedeutung, die Monitoring, Evaluierung und Kommunikation der Ergebnisse haben.

Stärken und Schwächen der deutschen Öko-Innovationspolitik

Die Stärken und Schwächen der deutschen Öko-Innovationspolitik wurden zusammen mit den Herausforderungen und Chancen analysiert (vgl. Tabelle Z-1). Zu den Stärken Deutschlands zählt ein ausdifferenziertes Set von Akteuren, die die Öko-Innovationen tragen. Dies betrifft einmal die handelnden Akteure in Wissenschaft und Wirtschaft. Zugleich ist aber auch Öko-Innovationspolitik im politischen

System horizontal und vertikal ausdifferenziert, führt also im politischen System kein Nischendasein. Die Stärke Deutschlands bei den Öko-Innovationen kann auf eine langjährige Tradition zurückblicken. Dass sich Deutschland auf Umwelttechnologien spezialisiert hat und hier überdurchschnittliche Außenhandelserfolge erzielt, stärkt zugleich die Legitimation der Öko-Innovationspolitik und signalisiert den Innovationsakteuren, dass es sich um ein erfolgversprechendes Zukunftsfeld handelt. Gerade im Kontext der Energiewende ist diese Kopplung von ökologischer und ökonomischer Zukunftsfähigkeit ins öffentliche Bewusstsein gedrungen.

Jedoch ist dieses Bild nicht frei von Schwächen. Fasst man die Ergebnisse aus der inputorientierten Förderung von F&E-Ausgaben und der outputorientierten Betrachtung der Patentdynamik zusammen, zeigt sich folgendes Bild hinsichtlich Stärken und Schwächen Deutschlands bei Öko-Innovationen (vgl. Abbildung Z-3 und Z-4): Positiv ist zu vermerken, dass die betrachteten Innovationsindikatoren für die Summe der betrachteten Öko-Innovationen eine Steigerung der finanziellen Förderung als Input in den Innovationsprozess und eine Steigerung der Patente als Output aus ihm anzeigen. Auch im internationalen Vergleich liegt Deutschland hier durchaus mit in der Spitzengruppe. Allerdings zeigt eine nähere Betrachtung ein Auseinanderfallen von energie- und mobilitätsbezogenen Öko-Innovationen einerseits und der Summe der sonstigen Umwelttechnologien andererseits. Während insbesondere der Energiebereich eine deutlich über der durchschnittlichen Entwicklung liegende Steigerung bei den Anteilen an der F&E-Förderung und der Patentdynamik erzielen konnte, stagnieren beide Größen für die sonstigen Umwelttechnologien.

Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist sicherlich zu berücksichtigen, dass sie insbesondere den stärker technisch geprägten Teil der Öko-Innovationen anzeigen. Darüber hinaus sind auch Dienstleistungen, organisatorische und soziale Innovationen von Bedeutung. Allerdings liegen hierzu nur sehr bruchstückhafte Informationen vor. So deuten die Ergebnisse aus einer Sonderauswertung der Erhebung „Modernisierung der Produktion“, in der die Verbreitung verschiedener Dienstleistungssysteme untersucht wurde, darauf hin, dass diejenigen Produkt-Service-Typen, die aus der ökologischen Perspektive die größten Potenziale aufweisen, nämlich die bedürfnis- und ergebnisorientierten Geschäftsmodelle, bislang im Verarbeitenden Gewerbe am wenigsten verbreitet sind, während die produktorientierten Geschäftsmodelle, die häufig nur mit marginalen ökologischen Verbesserungen assoziiert werden, bereits einen relativ hohen Verbreitungsgrad besitzen.

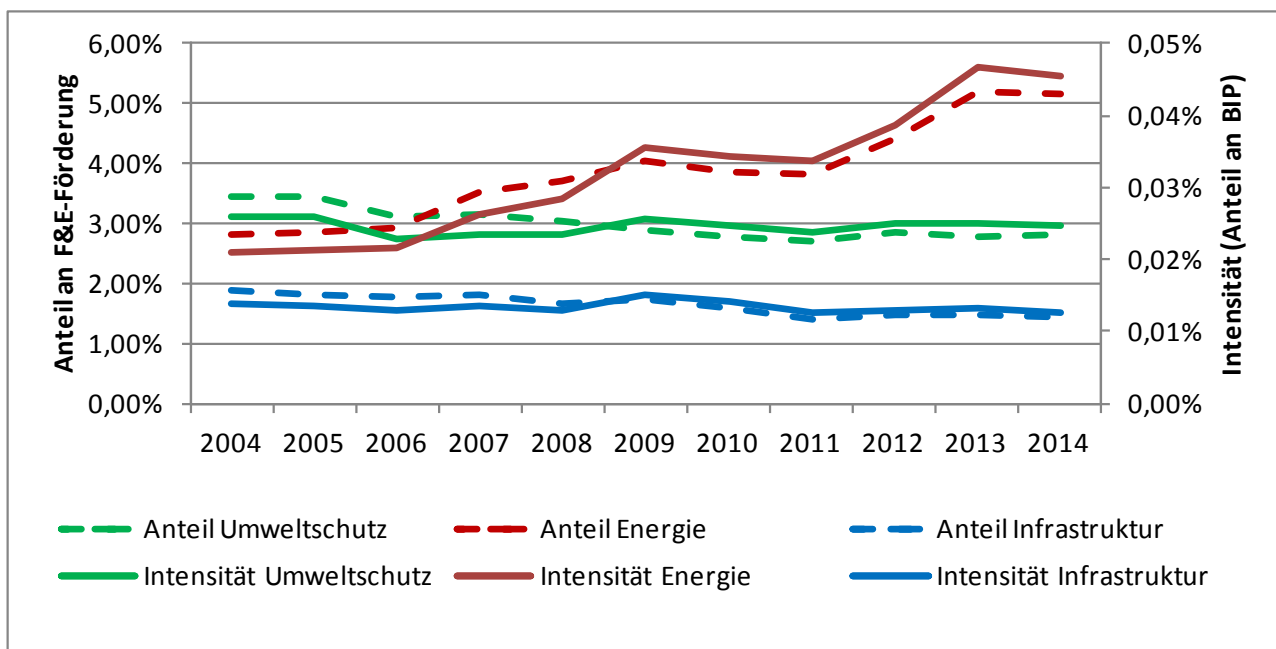
Trotz aller Schwierigkeiten und Unschärfen der betrachteten Indikatoren drängt sich folgende Schlussfolgerung auf: Die Entwicklung der Öko-Innovationen in Deutschland zeigt ein geteiltes Muster auf. Während sich in der Entwicklung im Energiebereich die Anforderungen, die aus der Energiewende folgen, widerspiegeln, wird die Entwicklung in den anderen Bereichen in keiner Weise den Anforderungen gerecht, wie sie an eine Transformation hin zu einer Green Economy zu stellen wären. Hier besteht eindeutiger Handlungsbedarf.

Im Vergleich mit anderen Ländern hat Deutschland – getrieben auch durch die Energiewende – das Thema einer ökologischen Transformation stärker aufgegriffen. Ansätze im Forschungsbereich nehmen die Transformationsproblematik auf, einschließlich Fragen zu neuen Konsumstrukturen und zu den Schwierigkeiten im Umgang mit Rebound-Effekten. Es bestehen zahlreiche Initiativen, die sich diesen Themen verschrieben haben. Andererseits kann als Schwäche konstatiert werden, dass gegenüber den Erfordernissen einer Transformation die geförderten Innovationsstrategien trotz dieser Ansätze noch immer zu sehr in technologischen Innovationspfaden verhaftet sind. Insofern ist das bisher erfolgte Ausmaß der Integration institutioneller und sozialer Innovationen in die Innovationspolitik als Schwäche zu interpretieren.

Ebenfalls als Stärke und gleichzeitig als Schwäche sind die unterschiedlichen Aspekte der Zielbildung zu bewerten. Als Stärke zu werten ist, dass Deutschland in einer Reihe von Teilaspekten stringente ökologische Ziele formuliert und in Maßnahmenstrategien eingebracht hat. Andererseits wird die Kohärenz des vorliegenden ökologischen Zielsystems bemängelt. Ebenso wird eine ungenügende Be-

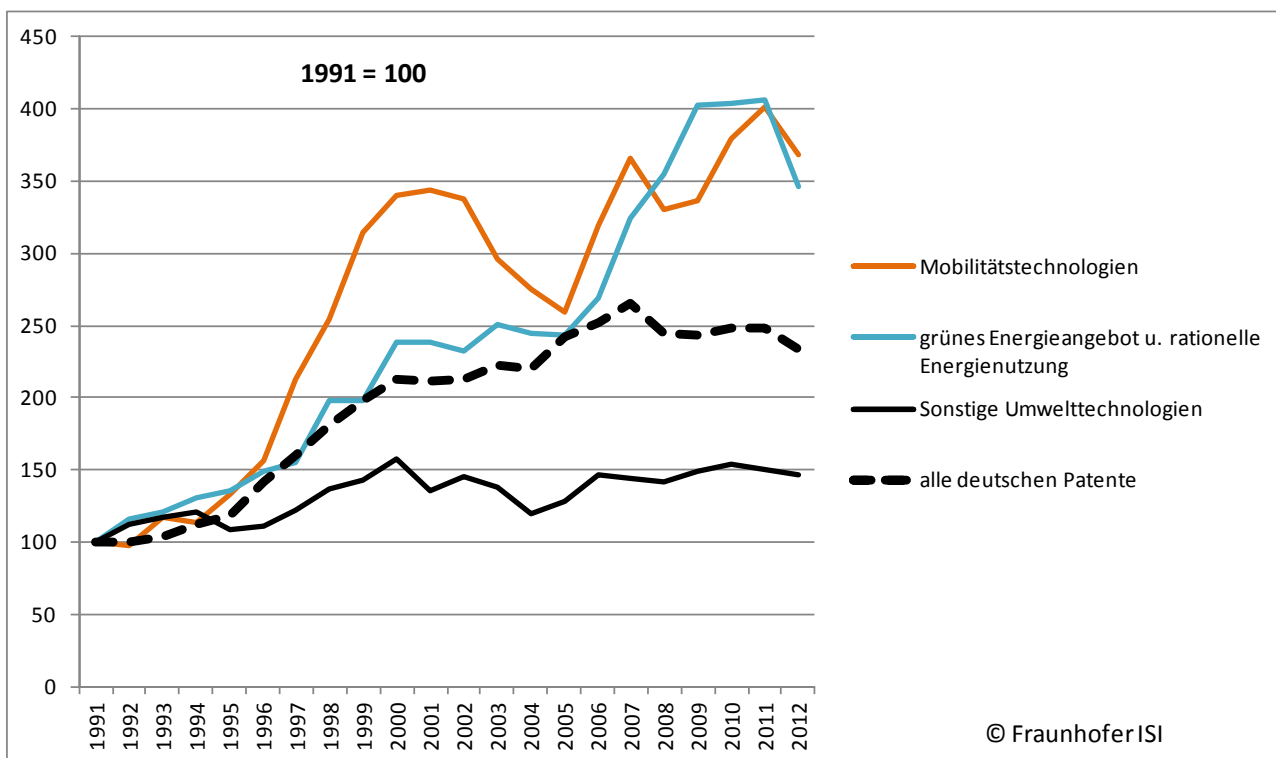
rücksichtigung der sozialen Nachhaltigkeitsdimension im Zielsystem sowie ein Fehlen spezifischer Ziele für Öko-Innovationen bemängelt. Eine weitere Schwäche wird darin gesehen, dass es zwar zu Zielbildungen, aber nicht in ausreichendem Maße zu einem Monitoring der Zielerreichung und einer Adjustierung des Maßnahmeneinsatzes kommt.

Abbildung Z-3: Öffentlich finanzierte F&E-Ausgaben nach Forschungszweck in Deutschland in der Abgrenzung nach NABS



Quelle: Eigene Darstellung nach Daten von EUROSTAT

Abbildung Z-4: Patentdynamik in Deutschland in für Öko-Innovationen relevanten Teilbereichen



Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Im Bereich der Instrumentenwahl ist es als eine Schwäche Deutschlands zu werten, dass die eingeführten Umweltabgaben nicht entsprechend weiterentwickelt wurden. Besonders augenfällig wird diese Schwäche auch dadurch, dass eine Persistenz umweltschädlicher Subventionen auszumachen ist. Weitere Schwächen hängen inhaltlich mit den Anforderungen an ökologische Transformationen zusammen. So erfordern radikalere Neuerungen oftmals auch neue Akteursstrukturen. Die – auch für andere Bereiche festzustellende – Gründungsschwäche in Deutschland wirkt hier restringierend. Speziell für die Politikmaßnahmen ist dabei festzuhalten, dass eine Ausdifferenzierung der Gründungsförderung hin auf grüne Gründungen bisher aussteht. Gleichzeitig wird bei Transformationen zunehmend die Notwendigkeit gesehen, neben dem Wachstum der Nischen auch einen Abbau von umweltschädlichen Technologien und Strukturen planvoll in die Wege zu leiten. Bisher hat sich die Öko-Innovationspolitik diesem Thema der Exnovation aber noch nicht genügend geöffnet.

Tabelle Z-1: Ergebnis der SWOT-Analyse zur Öko-Innovationspolitik in Deutschland

Stärken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> • Etabliertes Politikfeld mit ausdifferenziertem Set von Akteuren in Forschung, Wirtschaft und Politik • Spezialisierung Deutschlands auf Öko-Innovationen bei Patenten und im Außenhandel • Etablierte ökologische Ziele in Teilbereichen • Energiewende treibt Input und Output des Energieforschungssystems • Beginnende Thematisierung von Transformation und Konsumstrukturen, unterstützt durch vielfältige Initiativen der Zivilgesellschaft 	<ul style="list-style-type: none"> • Stark expandierender Weltmarkt • Vorreiter nicht nur bei technischen Öko-Innovationen, sondern auch bei Transformationen und der Integration von Nachhaltigkeit entlang der Wertschöpfungskette • Ausgestaltung der Hightech-Strategie für Integration von Öko-Innovationen in die allgemeine Innovationspolitik nutzen • Chancen der Innovationschübe in anderen Bereichen (z. B. Industrie 4.0) für Weiterentwicklung von Öko-Innovationen nutzen
Schwächen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Persistenz umweltschädlicher Subventionen, keine Weiterentwicklung bei technikunabhängigen preislichen Instrumenten • Keine einer Transformation entsprechende Dynamik von F&E außerhalb von Energiethemmen • Integration institutioneller und sozialer Innovationen in Öko-Innovationspolitik • Exnovation zu wenig thematisiert • Unterstützung von „grünen“ Gründungen • Kohärenz des Zielsystems: ungenügendes Monitoring und Nachjustieren bei Teilzielen und Fehlen spezifischer Ziele für Öko-Innovationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Auftreten neuer Konkurrenten auf den Weltmärkten erfordert neue Partnerschaften entlang globalisierter Wertschöpfungsketten • Anpassung der eigenen technologischen Ansätze an die Bedingungen in Entwicklungsländern • Soziale Dimension von Nachhaltigkeit und Verteilungsfragen berücksichtigen • Aufbrechen etablierter Politiknetzwerke und Integration von Nutzern und NGO in Innovationsprozesse • ZIMEK-Infrastruktur für lernende Politiksysteme (Ziele, Indikatorik, Monitoring, Evaluierung und Kommunikation)

Für die Zukunft eröffnen sich für Deutschland aber auch erhebliche Chancen für eine Öko-Innovationspolitik. So ist mit einem steigenden Volumen auf den Weltmärkten zu rechnen. Deutschland verfügt über Spezialisierungsvorteile im Außenhandel mit Umwelttechnologien. Somit bietet sich für Deutschland hier die Perspektive, nicht nur Vorreiter bei einzelnen Technologien, sondern auch bei der Transformation von Sektoren zu sein und damit seine starke Stellung im internationalen Wettbewerb auszubauen. Voraussetzung hierfür aber ist, dass Deutschland die eigene Position bei der Etablierung von produktbegleitenden Dienstleistungssystemen weiter steigert. Auch hat sich die Innovationspolitik

insgesamt den Fragen globaler Herausforderungen zu öffnen. International bietet sich hier die Chance, durch die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten entlang der Wertschöpfungskette eine Vorreiterrolle einzunehmen. National bieten die weiteren Säulen der Hightech-Strategie einen Ansatzpunkt, eine breite Verankerung der Öko-Innovationen in der Innovationspolitik vorzunehmen. Gerade in den Bereichen Aus- und Weiterbildung, grüne Gründungen und Partizipation von Bürgern im Forschungsbereich werden hier große Potenziale gesehen. Schließlich bietet es sich an, eine Verkettung von Öko-Innovationen mit Innovationsschüben in anderen Bereichen vorzunehmen. Insbesondere das Themenfeld Digitalisierung bietet hier auch erhebliche Potenziale für den Umweltschutz.

Für die Wahrnehmung der Chancen ist es allerdings erforderlich, eine Reihe von Herausforderungen zu meistern. Auf den Weltmärkten treten neue Konkurrenten auf. Gleichzeitig ist absehbar, dass die Nachfragesteigerungen auch immer mehr in Ländern des Südens zum Tragen kommen. Damit verstärken sich aber die Anforderungen an eine Adaption der Lösungen an die Einsatzbedingungen in diesen Regionen. Dies könnte damit einhergehen, dass die Fähigkeit der Anbieter, solche Adaptionen vorzunehmen, zunehmend zu einem strategischen Wettbewerbsfaktor wird. Empirische Hinweise deuten darauf hin, dass gerade China bei Öko-Innovationen eine Wettbewerbsstrategie verfolgt, die neben punktueller Konkurrenz auf den Märkten des Nordens eine Vorreiterrolle für die sich neu entwickelnden Märkte des Südens vorsieht. Des Weiteren wird die Ausdifferenzierung globaler Wertschöpfungsketten dafür sorgen, dass die Gestaltung von Wertschöpfungsketten auch international sehr strategisch angegangen werden muss. Gerade die neuen Player verfolgen eine Strategie, Erfolge auf den Weltmärkten über einen Einstieg bei den Teilen der Wertschöpfungsketten zu erreichen, die durch geringere Wertschöpfungstiefe und geringere Innovationskomplexität gekennzeichnet sind. Umgekehrt sind sehr wertschöpfungsintensive und durch implizites Wissen (tacit knowledge) gekennzeichnete Teile der Wertschöpfungskette eine Domäne der etablierten Anbieter. Damit stellen sich aber zunehmend auch strategische Fragen, wie durch komplementäre internationale Partner die deutschen Anbieter die gesamte Wertschöpfungskette im Verbund abdecken können. Festzuhalten bleibt, dass Deutschland diese internationale Dimension bei der Ausrichtung der eigenen Förderpolitik nicht aus dem Auge verlieren sollte.

Eine verbesserte Integration von institutionellen und sozialen Innovationen stellt die Öko-Innovationspolitik ebenfalls vor neue Herausforderungen. Zwar sind viele Einzelinitiativen entstanden. Dennoch bleibt die Vorhersagbarkeit und Steuerung gerade sozialer Innovationen notwendigerweise unbestimmt. Die Innovationspolitik muss sich in diesen Bereichen viel stärker auf die Bereitstellung entsprechender „geschützter“ Räume konzentrieren. Auch wenn diese Nischen anfangs sehr klein sind und nur eine begrenzte Umweltentlastung bewirken, können sie jedoch eine hohe Relevanz entfalten, da sie Lerneffekte ermöglichen und als Leuchtturm für Nachahmer dienen. Allerdings stellt die Bereitstellung von „geschützten“ Räumen die Konzeption der Forschungspolitik vor neue Herausforderungen. Entsprechend wird die Balance zwischen Stabilität von Rahmenbedingungen, starken Nachfragesignalen und Begrenzung von Verteilungswirkungen zur Herausforderung. Die Integration von Nutzern und NGO in den Forschungsprozess ist nicht nur für die bereits daran beteiligten Akteure eine Herausforderung. Ihre Integration in die Politiknetzwerke, die zugleich eine Verfügbarkeit entsprechender Ressourcen und Kompetenzen erfordert, wirft auch neue Fragen der Governance auf. Strategisch wird die ex-ante Abschätzung von Policy-Feedbacks und ein entsprechendes Design der Instrumente zu einer wichtigen Aufgabe. All dies wird es erforderlich machen, ein verbessertes strategisches Informationssystem für die Politikgestaltung zu etablieren, das Ziele, Indikatorik, Monitoring, Evaluierung und Kommunikation (ZIMEK) bündelt.

Stärken und Schwächen Deutschlands auf der Ebene der einzelnen Leitmärkte

Die Stärken und Schwächen Deutschlands finden sich in unterschiedlicher Ausprägung auch jeweils in den einzelnen grünen Leitmärkten wieder. Für die Einschätzung des Potenzials Deutschlands, die Posi-

tion eines Leitbieters bei den einzelnen grünen Leitmärkten einzunehmen, ist es erforderlich, fünf Bestimmungsfaktoren der Wettbewerbsfähigkeit jeweils zu beurteilen: die technologische Leistungsfähigkeit, die nachfragebezogenen und angebotsseitigen Marktkontextfaktoren, die System- und Akteursstruktur sowie die Innovationsfreundlichkeit der Regulierung. Eine belastbare Beurteilung des Potenzials für eine Leitbieterstellung erfordert eine Vielzahl von Einschätzungen. Neben qualitativen Einschätzungen wurden dabei auch quantitative Innovationsindikatoren herangezogen. Im Hinblick auf die Gesamtbewertung wurden die einzelnen Einschätzungen für jeden der fünf Faktoren zu einem numerischen Gesamtwert zwischen 1 (weniger gute Bedingungen) und 3 (sehr gute Bedingungen) verdichtet. Diese bilden die Basis für ein Spinnendiagramm, das das Gesamtergebnis der Beurteilung visualisiert (Abbildung Z-5).

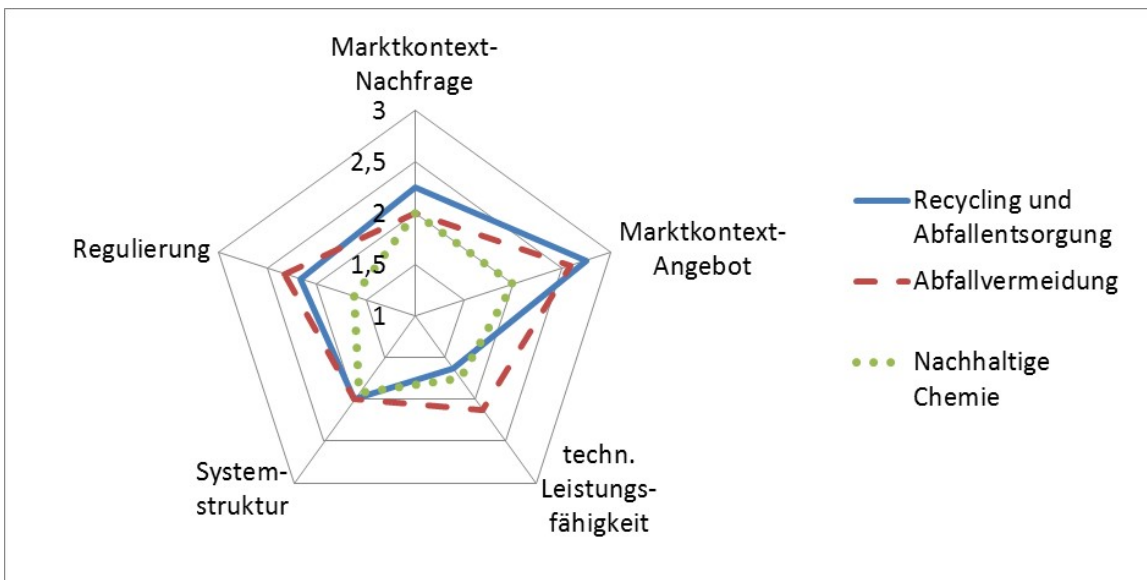
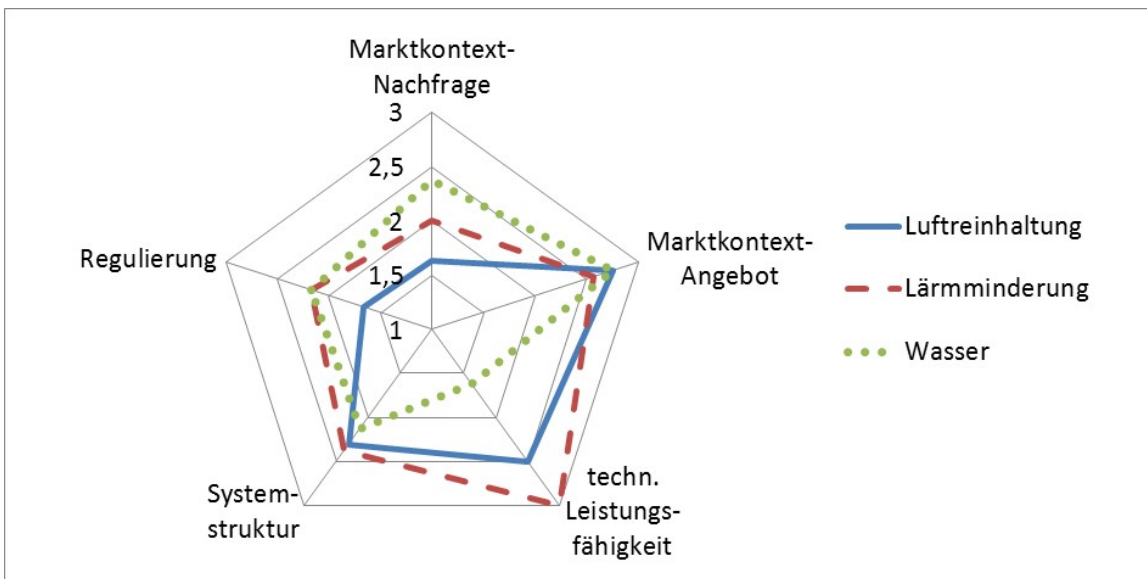
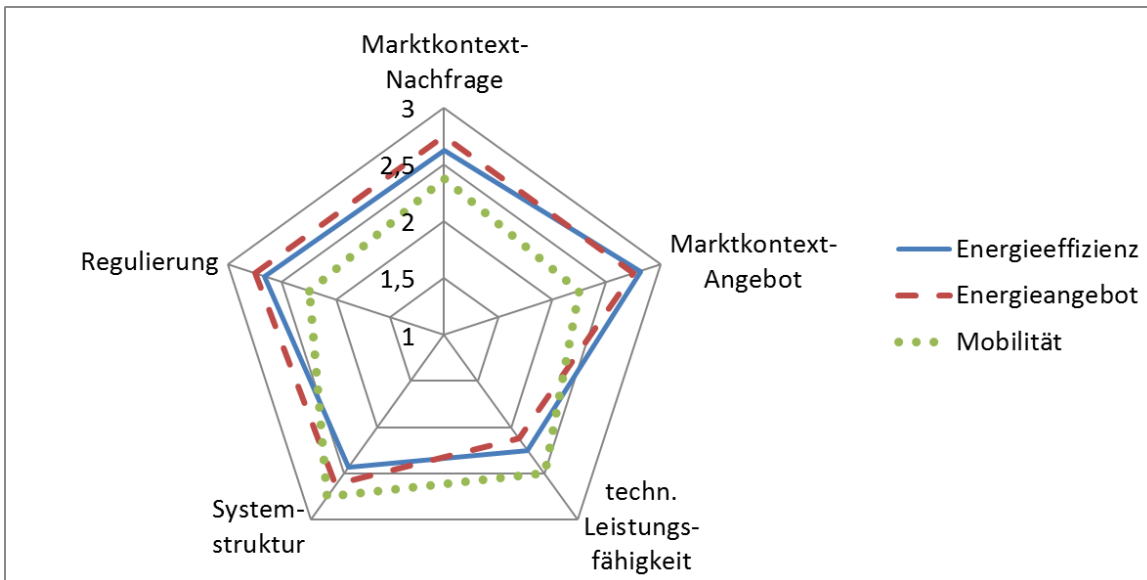
Die Leitmärkte Energieeffizienz, grünes Energieangebot und grüne Mobilität zeigen ein vergleichsweise ausgewogenes Bild bei den Wettbewerbsfaktoren auf international hohem Niveau. Dennoch sind auch jeweils marktspezifische Schwächen festzuhalten:

- ▶ Bei der Energieeffizienz gibt es viele Nachfrageaktivitäten, aber noch Steigerungsbedarf hinsichtlich der Erreichung der kurzfristigen und Formulierung mittelfristiger Ziele. Die Vielzahl der Akteure erschwert die Koordination. Gerade bei den breitenwirksamen Instrumenten wie dem Emissionshandel fehlt die Stringenz der Vorgaben.
- ▶ Beim grünen Energieangebot liegt zwar eine hohe Dynamik vor. Zugleich besteht ein Spannungsfeld aus sozialen Fragen hinsichtlich der gestiegenen Zuschläge auf Stromrechnung und den ausgelösten Unsicherheiten wegen des Umstiegs auf Ausschreibungsverfahren. Die Diskussionen um den Kohleausstieg signalisieren die nach wie vor vorliegende hohe Pfadabhängigkeit der Elektrizitätswirtschaft. Gerade im Hinblick auf neue Wettbewerber ist auch die Einbindung in internationale Wertschöpfungsketten zu verbessern.
- ▶ Im Bereich der grünen Mobilität besteht ebenfalls eine hohe Pfadabhängigkeit beim Verbrennungsmotor. Die Markteinführung der Elektromobilität erfolgt zögerlich. Gleichzeitig ist die Automobilwirtschaft als zentraler deutscher Innovationsplayer abhängig von globalen Märkten, auf denen gerade China große Schritte Richtung Elektromobilität macht.

Die Leitmärkte Luftreinhaltung, Lärminderung und nachhaltige Wasserwirtschaft gehören alle zur traditionellen Umweltschutzwirtschaft. Die Erfolge und die Vorreiterposition, die sich Deutschland hier in der Vergangenheit erworben hat, wirken bis heute hinsichtlich eines gut ausgeprägten Kontextes auf der Marktangebotsseite nach und haben zu Erfolgen auf dem Weltmarkt geführt. Dennoch steht Deutschland auch auf diesen Leitmärkten vor Herausforderungen:

- ▶ In der Luftreinhaltung hat sich die Nachfrage bisher auf end-of-pipe-Technologien konzentriert, während der Ausstieg aus dem Verbrennungsmotor nur zögerlich vorankommt. Die Glaubwürdigkeit der Ziele ist nach den langjährigen Zielverletzungen und den Umständen des Dieselskandals gefährdet.
- ▶ Bei der Lärminderung nimmt Deutschland eine prägende Rolle in frühen Innovationsphasen ein, wenn auch der technologische Wissensvorsprung schrumpft. Auf der Marktnachfrageseite sind Unsicherheiten über die Finanzierung der Lärmsanierung und -vermeidung zu konstatieren. Hinzu kommt die Problematik, internationale Akteure im Güterverkehr in die heimischen Anstrengungen zur Lärminderung einzubinden.

Abbildung Z-5: Beurteilung der Wettbewerbsfähigkeit in den grünen Leitmärkten



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

- ▶ Bei den Technologien für eine nachhaltige Wasserwirtschaft ist in Deutschland insgesamt eine nachlassende Dynamik bei der Generierung von Innovationen zu beobachten. Zwar werden Signale zur Hinwendung auf neue Probleme und Strategien vermittelt, aber die Umsetzung in Maßnahmen steht in einigen Bereichen noch aus. Deutschland ist stark beim Export von Komponenten, aber die Fähigkeit zur Abgabe gemeinsamer Angebote eines kompletten Systems der Wasserver- und Abwasserentsorgung muss gestärkt werden.

Die Kreislaufwirtschaft mit den beiden Teilen Recycling/Abfallentsorgung und Vermeidung von Abfällen/Flächenverbrauch sowie die nachhaltige Chemie sind dadurch gekennzeichnet, dass die Nachfragesituation als weniger gut eingeschätzt wird. Insbesondere folgende leitmarktspezifischen Herausforderungen sind anzuführen:

- ▶ Bei Abfallentsorgung/Recycling lässt die Generierung neuer Innovationen für Abfallentsorgung nach; ein neuer Schub ist bei der Diffusion erforderlich. Im Recycling hält die Innovationsdynamik mit den übrigen Wirtschaftsbereichen mit, es werden aber vergleichsweise hohe Kosten beim Recycling beklagt.
- ▶ Bei der Abfallvermeidung ist die Generierung neuer Innovationen ausgeprägt. Eine Herausforderung besteht darin, die Recyclingfähigkeit bei komplexen Materialien und sinkenden Gehalten einzelner Stoffe zu erhalten. Die politischen Zielvorgaben zum effizienten Umgang mit Material sind noch wenig spezifiziert.
- ▶ Bei der nachhaltigen Chemie kann sich Deutschland in keinem der Leitmarktfaktoren besonders positiv abheben. Insbesondere die Leitmarktfaktoren bezüglich des Regulierungsrahmens und der technologischen Leistungsfähigkeit fallen mit Werten etwas unter 2 deutlich ab, da zum Beispiel Zielvorgaben für die Umsetzung der Prinzipien der Green Chemistry fehlen. Diese Schwächen könnten die breite Diffusion im heimischen Markt und künftige Exporterfolge gefährden. In der wissenschaftlichen deutschen Community und der Industrie ist die Bedeutung der Nachhaltigen Chemie zwar unumstritten. Dennoch erscheint es wichtig, gerade auch im Wissenschaftssystem das Bewusstsein weiter zu schärfen, Aktivitäten zu bündeln und Anreize zur Positionierung zu schaffen.

Strategischer Ansatz der künftigen Öko-Innovationspolitik

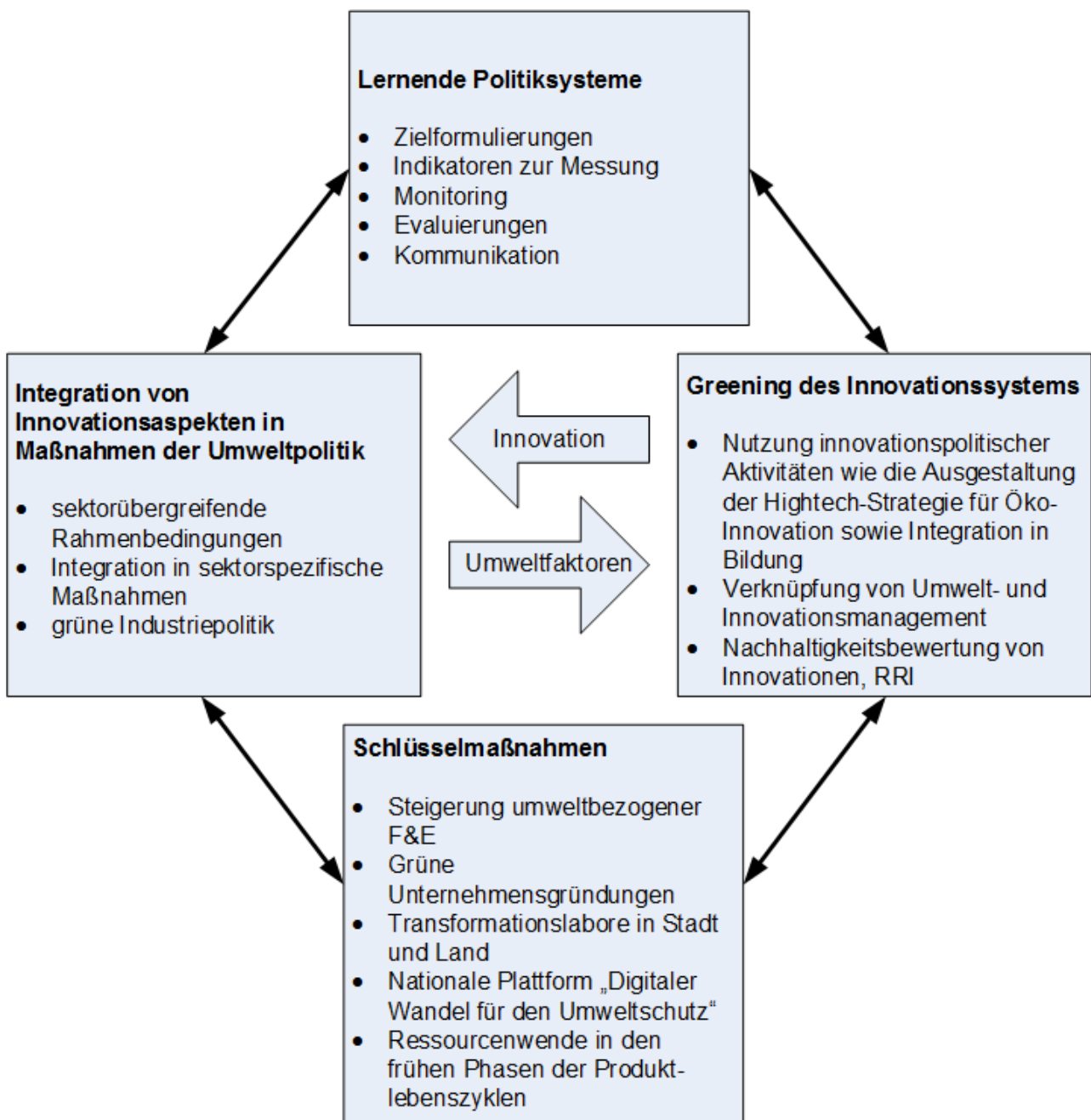
Öko-Innovationspolitik soll die bestehende Umwelt- und Innovationspolitik weder ersetzen noch kann sie es. Vielmehr geht es um eine komplementäre Weiterentwicklung, bei der die aufgezeigten Stärken weiter verbessert und die skizzierten Schwächen angegangen werden sollen. Folgende allgemeinen Leitlinien lassen sich hierbei für die Öko-Innovationspolitik ableiten:

- ▶ Es sollten alle Innovationsphasen, d. h. neben der Generierung und der Diffusion von Innovationen auch das Up-scaling berücksichtigt werden.
- ▶ Es sollte auf Ausgewogenheit zwischen technikspezifischen und allgemeinen Maßnahmen mit breiter Innovationswirkung geachtet werden.
- ▶ Zielbildung und Stabilität der Politik sowie die Integration von Stakeholdern und Nutzern bilden wichtige Governanceaspekte.
- ▶ Eine verstärkte Berücksichtigung der Transformationserfordernisse erfordert neue Akteurs-Konstellationen, Unterstützung sozialer Innovationen sowie Raum für Etablierung und Wachstum von Nischen.
- ▶ Das Ankoppeln an Themen der allgemeinen Innovationspolitik bietet die Möglichkeit einer Verschränkung von Umwelt- und Innovationspolitik.

Auf Grund der Vielfältigkeit der Akteure und Politikarenen kann sich eine Öko-Innovationspolitik nicht auf einen Katalog einzelner Maßnahmen beschränken. Als strategischer Ansatz werden vier Ebenen identifiziert, auf denen Öko-Innovationspolitik zur Geltung kommen sollte (Abbildung Z-6):

- ▶ Stärkere Berücksichtigung der Innovationsbelange in den vielfältigen Maßnahmen der Umweltpolitik,
- ▶ Stärkere Berücksichtigung der Umweltbelange in den Maßnahmen zur Stärkung des Innovationssystems,
- ▶ Maßnahmen, die die Etablierung lernender Politiksysteme unterstützen, sowie
- ▶ Schlüsselmaßnahmen, die ganz spezifische Aspekte mit besonderer Bedeutung für die Öko-Innovationspolitik adressieren.

Abbildung Z-6: Überblick über den strategischen Ansatz der Öko-Innovationspolitik



Quelle: Eigene Darstellung

Neben den stärker strukturell wirkenden Maßnahmen wird auch vorgeschlagen, eine begrenzte Anzahl von Schlüsselmaßnahmen in die Wege zu leiten, die das Commitment der Bundesregierung zur Förderung von Öko-Innovationen unterstreichen. Diese Maßnahmen sollten in besonderer Art und Weise an die Notwendigkeiten zur Weiterentwicklung der Öko-Innovationspolitik anknüpfen, wie sie in der Stärken-Schwächen-Analyse herausgearbeitet wurden. Wichtige Kriterien sind hier v. a. der Querschnittsbezug der Maßnahmen, eine Stärkung von Transformationsbemühungen und sozialen Innovationen sowie eine Integration der sozialen Dimension von Nachhaltigkeit. Hinzu kommen situative Kontextfaktoren, wie Windows of Opportunities in der umweltpolitischen Diskussion oder die Möglichkeit, Öko-Innovationspolitik an Themen der allgemeinen Innovationspolitik anknüpfen zu können. Auf dieser Basis werden folgende fünf Schlüsselmaßnahmen vorgeschlagen:

- ▶ Ein wichtiger Input in den Innovationsprozess ist die öffentliche Finanzierung von F&E-Ausgaben. Im Bereich der Forschungsförderung ist es zwar zu einer Steigerung bei energiebezogenen Innovationen gekommen, andererseits gibt es bei den anderen Umweltthemen keine entsprechende Dynamik. Vor diesem Hintergrund könnte also als Ziel postuliert werden, die staatlichen Forschungsausgaben für die drei in der Statistik abgrenzbaren Bereiche Umweltschutz, Energie und Transport und andere Infrastrukturen bis zum Jahr 2020 auf zusammen 0,1 % des BIP zu steigern. Entsprechend könnte eine Fortschreibung für 2030 in einer weiteren Steigerung auf eine Größenordnung von 0,15 % des BIP bestehen.
- ▶ Neue Ideen und gänzlich neue Strategien erfordern i. d. R. auch neue Akteure. Insofern kommt Unternehmensgründungen im Kontext der Transformation eine besondere Rolle zu. Deren Förderung könnte einerseits an Maßnahmen anknüpfen, die die allgemeine Gründungsschwäche in Deutschland adressieren. Andererseits wird vorgeschlagen, ein spezifisches Maßnahmenbündel zur Steigerung grüner Gründungen auf den Weg zu bringen. Dieses reicht von der Einrichtung eines Gründerfonds für Gründer in den grünen Leitmärkten über die Einrichtung von Gründerzentren, die auf Nachhaltigkeitslösungen spezialisiert sind und die Einbeziehung von Nachhaltigkeitskriterien in die Erstellung von Businessplänen bis hin zur Auslobung von nachhaltigkeitsbezogenen Gründerpreisen.
- ▶ Soziale und ökologische Probleme sowie Ansätze zu ihrer Lösung manifestieren sich vor allem im Siedlungsraum, in dem Menschen leben. Insofern bilden Siedlungen eine Art Labor, in denen sich neue Formen des Wirtschaftens und Zusammenlebens entwickeln können. Aus diesem Grund wird als eine Schlüsselmaßnahme die Etablierung von Transformationslaboren in Stadt und Land vorgeschlagen. Gegenüber den gegenwärtig sich in Erprobung befindlichen Reallaboren unterscheiden sich Transformationslabore im Sinne eines Up-scaling auf mehrfache Weise: Erstens wird dem transformativen Charakter im Vergleich zum wissenschaftlichen Erkenntnisinteresse ein höheres Gewicht beigemessen. Damit verbunden ist auch eine stärkere finanzielle Förderung der Partizipation von Vertretern des bürgerschaftlichen Engagements. Zweitens sollen Transformationslabore im Unterschied zu den stärker sektoral ausgeprägten Reallaboren eine Integration der verschiedenen Bereiche vornehmen und daher umfassender angelegt sein. Drittens sollen Transformationslabore eine längere Perspektive (ca. 10 Jahre) einnehmen, damit sich neue organisatorische, institutionelle und soziale Innovationen entwickeln und anpassen können.
- ▶ Eine Verkettung von Öko-Innovationen mit Innovationsschüben aus anderen Bereichen nutzt im Sinne der politischen Anschlussfähigkeit bestehende „windows of opportunity“ und verspricht erhebliche Potenziale für den Umweltschutz. Das Themenfeld Digitalisierung bietet sich hier besonders an, da der digitale Wandel das Hervorbringen neuer Akteure und Transformationen begünstigt, neue Akteurskonstellationen und damit Reorganisationen von Wertschöpfungsketten ermöglicht sowie gänzlich neue Geschäftsmodelle hervorbringt. Die Schaffung und Etablierung einer nationalen Plattform „Digitaler Wandel für den Umweltschutz“ ver-

spricht, die vielfältigen Chancen, welche die Digitalisierung dem Umweltschutz zweifelsfrei bietet, bestmöglich nutzen und verwirklichen zu können.

- ▶ Die Steigerung der Ressourceneffizienz adressiert eine Vielzahl zentraler Umweltziele. In jüngerer Zeit weist das BMUB unter anderem verstärkt auf die Bedeutung von Ressourceneffizienzstrategien zur Erreichung der Klimaschutzziele und auch der Sustainable Development Goals hin. Wichtig scheinen insbesondere Maßnahmen zur Förderung der Kreislaufwirtschaft auf den oberen Stufen der Abfallhierarchie und damit in den frühen Phasen des Produktlebenszyklus zu sein. Insbesondere sind Maßnahmen zur Stärkung der nachfrageseitigen Marktkontextfaktoren erforderlich, die eine frühzeitige Marktexpansion begünstigen, etwa die Formulierung klarer quantitativer Ziele für den effizienten Umgang mit Materialien und die Schaffung größerer Nachfrage für Materialien aus Sekundärrohstoffen und für ressourceneffiziente Produkte.

Summary

Background

Eco-innovation has featured more prominently on the EU agenda in recent years. The Eco-Innovation Action Plan (EcoAP) replaced the Environmental Technology Action Plan (ETAP) at the end of 2011 and established a new agenda for eco-innovations in the EU. The EcoAP covers a broad range of measures relating, for example, to the demand and supply sides, science and industry, or support policies as well as legal framework conditions. Its aim is to accelerate eco-innovations in order to achieve environmental objectives and, at the same time, boost economic efficiency and competitiveness in line with the flagship initiative “Innovation Union” and the Europe 2020 Strategy, thereby contributing to economic growth and job creation.

The EU Commission has identified seven fields of action to support eco-innovation. This reflects how broadly the topic is anchored in different flagship initiatives. The seven activity fields are:

1. using environmental policy and legislation as a driver to promote eco-innovation (Action 1);
2. supporting demonstration projects and partnering to bring promising, smart and ambitious operational technologies to the market that have been suffering from low uptake (Action 2);
3. developing new standards boosting eco-innovation (Action 3);
4. mobilising financial instruments and support services for SMEs (Action 4);
5. promoting international cooperation (Action 5);
6. supporting the development of emerging skills and jobs and related training programmes to match the labour market needs (Action 6);
7. promoting eco-innovation through the European Innovation Partnerships foreseen under the Innovation Union (Action 7).

Eco-innovations have played an important role in German policy making for many years. The objective of the project reported here was to analyse the German eco-innovation policy and provide recommendations for a future orientation. We begin by outlining the determinants of eco-innovations and competitiveness and assign them to components of an eco-innovation policy. The next chapter takes stock of the measures that have been conducted so far in Germany in the context of boosting eco-innovation. This is followed by a chapter about the strengths and weaknesses of Germany’s eco-innovation policy. The closing chapter outlines the strategic direction of the future German eco-innovation policy and proposes key measures.

Conceptual background

Innovations are understood as the generation, implementation and diffusion of novelties. The factors influencing innovations are extremely diverse. While the traditional understanding of innovation highlighted primarily research and development, modern, systemic innovation research emphasizes the interactions of different actors and institutions in the innovation process. Already existing knowledge components are combined with each other in new ways and with additional novel knowledge. Because knowledge is spread among scientists, manufacturers, users etc., innovation requires these individuals to communicate with one another. Innovations take place with numerous feedback loops between generation and diffusion so that early learning on the market is necessary to integrate user experiences and realise learning and economies of scale effects. This means that innovation support must also keep an eye on the introduction to and diffusion through the market.

In the past, innovations were often simply equated with technical changes, but technical innovations frequently require organisational and institutional innovations in non-technical fields as well. Increasing emphasis is also placed on the relevance of social innovations. These aim at identifying new roles, relationships, norms and values that could result in changed lifestyles and new production and consumption patterns.

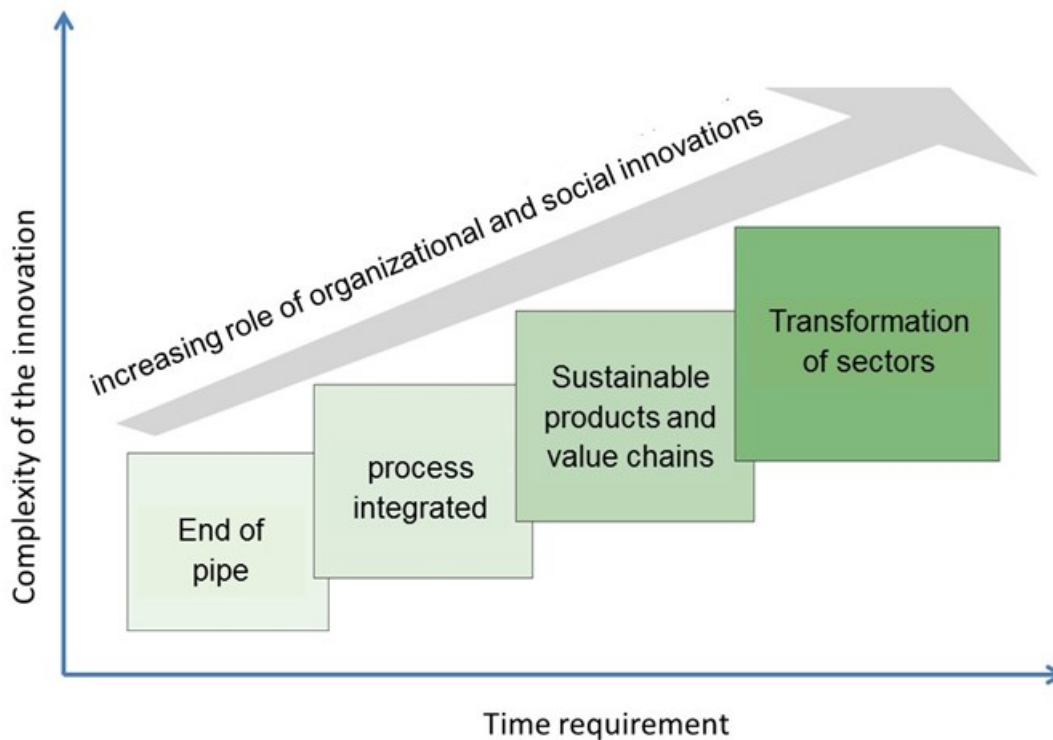
Eco-innovations are defined as innovations that reduce environmental pollution. It is irrelevant here whether the driving force behind these eco-innovations lies in improving the environmental situation, or whether this results as a side effect. The different types of eco-innovations can be distinguished by the extent of the overlap between technical innovations and organisational, institutional and social innovations (Figure S-1). In end-of-pipe technologies, technologies are added to the actual production or consumption process to retain or treat emissions. Technologies that are integrated into the production process lead to the substitution of old by new, more environmentally-friendly technologies. Sustainable products and value added concepts are characterised by changes along the value chain. These are associated with the need for increased coordination between the various actors right up to the development of completely new business models. If product designs are changed, acceptance issues and consumer preferences regarding these kinds of innovations become more important. The transformation of entire systems combines technological innovations with organisational, institutional and social innovations. At least since the energy transition, this type of innovation is increasingly acknowledged in the broad public. But also objectives such as new forms of mobility, sustainable water management or the trend towards a bioeconomy aim to transform entire systems.

This type of eco-innovation brings together and combines multiple technological innovations; this means it always involves elements from the other types of eco-innovation. Path dependency is characteristic for system transformations; this is brought about by co-evolution requirements and will require institutional innovations at the most diverse levels to overcome it. At the same time, new roles (e.g. prosumers), changed values (e.g. shared use instead of owning goods) and new norms (e.g. in the food sector) and thus social innovations are increasingly discussed in this context. It should be noted that implementing this type of eco-innovation is a long-term transformation process.

The eco-innovation plan is located at the interface where the ecological and economic objectives of the EU overlap. Several factors have to interact in order to become a lead supplier on future green markets: Successful foreign trade with technology-intensive goods continues to require high technological capability and high-performance suppliers able to withstand international competition. Growth in demand makes price reductions possible. Global trends and future requirements have to be considered early on. A high degree of networking between science, manufacturers and users of the technologies favours the exchange of knowledge and increases the ability to combine technical developments, new business models and service concepts with one another.

The actors must believe that policy regulations are stable and predictable. At the same time, ambitious medium-term environmental and diffusion targets help to steer the direction of innovation. As long as environmental costs are not correctly reflected in prices, the demand for eco-innovations must be brought about by environmental policy measures to a much greater extent than is the case for environmentally-neutral innovations. As a result, environmental policy automatically becomes a lever for demand-oriented innovation policy. A successful eco-innovation policy does not just consist of supporting R&D processes, but is characterised by a balanced relationship of supply-side and demand-side measures and a selected mix of policy measures that promotes actor diversity and takes account of the respective circumstances.

Figure S-1: Comparison of different types of eco-innovations



Source: Own representation by Fraunhofer ISI

Taking stock of the ecological innovation policy in Germany

Taking stock of the ecological innovation policy requires an extensive review of the current policy measures in Germany that have an effect on environmental innovations. Measures to boost eco-innovations can be divided into several fields of activity, environmental fields, or lead markets. Therefore, it is necessary to take a broad view of different policy fields, ministries and actors in order to document especially relevant initiatives and measures. With regard to the objective and definitions of the EcoAP, four basic criteria were used to select the (individual) measures:

- ▶ The measures should be currently valid, relatively recent and permanent. Acceleration compared to the status quo is not expected from measures that have been implemented unchanged for a long time already. Statements of intent, planned measures and similar things are not considered because of their uncertainty.
- ▶ The measures should have a clear environmental reference, i.e. it should be possible to classify an environmental impact (e.g. greenhouse gas reduction, avoidance of eutrophication).
- ▶ The measures should have a clear link to innovations.
- ▶ They should be public policy measures with a focus on the national level.

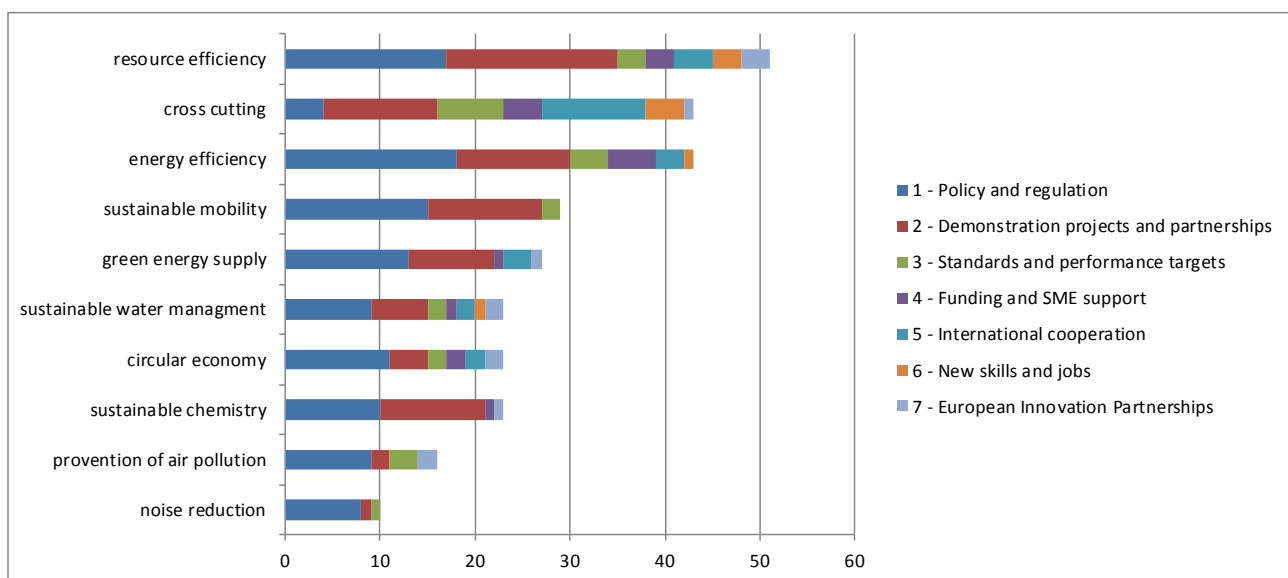
The measures identified in the searches represent the basic stock of the most important activities of a specifically German ecological innovation policy. In total, almost 60 aggregated measures were identified that consist of about 200 individual measures. The measures were documented in a database and characterized according to selected features. On this basis, the portfolio of measures was examined:

- ▶ When discussing the EcoAP at European level, it is interesting to see whether the national activities have a clear focus on individual “Actions” as mentioned in the EcoAP. The biggest share of individual measures (74) is allocated to Action 1, i. e. “environmental policy and legislation”.

Action 2, “demonstration projects and partnerships for eco-innovations”, also stands out with 43 single measures. Actions 3, 4 and 5 show average results with 19, 13 and 20 individual measures, respectively, while Actions 6 and 7, each with fewer than 10 individual measures, are much smaller.

- ▶ With regard to the governance of an ecological innovation policy, interest centres on the question about the respective main actors. The German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB) is clearly the main actor in Action 1 “Environmental policy and legislation”, and also plays an important role in Action 2 (“Demonstration projects/partnerships”) and 6 (“New skills and jobs”). The German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi) is mainly active in Actions 1, 4 and 5 and dominates the support of SMEs (Action 4). The German Federal Ministry of Research and Education (BMBF) is most apparent in Action 2, because many demonstration projects take place within the scope of research support programmes. The German federal states are also represented particularly strongly in Action 2. This could be due to the fact that demonstration projects are frequently located at regional level.
- ▶ An analysis was carried out based on the lead markets to provide orientation as to which areas are addressed by the eco-innovation policy. Figure S-2 illustrates how many individual measures address the respective lead markets. Lead markets can be mentioned more than once. The highest number of individual measures concern the lead market of resource efficiency. About half the individual measures can be assigned to the circular economy sub-market.
- ▶ The importance of Action 1 for the individual lead markets varies significantly. Environmental policy and legislation account for the majority of individual measures for the lead markets noise mitigation and prevention of air pollution. For these two lead markets, eco-innovation policy is primarily pursued in the form of demand-boosting innovation policy. In contrast to this, these two lead markets are hardly represented at all in Action 2 “Demonstration projects and partnerships”.
- ▶ Analysing the addressees tackles the question about which main groups are targeted by the measures. Industry is clearly one of the main recipients with a total of 35 measures. The rest of the economy, research and private individuals are targeted by 27, 25 and 23 measures, respectively. Research is mainly addressed by measures from Action 2 (Demonstration projects and partnerships), but industry and the rest of the economy are also important target groups in this field.
- ▶ More than one actor were involved in almost 50 of 60 (aggregated) measures, exactly two actors in almost 20. Smaller groups of three to four actors also feature frequently. This indicates that eco-innovation policy is generally a multi-actor constellation with all the associated coordination requirements.

Figure S-2: Number of individual measures by lead market and fields of action



Source: Own representation (multiple answers possible for the lead markets)

Policy learning based on successful examples

One objective of the EcoAP is to promote “policy learning” among the member states in the field of ecological innovation policy. Important criteria for policy learning include the integration of actors on the same level (across departments) or between different levels and objectives (multi-level governance), the policy’s ability to learn with a view to adjusting an instrument over time and the innovativeness of instruments. Policy learning of the German eco-innovation policy was described using six selected cases:

- Policy learning took place at several levels in the German Renewable Energy Sources Act (EEG): The reforms of the EEG in 2012 and 2014 automatically adjusted the payments made for renewable energy fed into the grid in order to achieve quantitative expansion targets. The aim is to improve the grid integration of the fluctuating amount of renewable energies through increased direct marketing, premiums to increase flexibility and the so-called sliding market premium. In addition, the transition was made towards determining feed-in remuneration via a tender process. Policy learning also took place with regard to the connection with other policy measures: For instance, establishing the special equalization scheme for electricity-intensive enterprises was linked to their obligation to introduce a certified energy management system. Finally, a differentiated information toolkit with a short-, medium- and long-term perspective was established for the EEG with the compilation of experience reports and the regular production of “Pilot studies on the development of the electricity market” that support the monitoring, adjustment and long-term orientation of the policy.
- With regard to the BMUB’s Environmental Innovation Programme, it is the embedding of projects into the support chain of environmental innovations that deserves emphasis: The Environmental Innovation Programme is active at the threshold to commercialization and thus at a critical point in the innovation process (upscaling). Using the results of the projects funded under the Environmental Innovation Programme to further develop environmental policy instruments integrates measures that are actually assigned to Action 1. The aim is to set up a continuous chain of support for environmental innovations by directly transferring R&D projects from BMBF funding measures into a pilot phase of the Environmental Innovation Programme.

- ▶ The special feature of the KfW efficiency house standard is the inextricable interaction with the German Energy Saving Ordinance (EnEV). Consistent interaction between energy-related requirements in ordinances like the EnEV on the one hand and consistent and transparent public support for energy-efficient building and renovations through the KfW on the other hand, coupled with predictable and reliable adjustments of standards, set clear incentives to press ahead with renovation projects and not postpone them.
- ▶ Energy efficiency networks are one example of how to successfully integrate different governance levels: Alongside the participating enterprises, network members involve different local institutions, e. g. town councils, local authorities, regional associations or federal state agencies. The process includes energy consultants as well and the BMUB and sometimes the BAFA provide support. At the same time, this example also demonstrates how different policy approaches interlock: the annual monitoring is conducted in a way that fulfills the prerequisites for the peak equalisation scheme for the energy and electricity tax. In this way, the network concept uses the possibilities provided by the existing legal framework to make participation in the network scheme even more attractive.
- ▶ Export initiatives are a successful example for how to connect environmental policy and economic objectives. Evaluations of export initiatives in the energy sector underline the economic effects of support for businesses and the impact on the export turnover of SMEs. The RETech Partnership and German Water Partnership (GWP) are organised as public-private partnerships, in which public sector and private sector stakeholders work together effectively and contribute their own respective strengths. In terms of innovation impact, export initiatives can make an important contribution to the diffusion of knowledge and know-how within networks. Through financing and information brokering, they can also help to push the formation of new markets and help SMEs, in particular, with the internationalization of their activities. In this way, export initiatives can make a decisive contribution to strengthening the international positioning of Germany's environmental industry and to diffusing technical know-how globally in many important environmental sectors.
- ▶ As part of the UN Decade of "Education for Sustainable Development 2005–2014", Germany introduced the programme "Education for Sustainable Development" that refers to all areas of life and education. The funding priority "Vocational training for sustainable development" (BBNE) focusses on embedding sustainability issues in vocational (further) training. Vocational qualifications can have considerable influence on the quality of environmental innovations and offer the potential to heightened environmental awareness in day-to-day business dealings and to encourage environmental innovation. Involving companies, vocational colleges, educational institutions and universities helps to integrate actors at different levels and on the same level and bring them together in networks.

Analysing these successful examples also identified obstacles that are hindering the measures from having an even better impact. Continuous further development of the measures is required to address these obstacles and adjust them to changing framework conditions. At the same time, this underlines the dynamic character of the eco-innovation policy and the importance of monitoring, evaluating and communicating the results.

Strengths and weaknesses of German eco-innovation policy

The strengths and weaknesses of German eco innovation policy were analysed together with the opportunities and threats (see Table S-1). A differentiated set of actors supporting eco-innovations is one of Germany's strengths. This applies to those players active in science and industry. At the same time, however eco-innovation policy is also differentiated horizontally and vertically in the political system and is not confined to niches. Germany's strengths in eco-innovations have a long tradition. That Ger-

many specializes in environmental technologies and achieves above average foreign trade successes in this field strengthens the legitimisation of eco-innovation policy and signals to innovation actors that this is a promising future field. Especially in the context of the energy transition, the wider public has become very aware of this link between ecological and economic sustainability.

Yet, Germany is not without weaknesses. Summarizing the results of the input-oriented support for R&D spending and the output-oriented consideration of patent dynamics yields the following picture with regard to Germany's strengths and weaknesses in eco-innovations (see Figures S-3 and S-4): On the plus side, for the sum of the analysed eco-innovations, the innovation indicators show an increase in financial support as input into the innovation process, and an increase in the number of patents as its output. Germany is among the leading countries here. However, looking at this more closely reveals a gap between energy-related and mobility-related eco-innovations on the one hand and the sum of other environmental technologies on the other hand. While the shares of R&D support and patent dynamics showed a significantly above average increase in the energy sector in particular, both variables are stagnating for other environmental technologies.

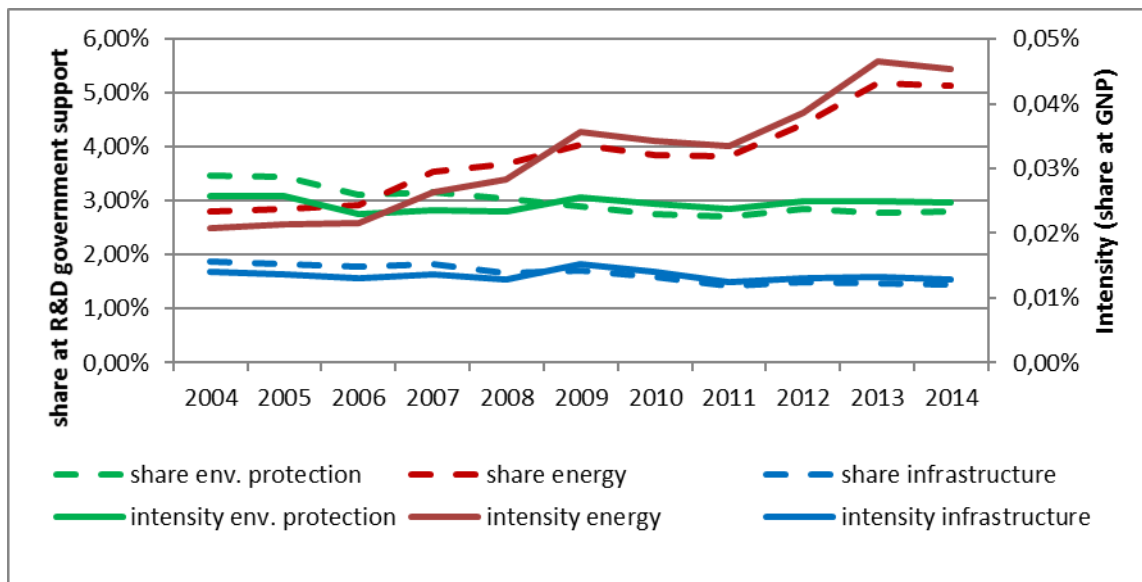
It should be pointed out when interpreting these results that they relate to more technical eco-innovations. In addition to these, services, organisational and social innovations are also important. However, only very fragmented information is available here. A special analysis of the German Manufacturing Survey explored the diffusion of different service systems. The results indicate that product-service types, which have the biggest potential from an ecological perspective, namely need-based and result-oriented business models, are the least widespread in the manufacturing industry to date. By contrast, product-based business models, which are frequently associated with only marginal ecological improvements, are already relatively widespread.

In spite of all the difficulties and fuzziness of the analysed indicators, we can draw the following conclusion: Eco-innovation development in Germany shows a divided picture. While the development in the energy sector reflects the requirements resulting from the energy transition, the development in other fields is far from meeting the requirements that would be necessary for transformation to a green economy. There is a definite need for action here.

Compared with other countries, and driven by its energy transition, Germany has addressed the topic of ecological transformation with more vigour than most other countries. Research approaches are tackling transformation problems including questions about new consumption structures and difficulties in dealing with rebound effects. There are numerous initiatives focusing on these topics. On the other hand, in spite of these approaches, a verified weakness is that the supported innovation strategies are still too deeply rooted in technological innovation paths compared to what real transformation would require. In this respect, the extent to which institutional and social innovations have been integrated into innovation policy to date must be interpreted as a weakness.

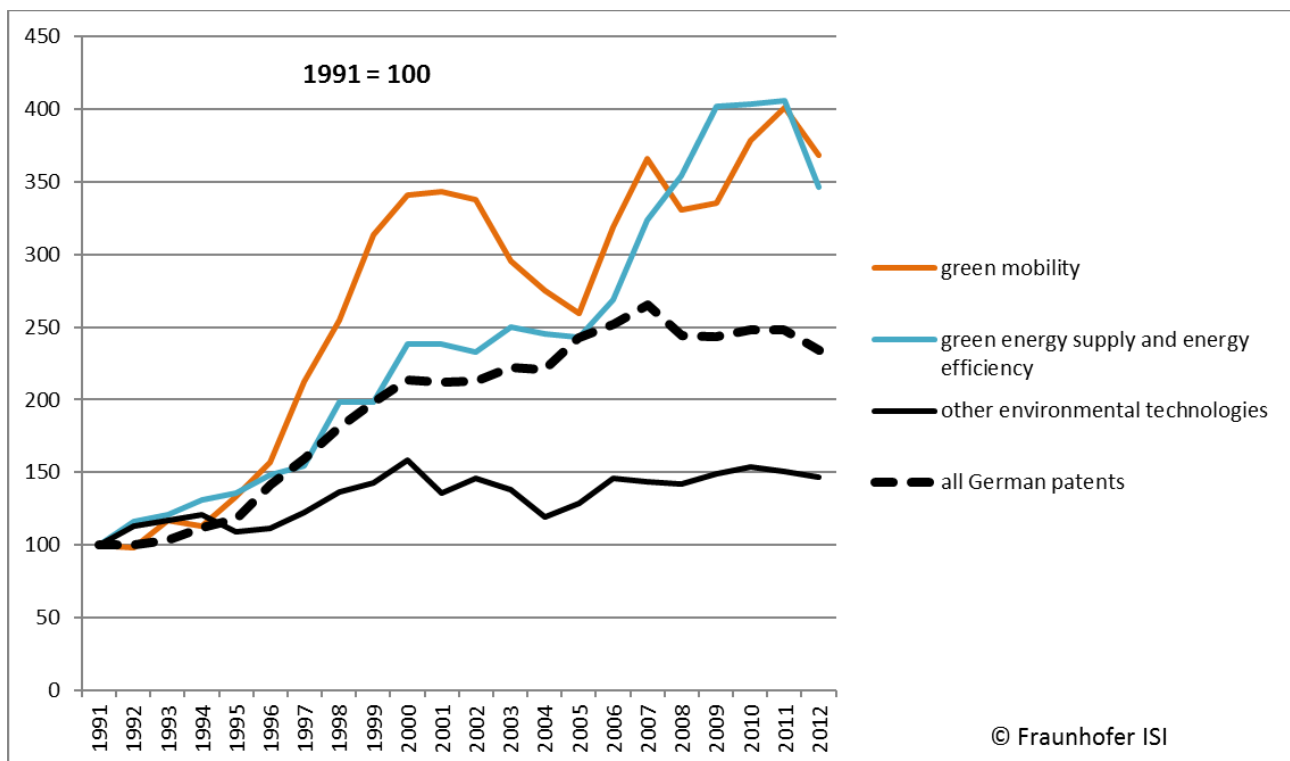
Different aspects of the target formation must be assessed as both strengths and weaknesses. One of the strengths is that Germany has formulated strict ecological targets in a number of sub-aspects and incorporated them into measures. On the other hand, the coherence of the current ecological target system is criticised. Also criticised are the insufficient consideration of the social sustainability dimension in the target system and a lack of specific targets for eco-innovations. Another weakness is seen in the fact that, although targets are set, achieving them is not monitored sufficiently nor are the measures used adjusted.

Figure S-3: Publicly financed R&D expenditures by research purpose in Germany as defined by NABS



Source: EUROSTAT, calculation of Fraunhofer ISI

Figure S-4: Patent dynamics in Germany in sub-fields relevant for eco-innovations



Source: PATSTAT, calculations by Fraunhofer ISI

In the area of instrument selection, one of Germany's weaknesses is that the environmental taxes introduced have not been further developed. This weakness is also particularly apparent in the fact that it is possible to identify a persistence of environmentally harmful subsidies. Further weaknesses are related to the requirements for ecological transformations. For instance, more radical innovations often also require new actor structures and constellations. Germany's weakness in start-ups, which has been observed in other areas as well, has a restrictive effect here. For policy measures, in particu-

lar, there has been no visible differentiation of the support for start-ups to encourage green start-ups. At the same time, it is regarded as increasingly necessary for transformations to not only methodically initiate the growth of niches but also to remove technologies and structures that are harmful to the environment. So far, however, eco-innovation policy is not sufficiently open to this topic of “exnovation”.

Table S-1: Results of the SWOT analysis of eco-innovation policy in Germany

Strengths	Opportunities
<ul style="list-style-type: none"> Established policy field with differentiated set of actors in research, industry and politics Specialization of Germany in eco-innovations in patents and foreign trade Established ecological targets in sub-fields Energy transition is driving the input and output of the energy research system Transformation and consumption patterns are becoming major topics, supported by a wide range of civil society initiatives 	<ul style="list-style-type: none"> Strongly expanding global market Pioneering role not only in technical eco-innovations, but also in transformations and integrating sustainability along the value chain Use the design of the High-Tech Strategy to integrate eco-innovations into general innovation policy Utilize the opportunities offered by innovation advances in other fields (e. g. Industry 4.0) to further develop eco-innovations
Weaknesses	Threats
<ul style="list-style-type: none"> Persistence of environmentally-harmful subsidies, no further development of technology-independent pricing instruments There are no R&D dynamics outside energy topics that correspond to transformation Integration of institutional and social innovations in eco-innovation policy Too little attention paid to “exnovation” Low support for green start-ups Coherence of the target system: insufficient monitoring and readjustment of sub-targets and lack of specific targets for eco-innovations 	<ul style="list-style-type: none"> Appearance of new competitors on the global markets requires new partnerships along globalised value chains Adaptation of own technological approaches to the conditions in developing countries Consider social dimension of sustainability and distribution issues Break up established policy networks and integrate users and NGOs in innovation processes TIMEC-Infrastructure for learning policy systems (<u>T</u>argets, <u>I</u>ndicators, <u>M</u>onitoring, <u>E</u>valuation and <u>C</u>ommunication)

However, eco-innovation policy will also provide Germany with considerable opportunities in the future. For instance, global markets are expected to grow. Germany has specialization advantages in foreign trade with environmental technologies. This offers Germany the prospect of being not only a pioneer for specific technologies, but also for the transformation of entire sectors and, by doing so, to expand its strong position in international competition. The prerequisite for this, however, is that Germany continues to improve its own position in establishing green product-based service systems. In addition, innovation policy in general has to be more open to global challenge issues. This offers Germany the opportunity to take on a pioneering role internationally by integrating sustainability aspects along the value chain. Nationally, the other pillars of the German High-Tech Strategy also offer a starting point to embed eco-innovations widely in innovation policy. Great potential is seen here, particularly in the fields of education and vocational training, green start-ups and citizen participation in research. After all, it makes sense to link eco-innovations with boosting innovation in other areas. In particular, the topic of digitalization also offers considerable potential for environmental protection.

It is necessary to overcome a number of challenges to seize these opportunities. New rivals are appearing on the global markets. At the same time, it is foreseeable that growth in demand will increasingly occur in countries in the South. This heightens the need to adapt solutions to the operating conditions in these regions. This could be accompanied by the fact that the suppliers’ ability to make such

adaptations is increasingly becoming a strategic competitive factor. Empirical evidence suggests that China, in particular, is pursuing a competitive strategy for eco-innovations that, in addition to selective competition on the markets of the North, plans a pioneering role for the newly developing markets of the South. Furthermore, the differentiation of global value chains will mean that, internationally, it is necessary to design them very strategically. New players, in particular, tend to pursue the strategy of achieving success on global markets by getting involved in those parts of the value chain that are characterized by lower levels of value added and less innovation complexity. Conversely, those parts of the value chain characterised by intensive value added and tacit knowledge are the domain of established suppliers. This raises increasingly strategic questions about how German suppliers can cover the entire value chain by working together in a network with complementary international partners. It is clear that Germany should not lose sight of this international dimension when designing its own support policy for eco-innovations.

Improving the integration of institutional and social innovations also presents eco-innovation policy with new challenges. It is true that many individual initiatives have developed. Nevertheless, the predictability and control especially of social innovations remains inevitably vague. In these fields, innovation policy must concentrate much more on providing appropriate “protected” areas. Even if these niches are very small to start with and have only limited environmental benefits, they can become much more relevant over time because they enable learning effects and can act as beacons for imitators. However, providing such “protected” areas is yet another new task when designing research policy. Correspondingly, the challenge is to achieve a balance between the stability of framework conditions, strong demand signals and limiting distributional effects. Integrating users and NGOs in the research process is not only a challenge for the actors already involved. Integrating them into policy networks requires availability of the relevant resources and skills at the same time and raises new questions about governance. Strategically, the ex ante assessment of policy feedback and designing the instruments correspondingly become important tasks. All of this will make it necessary to establish an improved strategic information system for policy design that pools targets, indicators, monitoring, evaluation and communication (TIMEC).

Germany’s strengths and weaknesses in individual lead markets

Germany’s strengths and weaknesses are also reflected to varying degrees in the respective green lead markets. In order to assess Germany’s potential to become a lead supplier in individual green lead markets, it is necessary to assess five determinants of competitiveness: market factors on the demand and supply side, technological competences, system factors with regard to the structure of actors, and innovation-friendly regulation. A reliable estimation of the potential to become a lead supplier requires a large number of assessments. Alongside qualitative assessments, quantitative innovation indicators were also used here. With regard to the overall assessment, the individual estimations for each of the five factors were condensed into a numerical total value between 1 (less favourable conditions) and 3 (very good conditions). These form the basis for a spider diagram that illustrates the overall result of the assessment (Figure S-5).

The lead markets energy efficiency, green energy supply and green mobility show a comparatively balanced picture of competitive factors at an internationally high level. And yet there are still market-specific weaknesses in each case:

- ▶ There are many demand activities in energy efficiency but there is still the need for improvement with regard to achieving short-term targets and formulating medium-term ones. The large numbers of actors involved makes coordination harder. The guidelines lack stringency, especially for large-scale, wide-ranging instruments such as emissions trading.
- ▶ Green energy supply is highly dynamic. At the same time, there is an area of conflict between social issues regarding the increased surcharges on electricity bills and uncertainties triggered

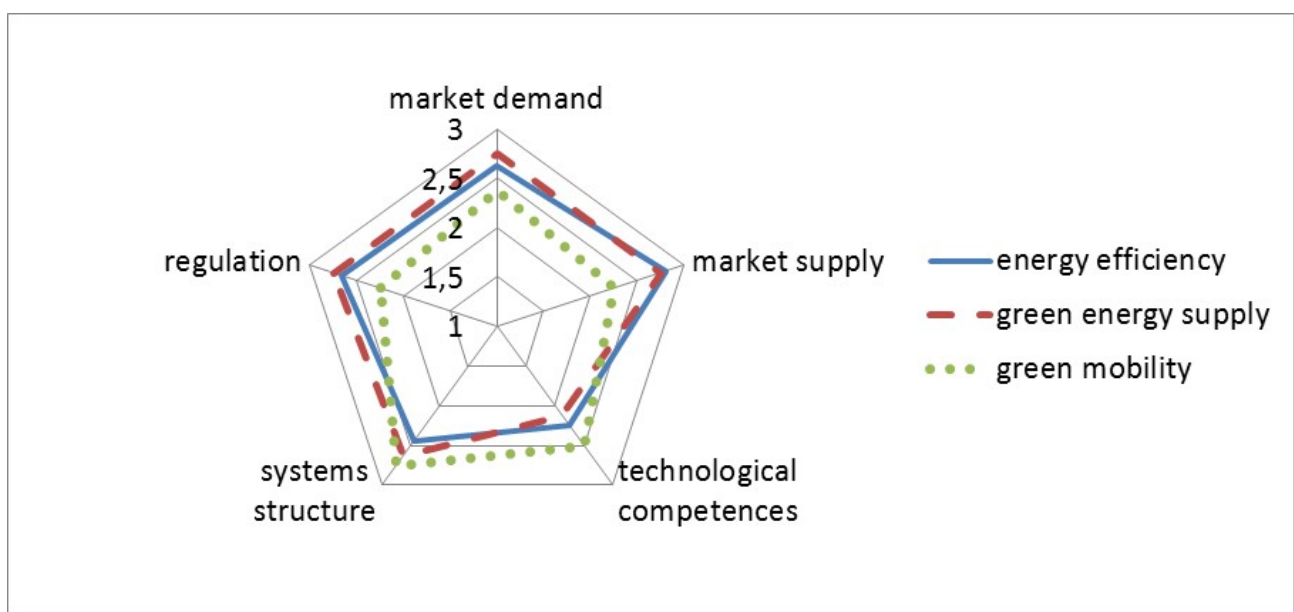
by the switch to tendering procedures. The debate about phasing out coal indicates the high path dependency that still exists in the electricity industry. Especially with regard to new competitors, there is the need to improve their integration into international value chains.

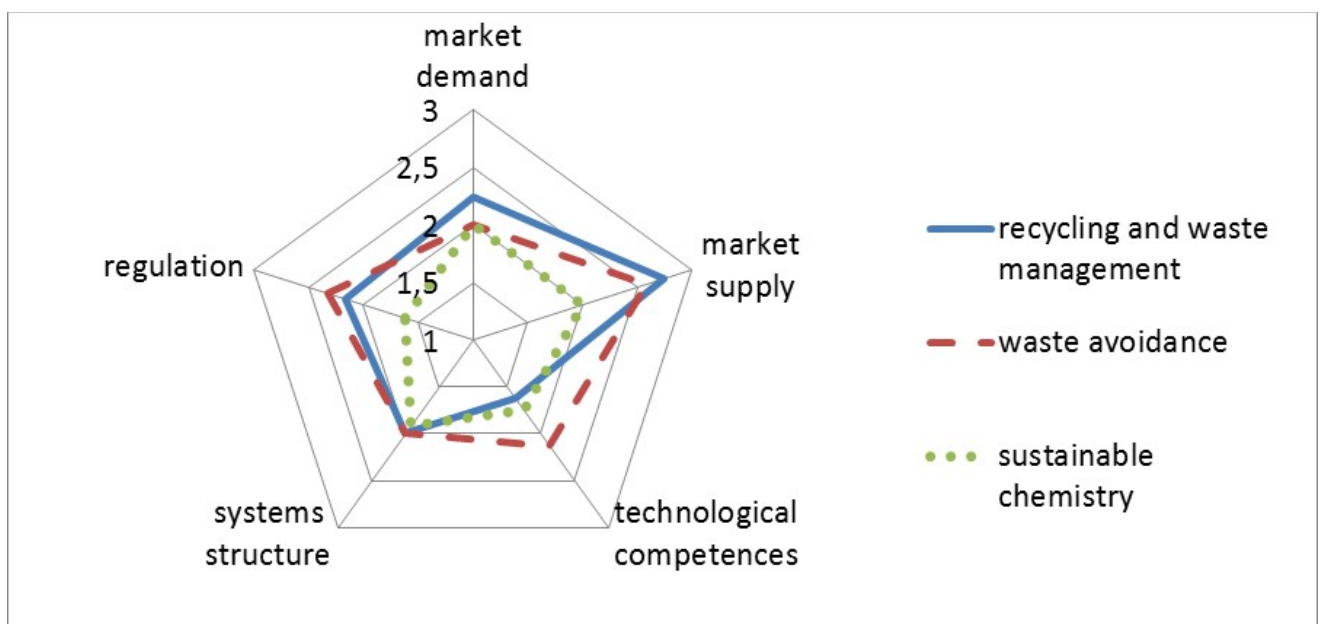
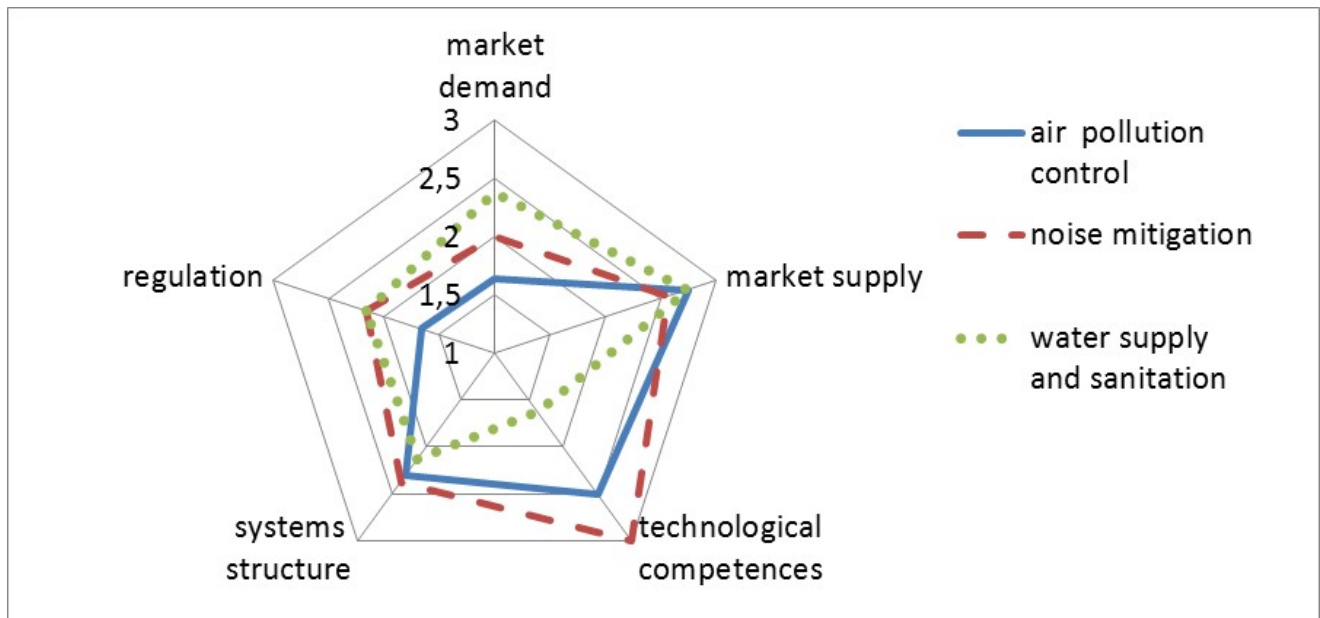
- ▶ High path dependency also exists for the internal combustion engine in the field of green mobility. The market launch of electric mobility is proceeding in a hesitant manner. At the same time, the automotive industry as a key German innovation player is dependent on global markets where China is currently taking giant steps towards electric mobility.

The lead markets of the control of air pollution, noise reduction, and sustainable water management all belong to the traditional environmental protection industry. The successes and pioneering position that Germany has obtained here in the past are still having an effect today in terms of a well-developed market supply side and have led to successes on the global market. Nevertheless, Germany is facing challenges in these lead markets as well:

- ▶ In the control of air pollution, demand so far has focused on end-of-pipe technologies. The phasing out the internal combustion engine is only proceeding hesitantly. The credibility of targets is under threat after so many years of target violations and the circumstances surrounding the diesel emissions scandal.
- ▶ In the field of noise mitigation, Germany plays a pivotal role in early innovation phases though its lead in technological knowledge creation is shrinking. On the market demand side, there are uncertainties about financing rehabilitation measures for noise reduction and noise avoidance. There are also problems with integrating international freight transport actors in domestic efforts to reduce noise.
- ▶ With regard to technologies for sustainable water management, the overall innovation generation dynamics is slowing down in Germany. Signals are still being sent to focus on new problems and strategies, but the actual implementation of measures is lagging behind in several areas. Germany is strong in exports of components, but must strengthen its ability to submit joint offers for complete systems of water supply and wastewater disposal.

Figure S-5: Assessing competitiveness in green lead markets





Source: Own representation by Fraunhofer ISI

The circular economy with its two parts comprising waste disposal/recycling and waste avoidance as well as the lead market sustainable (green) chemistry are characterized by the fact that the demand situation is estimated as less favourable. In particular, the following lead market-specific challenges can be listed:

- ▶ In waste disposal/recycling, the generation of innovations is declining with respect to disposal; diffusion needs a new push. In recycling, the dynamics of innovation still keeps up with the overall economy, but there are complaints about the comparatively high costs.
- ▶ There is a noticeable generation of innovations in waste avoidance. A challenge lies in maintaining the recyclability while innovations increase the complexity of materials and reduce the content of individual substances. The (political) targets for using materials more efficiently are still rather unspecific.
- ▶ Germany does not perform particularly well in any of the lead market factors for sustainable chemistry. With values just below 2, its performance is particularly poor for the lead market

factors concerning the regulatory framework and technological performance, for example because targets are missing for the implementation of the green chemistry principles. These weaknesses could threaten the broad diffusion on the domestic market and successful future exports. In the German scientific community and industry, the relevance of sustainable chemistry is undisputed, but it seems vital to continue to raise awareness, especially in the science system, pool activities and set incentives for better positioning.

Strategic approach of the future eco-innovation policy

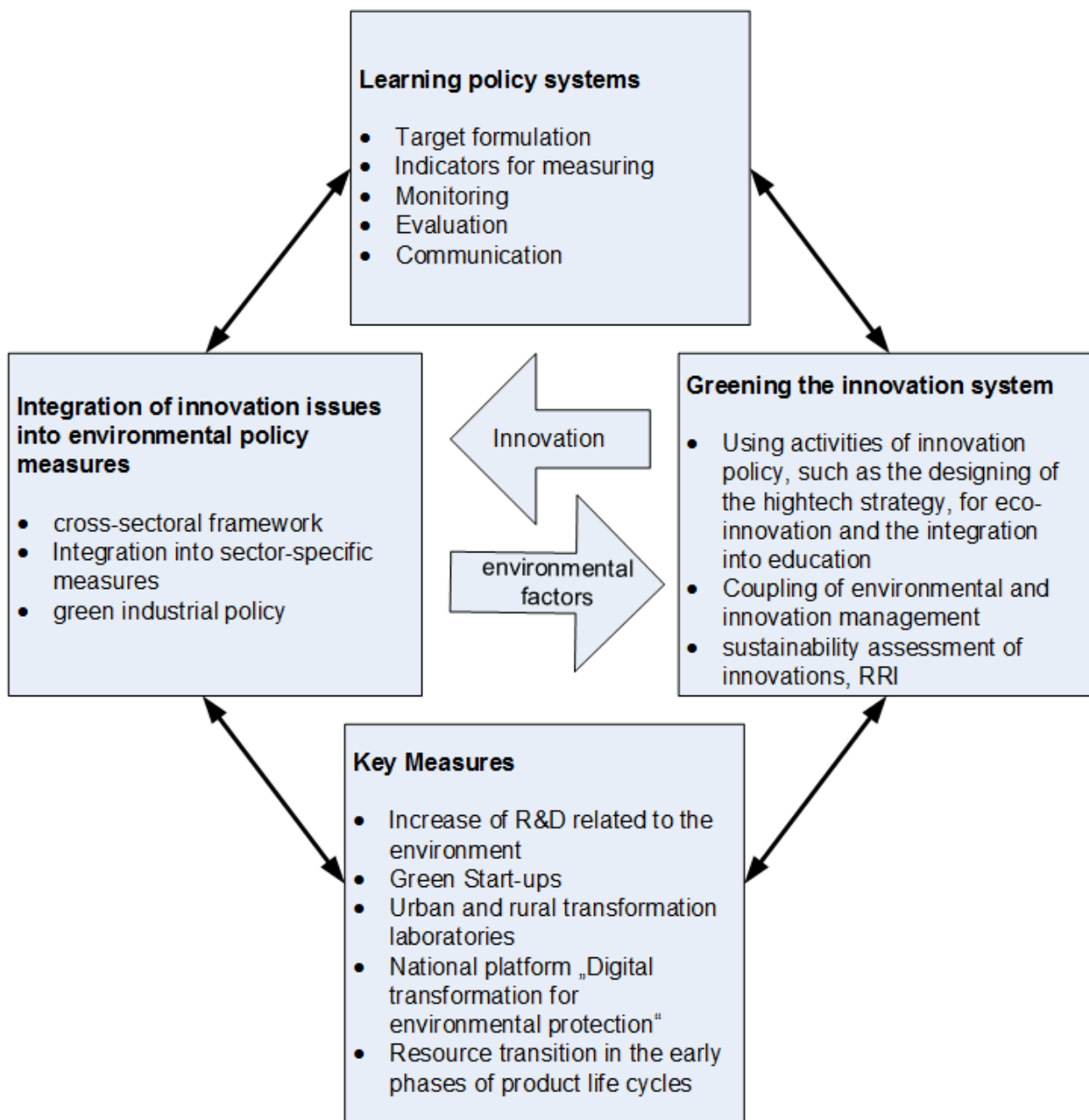
Eco-innovation policy is not intended to replace the existing environmental and innovation policy nor can it do so. Instead, it involves a complementary further development that should improve the listed strengths and address the outlined weaknesses. The following general guidelines can be derived for the eco-innovation policy:

- ▶ It should consider all innovation phases, i.e. up-scaling alongside the generation and diffusion of innovations.
- ▶ It should ensure a balance between technology-specific and general measures with a broad innovation impact.
- ▶ Target formation and the stability of the policy as well as the integration of stakeholders and users form important governance aspects.
- ▶ Greater consideration of transformation requirements demands new actor constellations, support of social innovations, and the scope to create and nurture niches.
- ▶ Links to topics of general innovation policy offer the possibility to interlock environmental and innovation policy.

Eco-innovation policy cannot be restricted to a catalogue of individual measures because of the wide diversity of actors and policy arenas involved. Four strategic levels are identified. Eco-innovation policy should be applied at each of them (Figure S-6):

- ▶ Greater consideration of innovation issues in the diverse environmental policy measures,
- ▶ Greater consideration of environmental issues in the measures to strengthen the innovation system,
- ▶ Measures that support the establishment of learning policy systems, and
- ▶ Key measures that address very specific aspects with particular relevance for eco-innovation policy.

Figure S-6: The strategic approach of eco-innovation policy



Source: Own representation by Fraunhofer ISI

Besides the measures that have a stronger structural effect, we propose to initiate a limited number of key measures that underline the German government’s commitment to supporting eco-innovations. These special measures should relate to the need to further develop eco-innovation policy as identified in the strengths-weaknesses analysis. Important criteria here include the cross-cutting nature of the measures, reinforcing transformation efforts and social innovations and integrating the social dimension of sustainability. In addition, there are situational context factors such as windows of opportunities in the environmental policy debate or the possibility of linking eco-innovation policy to general innovation policy issues. Based on this, the following five key measures are proposed:

- An important input to the innovation process is the public financing of R&D. Although there has been an increase in energy-related innovations in the field of research support, there is no

corresponding momentum for the other environmental topics. Given this background, one objective could be to increase state spending on research for the three separate fields of environmental protection, energy, and transport and other infrastructures defined in the statistics to a total of 0.1% of GDP by 2020. A continuation of this to 2030 could take the form of a further increase to 0.15% of GDP.

- ▶ New ideas and completely new strategies usually require new actors as well. This means that start-ups could take on a special role in the context of transformation. On the one hand, their support could follow on from measures addressing Germany's general weakness in setting up new enterprises. On the other hand, it is proposed to launch a specific bundle of measures aimed at increasing the number of green start-ups. This ranges from creating a start-up fund for persons founding companies in green lead markets, through establishing start-up centres that are specialised in sustainability solutions, and including sustainability criteria when drawing up business plans, up to offering prizes to sustainability-related start-ups.
- ▶ Social and ecological problems and the approaches taken to solve them are manifested mainly in areas where people live. To this extent, residential areas form a kind of laboratory where new forms of economic activity and living together can develop. For this reason, establishing transformation laboratories in urban and rural areas is suggested as a key measure. In terms of upscaling, transformation laboratories differ in several ways from the living labs currently being tested: First, greater weight is attached to the transformative character than to the interest in scientific knowledge. Linked with this is also greater financial support for participation involving representatives of citizens' groups. Second, in contrast to the more real-world laboratories, which mostly are concentrating on single sectors only, transformation laboratories should integrate different areas and be more comprehensive in their design. Third, transformation laboratories should take a longer perspective (approx. 10 years) in order to give organisational, institutional and social innovations time to develop and adapt.
- ▶ Linking eco-innovations to innovation pushes from other fields uses the existing windows of opportunity in the sense of policy compatibility and promises considerable potentials for environmental protection. The topic of digitalization is particularly suitable here because the digital revolution favours the emergence of new actors and transformations, new actor constellations and thus makes it possible to reorganise value chains and develop completely new business models. The creation and establishment of a national platform "Digital transformation for environmental protection" promises to make the best possible use of the diverse opportunities for environmental protection undoubtedly provided by digitalization and to realise them.
- ▶ Improving resource efficiency addresses a large number of key environmental objectives. Recently, the BMUB has emphasized the importance of resource efficiency strategies to achieve climate protection targets and the Sustainable Development Goals. Measures to support the circular economy at the higher levels of the waste hierarchy and thus in the early phases of the product life cycle seem particularly important. In particular, measures to reinforce demand-side market context factors are necessary that foster early market expansion, such as the formulation of clear quantitative targets for the efficient use of materials and the creation of greater demand for materials from secondary resources and for resource-efficient products. Economic instrument could address such price volatilities.

1 Einleitung

Öko-Innovationen haben auf EU-Ebene in den letzten Jahren zunehmend mehr Raum auf der Agenda eingenommen, begonnen mit der Einführung des Environmental Technologies Action Plan (ETAP) im Jahr 2004 bis zum Beschluss der Europe 2020 Strategie im Jahr 2010, deren Ziel des intelligenten, nachhaltigen und integrativen Wachstums durch eine Reihe von Leitinitiativen und Mitteilungen umgesetzt wird. So finden sich starke Bezüge zu Öko-Innovationen in den Leitinitiativen „Innovationsunion“ und „Ressourcenschonendes Europa“ sowie in der Mitteilung „Eine integrierte Industriepolitik für das Zeitalter der Globalisierung. Vorrang für Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit“.

Ende 2011 löste der Eco-Innovation Action Plan (EcoAP) den ETAP ab und etablierte eine neue Agenda für Öko-Innovationen für die EU. Der EcoAP umfasst eine breite Palette von Maßnahmen mit Bezügen zum Beispiel zur Nachfrage- und Angebotsseite, zu Wissenschaft und Wirtschaft, oder zu Förderpolitiken ebenso wie zu gesetzlichen Rahmenbedingungen. Mit dem Circular Economy Action Plan und dem Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan) haben sich die Aktivitäten der EU zu Öko-Innovationen inzwischen auch fachlich ausdifferenziert. Der Fokus auf Öko-„Innovationen“ im EcoAP stellte gegenüber dem ETAP eine wichtige Fortentwicklung dar, insofern als Technologien nicht mehr allein im Mittelpunkt stehen, sondern auch Innovationen sozialer, ökonomischer, organisatorischer oder politischer Natur in die Betrachtung einbezogen werden (z. B. Innovationen, die Verbraucher dahingehend bestärken, nachhaltigere Lebensstile zu verfolgen).

Was Öko-Innovationen gemäß Definition im EcoAP von „normalen“ Innovationen unterscheidet, ist ihr Beitrag zur Verringerung der Umweltbelastung, zur Stärkung der Widerstandsfähigkeit gegen Umweltbelastungen und zur nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen. Der EcoAP verfolgt das Ziel, Öko-Innovationen zu beschleunigen, um auf diesem Weg Umweltschutzziele zu erreichen und gleichzeitig im Sinne der Leitinitiative „Innovationsunion“ und der Europe 2020 Strategie die Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit zu steigern und so zur Schaffung von Wachstum und Arbeitsplätzen beizutragen.

Für die Förderung von Öko-Innovationen hat die EU-Kommission sieben Aktionsfelder identifiziert, die die breite Verankerung des Themas in verschiedenen Leitinitiativen widerspiegeln. Diese sind:

1. Umweltpolitik und Rechtsvorschriften zur Förderung von Öko-Innovationen,
2. Demonstrationsprojekte und Partnerschaften für Öko-Innovationen,
3. Normen und Leistungsziele für wichtige Güter, Prozesse und Dienstleistungen zur Verringerung ihrer Umweltbelastung,
4. Finanzierungs- und Unterstützungsleistungen für KMU,
5. Internationale Zusammenarbeit,
6. Neue Kompetenzen und Arbeitsplätze,
7. Europäische Innovationspartnerschaften.

Auch in der deutschen Politik spielen Öko-Innovationen seit vielen Jahren eine bedeutende Rolle, wenn es um die Frage geht, wie ehrgeizige Umweltschutzziele erreicht und dabei gleichzeitig Beschäftigungs- und Wachstums-Chancen genutzt werden können. Bereits zum ETAP der EU aus dem Jahr 2004 hat die Bundesregierung eine nationale Roadmap verfasst, die auf die Forcierung von Innovationen für den Umweltschutz setzt (BMU 2005). Diese war eingebettet in die spätere Entwicklung einer „ökologischen Industriepolitik“, die im Jahr 2006 in einem Memorandum des damaligen BMU (BMU 2006, 2008) veröffentlicht und deren Instrumentierung in einem Themenpapier (BMU 2008) weiter ausgearbeitet wurde. Auch hier stand die „ökologische Modernisierung der Industriegesellschaft“ mittels geeigneter Umweltinnovationen im Mittelpunkt. Dabei findet die Diskussion oftmals für einzelne Leitmärkte statt, in denen Öko-Innovationen zur Erreichung umweltpolitischer und wirtschaftlicher Ziele beitragen sollen.

Öko-Innovationen können von einer Bandbreite an Politikinstrumenten unterstützt und gefördert werden. Im deutschen Kontext konnte ebenso wie auf europäischer Ebene beobachtet werden, dass entsprechende politische Maßnahmen nicht nur von umweltpolitischen Entscheidungsträgern, sondern auch von vielen anderen Politikressorts implementiert werden, wie etwa der Wissenschafts-/Technologie- und Innovationspolitik, der Finanzpolitik oder der Regionalentwicklung usw. Konkreter Ausdruck einer ineinander greifenden Umwelt- und Innovationspolitik war dann auch der gemeinsam vom BMU und dem BMBF ressortübergreifend herausgegebene Masterplan Umweltechnologien (2008), der das Ziel der Beschleunigung von Umweltinnovationen und der Erschließung von Zukunftsmärkten für Umweltinnovationen verfolgt. Der hohe Stellenwert von Umweltinnovationen in der Politik der Bundesregierung spiegelt sich aktuell in vielen politischen Strategien wider, wie zum Beispiel im Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess, BMUB 2012) oder in der Rohstoffstrategie (BMWi 2010). Auch unter den sechs prioritären Zukunftsaufgaben, die die HighTech-Strategie (BMBF 2014b) formuliert, sind Umweltinnovationen zum Beispiel im Zusammenhang mit ressourcenschonendem und umweltfreundlichem Produzieren und Konsumieren prominent vertreten.

Ziel des hier dokumentierten Vorhabens war es, die deutsche Öko-Innovationspolitik zu analysieren und Vorschläge für eine zukünftige Ausgestaltung zu unterbreiten. Angesichts des breiten Spektrums von Maßnahmen, die auf Umweltinnovationen in Deutschland einwirken, sollen diese Aktivitäten zunächst systematisch erfasst und so strukturiert werden, dass der deutsche Beitrag zum EcoAP der EU deutlich wird. Ein weiteres Ziel besteht darin, die deutsche Öko-Innovationspolitik auf Stärken und Schwächen hin zu untersuchen und die Ausrichtung der künftigen Öko-Innovationspolitik zu skizzieren. Diese Arbeiten wurden durch einen Beirat unterstützt, der in zwei Beiratssitzungen im Oktober 2015 und Februar 2016 die Arbeiten kritisch begleitete und wertvolle Anregungen für ihren Fortgang vermittelte. Des Weiteren wurden zentrale Ergebnisse des Vorhabens in einem Fachgespräch Ende Januar 2016 im Kreis der Fachkolleginnen und -kollegen zur Diskussion gestellt. Allen an diesen Aktivitäten beteiligten Personen sei an dieser Stelle für ihr Engagement gedankt.

Dieser Bericht dokumentiert die Ergebnisse der durchgeführten Arbeiten. Hierzu werden zunächst die Hintergründe bezüglich der Bestimmungsgründe für Öko-Innovationen und Wettbewerbsfähigkeit skizziert und auf die Bestandteile einer Öko-Innovationspolitik eingeordnet. Das darauffolgende Kapitel dokumentiert die Bestandsaufnahme der Maßnahmen, die bisher in Deutschland im Zusammenhang mit der Steigerung der Öko-Innovationen durchgeführt wurden. Im Kapitel über die Stärken und Schwächen der deutschen Öko-Innovationspolitik steht zunächst die allgemeine Ebene im Vordergrund; danach werden auf der disaggregierteren Ebene ausgewählter grüner Zukunftsmärkte die Chancen einer Leitانبieterschaft Deutschlands untersucht. Den Abschluss bildet ein Kapitel, in dem die strategische Ausrichtung der künftigen deutschen Öko-Innovationspolitik skizziert und Vorschläge für Schlüsselmaßnahmen vorgestellt werden.

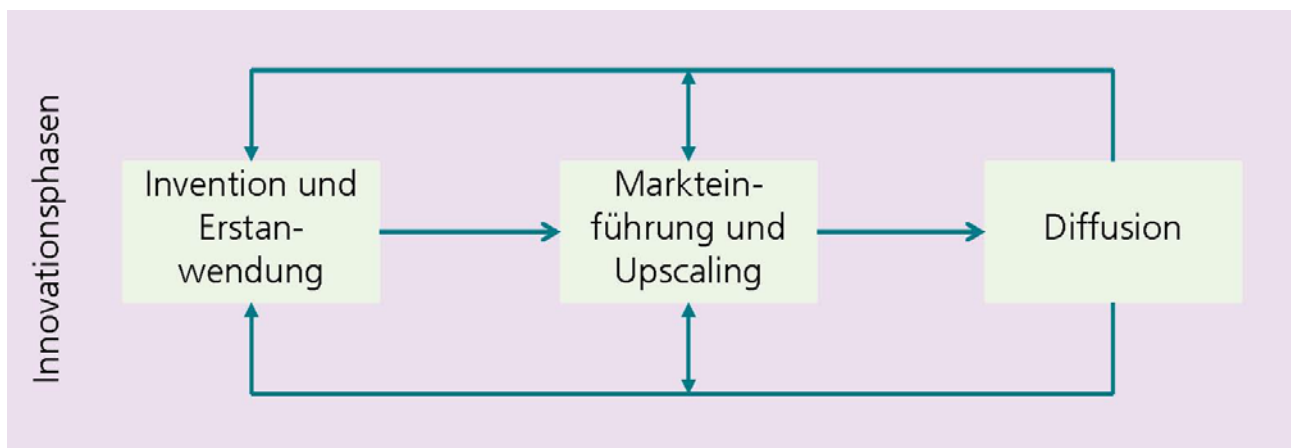
2 Konzeptioneller Hintergrund

2.1 Innovationsverständnis

Unter Innovationen versteht man die Generierung, Umsetzung und Verbreitung von Neuerungen. Betrachtet man eine einzelne Neuerung, lassen sich typischerweise auch unterschiedliche Innovationsphasen unterscheiden, die durchlaufen werden (vgl. Abbildung 1): Zu Beginn steht die Invention und Erstanwendung einer Neuerung; die Markteinführung und das Up-scaling bilden eine mittlere Innovationsphase, in der die Neuerung im Hinblick auf einen breiteren Einsatz weiterentwickelt wird; in einer späten Diffusionsphase steht die Diffusion der Neuerung im Vordergrund. Wichtig hierbei ist, dass es in allen Phasen zu Weiterentwicklungen der Neuerung kommt, und dass aus jeder Phase Rückkopplungen erfolgen, die zu jeweils neuen Innovationen führen.

Diese Sicht hilft auch zu erklären, wie es zu radikalen und inkrementellen Innovationen kommt. Eine radikale Innovation beginnt mit einem neuen technologischen Paradigma. Es besteht eine hohe Diversität in unterschiedlichen Designs mit verschiedenen Erstanwendungen, die miteinander konkurrieren. Selektionsmechanismen führen zur Herausbildung eines dominanten Designs. Lern- und Skaleneffekte, gekoppelt mit der Markteinführung in der mittleren Innovationsphase, führen zu sinkenden Kosten; diese führen zur weiteren Diffusion, die wiederum weitere inkrementelle Innovationen entlang der technologischen Trajektorie ermöglichen. Gleichzeitig wird daraus deutlich, dass nicht jede Innovation alle diese Innovationsphasen durchläuft. Diejenigen, die sich nicht durchsetzen können, werden ausselektiert und nicht weiterverfolgt.

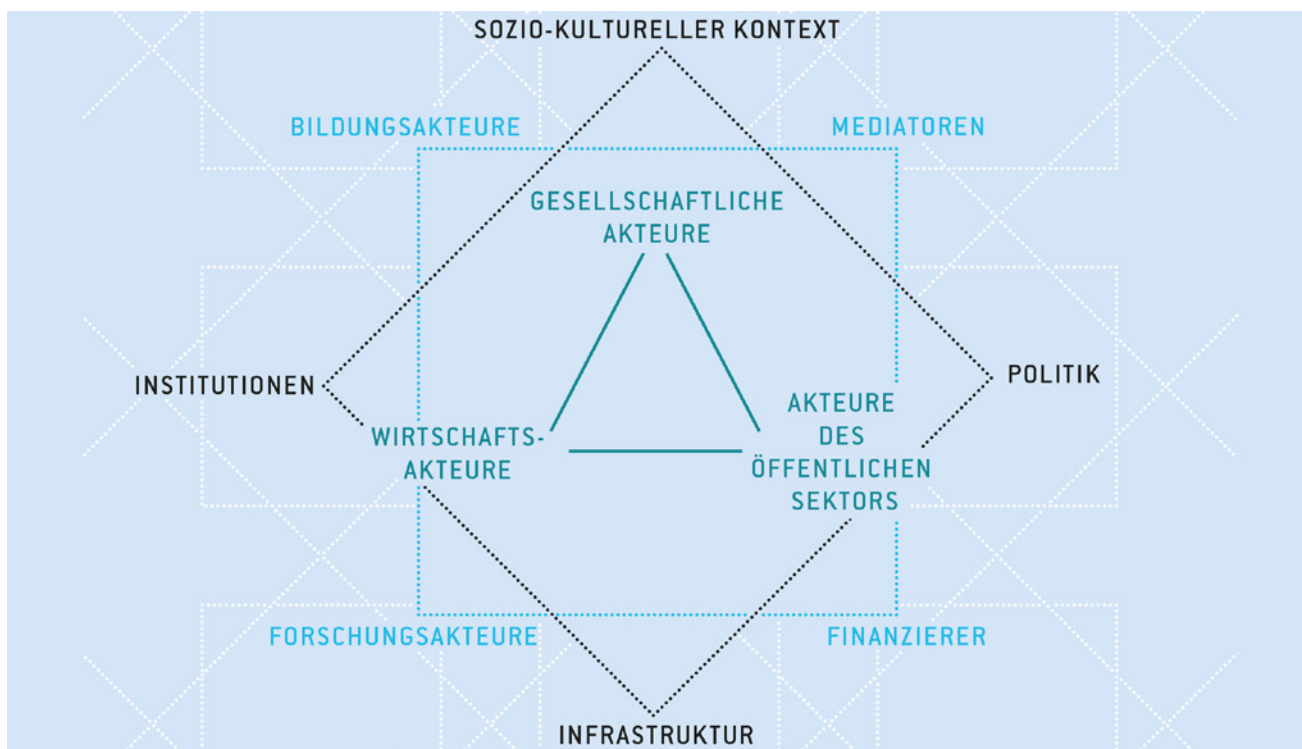
Abbildung 1: Stilisierte Innovationsphasen



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Die Einflussfaktoren für Innovationen sind äußerst vielfältig. Während das traditionelle Innovationsverständnis vor allem auf Forschung und Entwicklung abhob, die durch entsprechende Ausgaben zu steigern sind, und als deren Folge dann Innovationen entstehen, hat die moderne, systemische Innovationsforschung zur Herausbildung des Konzeptes des Innovationssystems geführt (vgl. Smits und Kuhlmann 2004; Lundvall und Borrás 2005; Soete 2007). Die zentrale Aussage dieser Konzeption ist, dass das Hervorbringen und die Diffusion neuer Lösungen nicht nur vom Vorliegen entsprechender Anreize bei Innovatoren und Anwendern abhängt, sondern auch vom Zusammenspiel der unterschiedlichen Akteure und Institutionen des Innovationsprozesses. Gleichzeitig folgen Innovationen einem kumulativen Prozess des Wissensaufbaus, der in die sozioökonomische Entwicklung eingebettet ist. Aus diesem systemischen Innovationsverständnis erweitern sich sowohl die Anzahl der am Innovationsprozess beteiligten Akteure als auch die zu betrachtenden Umfeldgrößen (vgl. Abbildung 2). Bereits bestehende Wissensbestandteile werden neu untereinander sowie mit neuem, zusätzlichem Wissen kombiniert. Da Wissen verteilt bei Wissenschaftlern, Herstellern, Anwendern etc. vorliegt, ist Innovation ein sozialer Prozess, der Kommunikation zwischen den einzelnen Beteiligten zur Voraussetzung hat. Innovationen erfolgen mit zahlreichen Rückkopplungsschleifen zwischen Generierung und Verbreitung, so dass frühzeitiges Lernen im Markt erforderlich ist, um die Nutzererfahrungen einbeziehen und Lern- und Skaleneffekte realisieren zu können. Daraus folgt zugleich, dass die Innovationsförderung auch die Markteinführung und die Diffusion im Markt im Auge behalten muss.

Abbildung 2: Erweitertes Schema des Konzepts der Innovationssysteme



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Insbesondere im Hinblick auf die Analyse der Entwicklung von Innovationssystemen sowie hinsichtlich einer vergleichenden Systematisierung wird in der Innovationspolitik zunehmend eine Betrachtung der Funktionen eines Innovationssystems durchgeführt (Smits und Kuhlmann 2004; Bergek et al. 2008; Hekkert und Negro 2009). Es wird hervorgehoben, dass für die Steuerung nicht nur der Innovationsgeschwindigkeit, sondern auch der Innovationsrichtung hin zu einer Green Economy eine dynamische Betrachtung des Innovationssystems notwendig ist. In den Vordergrund rückt die Frage, welche Veränderungsprozesse ablaufen, damit emergente Technologien und dazugehörige emergente Innovationssysteme so wachsen, dass sie neben oder als Teil des bereits bestehenden Innovationssystems bestehen können. Als zentral werden dabei die folgenden sieben Funktionen eines Innovationssystems angesehen:

1. Generierung von Wissen (F1: creation of knowledge),
2. Austausch von Wissen zwischen Wissenschaft und Unternehmen, zwischen Firmen und entlang der Wertschöpfungskette sowie zwischen Nutzern und Herstellern (F2: knowledge diffusion),
3. Orientierung: Kommunikation der Anforderungen und langfristige Orientierung für die Akteure des Innovationssystems (F3: guidance of search),
4. unternehmerische Aktivitäten (F4: entrepreneurial activities),
5. frühzeitige Marktexpansion (F5: market formation),
6. Legitimierung neuer Lösungen bzw. Überwinden von Widerständen gegen Veränderungen (F6: legitimacy),
7. Bereitstellung sowohl finanzieller als auch personeller Ressourcen (F7: resource mobilisation).

Diese Funktionen können sich durch gegenseitige Wechselwirkungen selbst verstärken (oder abschwächen), so dass letztlich ein Wachstums- (oder Schrumpfungs-) Prozess für das betrachtete technologiespezifische Innovationssystem entsteht. In der Analyse dieser Dynamik ist besonders die zeitliche Abfolge von Ereignissen (z. B. regulierende Intervention, Aktivitäten der Unternehmer, Reaktion

der Öffentlichkeit/Legitimität) wichtig. Dabei kann es zu selbstverstärkenden Prozessen und Rückkopplungen zwischen den einzelnen Funktionen kommen, die entweder positive oder negative Rückkopplungen auf die Entwicklung des Innovationssystems auslösen.

In den letzten Jahren hat es zahlreiche Veröffentlichungen zu Innovationsprozessen bei Öko-Innovationen (insbesondere mit Energiebezug) gegeben, die auf einem Innovationssystemansatz beruhen. Gleichzeitig gibt es zahlreiche weitere Fallstudien, in denen Teilelemente wie der Politikstil oder das gewählte Politikinstrumentarium in Fallbeispielen untersucht werden. Zentrales Ergebnis aus den Fallstudien ist, dass die Innovationsprozesse sehr stark durch das Wechselspiel politischer Maßnahmen mit den funktionellen Zusammenhängen bestimmt werden. Gleichzeitig wird ein überproportional hoher Einfluss staatlicher Aktionen deutlich, um positive Rückkopplungsschleifen und einen selbsttragenden Aufbau des Innovationssystems zu initiieren. Hierbei setzen die Maßnahmen zwar direkt an bestimmten Innovationsfunktionen an, wirken aber indirekt über das Zusammenwirken der Akteure im Innovationssystem und durch die Rückkopplungen zwischen den Innovationsfunktionen auch auf die übrigen Innovationsfunktionen ein.

Die Innovationen sind jedoch kein rein technischer Prozess, sondern erfordern immer auch Anpassungen des organisatorischen und institutionellen Umfelds. Hierbei wird davon ausgegangen, dass ein etabliertes technologisches Paradigma zur Herausbildung von Institutionen führt, die die weitere Entwicklung der Technologie fördern. Beispiele für eine derartige Ko-Evolution sind

- ▶ Senkung von Transaktionskosten, da eine Bündelung gemeinsamer Interessen der Träger des Paradigmas erfolgt;
- ▶ Standardisierung von Produkten und Prozessen, die die Koordination zwischen Herstellern, Zulieferern und Kunden verbessert;
- ▶ Entwicklung von Verbänden etc., die die Formulierung eines gemeinsamen Interesses ermöglicht und die Legitimität nach außen verdeutlichen kann;
- ▶ Abstimmung zwischen Firmen und Bildung von Netzwerken;
- ▶ Rückwirkung auf Wissenschaft und Ausbildung, z. B. durch neue Journals und neue technische Vereinigungen, neue Ausbildungsgänge, Ausrichtung der Forschung auf Weiterentwicklung der Trajektorie;
- ▶ Anpassungen des Rechtssystems, sowohl durch Lösungen spezieller Rechtsprobleme (z. B. Vertragskonstruktionen), oder die Herausbildung neuer Rechtsformen;
- ▶ Aufbau (z. T. staatlicher) Infrastrukturen (z. B. begleitende Netzinfrastruktur);
- ▶ Veränderung unternehmensinterner Strukturen.

Allerdings entwickelt sich das organisatorische und institutionelle Umfeld in der Regel langsamer als die Technologien und mit einer gewissen Zeitverzögerung. Hieraus können Hemmnisse für den Übergang auf ein umweltfreundlicheres System resultieren, wenn dieses Umfeld auf das alte technologische System ausgerichtet ist und keine Passfähigkeit für das neue aufweist. Verzögert sich die Anpassung des organisatorischen und institutionellen Umfeldes an das neue Paradigma, wird auch die Wettbewerbsposition des neuen gegenüber dem alten Paradigma verschlechtert. Daraus resultieren Pfadabhängigkeiten, wie sie z. B. von Unruh (2000) unter dem Schlagwort „Carbon lock-in“ am Beispiel von Energiesystemen erläutert werden.

In der Vergangenheit wurden Innovationen oftmals mit technischen Veränderungen gleichgesetzt. Dabei erfordern technische Innovationen aber oftmals auch Neuerungen im nicht-technischen Bereich. Die Bedeutung organisatorischer und institutioneller Innovationen kommt dabei auf der betrieblichen Ebene (z. B. bei neuen Geschäftsmodellen), aber auch auf der sektoralen Ebene zum Tragen wie bei der oben skizzierten Anpassung des Umfelds an technologische Paradigmen. In diesem Kontext ist auch auf die Bedeutung umweltentlastender innovativer Dienstleistungen zu verweisen (Clausen et al. im Erscheinen). Des Weiteren wird in jüngster Zeit zunehmend die Rolle sozialer Innovationen hervorge-

hoben (Rückert-John et al. 2014). Auch wenn die Abgrenzung zu anderen nicht-technischen Innovationen oft schwerfällt und nicht eindeutig zu treffen ist, besteht doch Einigkeit, dass soziale Innovationen darauf abzielen, neue Rollen, Beziehungen, Normen und Werte zu entdecken, aus denen veränderte Lebensstile und neue Produktions- und Konsummuster resultieren können. Technische Innovationen können also auch als Reaktion auf soziale Innovationen hervorgebracht werden.

2.2 Formen von Öko-Innovationen

Öko-Innovationen werden als Neuerungen definiert, die zu einer Umweltentlastung führen. Dabei ist es unerheblich, ob die Triebkraft für die Vornahme dieser Öko-Innovationen in der Verbesserung der Umweltsituation liegt, oder ob sich diese als Nebeneffekt ergibt. Die Bedeutung weiterer Öko-Innovationen ist unbestritten: So werden sie im Umweltbericht der Bundesregierung (2015, S. 87) als „zentraler Schlüssel, um künftig umweltverträglich und umfassend nachhaltig wirtschaften zu können“, bezeichnet.

Die Bestimmung der Umweltauswirkungen von Innovationen – und damit auch der Umweltentlastung durch Öko-Innovationen – ist ein seit langem diskutiertes Problem. Die zentrale Herausforderung besteht darin, die relevanten Änderungen zu erfassen und zu bewerten. In Abhängigkeit der Komplexität der Innovationen können sie auf zahlreichen Ebenen entlang der Wertschöpfungskette auftreten. Typischerweise erfordert die Bestimmung der Umweltwirkungen von Innovationen daher einen ganzheitlichen Bewertungsansatz, wie er in lebenszyklusorientierten Bewertungen entwickelt und im Rahmen der ISO 14000 inzwischen auch normungsmäßig kodifiziert ist (vgl. Klöpffer und Grahl 2009; Kaltschmitt und Schebek 2015). Organisatorisch finden diese Bewertungen auf den unterschiedlichsten Ebenen statt: Unternehmen führen sie im Rahmen des Innovations- und Nachhaltigkeitsmanagements durch, um ihrer Produktverantwortung und den Bedingungen eines „Responsible Research and Innovation“ gerecht zu werden. Im Kontext staatlichen Handelns sind die zahlreichen Genehmigungsverfahren (z. B. bei der Stoffzulassung), aber auch die Gestaltung umweltpolitischer Maßnahmenprogramme typische Felder. Schließlich wird in jüngster Zeit auch die Verantwortung von Forschungsorganisationen betont, im Rahmen ihrer Wahrnehmung von gesellschaftlicher Verantwortung auch eine Abschätzung der Wirkungen von Forschung vorzunehmen.

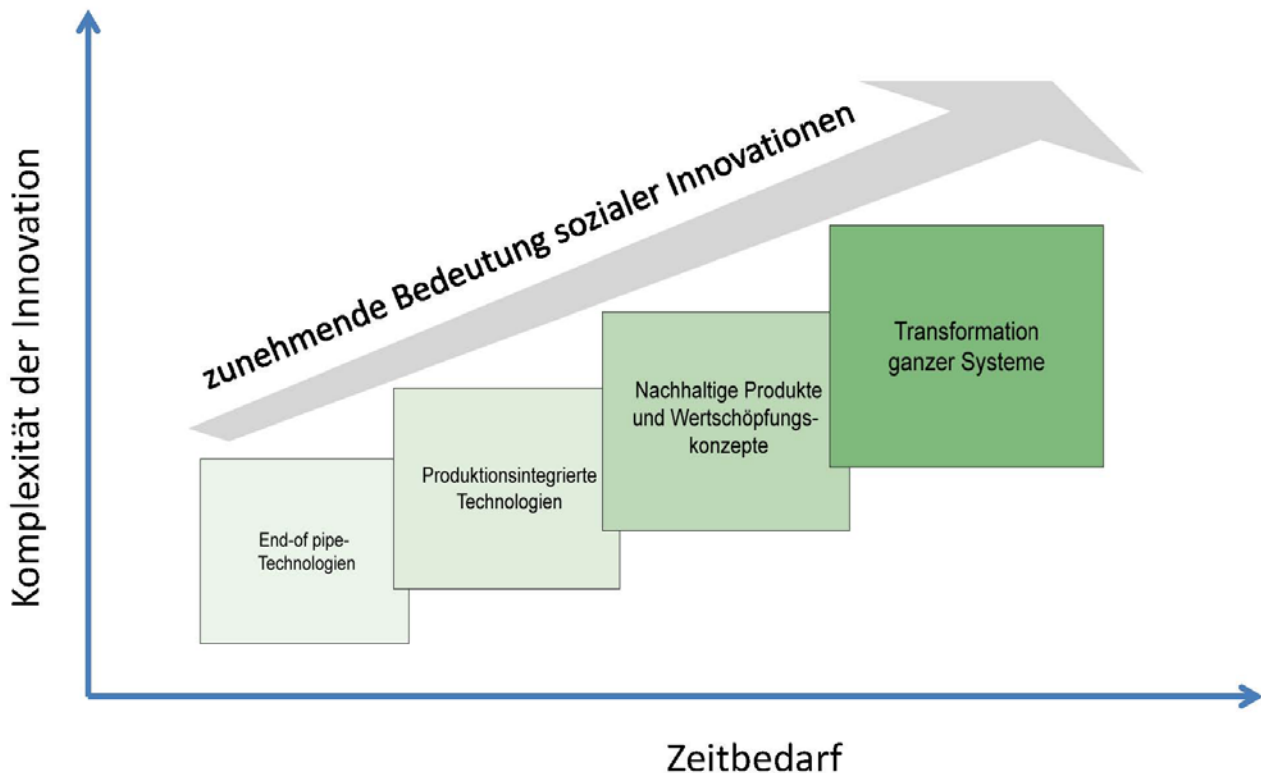
Die unterschiedlichen Typen von Öko-Innovationen unterscheiden sich durch das Ausmaß der Verschränkung von technischen mit organisatorischen, institutionellen und sozialen Innovationen (s. Abbildung 3). Bei den End-of-pipe-Technologien werden additiv zum eigentlichen Produktions- oder Konsumprozess Technologien eingesetzt, die zur Reinigung oder Zurückhaltung von Emissionen führen (Filter, Kläranlagen, Abfalldeponierung etc.). Bezogen auf den Hauptprozess haben die Innovationen einen eher inkrementellen Charakter, die Bedeutung von institutionellen oder sozialen Innovationen ist eher begrenzt.

Produktionsintegrierte Technologien führen zu einer Substitution alter durch neue, umweltfreundlichere Technologien. Insofern sind sie als eine umfassende technologische Innovation zu kennzeichnen. Allerdings bleibt das eigentliche Produkt dadurch weitgehend unverändert. Durch gestiegene Effizienz der Prozesse bezüglich Energie- und Materialeinsatz können derartige Innovationen durchaus auch zu Kosteneinsparungen bei den Anwendern führen, wie dies zum Beispiel viele der Lösungen, die in der BMBF-Fördermaßnahme r² entwickelt wurden, zeigen (s. Ostertag et al. 2013). Organisatorische Innovationen wie Auditierungssysteme können dazu beitragen, systematisch bestehende Effizienzpotenziale im Unternehmen aufzuspüren.

Nachhaltige Produkte und Wertschöpfungskonzepte sind durch Veränderungen entlang der Wertschöpfungskette gekennzeichnet. Damit einher geht ein erhöhter Abstimmungsbedarf zwischen den unterschiedlichen Akteuren (z. B. zwischen Herstellern, Haushalten, Entsorgungs- und Rohstoffwirtschaft bei erhöhtem Recycling) bis hin zur Entwicklung gänzlich neuer Geschäftsmodelle, z. B. in der Sharing Economy. Mit der Veränderung von Produktkonzeptionen gewinnen Akzeptanzfragen und

Konsumentenpräferenzen derartiger Innovationen an Bedeutung. Ebenso werden produkt-, nutzungs- und ergebnisbezogene umweltentlastende Dienstleistungen wichtiger (Clausen et al. im Erscheinen). Daraus wird deutlich, dass die Bedeutung organisatorischer und sozialer Innovationen bei diesem Öko-Innovationstyp höher als bei den beiden vorher beschriebenen ist.

Abbildung 3: Öko-Innovationstypen im Vergleich



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Die Transformation ganzer Systeme hat spätestens mit der Umsetzung der Energiewende auch in breiteren Bevölkerungskreisen an Bedeutung gewonnen. Aber auch Zielsetzungen wie neue Formen der Mobilität, eine nachhaltige Wasserwirtschaft oder die Hinwendung zu einer Bioökonomie zielen auf die Transformation ganzer Systeme ab. Bei diesem Öko-Innovationstyp werden mehrere technologische Innovationen gebündelt; er umfasst damit auch immer Elemente der anderen Öko-Innovationstypen. Kennzeichnend für Systemtransformationen ist dabei die oben beschriebene Pfadabhängigkeit, die aus den Erfordernissen der Ko-Evolution entsteht und deren Überwindung institutionelle Innovationen auf den vielfältigsten Ebenen zur Voraussetzung hat. Gleichzeitig werden in diesem Kontext vermehrt neue Rollen (z. B. Prosumenten), veränderte Wertschätzungen (z. B. gemeinschaftliche Nutzung statt Besitz von Gütern) sowie neue Normen (z. B. im Ernährungsbereich) und damit soziale Innovationen thematisiert. Festzuhalten ist, dass die Umsetzung dieses Öko-Innovationstyps daher ein langfristiger Transformationsprozess ist. Die Systematiken zum Ablauf von solchen Transformationsprozessen betonen die Rolle von Pionieren des Wandels, die die erforderlichen Veränderungen vordenken und vorleben, und deren Wirken durch einen gestaltenden und aktivierenden Staat unterstützt werden muss (Kristof 2010; WBGU 2011). In der Multilevel-Perspektive der Transitionsforschung werden Landscape, Regime und Nische unterschieden (vgl. Geels 2011; Weber und Rohracher 2012). Transformationen nehmen in den Nischen ihren Ausgang, in denen neue Lösungen ausprobiert werden. Eine Transformation hin zu einer Green Economy steht dann jeweils vor der Herausforderung, mit welchem Transitions Pfad die aus der Stärke des Regimes resultierende Pfadabhängigkeit überwunden werden kann (Geels und Schot 2007; Walz und Köhler 2014). Gerade bei den Transitions pfa-

den, die durch Konflikte zwischen bestehendem Regime und wachsenden Nischen gekennzeichnet sind, kommt für den Erfolg der Innovationen auch sog. Exnovationen - d. h. der gezielte und geförderte Austritt von etablierten aber überholten Lösungen aus dem Markt – erhebliche Bedeutung zu. Hier müssen beispielsweise Aufklärungsarbeit geleistet aber auch eventuell auftretende soziale und wirtschaftliche Härten abgefedert sowie Umstiege langfristig angebahnt und erleichtert werden.

2.3 Bestimmungsfaktoren der Wettbewerbsfähigkeit bei Öko-Innovationen

Wie eingangs beschrieben, steht der Öko-Innovationsplan im Spannungsfeld der ökologischen und ökonomischen Ziele der EU. In der wissenschaftlichen Diskussion über »Wettbewerbsfähigkeit« haben sich unterschiedliche Faktoren herauskristallisiert, die in einer Gesamtschau in ihrer Kombination analysiert werden müssen, damit die Fähigkeit eines Landes oder einer Region vergleichend beurteilt werden kann, zukünftig als Leitanbieter auf den Weltmärkten aufzutreten. Das Konzept einer Leitanbieterschaft stützt sich auf drei Erklärungsansätze, die in den 1990er Jahren an Bedeutung gewannen und die – trotz unterschiedlicher methodischer Ansatzpunkte – gemeinsam auf die Bedeutung von Innovationen für die Erreichung der wirtschaftlichen Ziele von OECD-Ländern hinwiesen: Erstens die von Romer (1986) und Lucas (1988) entwickelte endogene Wachstumstheorie, die in der Lage war, den technischen Wandel aus sich selbst heraus zu erklären. Zweitens neuere Ansätze der Wirtschaftsgeografie, wie sie in den Arbeiten von Krugman (1979) oder Grossman und Helpman (1991) ausgearbeitet wurden, und in denen die Bedeutung einer kontinuierlichen Verbesserung von Produktion und Produkten zur Sicherung des wirtschaftlichen Wohlstandes in einer sich globalisierenden Welt herausgearbeitet wurde. Drittens die evolutionäre Ökonomik, die betonte, dass Außenhandelserfolge bei technologieintensiven Gütern durch die technologischen Fähigkeiten mit verursacht werden (vgl. Dosi und Soete 1988; Fagerberg 1988). Unter diesen Bedingungen spielen Kostennachteile bei den Arbeitskosten eine geringere Rolle (Amable und Verspagen 1995; Greenhalgh, C. Mayrots, G. und Wilson 1996; Wakelin 1997), was gerade für die strategische Positionierung von Hochlohnländern von Bedeutung ist.

Gerade für die Umweltpolitik wird oftmals der First-Mover-Advantage, in der Literatur auch als Porter-Hypothese bekannt, als Begründung herangezogen, warum eine nationale Vorreiterrolle im Umweltbereich auch zu wirtschaftlichen Erfolgen führen kann. Eine forcierte nationale Strategie, die den heimischen Markt zum weltweiten Leitmarkt entwickelt, führt demnach dazu, dass sich die betreffenden Länder frühzeitig auf die Bereitstellung der hierzu erforderlichen Güter spezialisieren. Bei einer nachfolgenden Ausweitung der internationalen Nachfrage nach diesen Gütern sind diese Länder dann auf Grund ihrer frühzeitigen Spezialisierung und des erreichten Innovationsvorsprungs in der Lage, sich im internationalen Wettbewerb durchzusetzen und zum Leitanbieter zu werden. Allerdings reicht eine nachfrageseitige Innovationspolitik – und als solche wirkt eine ambitionierte Umweltpolitik – allein nicht aus, um die erwünschten Wettbewerbserfolge zu erzielen. Am ehesten können diejenigen Länder ein bedeutender Leitanbieter auf den Weltmärkten werden bzw. längerfristig bleiben, die sowohl ein leistungsfähiges und ausdifferenziertes Innovationssystem aufgebaut und auf die Bedürfnisse des Weltmarktes abgestimmt haben, als auch über wettbewerbsfähige Anbieter mit entsprechenden Erfahrungen verfügen. Die Kombination dieser angebots- und nachfrageseitigen Faktoren führt dann zu Leistungsverbänden, die nicht einfach kopiert oder verlagert werden können.

Seit der Etablierung der Porter-Hypothese ist die Globalisierung weiter vorangeschritten, und neue globale Wettbewerbsmuster haben sich etabliert. Globalisierung von Wertschöpfungsketten und gesteigertes internationales Sourcing korrespondieren mit den wirtschaftlichen Aufholprozessen der „emerging economies“ (vgl. Fagerberg et al. 2010; OECD und World Bank Group 2015). Inzwischen beginnen einige Schwellenländer auch in technologieintensiveren Märkten Fuß zu fassen. Damit hat sich nicht nur die Bedeutung des Technologiewettbewerbs noch erhöht. Inzwischen wird auch diskutiert, inwieweit diese Schwellenländer selbst die Etablierung von Leitmärkten vorantreiben und entsprechende globale Leitanbieter werden können (vgl. Fagerberg et al. 2010). Diese Entwicklungen

haben zu einer Neuformulierung der Bedingungen geführt, die zur Etablierung von Leitmärkten und Leitanbieterschaft im Zeitalter der Globalisierung erfüllt sein müssen (vgl. Quitzow et al. 2014). Folgende Faktoren, die angebots- und nachfrageseitige Bedingungen umfassen, werden von uns in Kapitel 4.2 für die Beurteilung der Aussichten eines Landes herangezogen, eine Leitanbieterschaft einzunehmen (vgl. Walz und Köhler 2014; Köhler et al. 2014): technologische Leistungsfähigkeit, Marktkontextfaktoren auf der Angebots- und der Nachfrageseite, Akteurs- und Systemstruktur sowie Regulierungsvorteile.

- ▶ Außenhandelserfolge bei technologieintensiven Gütern setzen nach wie vor eine hohe technologische Leistungsfähigkeit voraus. Unter den verschiedenen Indikatoren, die diese messen, wird dabei gerade auch transnationalen Patenten eine erhebliche Bedeutung für die Erklärung von Außenhandelserfolgen zugemessen (Andersson und Ejeremo 2008; Madsen 2008). Entsprechend vergleichen wir in Kapitel 4.2 die Patentanteile Deutschlands mit denjenigen der wichtigsten Wettbewerber. So weist Deutschland z. B. im Leitmarkt Lärminderung unter allen Ländern die höchsten Patentanteile auf, was auf eine sehr gute technologische Leistungsfähigkeit hindeutet.
- ▶ Die Marktkontextfaktoren auf der Nachfrageseite werden entsprechend Beise (2004) in die Faktoren Nachfrage- und Preisvorteil eingeteilt. Ein Nachfragevorteil liegt vor, wenn ein Land die globalen Trends und die künftigen Anforderungen an die Technologien früher antizipiert als andere Länder. Ein technologiespezifischer Preisvorteil liegt vor, wenn in einem Land die durch Lern- und Skaleneffekte sowie durch Verbundvorteile hervorgerufen Preisreduktionen von Innovationen besonders stark ausgeprägt sind. Ein Indiz für die nachfrageseitigen Faktoren ist damit das Wachstum des Heimmarktes. Wenn er überproportional stark wächst, kann es sowohl zu skalenbedingten Preisvorteilen kommen als auch besonders viele Gelegenheiten geben für die Gewinnung von Anwendererfahrungen und die Interaktion zwischen Nutzern und Herstellern von Technologien. In Deutschland sind die mit der Energiewende ausgelösten Nachfragedynamiken ein Beispiel für gute Marktkontextfaktoren auf der Nachfrageseite.
- ▶ Ebenfalls analog Beise (2004) werden mit dem Transfer- und Exportvorteil zwei Erfolgsfaktoren angeführt, die sich auf die Marktkonstellation des Angebots beziehen. Ein Transfervorteil liegt vor, wenn die Funktionsfähigkeit der Technologie für viele internationale Nachfrager sichtbar ist. Des Weiteren fällt der Transfer von Technologien leichter, je größer die Kompetenzen der Exporteure im internationalen Marketing ausfallen und je höher ihre Kenntnisse über die ausländischen Märkte sind. Daher kann davon ausgegangen werden, dass hohe Exporterfolge in der Vergangenheit wegen des Transfervorteils auch in der Zukunft nachwirken. Ein Exportvorteil liegt vor, wenn das Angebot der Technologiehersteller auch die länderspezifischen Anforderungen an die Technologien abdeckt und damit auf unterschiedliche Nachfragebedingungen auf dem Weltmarkt eingehen kann. Je gleichmäßiger sich die Exporte auf die einzelnen Exportmärkte verteilen, desto eher ist zu erwarten, dass das Exportangebot in der Lage ist, die unterschiedlichen Nachfragebedingungen auch tatsächlich abzudecken.
- ▶ Die Verbesserung der eigenen Position im Qualitätswettbewerb hängt auch von der Akteurs- und Systemstruktur ab. Neben Größenaspekten der einzelnen Akteure und der Bildung von Unternehmensnetzwerken ist auch die Vernetzung zwischen Wissenschaft, Herstellern und Nutzern der Technologien von Bedeutung. Eine Systemstruktur, die zu einer Koordination der Wertschöpfungskette führt, und auf Wissen aus wettbewerbsfähigen, produktionstechnisch eng verbundenen Sektoren zurückgreifen kann, begünstigt ebenfalls eine Leitanbieterschaft. Schließlich spielt die Fähigkeit, technische Entwicklungen, neue Geschäftsmodelle und Dienstleistungskonzepte miteinander kombinieren zu können, eine wichtige Rolle.
- ▶ Innovationen werden darüber hinaus in vielfältiger Weise von der Regulierung beeinflusst. Dem Land, das ein fortschrittliches Regulierungssystem aufweist, das von anderen Ländern übernommen wird, winken Vorteile: Die Unternehmen passen sich in ihren institutionellen Ar-

rangements an die jeweiligen Anforderungen an. Setzt sich ein nationales Regulierungsregime international durch, weisen die heimischen Unternehmen auf Grund ihrer frühzeitigen Anpassung auch auf dem internationalen Wettbewerb Vorteile auf. Gerade das System der deutschen Einspeisevergütungen, das von vielen Ländern nachgeahmt wurde, wird hier oft als Beispiel für einen derartigen Regulierungsvorteil angesehen. Dabei ist es wichtig, dass die Akteure die Regulierung als stabil und vorhersehbar erachten. Gleichzeitig kommt der Regulierung die Funktion zu, mittelfristige ambitionierte Umwelt- und Diffusionsziele zu spezifizieren, die zur Orientierung der Innovationsrichtung beitragen (Jänicke und Lindemann 2010).

Aus diesen Entwicklungen wird deutlich, dass sich die Bedingungen dafür, dass gestiegene Innovationen in wirtschaftlichen Erfolg münden, ausdifferenziert haben. Zugleich wird deutlich, dass die Erfolgsfaktoren über die Bedeutung der technologischen Leistungsfähigkeit weit hinausgehen. Die Erfolgsfaktoren reflektieren den breiteren Blick auf die Innovationsprozesse, den die Heuristik des Innovationssystems nahelegt. Entsprechend muss die Beeinflussung der Innovationen durch politische Maßnahmen auch viel breiter und über die traditionelle F&E-Politik hinausgehen (vgl. Mazzucato et al. 2015).

2.4 Notwendigkeit einer ökologischen Innovationspolitik

Wissen, das von einzelnen Akteuren unter Aufbringung von Kosten erstellt wird, kann auch von anderen Akteuren genutzt werden, ohne dass sie entsprechende Aufwendungen tätigen müssen. Im Wettbewerbsprozess wird es daher schwierig, die Aufwendungen für die Wissensgenerierung durch höhere Preise für die Innovationen wieder einzuspielen. Folglich besteht eine Tendenz, dass ohne politische Maßnahmen private Akteure zu geringe Investitionen für Innovationen tätigen. Neben dem Schutz geistigen Eigentums ist es im Rahmen der Innovationspolitik daher weitgehend unbestritten, dass diese so genannten Wissensspillover auch die Förderung von Innovationen durch unterstützende Politikmaßnahmen rechtfertigen. Maßnahmen wie die finanzielle Unterstützung von F&E-Ausgaben, z. B. durch die Subventionierung von Demonstrationsvorhaben oder Unterstützung bei der Erschließung neuer Finanzierungsquellen für Innovationen, die gerade kleine und mittlere Unternehmen vor große Herausforderungen stellt, finden hierin ihre Begründung.

Eine zentrale Voraussetzung für das Zustandekommen von Innovationen ist das Vorliegen einer substanziellen Nachfrage. Nun sind Öko-Innovationen gerade dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Reduktion der Umweltbelastung bewirken. Solange sich die höheren Umweltbelastungen konkurrierender Produkte aber nicht in einem höheren Preis widerspiegeln, werden Öko-Innovationen gegenüber traditionellen Lösungen im Markt benachteiligt: Der Vorteil der Öko-Innovationen führt nicht zu einem geringeren Preis und entsprechend hoher Nachfrage. Solange sich die Umweltkosten also nicht in den Preisen widerspiegeln, muss die Nachfrage nach Öko-Innovationen in viel stärkerem Ausmaß durch Maßnahmen der Umweltpolitik bewerkstelligt werden als dies bei umweltneutralen Innovationen der Fall ist (Rennings 2000). Umweltpolitik wird damit automatisch auch zu einer Stellschraube für eine nachfrageorientierte Innovationspolitik. Darüber hinaus sind gerade die durch Öko-Innovationen besonders tangierten leitungsgebundenen Infrastruktursysteme durch monopolistische Engpassfaktoren gekennzeichnet, die einen zusätzlichen Regulierungsbedarf nach sich ziehen (Walz 2007).

Aus der oben geschilderten Ko-Evolution von technischen und institutionellen Innovationen entsteht weiterer Handlungsbedarf. Denn ohne politische Flankierung wäre eine Öko-Innovation, die weder Zeit und Raum für die Realisierung von Lern- und Skaleneffekten hatte, noch auf passfähige institutionelle Rahmenbedingungen trifft, im Wettbewerb mit bestehenden umweltschädlichen Lösungen deutlich benachteiligt. Hinzu kommt, dass gerade bei Öko-Innovationen die betroffenen Sektoren und Technologien eine Reihe weiterer Sonderfaktoren aufweisen, die die Pfadabhängigkeit vergrößern (Markard 2011): Hier sind einmal die überproportional lange Lebensdauer einiger wichtiger umweltrelevanter Technologien (z. B. Kraftwerke, komplexe Prozesstechnologien) und ihre hohe Kapitalin-

tensität anzuführen, die eine frühzeitige Substitution dieser Technologien durch umweltfreundliche verhindert und damit einmal eingeschlagene Entwicklungsrichtungen zementiert. Hinzu kommt die Abhängigkeit der leitungsgebundenen Infrastruktursysteme wie Elektrizität, Gas, Wasser und Verkehrswege von der vorhandenen Netzstruktur. Die Überwindung der aus diesen Faktoren herrührenden Lock-in-Situationen wird damit eine wichtige Aufgabe auch für die Öko-Innovationspolitik (Walz 2015).

Das Erreichen der Umwelt- und Nachhaltigkeitsziele erfordert erhebliche Öko-Innovationen. Die Ausrichtung des Innovationsprozesses in Richtung einer größeren Umweltfreundlichkeit erfordert ihrerseits ein breites Umsteuern. Generell wirkenden Maßnahmen – beispielsweise breit wirkende Grenzwerte oder die Einführung von ökonomischen Instrumenten wie Umweltsteuern oder Emissionshandelssystemen – kommt hierbei eine große Bedeutung zu. Entsprechend breit können auch soziale Innovationen wirken, die Verschiebungen von Konsummustern bewirken und damit weitere Innovationsprozesse bei den Anbietern bewirken.

Allerdings ist gerade bei breit ansetzenden ökonomischen Instrumenten darauf zu achten, dass die Signalwirkung auch stark genug ausfällt. Die Erfahrungen bei der Ausgestaltung des europäischen Emissionshandelssystems zeigen die diesbezüglich auftretenden Schwierigkeiten auf. Auch bezüglich der Höhe von Umweltabgaben wird bereits seit längerem darauf hingewiesen, dass ihre Wirkung durch die Schwierigkeiten, kontinuierliche Erhöhungen der Abgabensätze politisch durchzusetzen, gekennzeichnet ist (Linscheidt 2000). Solange eine vollständige, die gesamte Marktbreite erfassende Internalisierung negativer Umweltauswirkungen in die Marktmechanismen aus politischen Gründen nicht umsetzbar erscheint, können selektive Unterstützungen zumindest partiell Abhilfe schaffen. Im Sinne des systemischen Innovationsverständnisses erscheint hierbei wichtig, dass auf Diversität der unterschiedlichen Lösungsansätze geachtet wird. Da diese sich aber oftmals in einem unterschiedlichen Entwicklungszustand befinden und ganz unterschiedliche Lernkurven aufweisen – z. B. PV im Vergleich zu Windkraft Mitte der 2000er Jahre – kann dies auch erfordern, Technologien unterschiedlich stark zu fördern, um ihnen gerade dadurch die Möglichkeit einer Weiterentwicklung im Markt zu geben. Die Forderung nach Diversität in den Lösungsansätzen kann damit auch eine technologiespezifische Ausgestaltung der Förderung begründen.

Neben der Instrumentenwahl und der Stringenz der Maßnahmen ist auch der Politikstil von besonderer Bedeutung für das Zustandekommen von Innovationen. Anzustreben ist hier ein dialogorientierter Politikstil, der Erkenntnisse aus Lernprozessen und veränderten Konstellationen berücksichtigen kann, zugleich aber keinen Zweifel an der Entschlossenheit zur Umsetzung der Politik aufkommen lässt und eine Langfristorientierung durch Setzung ambitionierter Ziele ermöglicht (Blazejczak et al. 1999). Nach Jänicke et al. (1999) ist daher oftmals nicht die konkrete Ausgestaltung der Maßnahme zentral für die Innovationswirkung, sondern die von ihr ausgelösten Informations- und Kommunikationsprozesse.

Sowohl bei den Investitionsentscheidungen Privater als auch denen der Politik wird es immer wieder auch zu Fehleinschätzungen kommen – dies gilt auch für die Öko-Innovationspolitik. Scherer und Harhoff (2000) halten fest, dass typischerweise nur 10 % aller Innovationsvorhaben im privaten Bereich die in sie gesetzten hohen Erwartungen erfüllen können, während die Hälfte aller Projekte noch nicht einmal einen halbwegs akzeptablen Ertrag aufweisen kann. Sie argumentieren, dass ähnliche Verhältnisse auch bei öffentlichen Technologieprogrammen zu erwarten wären. Dies unterstützt die Argumentation von Rodrik (2014), der den Entscheidungsgrundlagen und der Bereitschaft der Politik, Fehlentwicklungen zu korrigieren, hohe Bedeutung zumisst. Die Bereitstellung von strategischer Intelligenz für Politikentscheidungen, aber auch die Bereitschaft zur Korrektur von Fehlentwicklungen werden damit zu zentralen Erfordernissen an die handelnden Akteure der Öko-Innovationspolitik. In diesem Kontext spielen auch die Etablierung von Netzwerken und Kommunikation zwischen Wirtschaft und Politik eine wichtige Rolle, die nicht nur dem Wissensaustausch der beteiligten Innovatoren

dienen, sondern aus denen die Politik ihre Einschätzungen über Marktentwicklungen und Bedürfnisse der Akteure ziehen kann. Bei der oben skizzierten Bedeutung institutioneller und sozialer Innovationen ist hier insbesondere darauf zu achten, dass auch genügend neue Akteure inklusive derjenigen, die institutionelle und soziale Innovationen repräsentieren, in diesen Kommunikationsprozess aufgenommen werden.

Betrachtet man die einzelnen Aktionsfelder des EcoAP, wird folgende Zuordnung deutlich:

- ▶ Umweltpolitik und Rechtsvorschriften (Aktionsfeld 1) sowie Normen und Leistungsziele (Aktionsfeld 3) wirken sehr stark auf die Nachfrage nach Innovationen ein und sind damit im Zusammenhang einer nachfrageorientierten Innovationspolitik von hoher Bedeutung für die Marktexpansion (Innovationsfunktion 5). Ihre Wirkung auf Öko-Innovationen hängt von der Stringenz der geforderten Anforderungen ab. Aber aus der Marktexpansion folgen dann auch unmittelbar finanzielle Ressourcenzufuhr aus dem Absatz (Innovationsfunktion 7) sowie Austausch von Wissen zwischen Nutzern und Herstellern (Innovationsfunktion 2). Insbesondere Normen und Leistungsziele geben zudem Orientierung (Innovationsfunktion 3) und fördern die Legitimität von Innovationen (Innovationsfunktion 7).
- ▶ Innovationspartnerschaften (Aktionsfeld 7) und internationale Zusammenarbeit (Aktionsfeld 5) ermöglichen Netzwerkbildung und befördern damit den Austausch von Wissen (Innovationsfunktion 2). Gerade die internationale Zusammenarbeit kann zusätzlich auch Nachfrageimpulse setzen und damit die Marktexpansion (Innovationsfunktion 5) unterstützen.
- ▶ Die Förderung von Demonstrationsprojekten (Aktionsfeld 2) ist ein klassisches Instrument auf der Angebotsseite von Innovationen. Demonstrationsprojekte wirken unmittelbar auf die Innovationsfunktionen „Wissensgenerierung“ und „Bereitstellung von Ressourcen“. Durch die Thematisierung der Anforderungen geben sie auch Orientierung und erhöhen die Legitimität neuer Lösungen. Sie tragen außerdem zur Formung von Netzwerken bei und stärken damit die Funktion „Austausch von Wissen“.
- ▶ Finanzierungs- und Unterstützungsleistungen für KMU (Aktionsfeld 4) wirken direkt auf die Bereitstellung sowohl finanzieller als auch personeller Ressourcen (Innovationsfunktion 7), was gerade in Zeiten des demografischen Wandels und eines sich abzeichnenden Fachkräftemangels an Bedeutung gewinnt. Dies gilt auch für die Herausbildung neuer Kompetenzen (Aktionsfeld 6).
- ▶ Die Stabilität bzw. Vorhersehbarkeit der Umweltpolitik sowie die Langfristorientierung der Zielbildung sind wichtige Variablen des Politikstils, die auf die Legitimierung der Innovation (Innovationsfunktion 6) sowie Orientierung (Innovationsfunktion 3) einwirken.

Die Diversität der Technologieoptionen ist ein zentraler Aspekt für das Wirksamwerden von Selektionsmechanismen. Daher ist die Ausgestaltung der Fördermechanismen auch bezüglich der Anzahl der Technologien, die zur Anwendung kommen, zentral. Je breiter die Förderung angelegt ist, desto mehr Technologien kommen zum Einsatz, wodurch das „Lernen im Markt“ begünstigt wird. Auf Grund des systemischen Charakters der Innovationsprozesse ist dabei zu bedenken, dass die einzelnen Maßnahmen nicht unabhängig sind, sondern sich Maßnahmen auf der Angebots- und Nachfrageseite jeweils gegenseitig beeinflussen. Eine erfolgreiche Öko-Innovationspolitik ist damit durch ein ausgewogenes Verhältnis von angebots- und nachfrageseitigen Maßnahmen gekennzeichnet und wählt einen Mix von politischen Maßnahmen, der die Akteursvielfalt fördert und den jeweiligen Gegebenheiten Rechnung trägt.

3 Bestandsaufnahme der ökologischen Innovationspolitik in Deutschland

3.1 Methodische Herangehensweise

3.1.1 Recherche und Auswahl betrachteter Maßnahmen

Die Bearbeitung des Vorhabens erfordert zunächst von empirischer Seite her einen weitreichenden Überblick über aktuelle politische Maßnahmen in Deutschland, die auf Umweltinnovationen einwirken. Umweltinnovationen umfassen ein breites Gebiet. Sie werden durch Maßnahmen auf der Nachfrageseite, also durch Umweltpolitik, aber auch durch gezielte Stärkung der Angebotsseite gefördert. Daraus wird deutlich, dass sich Maßnahmen zur Steigerung von Öko-Innovationen in mehrere Umweltbereiche, Handlungsfelder oder Leitmärkte unterteilen lassen. Deshalb spielen in Deutschland Umweltinnovationen außer im BMUB auch in weiteren Ressorts eine Rolle, wie die Darstellung der deutschen Politik im Bereich Öko-Innovationen zeigt. Es ist deshalb ein breiter Blick auf verschiedene Politikfelder, Ressorts und Akteure erforderlich, um die besonders relevanten Initiativen und Maßnahmen zu erfassen.

Aus dem parallel entwickelten konzeptionellen Rahmen wurden Suchkriterien abgeleitet, die bei der Auswahl der betrachteten Maßnahmen für die Strukturierung einer Maßnahmen-Datenbank verwendet wurden. Dieses Suchprofil erlaubt zielgerichtete Recherchen zur Identifikation relevanter Maßnahmen und enthält die Merkmale, nach denen die gefundenen Instrumente und Maßnahmen mit Blick auf die weiteren Analyseziele in der Maßnahmen-Datenbank charakterisiert und dokumentiert werden (s. folgender Abschnitt). Die Suche nach aktuellen öko-innovationsrelevanten Aktivitäten erfolgte breit und anhand verschiedener Quellen. Neben Vorprojekten des Fraunhofer ISI waren dies vor allem Internet- und Literaturrecherchen, die entweder einen Überblickscharakter aufweisen, wie die vom BMUB zusammengestellte „Chronik umweltpolitischer Meilensteine“ oder themenbezogen die wichtigsten Maßnahmen in einem umweltpolitischen Themenfeld beschreiben. In Einzelfällen wurden auch kurze Telefoninterviews mit Programmverantwortlichen geführt. Der Entwurf der Maßnahmenliste wurde außerdem in Projektsitzungen mit dem Auftraggeber diskutiert sowie innerhalb des UBA und BMUB zirkuliert. Die Rückmeldungen wurden, ggf. nach weiteren Recherchen, in die Datenbank eingearbeitet.

Um die Zahl der betrachteten Maßnahmen handhabbar zu halten (ca. 50 Maßnahmen), findet die Analyse auf aggregiertem Niveau statt. Dies gilt insbesondere für die Maßnahmen des Aktionsfeldes 1, die im Allgemeinen nicht speziell auf die Förderung von Öko-Innovationen ausgerichtet sind, sondern vorrangig auf die Verminderung der Umweltbelastung abzielen, wobei sich der innovationsfördernde Effekt dann mittelbar über die Steigerung der Nachfrage nach neuen Lösungen ergibt (Umweltpolitik als nachfrageseitige Innovationspolitik). Die Maßnahmen auf aggregiertem Niveau sind zumeist mit weiteren Einzelmaßnahmen unterlegt.

Mit Blick auf Zielsetzung und Definitionen des EcoAP wurden für die Auswahl der (Einzel-) Maßnahmen vier Kriterien zugrunde gelegt:

- ▶ Die Maßnahmen sollen derzeit gültig, relativ jung und dauerhaft sein. Von Maßnahmen, die schon seit langem unverändert implementiert sind, kann keine Beschleunigung gegenüber dem Status quo erwartet werden. Absichtserklärungen, geplante Maßnahmen u. ä. werden wegen ihrer Ungewissheit nicht berücksichtigt. Auch (öffentlich geförderte) Einzelprojekte mit beschränkter Laufzeit sind mangels Dauerhaftigkeit ausgeschlossen.
- ▶ Die Maßnahmen sollen einen klaren Umweltbezug haben, d. h. eine Umweltwirkung (z. B. Treibhausgasreduktion, Vermeidung von Eutrophierung) soll zugeordnet werden können. Es ist jedoch nicht notwendig, dass die Maßnahme – zum Beispiel von den verantwortlichen Ressorts – explizit als Umweltschutzmaßnahme deklariert wird.

- ▶ Die Maßnahmen sollen einen klaren Bezug zu Innovationen und Marktprozessen¹ haben und Innovationen (technischer, sozialer, ökonomischer, organisatorischer oder politischer Natur) fördern.
- ▶ Es soll sich um Maßnahmen der öffentlichen Hand handeln. Der Fokus liegt dabei auf der Bundesebene, wo auch die Berichtspflicht ggü. der EU angesiedelt ist. Aktivitäten der Bundesländer werden nur exemplarisch in Einzelfällen, kommunale Aktivitäten gar nicht aufgenommen.

Rein privatwirtschaftlich verantwortete Maßnahmen bspw. von Verbänden (z. B. Codes of Conduct) werden nicht betrachtet. Grenzfälle können sich ergeben, wenn Privatinitiativen öffentliche Anschubfinanzierung erhalten (haben), oder die Politik durch Schirmherrschaft, Mitgliedschaft in Beiräten oder Aufsichtsgremien eingebunden ist.

3.1.2 Erstellung einer Maßnahmen-Datenbank

Die identifizierten Einzelmaßnahmen wurden in einer Datenbank erfasst und mit Informationen zu passendem EcoAP-Aktionsfeld, Akteur, Adressat, grünem Leitmarkt und Umweltproblem hinterlegt. Diese Kategorien werden im Folgenden kurz erläutert:

EcoAP-Aktionsfeld

Der Öko-Innovationsplan der EU gliedert sich in 7 Aktionsfelder (s. Kapitel 1). Sie beschreiben die Art der Maßnahmen bzw. ihre Ansatzpunkte. Die Zuordnung der Einzelmaßnahmen zu den Aktionsfeldern ist ein wichtiges Strukturierungselement für eine nationale Berichtserstattung an die EU, weil zu erwarten ist, dass es einen guten gemeinsamen Nenner zwischen verschiedenen nationalen Berichten bildet. Manche Maßnahmenpakete oder Politikstrategien bündeln allerdings Maßnahmen, die verschiedenen Aktionsfeldern zuzuordnen sind. Wie mit solchen „quergelagerten“ Maßnahmen verfahren wurde, wird in Box 1 anhand des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 erläutert.

Box 1: Aktionsprogramm Klimaschutz 2020

Das Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 nimmt das THG-Minderungsziel der Bundesregierung für 2020 in den Blick (minus 40 Prozent gegenüber 1990) und stellt zentrale politische Maßnahmen zusammen, die dazu einen Beitrag leisten. Dabei werden verschiedene Handlungsfelder und Sektoren (u. a. Stromerzeugung, Bauen und Wohnen, Verkehr, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen) und Akteursgruppen (Bund, Länder, Kommunen) behandelt.

Wichtige Elemente im Aktionsprogramm sind sein Bezug auf ein quantifiziertes Politikziel, die mengenmäßige Ausweisung des Zielbeitrags der aufgenommenen Maßnahmen und ihre explizite Verortung in einem Zeitplan. Diese Merkmale machen es zu einem wichtigen Orientierungspfeiler für das Innovationsgeschehen in Deutschland.

Das Aktionsprogramm umfasst eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen, die ganz unterschiedlichen Förderansätzen folgen und in verschiedene Aktionsfelder des EcoAP fallen. Damit liegt es quer zu dieser Kategorisierung und erfordert gesonderte Überlegungen zur geeigneten Erfassung in der Datenbank.

Auf der Ebene der enthaltenen Maßnahmen sind Überschneidungen zu anderen Maßnahmenpaketen und Programmen vorhanden. So ist zum Beispiel die LED-Leitmarktinitiative eine Maßnahme im Akti-

¹ Mit „Marktprozessen“ ist hier nicht der ökonomische Nutzen des mit der Innovation erzielten Umweltschutzeffekts gemeint (z. B. Ökosystemdienstleistungen intakter Wälder und Flüsse, Vermeidung umweltbedingter Materialschäden), sondern die Art der Prozesse (Angebot, Nachfrage, Preise, Unternehmensstrategien ...), die zur Innovation führen.

onsprogramm Klimaschutz 2020. Sie wird über die Kommunalrichtlinie gefördert, welche wiederum Teil der Nationalen Klimaschutzinitiative ist. Das Aktionsprogramm enthält außerdem auch Maßnahmen, die die Auswahlkriterien für die hier durchgeführte Analyse nicht erfüllen, weil sie erst in Planung sind oder weil sie auf einem Niveau angesiedelt sind, das zu detailliert ist, als dass es in die Liste der Maßnahmen aufgenommen würde.

Als Fazit aus diesen Überlegungen wurde das Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 in der Maßnahmen-Datenbank als Gesamtprogramm unter den Politikstrategien, die wegen ihres programmatischen Charakters innovationsfördernd wirken, aufgenommen. Ausgewählte größere Maßnahmen des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 sind als Einzelmaßnahmen dokumentiert und entsprechend ihrem Charakter den in den einzelnen EcoAP-Aktionsfeldern aufgeführten Maßnahmen zugeordnet.

Akteur

Unter „Akteur“ wurde die verantwortliche Institution benannt, die das Programm auflegt oder die Federführung für die politische Aktivität hat. Dabei wurden ein Hauptakteur und ggf. weitere beteiligte Akteure dokumentiert. Folgende Akteure sind in der Datenbank hinterlegt:

- ▶ Bundesressorts: BMUB, BMBF, BMWi, BMVI, BMEL, BMF, BMZ, Auswärtiges Amt, BMAS, BMI;
- ▶ Nachgeordnete Behörden: UBA, DERA, BGR, dena, Bundesnetzagentur, BAuA, BAFA, BfR;
- ▶ andere Governance-Ebenen: Bundesländer, EU, UN;
- ▶ Sonstige: u. a. KfW, GIZ, DBU, AvH Stiftung, DIN, VDI, BIBB, Difu, DWA.²

Adressat

Die Zielgruppe einer Einzelmaßnahme wird unter „Adressat“ erfasst. Bei Gesetzen sind dies nicht (nur) die unmittelbar Verpflichteten, sondern darüber hinaus diejenigen, auf die die Wirkung des Gesetzes zielt. So ist zum Beispiel als Adressat für das Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz nicht nur der Handel und die Hersteller erfasst, sondern auch Privatpersonen als Konsumenten. Die „Wirtschaft“ als Zielgruppe ist in speziellere Untergruppen untergliedert, sofern diese besonders adressiert werden. Folgende Kategorien wurden angewendet:

- ▶ Industrie (IND)
- ▶ Energieversorgungsunternehmen (EVU)
- ▶ Wasserwirtschaft (WAWI)
- ▶ Kleine und mittlere Unternehmen (KMU)³
- ▶ Landwirtschaft (LW)
- ▶ sonst. Wirtschaft (WIRT)
- ▶ Privatpersonen (PRIV)
- ▶ Öffentliche Einrichtungen/Behörden (ÖFF)
- ▶ Forschung (FOR)
- ▶ Kommunen (KOM)
- ▶ Bundesländer (BL)

² Trotz Fokus auf Maßnahmen der öffentlichen Hand haben diese zum Teil privatwirtschaftlichen Akteure eine Bedeutung. So können sie zum Beispiel als weitere Akteure in der Umsetzung beteiligt sein, während der Hauptakteur ein Ministerium ist.

³ Einzelmaßnahmen mit KMU als Adressaten werden nur dann unter AF 4 gefasst, wenn KMU nach EU-Kriterien betroffen sind. Oft adressieren Einzelmaßnahmen aber „den Mittelstand“ oder nehmen Bezug auf eine Technologie (z. B. Mini-BHKW), so dass die relevante Unternehmensgröße eher KMU sind. Diese erfüllen dann aber nicht zwingend die EU-Kriterien für KMU und sind dann nicht unbedingt in AF 4 eingruppiert.

- ▶ Bildungseinrichtungen (BIL)
- ▶ Gemeinnützige Organisationen (GORG)
- ▶ Adressaten im Ausland (AUSL)

Grüner Leitmarkt

In der bisherigen Strukturierung der deutschen Öko-Innovationspolitik spielen grüne Leitmärkte eine große Rolle. Dies zeigt sich zum Beispiel im Umweltwirtschaftsbericht des BMUB (BMU und UBA 2011) oder im GreenTech-Atlas 4.0 des BMUB (2014) und seinen Vorgänger-Auflagen. Auch liegt das Konzept der grünen Leitmärkte einer Vielzahl von UFOPLAN-Forschungsvorhaben zugrunde. Gleichzeitig ist es sinnvoll, die dort verwendeten Gebiete um die klassischen Umweltschutzbereiche zu erweitern, damit das Themenspektrum des BMUB bzgl. Öko-Innovationen, wie es sich beispielsweise in der Projektfamilie „Wirtschaftsfaktor Umweltschutz“ darstellt, noch besser abgedeckt wird. Für die Fortschreibung der deutschen ökologischen Innovationspolitik ist es wichtig, hier Anknüpfungsmöglichkeiten zu gewährleisten. Deshalb wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber folgende grüne Leitmärkte festgelegt:

- ▶ Grünes Energieangebot
- ▶ Energieeffizienz
- ▶ Nachhaltige Mobilität
- ▶ Nachhaltige Wasserwirtschaft
- ▶ Ressourceneffizienz
- ▶ Kreislaufwirtschaft
(als Teilgebiet von Ressourceneffizienz mit Fokus auf Abfallwirtschaft und Recycling)
- ▶ Luftreinhaltung
- ▶ Lärminderung
- ▶ Nachhaltige Chemie

In der Datenbank wurde zusätzlich die Kategorisierung „Übergreifend“ vergeben, wenn die Maßnahme so breit angelegt ist, dass a priori kein eindeutiger Leitmarkt zugeordnet werden kann. Verschiedentlich werden in der umweltpolitischen Diskussion weitere Themenfelder und Oberbegriffe verwendet. So erfährt beispielsweise die Rolle von Ernährung und Landwirtschaft für den Umwelt- und Klimaschutz in Deutschland steigende Aufmerksamkeit, und ökologische Fragen spielen in der Landwirtschaftspolitik eine zentrale Rolle. Entsprechende Maßnahmen sind in der Datenbank erfasst. Sie lassen sich gut unter den grünen Leitmärkten „Nachhaltige Wasserwirtschaft“ (Gewässerschutz), „Nachhaltige Chemie“ (z. B. mit Blick auf Pestizide und Herbizide) und „Ressourceneffizienz“ (mit Blick auf biotische Rohstoffe) fassen.

Umweltproblem

Gerade bei einer Fokussierung auf innovationsorientierte Umweltpolitikansätze ist es wichtig, das primäre Ziel – Umweltschutz – genau im Blick zu behalten. Nur so ist es möglich, eventuelle Lücken, die bei einer ausschließlichen Fokussierung auf innovationsorientierte Ansätze auftreten würden, zu erkennen. Die Umweltprobleme haben eine gewisse Ähnlichkeit mit den grünen Leitmärkten, spiegeln aber eine andere Perspektive wider – nämlich die Betrachtung vom Schutzgut her. Trotz zum Teil ähnlicher Bezeichnungen gibt es deshalb keine direkte Entsprechung zwischen beiden Kategorien.

Umweltpolitik hat zum Ziel, die durch menschliche Aktivitäten verursachten Umweltbelastungen zu reduzieren. Die Zuordnung der Umweltprobleme, die durch die Maßnahmen jeweils adressiert werden, folgt einer wirkungsorientierten Logik, wie sie bei der Umweltindikatorik und der Ökobilanzierung zum Tragen kommt. Dort werden die anthropogenen Umweltbelastungen durch Belastungsindi-

katoren (Pressure-Indikatoren) abgebildet, und die Belastungsindikatoren, die sich in ihrer Wirkung ähnlich sind, werden jeweils zu Umweltproblemen bzw. Wirkungskategorien zusammengefasst (SRU 1994, Textziffer 256; Walz et al. 1997; Klöpffer und Grahl 2009). Besonders sei darauf hingewiesen, dass hier auch der Verlust der Biodiversität erfasst wird, der sich zum Teil als Folgewirkung verschiedener Umweltprobleme ergibt (s. dazu auch die Box 2). Folgende Umweltprobleme wurden hinterlegt:

- ▶ Ressourcenverbrauch:
 - Wasserverbrauch (WAS)
 - Materialverbrauch, biotisch/abiotisch (MAT)
 - Flächeninanspruchnahme (FLÄCHE)
- ▶ Energieverbrauch (ENER)
- ▶ Klimawandel (KLI)
- ▶ Biodiversitätsverlust (BIODIV)
- ▶ Eutrophierung (EUT)
- ▶ Versauerung (VERS)
- ▶ Troposphärische Ozonbildung (TROP)
- ▶ toxische Kontamination (TOX)
- ▶ Lärm (LÄRM)

Box 2: Behandlung von Biodiversität

Der Verlust der Biodiversität stellt ein globales Problem dar, das irreversibel ist und die Lebensgrundlagen der Menschheit bedroht. Denn eine Beeinträchtigung der biologischen Vielfalt beeinträchtigt auch die Ökosystemdienstleistungen, die die Natur erbringt. Das Thema erhält inzwischen hohe politische Aufmerksamkeit. Unter anderem hat die Bundesregierung 2007 eine Biodiversitätsstrategie veröffentlicht, und auf UN-Ebene läuft derzeit die Dekade der Biodiversität (2011 – 2020)⁴. Um die Bedeutung der Biodiversität zu kennzeichnen, wird sie im Rahmen der hier angestellten Untersuchung als Schutzgut in der Kategorie „Umweltproblem“ berücksichtigt.

Eine wichtige Rolle beim Erhalt der Biodiversität nimmt die Bereitstellung und Vernetzung von Flächen und die Vermeidung von zerschneidenden Eingriffen ein. Der Schutz von Lebensräumen und der Schutz von wildlebenden Tieren, Pflanzen, Pilzen und Mikroorganismen sind einer der Kernpunkte der Biodiversitätsstrategie. Wichtige Maßnahmen zum Erhalt der Biodiversität liegen daher darin, auf entsprechenden Flächen auf eine Nutzung für Siedlungs- und Verkehrszwecke oder auf eine hochintensive Landwirtschaft zu verzichten. Diese zentrale Maßnahme findet im Wesentlichen durch Planungsakte außerhalb marktlicher Prozesse statt und ist in vielen Fällen schwer unter einer Öko-Innovationspolitik, wie sie der EcoAP definiert, zu fassen. Vermutlich würde deshalb eine rein auf Innovationsorientierung entsprechende dem EcoAP ausgerichtete Umweltpolitik das Problem der Biodiversität nicht ausreichend adressieren. Es ist wichtig, die Legitimität weiterer Umweltpolitikelemente mit Blick auf dieses Schutzgut anzuerkennen. Zugleich wird damit deutlich, dass Umweltpolitik breiter ist als eine Öko-Innovationspolitik und zusätzliche Ziele und Aufgaben zu erfüllen hat.

Biodiversität wird aber auch durch die Art und Weise der Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen und durch vielfältige Stoffeinträge bedroht. Klimawandel, Versauerung, Eutrophierung und toxische Kontamination wirken indirekt ebenfalls negativ auf die Biodiversität. Maßnahmen zum Erhalt der Biodiversität umfassen neben der Bereitstellung von Fläche daher vielfältige weitere Ansätze, die Anpassungen über verschiedene Sektoren der Wirtschaft hin erfordern, zum Beispiel in der Land- und Forstwirtschaft,

⁴ S. <https://www.cbd.int/2011-2020/>.

im Städtebau oder in der Rohstoffgewinnung, aber auch durch Emissionsvermeidung in allen anderen Sektoren. Solche Maßnahmen bewegen sich eher im Rahmen von marktlichen Prozessen und Innovationen und können gut im Rahmen dieser Untersuchung erfasst werden. Maßnahmen, die hier einen positiven Effekt erzielen, sind entsprechend in der Datenbank charakterisiert. Dies sind beispielsweise Maßnahmen zur Reduktion des Nährstoffeintrags in Gewässer oder Böden sowie Maßnahmen, die zum Klimaschutz beitragen.

Zusätzlich wurde die Kategorisierung „Übergreifend“ (Ü) vergeben, wenn die Maßnahme so breit angelegt ist, dass sie nicht auf einzelne Umweltbelastungen abzielt, so dass a priori keine spezifische Zuordnung erfolgen kann. Allerdings sind auch eng abgegrenzte Maßnahmen oft mit Wirkungen auf mehrere Umweltprobleme verbunden. So kann die Veränderung einer Umweltbelastung gleichzeitig auf mehrere Umweltprobleme wirken. Eine gesteigerte Energieeffizienz reduziert gleichzeitig Treibhausgasemissionen (KLI) und auch den Energieverbrauch (ENER). Die durch gestiegene Energieeffizienz ebenfalls bewirkte Reduktion von NO_x-Emissionen wirkt auf Versauerung, Eutrophierung und auf die Bildung von troposphärischem Ozon. Von daher wurden diesen Maßnahmen i. d. R. mehreren Umweltproblemen zugeordnet. Allerdings wurde darauf geachtet, dass ein Umweltproblem nur dann zugeordnet wurde, wenn von der Maßnahme eine bedeutende Wirkung (z. B. Emissionsreduktion) zu erwarten ist, die das jeweilige Umweltproblem betrifft.

Aufgrund der Vielzahl der Einzelmaßnahmen (180 insgesamt) wurden diese in über 50 Maßnahmen gebündelt. Jede Maßnahme ist mit einer Kurzbeschreibung hinterlegt. Das gesamte Portfolio ist in einer Maßnahmenliste dargestellt, die zu jeder Maßnahme die Kurzbeschreibung, die dazugehörigen Einzelmaßnahmen und zu diesen wiederum den Hauptakteur, den Adressat, das Umweltproblem, den grünen Leitmarkt und das EcoAP-Aktionsfeld benennt. Eine Version der Maßnahmenliste sortiert die Maßnahmen nach den Aktionsfeldern des EcoAP und zeigt damit schnell auf, mit welchen Maßnahmen Deutschland in den einzelnen Aktionsfeldern tätig ist (vgl. Anhang 3). Eine zweite Version sortiert die Maßnahmen nach grünen Leitmärkten. Diese ist leichter anschlussfähig an die bisherige Strukturierung der deutschen Öko-Innovationspolitik, wie sie sich zum Beispiel im Umweltwirtschaftsbericht (BMU und UBA 2011) oder im GreenTech-Atlas des BMUB (2014) widerspiegelt (vgl. Anhang 4).

3.1.3 Vertiefende Analysen zu ausgewählten Aktionsfeldern des EcoAP

Aufgrund der starken Abhängigkeit umweltfreundlicher Innovationen von regulierungsgetriebener Nachfrage ist die Bedeutung von Normen und technischen Regeln zur Förderung von Innovationen im Bereich der Nachhaltigkeit als besonders hoch einzuschätzen. Indem Standards, Normungen und technische Vorschriften höhere Anforderungen setzen, können die Marktchancen für Öko-Innovationen verbessert und damit wichtige Innovationsprozesse in Gang gebracht werden. Aber auch durch grundlegende Begriffsbildung oder die Festlegung von Mess- und Prüfstandards wird die Erforschung und Verbreitung von Umweltinnovationen gestärkt. Normen und technische Vorschriften stellen somit einen wichtigen Koordinationsmechanismus entlang des gesamten Innovationsprozesses dar. In einem eigenen Arbeitsschritt hat die TU Berlin deshalb im Rahmen eines Unterauftrags den Sachstand für solche Maßnahmen im Bereich Normung und technische Vorschriften untersucht, die als besonders geeignet zur Förderung von Umweltinnovationen gelten und mit denen Deutschland zu den Zielen des EcoAP beiträgt.

Im Anhang 1 wird die methodische Vorgehensweise ausführlich erläutert. Bei der Auswahl der dort detaillierter dargestellten Normungsbereiche („Fact Sheets“) wurde sichergestellt, zumindest beispielhaft solche Bereiche aufzuzeigen, in denen durch deutsche Normung Umweltinnovationen angestoßen werden können. Dabei wurde aus jedem Leitmarkt ein Beispiel gewählt. Die Auswahlsschritte sind ebenfalls in Anhang 1 erläutert. Die Ergebnisse wurden in der Maßnahmen-Datenbank unter der Maßnahme „Normungsaktivitäten“ mit Einzelmaßnahmen entsprechend der für jeden Leitmarkt ausgewählten Bereiche dokumentiert. Tabelle 1 fasst die Vorgehensweise noch einmal zusammen:

Tabelle 1: Auswahlprozess der Normen für die Fact Sheets in Anhang 1

Leitmarkt:	Anzahl nach ICS-Klassifikation identifizierter Normen	Anzahl relevanter Normen ⁵	Auswahl für Fact Sheet
Übergreifend	533	181	Blauer Engel
Energieeffizienz	118	57	DIN-Normen zur energetischen Bewertung von Gebäuden
Nachhaltige Mobilität	264	17	DIN-Normen für Elektrofahrzeuge
Nachhaltige Wasserwirtschaft	991	210	Konzeptionierung und Management der Wasserwirtschaft
Ressourceneffizienz (ohne Kreislaufwirtschaft und Flächensparen)	1212	5	VDI-Blätter Recycling elektrischer und elektronischer Geräte
Ressourceneffizienz: Kreislaufwirtschaft	333	138	
Ressourceneffizienz: Flächensparen	185	1	Wiedernutzbarmachung kleiner Grundstücke
Lärminderung	767	85	Geräusche von Schienenfahrzeugen im ÖPNV
Luftreinhaltung	900	425	VDI-Blätter Emissionsminderung und Abgasreinigung

Die Europäischen Innovationspartnerschaften (EIP) bilden ein eigenes Aktionsfeld im EcoAP. Sie wurden deshalb im Rahmen eines Unterauftrags durch die Technopolis Group näher analysiert. EIP sind eines der Tools, das europäischen Akteuren zu stärkerem Innovationsverhalten verhelfen soll. Sie haben eine Multi-Stakeholder-Struktur: Politikakteure, Regierungsvertreter, Forscher, sowie Experten aus Industrie und Unternehmen aller EU-Mitgliedsstaaten können sich an der Festsetzung des politischen Arbeitsprogramms beteiligen, vor allem durch Teilnahme an den thematischen Gruppen und durch Networking auf der Internetplattform.

Von den fünf derzeit etablierten EIP wurden folgende vier aufgrund ihres starken Bezugs zum Thema Öko-Innovation einer näheren Analyse unterzogen⁶:

1. Nachhaltigkeit und Produktivität in der Landwirtschaft,
2. Smart Cities and Communities,
3. Wasser,
4. Rohstoffe.

Insgesamt soll die Beteiligung und Rolle deutscher Akteure an diesen EIP aufgezeigt werden. Dazu wurden Teilnahme- und Projektstatistiken und in manchen Fällen auch Experteninterviews geführt.

⁵ Ausschluss von verbindlichen Rechtsvorschriften, Normen älter als 10 Jahre und inhaltlich nicht relevante Normen.

⁶ Das fünfte EIP befasst sich mit aktivem und gesundem Altern und wurde aufgrund seiner geringen Relevanz für Öko-Innovationen nicht näher betrachtet.

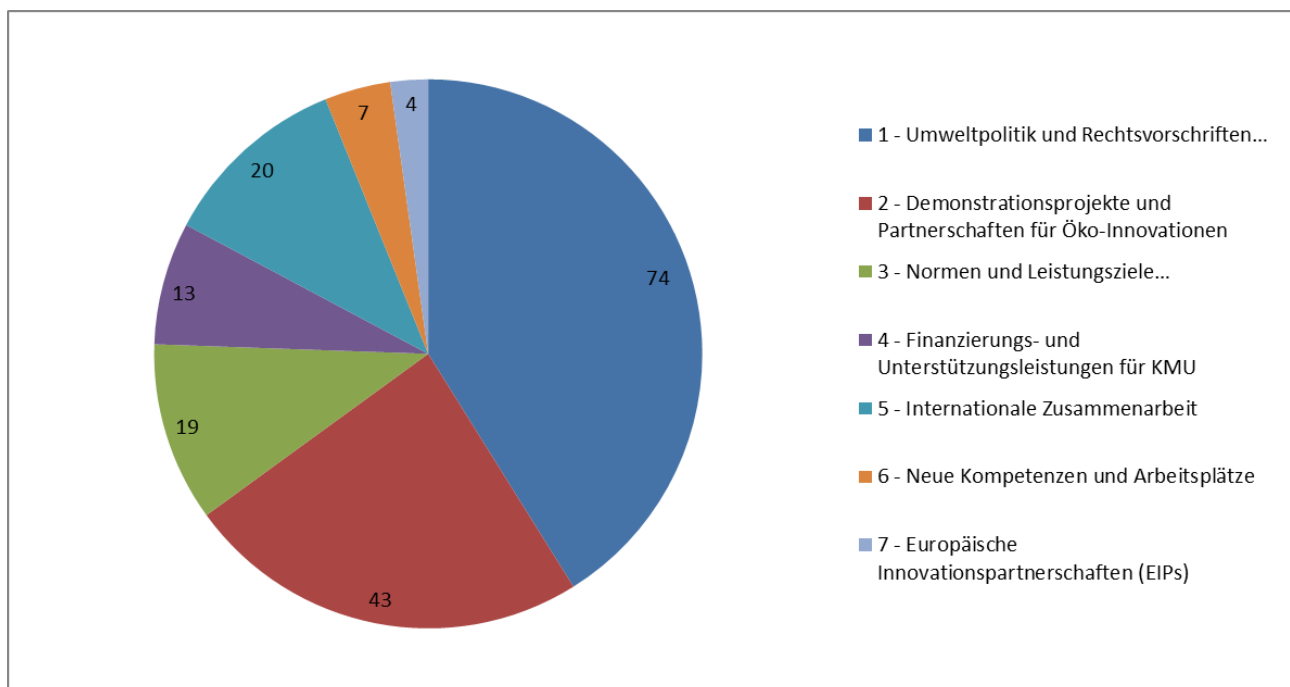
Die Ergebnisse der Recherche wurden in die Maßnahmen-Datenbank aufgenommen und sind außerdem im Anhang dokumentiert (s. Anhang 2).

3.2 Darstellung des Sachstands der ökologischen Innovationspolitik

Die in den durchgeführten Recherchen identifizierten Maßnahmen repräsentieren den Grundstock der wichtigsten Aktivitäten einer spezifisch deutschen ökologischen Innovationspolitik. Insgesamt wurden knapp 60 Maßnahmen identifiziert, die sich aus knapp 200 Einzelmaßnahmen zusammensetzten. Mit Hilfe der durchgeführten Klassifikationsmerkmale, die in der Datenbank hinterlegt sind, wurde es möglich, verschiedene Auswertungen durchzuführen:

- ▶ Für die Diskussion des EcoAP auf Europäischer Ebene ist es von Interesse zu sehen, ob es bei den nationalen Aktivitäten eindeutige Schwerpunkte bei einzelnen Aktionsfeldern gibt. Daher wird eine Verteilung der Maßnahmen auf die Aktionsfelder durchgeführt und durch eine Zusatzauswertung auf der Ebene der Einzelmaßnahmen ergänzt.
- ▶ Im Hinblick auf die Governance einer ökologischen Innovationspolitik steht die Frage nach den jeweiligen Hauptakteuren im Vordergrund des Interesses. Auch hier wurde eine Betrachtung auf der Ebene der Einzelmaßnahmen und der aggregierten Maßnahmen durchgeführt.
- ▶ Um eine Orientierung zu geben, welche marktlichen Bereiche durch die Öko-Innovationspolitik angesprochen werden, wurde eine Auswertung nach den Leitmärkten vorgenommen.
- ▶ Eine Auswertung nach Umweltproblemen zeigt auf, welchen Aktionsfeldern die Maßnahmen zuzuordnen sind, mit denen die unterschiedlichen Umweltprobleme vorrangig adressiert werden.
- ▶ Mit der Auswertung nach Adressaten wird der Frage nachgegangen, welche Gruppen mit den Maßnahmen vorrangig angesprochen werden.

Abbildung 4: Verteilung der Einzelmaßnahmen auf die Aktionsfelder



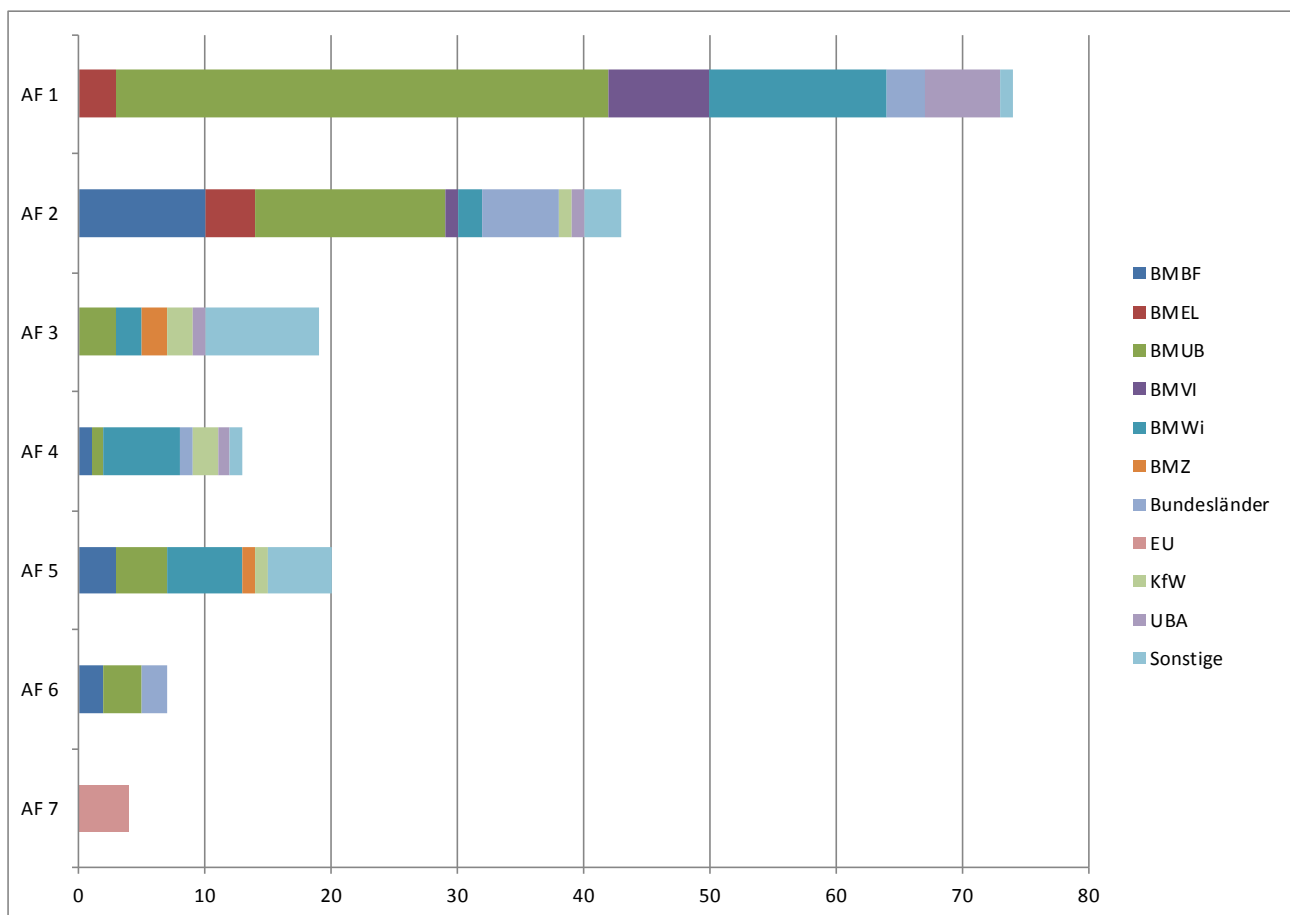
Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, fällt der größte Anteil der Einzelmaßnahmen (74) auf das erste Aktionsfeld, Umweltpolitik und Rechtsvorschriften. Auch Aktionsfeld 2, Demonstrationsprojekte und Partnerschaften für Öko-Innovationen, sticht mit 43 Einzelmaßnahmen hervor. Aktionsfelder 3, 4 und 5

liegen mit 19 bzw. 13 und 20 Einzelmaßnahmen im mittleren Bereich⁷, während die Aktionsfelder 6 und 7 mit jeweils unter 10 Einzelmaßnahmen deutlich geringer bestückt sind.

Insgesamt zeigt die Verteilung kein Ungleichgewicht zwischen Maßnahmen, die eher auf der Nachfrageseite ansetzen und denjenigen der Angebotsseite an. Allerdings ist zu bedenken, dass aus der Anzahl der Einzelmaßnahmen nicht notwendigerweise auf ihre Bedeutung geschlossen werden kann.

Abbildung 5: Verteilung der Einzelmaßnahmen nach Hauptakteur und Aktionsfeld (in absoluten Zahlen)



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Wie in Abbildung 5 zu sehen ist, ist ein Großteil der Einzelmaßnahmen des BMUB als Hauptakteur auf „Umweltpolitik und Rechtsvorschriften“ (Aktionsfeld 1) und Demonstrationsprojekte/Partnerschaften (Aktionsfeld 2) verteilt; des Weiteren ist das BMUB auch in Aktionsfeld 6 (neue Kompetenzen und Arbeitsplätze) ein zentraler Player in einem insgesamt noch wenig intensiv verfolgten Politikfeld. In diesen drei Aktionsfeldern ist das BMUB auch der wichtigste Hauptakteur, ohne allerdings die Einzelmaßnahmen zahlenmäßig absolut zu dominieren (s. Abbildung 6).

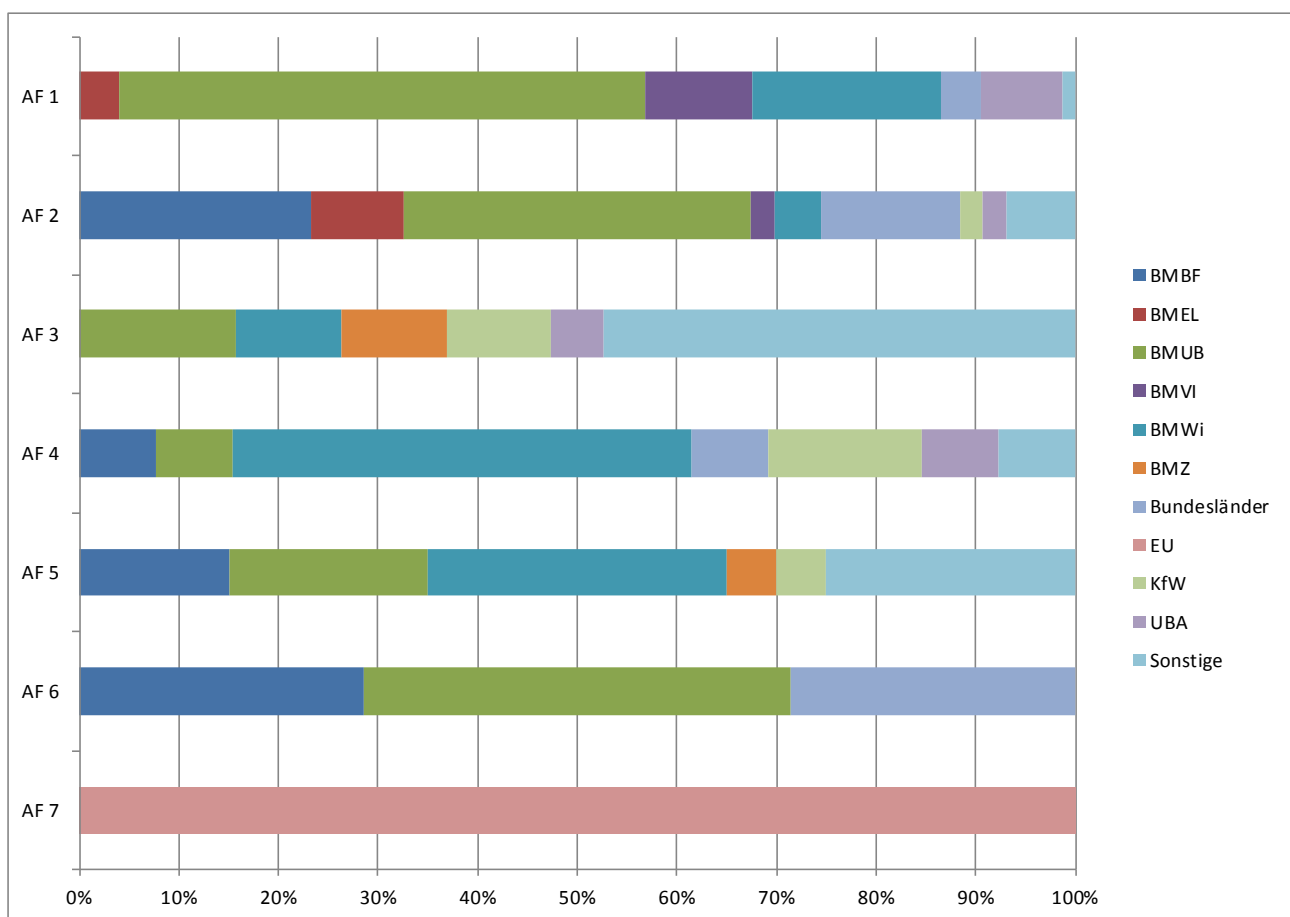
Das BMWi ist hauptsächlich in Aktionsfeldern 1, 4 und 5 aktiv (s. Abbildung 5) und dominiert als Hauptakteur bei der Förderung von KMU (Aktionsfeld 4, s. Abbildung 6). Das BMBF fällt vor allem in Aktionsfeld 2 auf, da viele Demonstrationsprojekte im Rahmen von Forschungsförderprogrammen stattfinden. Auch die Bundesländer sind in Aktionsfeld 2 besonders stark repräsentiert. Dies könnte

⁷ Im Aktionsfeld Normung und Leistungsziele enthält die Zählung keine einzelnen Normen, sondern nur die beispielhaft herausgegriffenen Felder. Die Zahl ist deshalb mit besonderer Vorsicht zu interpretieren.

darauf zurückzuführen sein, dass Demonstrationsprojekte häufig auf regionaler Ebene angesiedelt sind.

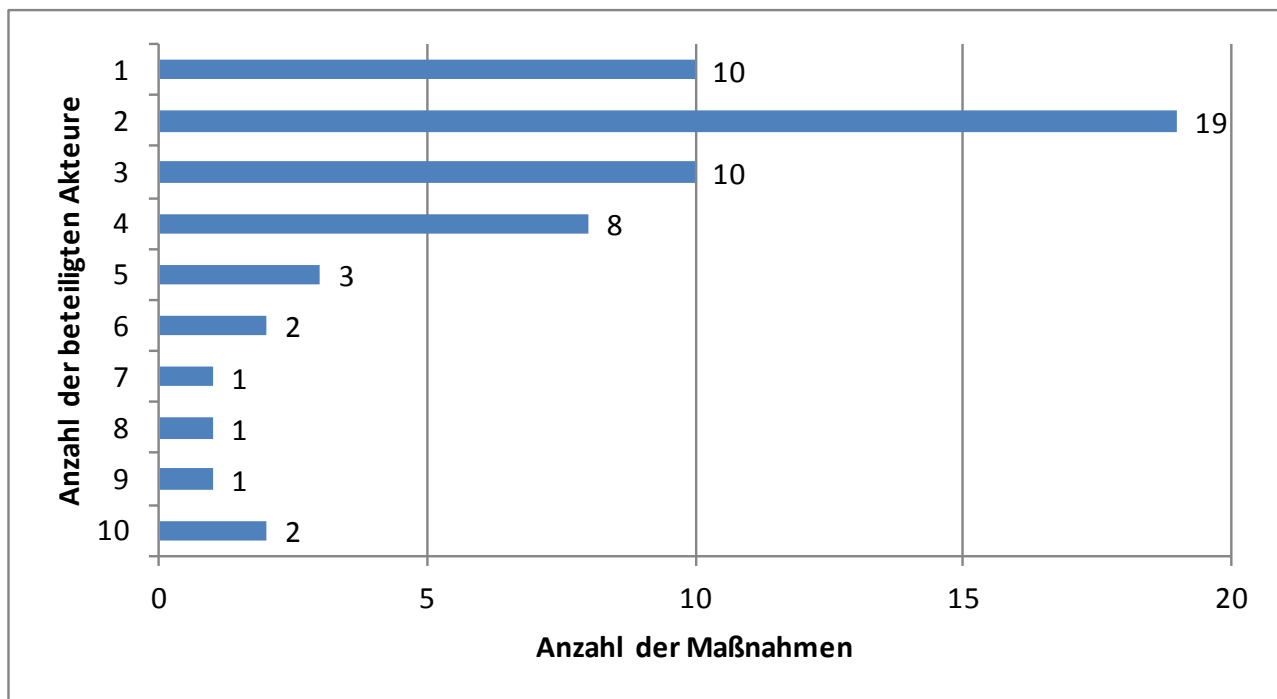
Die Beteiligung der Bundesministerien spiegelt damit ein Stück weit die Ressortgebiete wider. Aktionsfeld 1 ist durch die Bundesministerien dominiert, was auf ihre Beteiligung bei der Erstellung von Rechtsvorschriften zurückzuführen ist. Insgesamt sind BMUB, BMWi und BMBF zentrale Akteure, die in allen Aktionsfeldern außer EIPs (Aktionsfeld 7) und Normen/Leistungsziele (Aktionsfeld 3) zusammen jeweils mehr als 60 % der Einzelmaßnahmen verantworten. Demgegenüber ist Aktionsfeld 3 durch die größte Heterogenität von Hauptakteuren gekennzeichnet (u. a. Normungsgremien), in Aktionsfeld 6 ist die hohe Bedeutung der Bundesländer auf ihre Kompetenzen im Hochschulbereich zurückzuführen. Aktionsfeld 7 stellt eine Sondersituation dar und weist strukturbedingt nur einen Hauptakteur – die EU – auf, da EIPs nur von der EU gegründet werden können.

Abbildung 6: Verteilung der Einzelmaßnahmen nach Hauptakteur und Aktionsfeld (in Prozentwerten)



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Abbildung 7: Anzahl der beteiligten Akteure pro Maßnahme



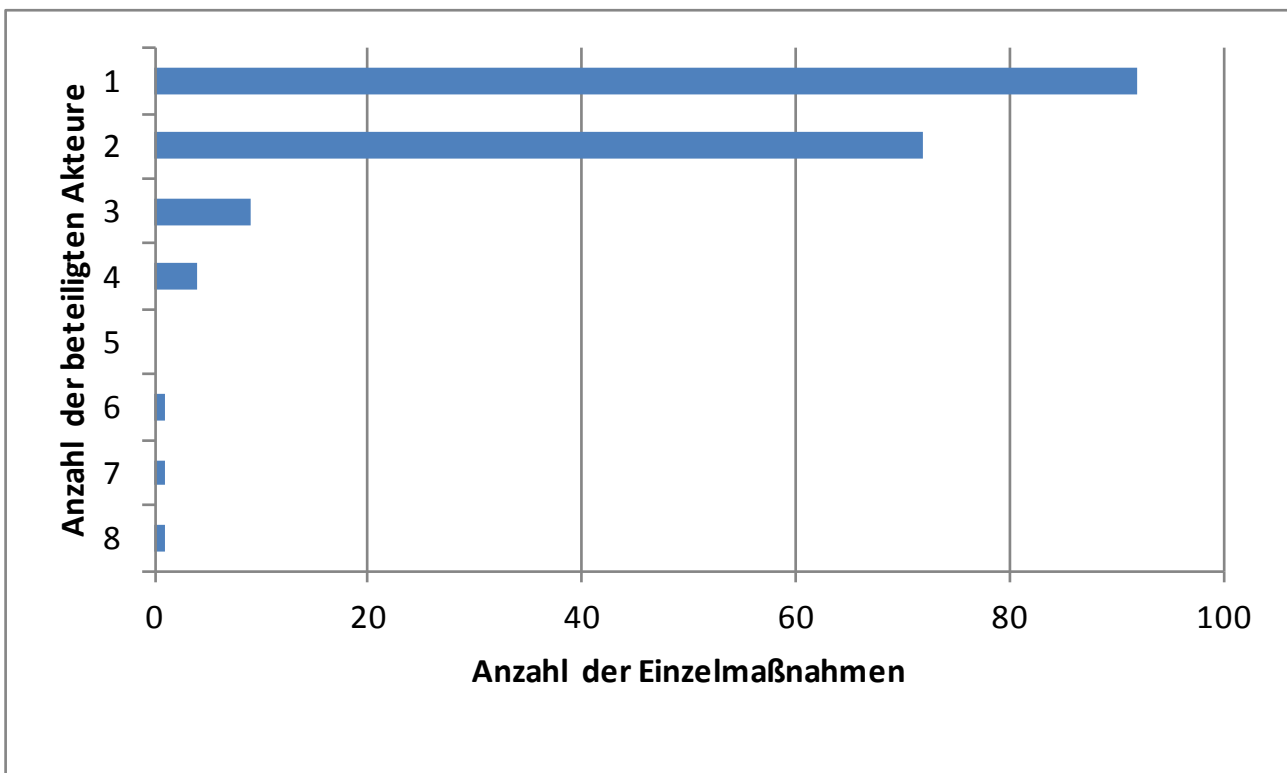
Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

In der Datenbank wurden auch noch die Akteure hinterlegt, die bei den Maßnahmen zwar nicht als Hauptakteur, aber als beteiligte Akteure anzusehen sind. Wenn die Einzelmaßnahmen, die in einer Maßnahme gebündelt werden, von unterschiedlichen Hauptakteuren betrieben werden, oder wenn an den Einzelmaßnahmen neben dem Hauptakteur weitere Akteure beteiligt sind, kommt es zu einer Multi-Akteurskonstellation. Die Betrachtung der Anzahl von insgesamt beteiligten Akteuren (Hauptakteuren plus beteiligte Akteure) auf der Maßnahmenebene liefert daher einen empirischen Beleg über die Multi-Akteurskonstellation, die bei der ökologischen Innovationspolitik anzutreffen ist.

Abbildung 7 zeigt die Anzahl der beteiligten Akteure pro Maßnahme. Bei fast 50 der knapp 60 Maßnahmen waren mehr als ein Akteur beteiligt, bei 19 davon genau zwei Akteure. Kleinere Gruppen von drei bis vier Akteuren kommen ebenfalls häufig vor. Dies signalisiert, dass bei Öko-Innovationspolitik im Allgemeinen eine Multi-Akteurskonstellation mit allen damit verbundenen Abstimmungserfordernissen vorliegt. Es gibt jedoch nur wenige Maßnahmen, bei denen fünf oder mehr Akteure beteiligt sind. Davon finden sich vier Maßnahmen im Aktionsfeld 1, jeweils zwei in den Aktionsfeldern 2 und 4 und je eine in den Aktionsfeldern 3 und 5. Die hohe Anzahl der Akteure bei diesen Maßnahmen ist zum einen darauf zurückzuführen, dass einige Maßnahmen aus zahlreichen Einzelmaßnahmen bestehen, die von unterschiedlichen Akteuren betrieben werden, z. B. bei den Umweltpreisen.

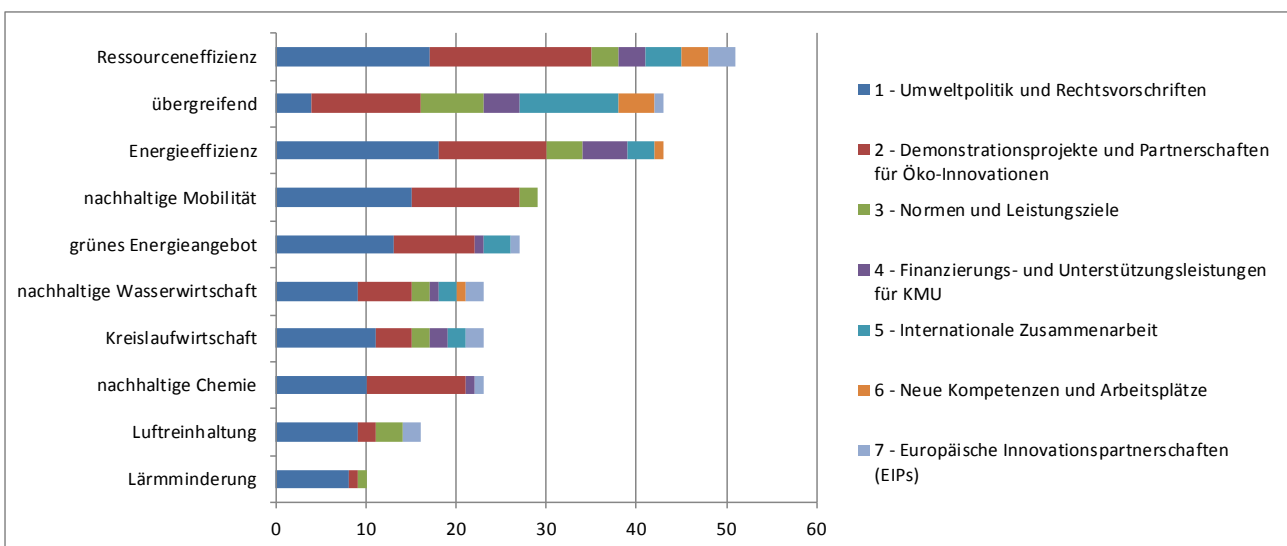
Zum anderen geht die hohe Anzahl der beteiligten Akteure darauf zurück, dass die enthaltenen Einzelmaßnahmen auf viele Akteure zurückgehen: Innerhalb der Einzelmaßnahmen gibt es drei, bei denen mehr als 5 Akteure beteiligt sind (s. Abbildung 8). In zwei Fällen (beide aus dem Bereich der Exportförderung) lässt sich dies daraus erklären, dass diese Einzelmaßnahmen von der Industrie getragen werden, aber eine hohe Anzahl öffentlicher Akteure mit unterschiedlichem Fokus beteiligt sind. Insgesamt wird aus Abbildung 8 deutlich, dass bei den meisten Einzelmaßnahmen nur ein oder zwei Akteure beteiligt sind.

Abbildung 8: Anzahl der beteiligten Akteure pro Einzelmaßnahme



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Abbildung 9: Anzahl der Einzelmaßnahmen nach Leitmarkt und Aktionsfeldern



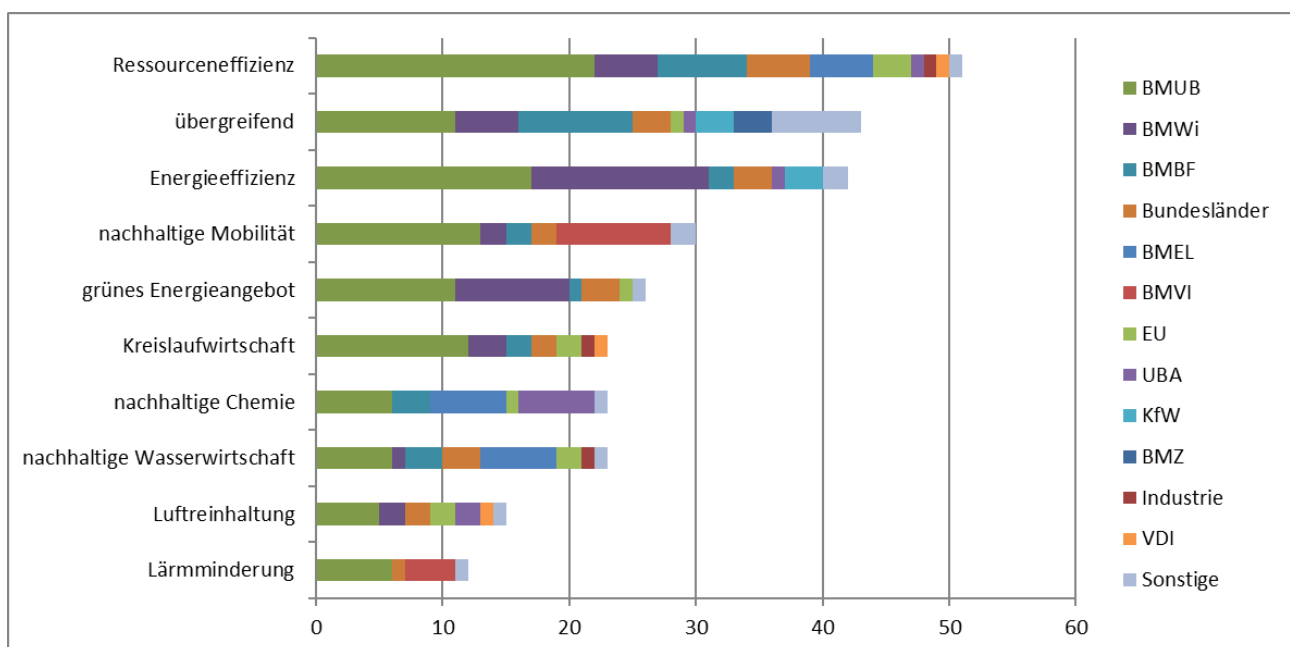
Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI (Mehrfachnennungen bei den Leitmärkten möglich)

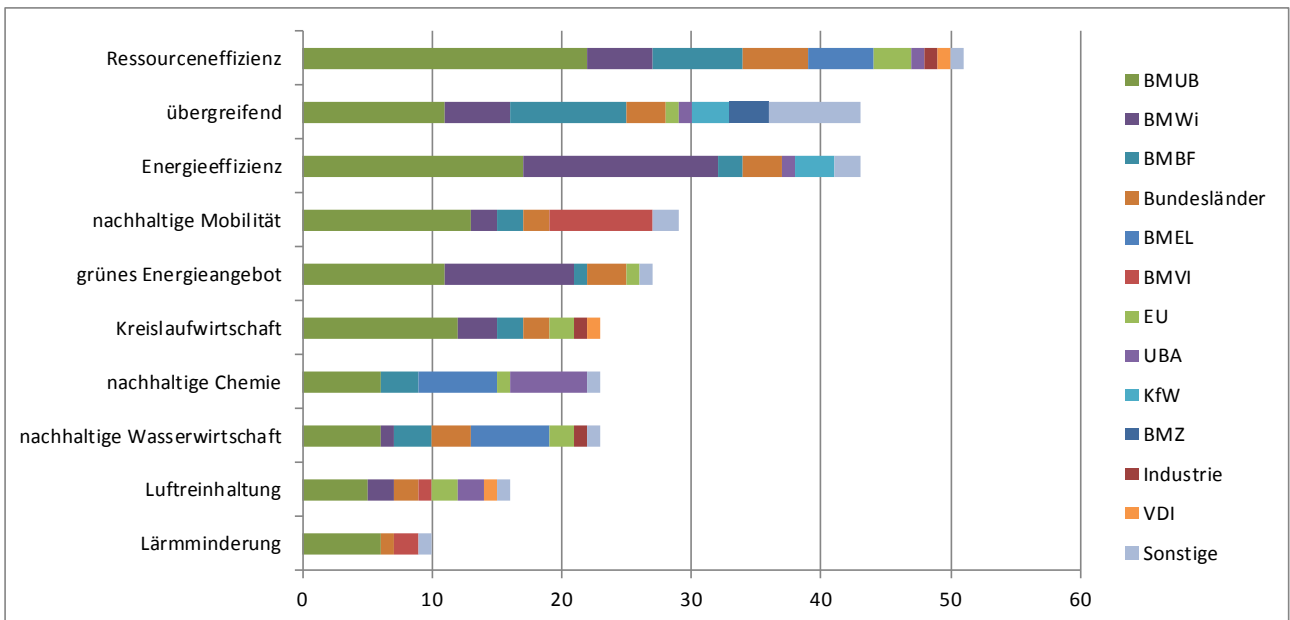
Abbildung 9 zeigt an, in wie vielen Einzelmaßnahmen die jeweiligen Leitmärkte adressiert werden. Dabei ist eine Mehrfachnennung von Leitmärkten möglich. Die höchste Anzahl an Einzelmaßnahmen betrifft den Leitmarkt Ressourceneffizienz. Etwa die Hälfte dieser Einzelmaßnahmen sind dem Teilmarkt Kreislaufwirtschaft zuzuordnen. Die übrige Hälfte adressiert andere Aspekte der Ressourceneffizienz, zum Beispiel Produktdesign, nachwachsende Rohstoffe, Flächensparen oder Materialeinsparung in Produktionsprozessen, u. a. auch im Bereich der Bau- und Landwirtschaft.

Der Leitmarkt mit der zweithöchsten Anzahl an Einzelmaßnahmen ist die Energieeffizienz mit etwas über 40 Einzelmaßnahmen. Jeweils zwischen 20 und 30 Einzelmaßnahmen wirken auf die Leitmärkte nachhaltige Mobilität, grünes Energieangebot, nachhaltige Wasserwirtschaft und nachhaltige Chemie. Demgegenüber ist die Anzahl der Maßnahmen in den zwei Leitmärkten Lärminderung und Luftreinhaltung geringer. Hinzu kommen noch etwas mehr als 40 Einzelmaßnahmen, die einen dezidiert übergreifenden Charakter hinsichtlich der Leitmärkte aufweisen und daher entsprechend klassifiziert wurden.

Für die Erklärung der Unterschiede ist auch die Aufteilung nach den Aktionsfeldern von Bedeutung. Offensichtlich ist in Abbildung 9, dass es in jedem Leitmarkt einen Grundstock an Einzelmaßnahmen aus Aktionsfeld 1 gibt. Daraus lässt sich schließen, dass sämtliche Leitmärkte auf der rechtlich-politischen Ebene eine deutliche Rolle spielen. Allerdings ist die relative Bedeutung von Aktionsfeld 1 für die einzelnen Leitmärkte deutlich unterschiedlich. So machen Umweltpolitik und Rechtsvorschriften gerade bei den Leitmärkten Lärminderung und Luftreinhaltung den Großteil der Einzelmaßnahmen aus. Für diese zwei Leitmärkte wird Öko-Innovationspolitik also vor allem in Form nachfragefördernder Innovationspolitik betrieben. Dies wird auch durch die Betrachtung der Zahlen für Aktionsfeld 2, Demonstrationsprojekte und Partnerschaften, deutlich. Es ist in 7 von 10 Leitmärkten stark vertreten, jedoch kaum bei Lärminderung und Luftreinhaltung. Auffällig ist außerdem, dass bei den übergreifend auf die Leitmärkte einwirkenden Einzelmaßnahmen die angebotsorientierten Maßnahmen der Öko-Innovationspolitik eindeutig dominieren.

Abbildung 10: Anzahl der Einzelmaßnahmen nach Leitmärkten und Hauptakteuren

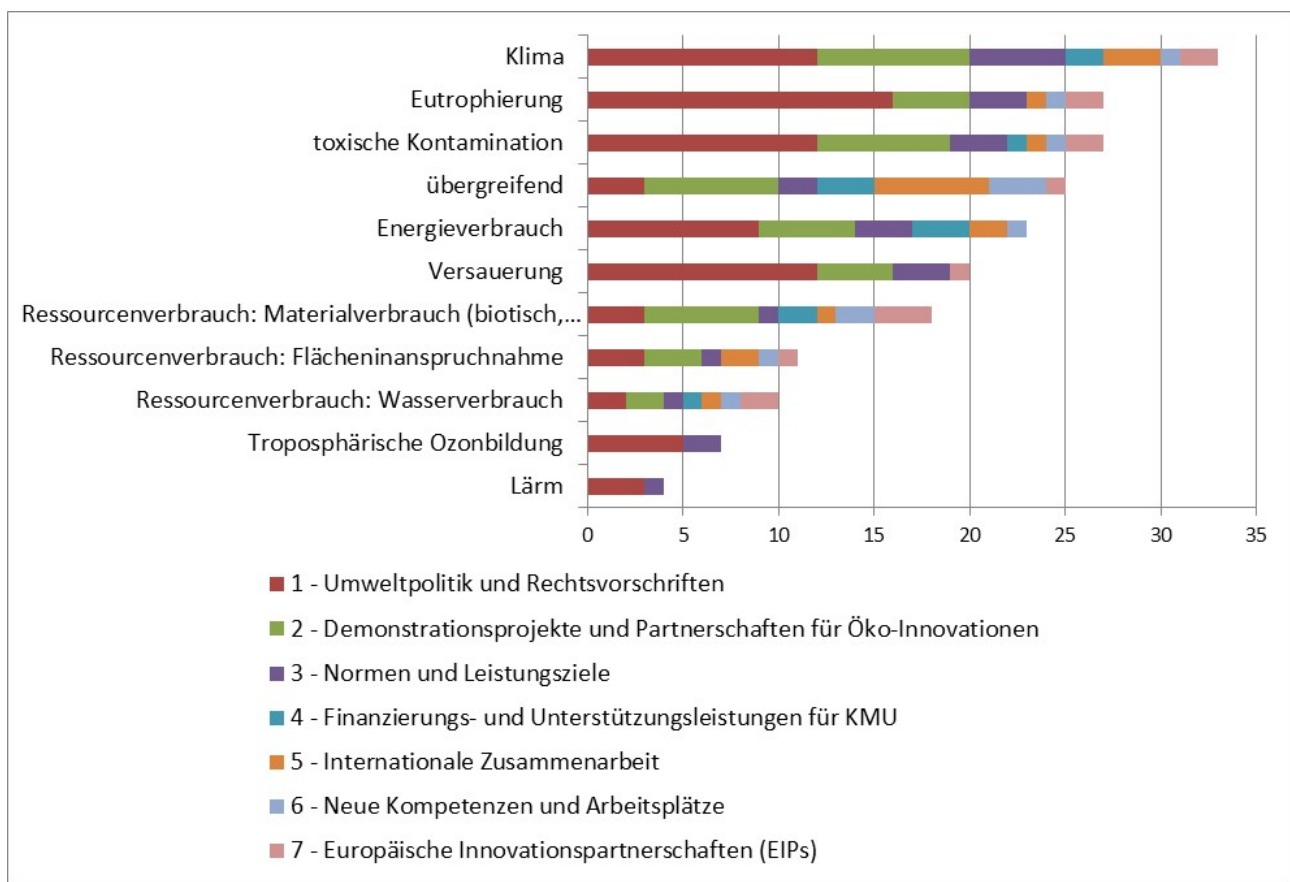




Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI (Mehrfachnennungen bei den Leitmärkten möglich, „Sonstige“ beinhaltet alle Hauptakteure, die insgesamt lediglich an ein oder zwei Einzelmaßnahmen beteiligt sind.)

Abbildung 10 stellt dar, in welchen grünen Leitmärkten und in welchem Umfang sich die Akteure in der Rolle des Hauptakteurs beteiligen. Sämtliche Akteure sind in mehr als einem Leitmarkt involviert. BMUB, BMWi und BMBF sind mit zehn bzw. acht Leitmärkten thematisch am breitesten aufgestellt. Da mit Ausnahme des VDI jeder Hauptakteur auch im Leitmarkt „übergreifend“ aktiv ist, lässt sich eine Mindestzahl an thematischen Bereichen schlecht festlegen.

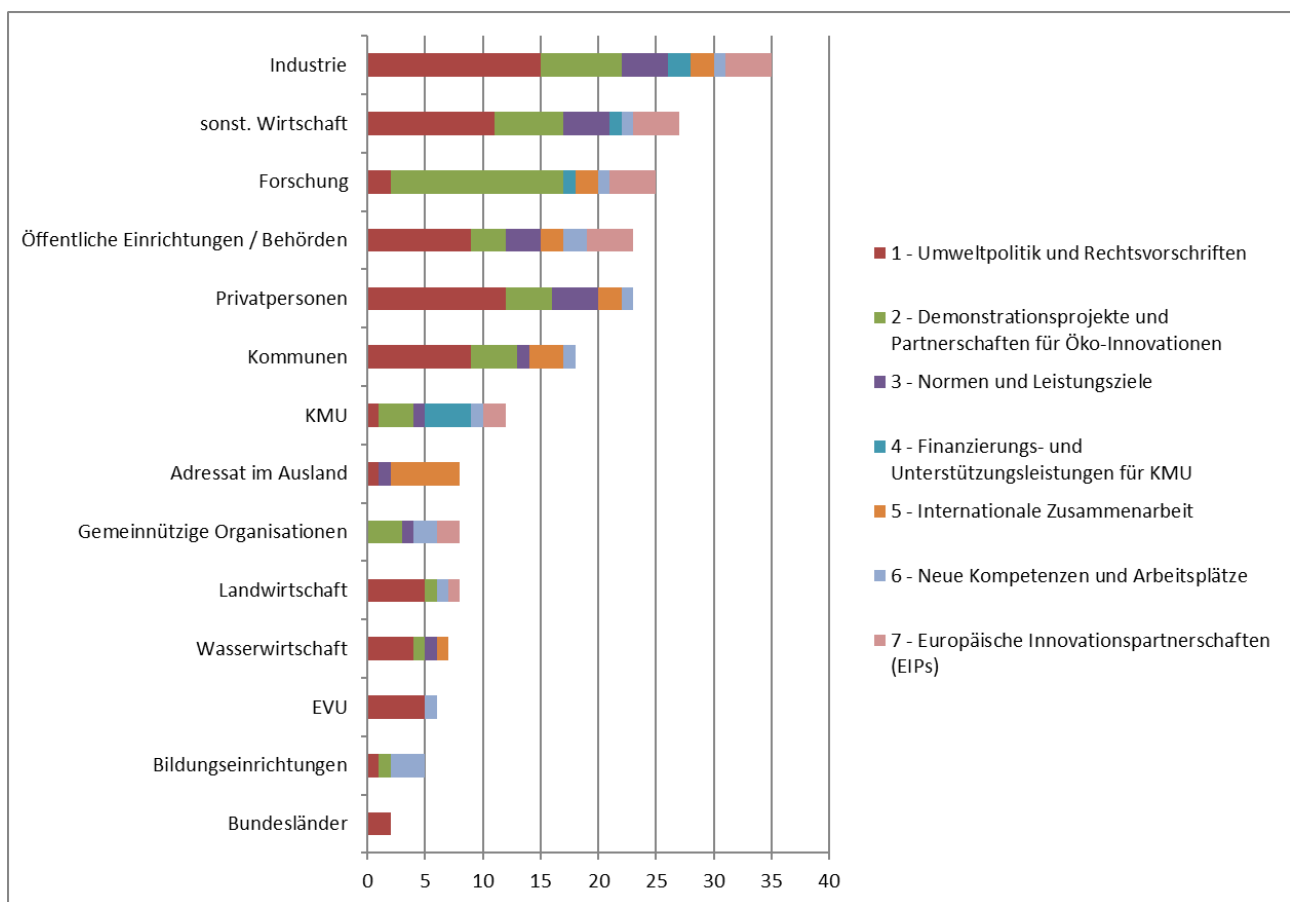
Abbildung 11: Anzahl der Maßnahmen nach adressiertem Umweltproblem und Aktionsfeld



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI (Mehrfachnennungen bei den Umweltproblemen möglich)

Die folgenden Auswertungen beziehen sich auf die Maßnahmen (n=58). Abbildung 11 verdeutlicht, mit wie vielen Maßnahmen die unterschiedlichen Umweltprobleme adressiert werden. Deutlich mehr als die Hälfte aller Maßnahmen wirkt der Klimaproblematik entgegen, knapp die Hälfte der Maßnahmen der Eutrophierung und toxischen Kontamination. Bei diesen beiden Umweltproblemen ist zu berücksichtigen, dass hier auch eine Verknüpfung mit Maßnahmen im Energiebereich besteht, da Maßnahmen zur Reduktion und Dekarbonisierung des Energieverbrauchs neben der Reduktion von Treibhausgasen auch eine Verminderung von weiteren Luftschadstoffen bewirken. Am niedrigsten ist die Anzahl der Maßnahmen, die spezifisch Lärm und troposphärische Ozonbildung adressieren. Bei der Interpretation ist allerdings zu bedenken, dass im Rahmen der zahlreichen als übergreifend charakterisierten Maßnahmen des Aktionsfeldes 2 durchaus auch entsprechende Vorhaben mit Bezug zu Lärm und troposphärischer Ozonbildung gefördert werden können. Dennoch ist aus den Gesamtzahlen eine gewisse Tendenz abzulesen, dass insbesondere durch die Klimaproblematik angestoßene Maßnahmen mit Energiebezug einen hohen Stellenwert innerhalb der Öko-Innovationspolitik haben. Der Biodiversitätsverlust nimmt eine Sonderstellung ein und ist daher nicht explizit in der Abbildung ausgewiesen. Etwa zwei Drittel aller betrachteten Maßnahmen haben auch einen Einfluss auf die Biodiversität, was nicht überraschend ist, da der Biodiversitätsverlust als Folgewirkung mehrerer anderer Umweltprobleme indirekt von den jeweiligen anderen Umweltproblemen beeinflusst wird.

Abbildung 12: Anzahl von Maßnahmen nach Adressat und Aktionsfeld



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI (Mehrfachnennungen bei den Adressaten möglich)

Abbildung 12 zeigt die Anzahl von Maßnahmen nach Adressat und Aktionsfeld. Die Industrie ist mit insgesamt 35 Maßnahmen eindeutig ein Hauptadressat der Maßnahmen. Auf die sonstige Wirtschaft, Forschung sowie öffentliche Einrichtungen/Behörden und Privatpersonen treffen jeweils 27, 25 bzw. 23 Maßnahmen zu. Die Forschung wird vor allem von Maßnahmen aus Aktionsfeld 2 (Demonstrationsprojekte und Partnerschaften) adressiert, aber auch die Industrie und die sonstige Wirtschaft sind wichtige Zielgruppen in diesem Aktionsfeld.

3.3 „Policy Learning“ anhand von Erfolgsbeispielen

Ein Ziel des EcoAP besteht darin, das „Policy Learning“ zwischen den Mitgliedsstaaten auf dem Feld der ökologischen Innovationspolitik zu befördern. Dafür sollen aus der Maßnahmenliste Erfolgsbeispiele ausgewählt und aufbereitet werden. Die Anzahl der gesuchten Erfolgsbeispiele orientiert sich an der Anzahl der Aktionsfelder im EcoAP, um mit der Auswahl die Aktionsfelder 1 – 6 möglichst gut abzudecken. Das Aktionsfeld 7 (Europäische Innovationspartnerschaften) passt wegen der europäischen Ausrichtung weniger gut für die Präsentation nationaler Erfolgsbeispiele und wurde deshalb nicht berücksichtigt.

Folgende Kriterien wurden für die Auswahl herangezogen:

- ▶ Die Maßnahme soll erfolgreich sein in Bezug auf die Innovationswirkung, die Umweltentlastung sowie die wirtschaftliche und soziale Nachhaltigkeit.
- ▶ Die Maßnahme soll sich für das „Policy Learning“ eignen, weil sie eines der folgenden Merkmale aufweist und damit unter anderem den systemischen Ansatz der ökologischen Innovationspolitik gut verkörpert:

1. Integration zwischen Akteuren der gleichen Ebene (ressortübergreifend);
2. Multi-Level-Governance;
3. Lernfähigkeit der Politik bzgl. der Anpassung eines Instruments über die Zeit;
4. Neuartigkeit des Instruments.

3.3.1 Das EEG als Erfolgsbeispiel im Aktionsfeld 1 (Umweltpolitik und Rechtsvorschriften)

Kurzbeschreibung und Erfolgsmerkmale

Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wurde im Jahr 2000 als Nachfolgeregelung des Strom-einspeisegesetzes beschlossen und seither mehrmals, zuletzt im Jahr 2014, novelliert. Es regelt die Vergütung und die Bedingungen für die Einspeisung von regenerativ erzeugter Elektrizität in das Stromnetz. Das EEG zielt auf eine langfristig nachhaltige Energieversorgung ab, in der die volkswirtschaftlichen Kosten der Energieversorgung unter Einbeziehung langfristiger externen Kosten vermindert, fossile Energieträger geschont und Innovationen zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien gefördert werden sollen. Zur Präzisierung dieser Zielsetzungen werden kurz-, mittel- und langfristige Zielsetzungen für den Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien formuliert (vgl. § 1 des EEG 2014, BMJV 2014). Durch die Kodifizierung dieser Zielsetzung wird damit zugleich eine ambitionierte und stabile Langfristorientierung für die künftigen Innovationspfade vermittelt. Aus Sicht der Innovationsforschung kommt gerade derartigen „weichen Kontextfaktoren“ eine erhebliche Bedeutung für die Innovationswirkung zu (Jänicke et al. 1999; Walz und Ragwitz 2011).

Kernelemente des EEG sind die Festlegung von festen, langfristig gesicherten Einspeisevergütungen, gekoppelt mit einer Abnahmegarantie durch Einspeisung in das öffentliche Netz. Da die Einspeisevergütungen über den am Markt erzielbaren Vergütungen liegen, wird ein Anreiz zur Investition in erneuerbare Technologien gegeben und dadurch zugleich die fehlende Internalisierung der langfristigen externen Kosten in den Strompreisen partiell kompensiert. Die Differenzkosten, d. h. die Differenz zwischen Marktpreisen und Einspeisevergütungen, werden auf die Strompreise umgelegt (EEG-Umlage). Durch die langfristig vorhersehbaren Rahmenbedingungen bei den Einspeisevergütungen wird gleichzeitig das Risiko für Investoren in erneuerbare Energietechnologien gemildert und die Finanzierungsbedingungen verbessert (Walz 2007; Bürer und Wüstenhagen 2009). Gleichzeitig sind die Einspeisevergütungen degressiv ausgestaltet, d. h. sie sinken im Zeitablauf für neu installierte Anlagen ab. Dadurch wird den Technologieentwicklern ein kontinuierlicher Innovationsanreiz vermittelt, da Kostenreduktionen erforderlich sind, um im Markt zu bestehen (Ragwitz et al. 2007; Haas et al. 2011).

Das EEG differenziert die Einspeisevergütungen sowohl zwischen den Energieträgern als auch in Abhängigkeit der Standortbedingungen und bestimmter Technologiespezifika wie der Anlagengröße. Damit wird sowohl kostengünstigen als auch sich in früheren Entwicklungsphasen befindlichen, kostenintensiveren Technologien jeweils ein Lernen im Markt ermöglicht. Durch die Förderung der kostenintensiveren Technologien erhöhen sich die Förderkosten gegenüber einer nur auf kurzfristige Steigerung der Diffusion erneuerbarer Stromerzeugungstechnologien ausgerichteten Politik. Aus innovationspolitischer Sicht steigert die Förderung auch kostenintensiverer Technologien aber zugleich die Diversität der zur Verfügung stehenden Technologien und ist eine Grundvoraussetzung für das langfristige Wirken der Selektionsmechanismen, die aus einem breiten Technologieportfolio die jeweils günstigsten Optionen für Weiterentwicklungen heraus filtern (Walz und Ragwitz 2011). Da sich die technologiespezifischen Fördersätze an den unterschiedlichen Kosten der verschiedenen Technologien orientieren, werden durch die technologiespezifische Ausgestaltung zugleich hohe Mitnahmeeffekte bei den kostengünstigen Technologien vermieden (Fraunhofer ISI et al. 2014).

Die Wirksamkeit des EEG lässt sich an der enormen Steigerung des Einsatzes erneuerbarer Energien bei der Stromerzeugung ablesen. So ist die vom EEG erfasste Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von 10 TWh im Jahr 2000 auf 136 TWh im Jahr 2014 angestiegen (BMW 2015b). Dies entspricht

einer Steigerung des Anteils aus erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch von knapp 6 Prozent im Jahr 2000 auf mehr als 27 Prozent in 2014. Die Einspeisung dieser Strommengen führt auch zu einem Rückgang der Stromerzeugung im traditionellen Stromerzeugungssektor. Die dadurch bewirkte Reduktion an Treibhausgasemissionen wird für das Jahr 2012 auf etwa 90 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalente beziffert (ZSW et al. 2014). Gleichzeitig kommt es durch die Einspeisung zum Merit-Order-Effekt, d. h. zu einer Reduktion der Strompreise für die an der Strombörse gehandelten Strommengen (vgl. Sensfuß et al. 2008). Für 2012 wird dieser Effekt mit einer Reduktion der Strompreise um 8,9 Euro/MWh bzw. knapp 5 Mrd. Euro gesunkener Stromkosten beziffert (ZSW et al. 2014). Des Weiteren werden durch die Einspeisung auch die jährlichen Energieimporte in einer Größenordnung von knapp 4 Milliarden Euro vermindert, wodurch zugleich die Versorgungssicherheit ansteigt. Schließlich zeigen sich auch erhebliche Beschäftigungseffekte. Die durch das EEG im Bereich erneuerbarer Energien induzierten Arbeitsplätze werden auf etwa 260.000 geschätzt (ZSW et al. 2014).

Die durch die Diffusion induzierten Lern- und Skaleneffekte haben erhebliche Kostenreduktionen bewirkt, die insbesondere bei den Photovoltaik-(PV)-Anlagen zu einer erheblichen Reduktion der Förderkosten geführt haben. So verminderten sich die Kosten für neue PV-Anlagen zwischen 2006 und 2015 um etwa 75 %, bei Freiflächen z. B. von 40,6 c/kWh auf 9,09 c/kWh (BMWi 2015d). Die Innovationswirkungen des EEG lassen sich auch an den Entwicklungen der Patentzahlen ablesen. Während im Durchschnitt aller Technologien die Anmeldungen transnationaler Patente aus Deutschland zwischen 2000 und 2012 lediglich um etwa zehn Prozent anstieg, verdreifachte sich die Anzahl bei den erneuerbaren Energietechnologien im gleichen Zeitraum (Gehrke et al. 2015). Die Folgen dieser Innovationen werden auch international wirksam: So gelang es der deutschen Exportwirtschaft, entgegen dem Trend bei allen Industriewaren den Welthandelsanteil bei erneuerbaren Energietechnologien von 10,8 % im Jahr 2002 auf 12 % im Jahr 2013 zu steigern. Damit verbunden hat sich Deutschland eine positive Exportspezialisierung bei diesen Technologien erarbeitet (RXA von 14). Besonders ausgeprägt ist diese Entwicklung bei den Windkraftanlagen, bei denen sich der Welthandelsanteil Deutschlands im gleichen Zeitraum sogar von 8,9 % auf 19,6 % erhöht hat (Gehrke und Schasse 2015).

Allerdings haben sich auch nicht alle mit dem EEG verbundenen wirtschaftlichen Erwartungen erfüllt. So konnte sich Deutschland nicht als führender Produzent von PV-Modulen etablieren. Ebenfalls thematisiert werden die mit dem EEG verbundenen Politikkosten. Insbesondere wegen der Zunahme bei der Fotovoltaik stiegen die EEG-Differenzkosten von 3,7 Mrd. Euro im Jahre 2006 auf 19,2. Mrd. Euro im Jahre 2014 an (BMWi 2015c). Mit den Änderungen im EEG (vgl. hierzu die Ausführungen zum Policy Learning) wurde der Kostenanstieg, aber auch die Expansion der erneuerbaren Energien gedämpft.

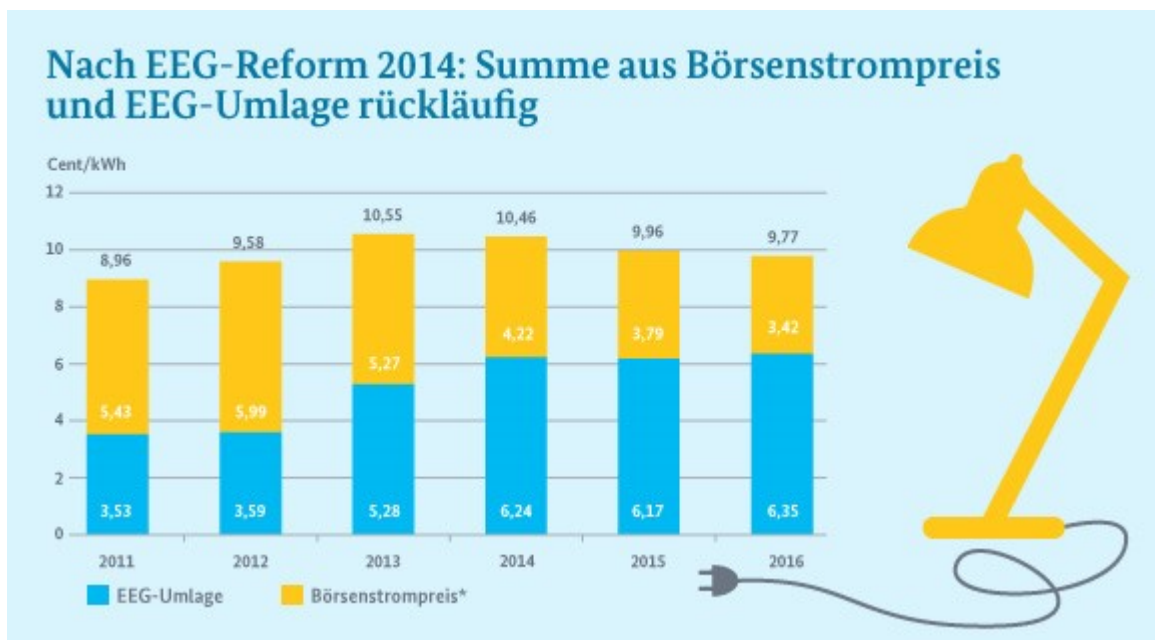
Bei der Diskussion des EEG muss auch gesehen werden, dass sich die Wirkung nicht nur auf Deutschland beschränkt. Durch das EEG wurde auch eine Entwicklung angestoßen, die international von erheblicher Bedeutung ist. Die Marktexpansion regte einerseits auch ausländische Hersteller zum Aufbau von Erzeugungskapazitäten an, andererseits verbreiterte die Kostensenkung das Einsatzgebiet erneuerbarer Energietechnologien weltweit. Das Wechselspiel beider Effekte hat dazu geführt, dass erneuerbare Energien zunehmend auch in Schwellen- und Entwicklungsländern als eine Alternative beim Aufbau von Stromversorgungssystemen angesehen werden, die bereits unter heutigen Rahmenbedingungen wirtschaftlich eingesetzt werden kann. Diese Entwicklung, zu der das deutsche EEG maßgeblich beigetragen hat, verdeutlicht zugleich, dass neben den nationalen Zielsetzungen Deutschland mit dem EEG auch einen Beitrag zur Wahrnehmung von internationaler Verantwortung leistet.

Beitrag zum Policy Learning

Die Effektivität des EEG hat dazu geführt, dass mit der zunehmenden Diffusion erneuerbarer Energietechnologien auch die Förderkosten deutlich zunahm. Policy Learning fand hier in mehreren Schritten statt. Zunächst wurden in diskreten Schritten die Vergütungen insbesondere für PV angepasst. Mit

der EEG-Novelle von 2009 wurde unter anderem das Ziel verfolgt, die Vergütung für PV dem verstärkten Zubau anzupassen. Nach mehreren weiteren Kürzungen der Einspeisevergütungen für PV erfolgte mit den Reformen des EEG im Jahre 2012 und 2014 eine Verstetigung dieser Politik. In Abhängigkeit der Geschwindigkeit des Zubaus kommt es zu automatischen Anpassungen in der Vergütung. Dieses System eines „atmenden Deckels“ richtet sich an quantitativen Mengenzielen aus, die mit dem EEG 2014 für den Zubau von PV und Windkraft formuliert werden. Durch diese Reform wurde es möglich, den Anstieg der EEG-Umlage zu begrenzen. Zusammen mit dem oben skizzierten Merit-Order-Effekt ist sogar absehbar, dass es zu einer Reduktion der Summe aus Börsenstrompreis und EEG-Umlage kommt (vgl. Abbildung 13).

Abbildung 13: Entwicklung der Summe aus Börsenstrompreis und EEG-Umlage in Cent/kWh



Quelle: BMWi 2015c

Die Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien stellt auch ihre Netzintegration vor neue Herausforderungen. Die diesbezüglichen Veränderungen des EEG sind ebenfalls relevant für ein Policy Learning. Durch erhöhte Direktvermarktung und Flexibilisierungsprämien soll die Netzintegration des fluktuierenden Anfalls erneuerbarer Energien verbessert werden. Mit der Reform des EEG 2014 wird diese Entwicklung systematisch weiter vorangetrieben. Die Betreiber neuer Windkraft-, Solar-, Biomasse- und anderer Anlagen müssen ihren Strom selbst am Markt verkaufen und erhalten dafür von den Netzbetreibern eine so genannte gleitende Marktprämie. Sie gleicht die Differenz zwischen der festen Einspeisevergütung und dem durchschnittlichen Börsenstrompreis aus. Für ältere Anlagen und kleine Neuanlagen ist die Marktprämie optional. Sie können stattdessen auch weiterhin eine feste Vergütung beanspruchen. Gleichzeitig werden die Voraussetzungen für Ausschreibungsverfahren geschaffen, mit denen die Festlegung der Einspeisevergütung stärker an Markteinschätzungen herangeführt werden soll. Die Entwicklung des EEG folgt hier einem strategischen Ansatz, die Förderung erneuerbarer Energien aus einer frühen Phase der Technologieförderung nun nach und nach hin zu einem System der Marktintegration zu überführen, und dabei im Sinne einer berechenbaren Politik gleichzeitig die Stabilität einmal gewährter Anreize für bereits getätigte Investitionen beizubehalten (Fraunhofer ISI et al. 2014).

Wie der EcoAP insgesamt steht auch das EEG im Spannungsfeld aus ökologischen und wirtschaftlichen Zielen. Entsprechend wurde mit der steigenden EEG-Umlage die Wettbewerbsfähigkeit der davon betroffenen Unternehmen thematisiert. Im Rahmen des EEG erfolgt die Berücksichtigung der wirtschaft-

lichen Interessen durch die Gestaltung des Umlageverfahrens der Differenzkosten. So führen die „besonderen Ausgleichsregelungen für stromintensive Unternehmen“ (§§ 63 ff. EEG 2014) zu einer Absenkung der EEG-Umlage für Unternehmen, die im internationalen Wettbewerb stehen. Allerdings wird die Inanspruchnahme dieser Ausnahmeregelung gleichzeitig mit der Verpflichtung verknüpft, ein zertifiziertes Energiemanagementsystem einzuführen. Im Sinne eines Policy Learning ist damit die Schlussfolgerung zu ziehen, dass aus wirtschaftlichen und politischen Gründen erforderliche Second-Best-Lösungen gleichzeitig auch dazu genutzt werden sollten, um im Gegenzug Fortschritte bei der Umsetzung anderer Maßnahmen zu erreichen.

Ein systematisches Policy Learning erfordert auch das Vorliegen von strategischer Intelligenz, um Engpässe und Handlungsoptionen frühzeitig zu erkennen und Fehlentwicklungen zu korrigieren (Rodrik 2014). Im Kontext des EEG sind auch hier Politikinnovationen zu beobachten. So sieht das EEG in periodischen Abständen die Erstellung von Erfahrungsberichten vor, in denen die Wirkungen des Gesetzes kontinuierlich evaluiert werden. Dieses System wird durch eine Reihe weiterer Informationsgrundlagen ergänzt. Durch die „Zukunftswerkstatt erneuerbare Energien“ wird die kurzfristige Perspektive durch eine mittelfristige ergänzt. Schließlich kommen in den regelmäßig erstellten „Leitstudien zur Entwicklung des Strommarktes“ Foresightelemente und Langfristszenarien zum Tragen. Damit steht den politisch Handelnden ein ausdifferenziertes Informationsinstrumentarium mit kurz-, mittel- und langfristiger Perspektive zur Verfügung, was Voraussetzung dafür ist, das EEG sowohl an kurzfristige Veränderungen anzupassen als auch systematisch auf die Erreichung der Langfristziele auszurichten.

3.3.2 Das BMUB-Umweltinnovationsprogramm als Erfolgsbeispiel im Aktionsfeld 2 (Demonstrationsprojekte und Partnerschaften für Öko-Innovationen)

Kurzbeschreibung und Erfolgsmerkmale

Im Bereich der Demonstrationsprojekte und Partnerschaften für Öko-Innovationen ist das Umweltinnovationsprogramm (UIP) des BMUB hervorzuheben (Umweltbundesamt 2015b; BMUB 2013c). Es existiert zwar schon sehr lange, nämlich seit 1979 (Moser 2015). Interessant sind aber der Wandel der geförderten Projekte und der Wandel der Einbettung des UIP in die Förderkette von Umweltinnovationen.

Das Programm unterstützt Unternehmen bei innovativen großtechnischen Pilotvorhaben, die Umweltentlastungspotenzial haben und die bisher nicht am Markt umgesetzt wurden. Das UIP setzt damit auf der Nachfrageseite an. Die geförderten Projekte zeigen beispielhaft, dass technische Verfahren und industrielle Produktion ökologische und ökonomische Anforderungen vereinen können. Das Programm wird über die KfW abgewickelt. Die Förderung erfolgt wahlweise über einen Investitionszuschuss oder über Zinsverbilligungen; KMU werden bevorzugt gefördert. Im Prinzip ist das Programm themenoffen, d. h. die Umweltschutzwirkung kann auf vielerlei Art und Weise erfolgen, indem z. B. Lärmemissionen, Emissionen von Schadstoffen in Luft, Wasser oder Boden, oder Abfälle reduziert werden.

Die Erkenntnisse aus den erfolgreich umgesetzten Projekten werden genutzt, um Instrumente der Umweltpolitik fortzuentwickeln. Dies geschieht zum einen über die Fortentwicklung von Regelwerken (z. B. Anpassung von Umweltstandards). Zum anderen wird anhand der Ergebnisse der Stand der Technik (BVT - Beste verfügbare Technologie) fortgeschrieben (Moser 2015). Diese wiederum ist relevant für zahlreiche Genehmigungsprozesse.

Eine Evaluation des UIP für die Jahre 1999 – 2008 kam zu dem Ergebnis, dass die Ziele des Programms vollumfänglich erfüllt werden (Prognos AG 2010). Dies betrifft die Weiterentwicklung der Umweltpolitik und die Diffusion der geförderten Lösungen ebenso wie die Ziele der Steigerung von Beschäftigung

und Wettbewerbsfähigkeit. Über die Jahre haben der Anteil der Projekte zum integrierten Umweltschutz und der Anteil von KMU deutlich zugenommen.

Mit Blick auf die Innovationswirkung ist festzustellen, dass das UIP an der Schwelle zur Kommerzialisierung einsetzt und damit zu einem kritischen Zeitpunkt (Up-scaling) im Innovationsprozess zur Marktformation und Mobilisierung von Ressourcen beiträgt. Durch die Nutzung der Ergebnisse der im UIP geförderten Projekte für die Weiterentwicklung umweltpolitischer Instrumente – also Instrumente, die eher dem Aktionsfeld 1 zuzuordnen sind – sorgt die Politik für die weitere Diffusion der erfolgreichen Lösungen. Dies zeigt, dass für einen erfolgreichen Policy Mix auch die dynamische Abstimmung der eingesetzten Politikinstrumente untereinander eine Rolle spielt.

Beitrag zum Policy Learning

Neben dieser Verschränkung verschiedener Politikansätze, wie sie im UIP angelegt ist, ist noch ein weiterer neuerer Aspekt für das Policy Learning von Interesse. Das themenoffene Förderangebot des UIP wird regelmäßig durch Förderschwerpunkte ergänzt, um Impulse in ausgewählten Themenbereichen zu setzen. Die Formulierung dieser Förderschwerpunkte wurde in der Vergangenheit im Bereich Ressourcen- und Materialeffizienz genutzt, um eine Engführung zwischen der (eher angebotsseitigen) Forschungsförderung des BMBF und dem nachfrageorientierten Ansatz des UIP zu erreichen. Die Anschlussfähigkeit auf Programmebene zeigt sich zum Beispiel mit Blick auf den im Jahr 2013 lancierten UIP-Förderschwerpunkt „Materialeffizienz in der Produktion“ (BMUB 2013a; Umweltbundesamt 2015c). Er war thematisch für viele Vorhaben der damals gerade auslaufenden BMBF-Fördermaßnahmen r² (Fraunhofer ISI 2015c) und Effizienzfabrik (VDMA 2015) passend. Indem F&E-Projekte aus BMBF-Fördermaßnahmen direkt in eine Pilotphase im UIP überführt werden, wird eine durchgängige Förderkette für Umweltinnovationen etabliert. Beispiele für eine solche Kooperation finden sich auch auf Ebene einzelner großer Forschungsvorhaben, zum Beispiel im Bereich Bandgießen (Fraunhofer ISI 2015a; BMUB 2009) und beim Thema Bahnschwellen aus recyceltem Kunststoff (BMUB 2013b; PAV o. J.).

Diese ressortübergreifende Kooperation zwischen BMUB und BMBF – bzw. auf ausführender Ebene Projektträger Jülich (für Fördermaßnahmen des BMBF) und Umweltbundesamt (für UIP) – zur Darstellung einer durchgängigen Förderkette entlang der Entwicklungsstufen im Innovationsprozess zeigt, wie eine Integration zwischen Akteuren der gleichen Ebene Umweltinnovationen fördern kann. Die Resonanz unter den adressierten BMBF-Fördernehmern auf den UIP-Förderschwerpunkt „Materialeffizienz in der Produktion“ war jedoch eher verhalten. Eine Ursache wurde darin vermutet, dass für manche der in den BMBF-Programmen entwickelten Lösungen der Sprung in das UIP vom technologischen Reifegrad her noch zu weit ist. Das UIP finanziert keine F&E-Arbeiten, wohingegen diese oft nach Abschluss eines BMBF-Projekts bis zum Erreichen der Marktreife noch notwendig sind (Degenhardt 2015). Das BMBF hat daraufhin einen neuen Förderansatz entwickelt, der nun erstmals eine weitergehende Förderung der technologischen Entwicklung innerhalb eines technologischen Reifegrades von 6 bis 8 ermöglicht, um so die F&E-Ergebnisse möglichst nah an die Markteinführung zu bringen (BMBF 2014a).

3.3.3 Die Effizienzhausstandards der KfW als Erfolgsbeispiel im Aktionsfeld 3 (Normen und Leistungsziele)

Kurzbeschreibung und Erfolgsmerkmale

Die KfW verwendet Effizienzhausstandards in ihren Förderprogrammen für Privatpersonen für den Neubau (KfW 2015a) und die Sanierung (KfW 2015b) von Wohngebäuden und auch in ihrer Förderung von gewerblich genutzten Nichtwohngebäuden (KfW 2015c) (s. auch Maßnahme „Förderung von Energieeffizienz und Einsatz erneuerbarer Energien in Gebäuden und Städtebau“ in Anhang 3). Diese

Effizienzhausstandards stellen Mindestanforderungen an den energetischen Zustand eines Gebäudes dar. Die KfW nutzt diese Standards zur Staffelung der Konditionen bei der Vergabe von Förderkrediten oder Zuschüssen (Förderzinsniveau, Tilgungszuschuss).

Die Standards sind im Verhältnis zur jeweils geltenden Energieeinsparverordnung (EnEV) definiert und geben den Prozentwert an, um den das EnEV-Niveau (bezogen auf ein Referenzgebäude) unterschritten werden muss bzw. – z. B. im Fall von denkmalgeschätzten Gebäuden – überschritten werden darf⁸. Die dem Begriff KfW-Effizienzhaus angehängte Zahl (z. B. KfW-Effizienzhaus 55) drückt den einzuhaltenden Primärenergiebedarf des Gebäudes als prozentualen Anteil im Verhältnis zum Referenzgebäude aus. So werden mit dem KfW-Effizienzhaus Standards etabliert, die über die gesetzlichen Mindestregelungen der EnEV hinausgehen. Je höher das Anspruchsniveau, desto großzügiger erfolgt die Förderung. Wenn sich die Anforderungen der EnEV verschärfen, stellen auch die KfW-Programme proportional höhere Anforderungen an den Jahresprimärenergiebedarf⁹. Gleichzeitig wurden die für die Förderungen zu erreichenden Mindestwerte im Lauf der Zeit verschärft – zum Beispiel von der KfW (Doll et al. 2012).

Die KfW-Programme erreichen insbesondere im Bereich der Sanierung von Wohngebäuden eine hohe Umweltentlastung bei der Minderung von Treibhausgasen. Matthes et al. (2013a) zufolge hat das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ im Bereich privater Haushalte in den Jahren 2001-2010 über 4 Mio. Tonnen CO₂ eingespart. Bis 2030 wird ihm ein weiteres Einsparpotenzial von über 15 Mio. Tonnen CO₂ zugeschrieben. Außerdem haben sich die von der KfW verwendeten Effizienzhausstandards erfolgreich als Marke etabliert und werden außerdem wegen ihrer feinen Staffelung gelobt (Doll et al. 2012). Sie vermitteln die komplexen Anforderungen der EnEV und sind so vorbildlich in Puncto Standardsetzung (Lo 2015).

Beitrag zum Policy Learning

Die Besonderheit der KfW-Effizienzhausstandards ist untrennbar mit ihrem Zusammenspiel mit der EnEV verbunden. Nach Einschätzung von Doll et al. (2012) ist die Ko-Evolution der EnEV und der KfW-Effizienzhausstandards wichtig für das Ziel der Energiewende, die Sanierungsquote von Gebäuden zu steigern. Das konsequente Zusammenspiel zwischen energetischen Anforderungen durch Verordnungen wie der EnEV auf der einen Seite und der konsequenten und transparenten öffentlichen Förderung energieeffizienten Bauens und Sanierens durch die KfW auf der anderen Seite, gekoppelt mit absehbaren und verlässlichen Anpassungen der Standards setzt deutliche Anreize, ein Sanierungsprojekt nicht auf die lange Bank zu schieben. So wird die Diffusion beschleunigt und die Nachfrage nach Öko-Innovationen gestärkt. Mit dieser Kopplung ist Deutschland auch international weit voraus (Lo 2015). Auch wird ein Vorteil darin gesehen, dass die Zweigleisigkeit von KfW-Programmen und EnEV eine Dynamisierung der Mindeststandards erleichtert. Hier ist allerdings der Einfluss schwer von der Dynamik der Entwicklung auf EU-Ebene zu trennen.

Kritisch ist festzuhalten, dass die Beantragung von KfW-Förderung zum Teil viel Bürokratieaufwand für die Fördernehmer bedeutet und durch das „Windhundverfahren“ bei der Vergabe der Förderung eine gewisse Verunsicherung bzgl. der Verfügbarkeit am Markt zu beobachten war. Außerdem sei der Zinsvorteil in der gegenwärtigen Niedrigzinsphase schwer darstellbar (Bals 2015). Einschränkend ist außerdem zu bemerken, dass die KfW-Förderung auch Ausdruck dessen ist, dass alternative stärkere

⁸ Für Details zur Berechnung und Definition s. Steinbach und Schultmann 2015.

⁹ Die derzeit geltende Fassung der EnEV ist von 2014 und ersetzt die EnEV 2009. Sie setzt die Richtlinie 2010/31/EU über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung) und die Richtlinie 2012/27/EU zur Energieeffizienz um. Sie enthält u. a. eine stufenweise Anhebung der energetischen Anforderungen an Gebäude mit Verschärfungen, z. B. ab 2016. Tuschinski o. J.

Politikmaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebestand – zum Beispiel die Verschärfung der EnEV für den Bestand oder die Einführung steuerlicher Vorteile – sich bisher politisch nicht durchsetzen ließen (Ziesing 2015).

3.3.4 Lernende Energieeffizienz-Netzwerke als Erfolgsbeispiel im Aktionsfeld 4 (Finanzierungs- und Unterstützungsleistungen für KMU)

Kurzbeschreibung und Erfolgsmerkmale

Ein Erfolgsbeispiel im Bereich Energieeffizienz sind lernende Energieeffizienz-Netzwerke. Zurzeit sind diese hauptsächlich unter dem Namen „LEEN“-Netzwerke bekannt, dem Projektnamen von 30 Pilotnetzwerken, die zwischen 2008 und 2014 ins Leben gerufen wurden. Diese Pilotnetzwerke richteten sich an große Energieverbraucher mit Jahresenergiekosten von 500.000 € bis 20 Mio. €, also an große Unternehmen (Fraunhofer ISI o. J.). Die Ergebnisse der 30 Pilotnetzwerke wurden ausgewertet und haben beträchtliche Erfolge bei der Energieeinsparung gezeigt. Über alle (ca. 360) teilnehmenden Betriebe hinweg wurden große rentable Energiesparpotenziale in Höhe von ca. einer Million MWh/a identifiziert bei Gesamtinvestitionen von rund 360 Millionen Euro. Dies entspricht pro Betrieb im Durchschnitt 600.000 € Gesamtinvestition bei Einsparungen von durchschnittlich gut 180.000 €/a. Damit liegt die interne Verzinsung bei ca. 30 % (Fraunhofer ISI und LEEN GmbH 2014)¹⁰. Bei der Abschlusskonferenz der 30 Pilotnetzwerke stellte das BMUB fest, dass die an den "Lernenden Energieeffizienz-Netzwerken" beteiligten Unternehmen ihre Energiekosten doppelt so schnell im Vergleich zu anderen Industriebetrieben reduzierten (BMUB 2014b). Die 30 Pilotnetzwerke wurden mit dem Label „Good Practice Energieeffizienz“ der Deutschen Energieagentur dena ausgezeichnet (Fraunhofer ISI 2015b).

Lernende Energieeffizienz-Netzwerke erfüllen verschiedene Innovationsfunktionen. Zum einen zeigen die Erfahrungen in den Netzwerken mit großen Firmen auf, dass die begleitete Integration von Akteuren der gleichen Ebene (Unternehmen) dem bestehenden Informationsdefizit, sowohl auf Seiten der anwendenden Firmen wie auch auf Seiten der Anbieter energiesparender Technologien, entgegenwirkt. Der Austausch im Netzwerk beschränkt sich nicht auf technische Lösungen, sondern vermittelt auch Erfahrungswissen zu organisatorischen Lösungen (Fraunhofer ISI und LEEN GmbH 2014). Energieeffizienz-Netzwerke steigern darüber hinaus die Diffusion energieeffizienterer Lösungen, weil sie die Nachfrage nach energieeffizienteren Technologien und auch Dienstleistungen wie Energieberatung und Wartung erhöhen.

Die Erfolge der 30 Pilotnetzwerke werden auf einige Kernpunkte in der Art der Durchführung der Netzwerke zurückgeführt. Diese umfassen

- ▶ LEEN-Energieaudit in jedem Betrieb zur Identifikation und Bewertung der Energieeinsparpotenziale mit Fokus auf Querschnittstechnologien. Der Maßnahmenüberblick dient als Grundlage für eine Zielvereinbarung. Das Procedere ist normkonform bzgl. dem Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen, bzgl. der Spitzenausgleich-Effizienzsystemverordnung¹¹ und bzgl. dem Energiemanagementsystem nach DIN EN ISO 50001 (Fraunhofer ISI o. J.).

¹⁰ Die Fraunhofer-Gesellschaft ist an der LEEN GmbH beteiligt und erhält für das LEEN-Managementsystem Lizenzgebühren. Die Darstellung der lernenden Energieeffizienznetzwerke als Erfolgsbeispiel erfolgt unabhängig von diesen Verbindungen und auch unabhängig von der weiteren Rolle der LEEN GmbH und des LEEN-Managementsystems bei der Diffusion der Netzwerke. Das Fraunhofer ISI als Teil des Evaluationsteams der 30 Pilot-Netzwerke ist in seinen Arbeiten stets einer ergebnisoffenen wissenschaftlichen Arbeitsweise verpflichtet.

¹¹ Voraussetzung für den Spitzenausgleich i. R. d. Strom- und Energiesteuer, s. Maßnahme „Ökologische Steuerreform“ in Anhang 3.

- ▶ Definition eines unternehmensspezifischen Ziels und eines Gruppenziels für die Energie- und CO₂-Einsparung am Ende der Netzwerk-Laufzeit. Diese Zielvereinbarungen spielen auf motivatorischer Ebene für den Erfolg eine große Rolle (Noll 2015). 80 % der LEEN-Teilnehmer gaben an, dass sie die Effizienzmaßnahmen nicht ohne das Netzwerk umgesetzt hätten (Fraunhofer ISI und LEEN GmbH 2014).
- ▶ Kontinuierliches Monitoring der durchgeführten Maßnahmen (auch als jährlicher Management-Review nach DIN EN ISO 50001).
- ▶ Netzwerktreffen mit moderiertem Erfahrungsaustausch, Betriebsbegehung und Expertenvorträgen.
- ▶ Qualitätssicherung im Prozess durch die Entwicklung eines Software-basierten LEEN-Managementsystems inkl. verschiedener Berechnungstools (z. B. Investitionsbewertung) sowie die Schulung der Moderatoren und energietechnischen Berater.

Vom Ablauf her beginnt der Prozess mit dem Commitment eines Netzwerkträgers. Dieser ist zumeist eine Institution mit Unternehmenskontakten vor Ort, wie zum Beispiel IHK, EVU o. ä. Der Netzwerkträger ist entscheidend für die Akquisition von 10 – 15 Unternehmen als Teilnehmer eines Netzwerks. In Kooperation mit der LEEN GmbH werden die Teilnehmer in den Prozess eingeführt und der Moderator sowie der energietechnische Berater ausgewählt. Zu den Aufgaben der LEEN GmbH gehört es darüber hinaus, u. a. über ergänzende Fördermöglichkeiten zum Beispiel des Bundes (KfW-/BAFA-Programme etc.) zu informieren und Support für das LEEN-Managementsystem bereitzustellen.

Aufgrund der sehr positiven Erfahrungen mit diesen lernenden Energieeffizienz-Netzwerken wurde die Initiative nun auch auf kleine und mittelgroße Unternehmen mit jährlichen Energiekosten im Bereich von 30 000 – 500 000 Euro erweitert (STREKS 2014). Die Pilotphase läuft im Rahmen des Projekts „Mari:e – Mach’s richtig: energieeffizient“, das im Rahmen der NKI durch das BMUB und das BMWi gefördert wird (STREKS 2015). Derzeit beteiligen sich rund 50 Unternehmen verteilt auf 5 Projektregionen in 4 Bundesländern. Jede Projekt-Region wird zurzeit von einer regionalen Institution geleitet. Dies sind sowohl Industrieverbände oder Kammern, Energieversorger aber auch Kommunen. In jedem Netzwerk wird eine Anzahl von 10 bis 15 Teilnehmern angestrebt, die während der gesamten Projektlaufzeit ihrem festen Netzwerk zugeordnet sind. Der Fokus liegt hauptsächlich auf Querschnittstechnologien. Die Mari:e-Netzwerke wurden in Anlehnung an die LEEN-Netzwerke, die sich an große Firmen richten, sowie das KMU-Modell in der Schweiz (EnAW o. J.) entwickelt.

Das Procedere orientiert sich an den LEEN-Netzwerken, sucht aber nach Möglichkeiten, den Aufwand zu reduzieren. Dazu gehört u. a. die Begrenzung der Laufzeit auf zurzeit 3 Jahre und der Zahl der Netzwerktreffen auf zwei pro Jahr (Fraunhofer ISI o. J.) und die systematische Erschließung von Fördermöglichkeiten für KMU in diesem Bereich. So sind verschiedene Bestandteile des Prozesses für KMU förderfähig: das initiale Energieaudit wird über das BAFA bezuschusst und für KMU besteht die Möglichkeit, Investitionszuschüsse für Investitionen in hocheffiziente Querschnittstechnologien über das BAFA zu erhalten (STREKS 2015). Damit sind gute Voraussetzungen geschaffen, um den Erfolg der LEEN-Netzwerke zu übertragen. Es ist demnach wahrscheinlich, dass es in KMU im Bereich der Querschnittstechnologien ein ebenfalls hohes und rentables Energieeffizienz-Potenzial gibt und sich die Investition in die Netzwerkmitgliedschaft für die teilnehmenden Firmen auszahlt. Während das Potenzial der Diffusion der lernenden Energieeffizienz-Netzwerke unter großen Unternehmen auf 0,5 Milliarden Euro Einsparung an Jahresenergiekosten und 2 Millionen Tonnen CO₂/a geschätzt wird, könnte dies längerfristig durch Netzwerke im Bereich der KMU um nochmals 30 % - 50 % gesteigert werden.

Die breite Diffusion des Ansatzes steht allerdings auch vor gewissen Herausforderungen. Die bisherigen Erfahrungen mit der Übertragung auf KMU zeigen, dass die größte Schwierigkeit die Akquisition der Teilnehmer war (Gerspacher und Jochem 2015). Ein Fazit der Pilotphase ist daher, dass die Akquisition über einen Vertriebsweg laufen muss, der Vertrauen genießt. In der Pilotphase wurden hier Hausbanken sowie lokale Energieversorger als besonders erfolgreiche Multiplikatoren identifiziert.

Bei der weiteren Steigerung der Zahl der lernenden Energieeffizienz-Netzwerke sowohl für große wie auch für kleine und mittlere Unternehmen muss außerdem eine gute Balance zwischen Qualitätssicherung im Prozess und einer Marktöffnung für weitere Anbieter und Software-Tools neben der LEEN GmbH und dem LEEN-Managementsystem gefunden werden, um einer Monopolisierung und auch Engpässen vorzubeugen.

Beitrag zum Policy Learning

Energieeffizienz-Netzwerke stellen ein gelungenes Beispiel der Integration verschiedener Governance Ebenen dar: neben den Unternehmen als Teilnehmern, sind lokale Institutionen verschiedener Art, z. B. Kommunen, Regionalverbände oder Landesagenturen, als Netzwerkträger involviert. Darüber hinaus sind Energieberater in den Prozess eingebunden und die Förderung findet durch das BMUB und ggfls. das BAFA statt. Je nach Akquisitionsweg wird erwartet, dass die Anzahl involvierter Akteure noch weiter gesteigert wird, indem z. B. lokale Banken oder Energieversorger aktiv in den Anfangsprozess eingebunden werden bzw. lokale „Größen“ aktiv für die Akquisition genutzt werden.

Gleichzeitig zeigen lernende Energieeffizienz-Netzwerke beispielhaft, wie ressortübergreifend Finanzierungsquellen gebündelt werden können, um die Diffusion und Umsetzung von Innovationen am Markt zu unterstützen. Schließlich zeigt das Beispiel auch das Ineinandergreifen verschiedener Politikansätze, indem das jährliche Monitoring sowohl in LEEN- als auch in Mari:e-Netzwerken so erfolgt, dass damit die Voraussetzungen für den Spitzenausgleich im Rahmen der Strom- und Energiesteuer erfüllt werden. Damit nutzt das Netzwerk-Konzept die Möglichkeiten des bestehenden Rechtsrahmens dafür, die Teilnahme an einem Netzwerk noch attraktiver zu machen.

3.3.5 Exportinitiativen als Erfolgsbeispiel im Aktionsfeld 5 (Internationale Zusammenarbeit)

Auf dem Gebiet der Internationalen Zusammenarbeit (Aktionsfeld 5) finden sich unter den Exportinitiativen gute Beispiele für eine gelungene öffentliche Anschubfinanzierung und anschließende Weiterführung als Public-Private-Partnership unter privater Federführung. Exportinitiativen decken mit erneuerbaren Energien, Energieeffizienz, Kreislaufwirtschaft und Wasser zentrale Felder der Umweltwirtschaft ab und sind für ein stark exportorientiertes Land wie Deutschland ein wichtiger Baustein zur internationalen Positionierung der Umweltwirtschaft.

Kurzbeschreibung und Erfolgsmerkmale

Seit 2002 unterstützt die Bundesregierung deutsche Firmen, insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU), bei der Internationalisierung ihrer Aktivitäten mittels der Einrichtung von Exportinitiativen (EI). Derzeit gibt es vier Exportinitiativen der Bundesregierung, die das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) finanziert, steuert und koordiniert, darunter jeweils eine in den Bereichen erneuerbare Energien und Energieeffizienz¹². Eine weitere Exportinitiative im Bereich Umwelttechnologien wird aktuell diskutiert (BMUB 2014a). Für Ressourceneffizienz- und Kreislaufwirtschaftstechnologien gab es eine Exportinitiative der Bundesregierung, die vor einigen Jahren in ein Public-Private-Partnership-Modell (RETech Partnership e. V.) umgewandelt wurde, und nach wie vor ähnliche Ziele verfolgt. Auch die German Water Partnership wird als Teil dieses Erfolgsbeispiels behandelt, da sie für die nachhaltige Wasserwirtschaft aktuell die Funktion einer Exportinitiative erfüllt.

¹² EI der Bundesregierung gibt es außerdem in den Bereichen Gesundheitswirtschaft (mit dem Slogan „Health made in Germany“) und Sicherheitswirtschaft (mit dem Slogan „Security made in Germany“), s. <http://www.stmwi.bayern.de/internationalisierung/aktiv-im-ausland/exportinitiativen-des-bundes/>.

Die Exportinitiativen Erneuerbare Energien und Energieeffizienz¹³

Die EI Erneuerbare Energien wurde als erste der vier hier vorgestellten Förderinitiativen bereits im Jahr 2002 vom Bundestag ins Leben gerufen. Hauptverantwortlich für die EI ist das BMWi, das in der Umsetzung von der dena, den Auslandshandelskammern (AHK), dem Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und der Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) unterstützt wird. Die EI ist prinzipiell in den drei Bereichen Außenwirtschaftsförderung, Klimaschutz und Entwicklungszusammenarbeit aktiv und bewirbt deutsche Technologien im Ausland unter dem Slogan „renewables – Made in Germany“.

Ziel der EI Erneuerbare Energien ist es, die Vorreiterrolle und Leistungsfähigkeit deutscher Technologiehersteller und -dienstleister international bekannt zu machen. Darüber hinaus dient die EI der Netzbildung unter deutschen Unternehmen, dem internationalen Kontaktaufbau zu potenziellen Geschäftspartnern und Kunden und der gezielten Vermittlung von Export-Know-how an KMU. Hierdurch soll eine Steigerung der Exportquote erreicht sowie ein positiver Beitrag zum globalen Klimaschutz und der Weiterentwicklung von Schwellen- und Entwicklungsländern geleistet werden. Zwischen 2003 und 2011 hat das BMWi insgesamt fast 82 Mio. Euro für die Aktivitäten der EI aufgewendet.

Seit 2007 gibt es neben der EI Erneuerbare Energien eine ähnliche Initiative im Bereich der Energieeffizienz. Die EI Energieeffizienz setzt ebenfalls einen besonderen Schwerpunkt auf den Geschäftsbedarf kleiner und mittlerer Unternehmen bei der internationalen Erweiterung ihrer Märkte. Angeboten wird Unterstützung in den folgenden Bereichen: Marktbeobachtung und -sondierung, Markterschließung, Marktbearbeitung und Marktvorbereitung. Ähnlich wie die EI Erneuerbare Energien wirbt die EI Energieeffizienz mit dem Slogan „Energieeffizienz – Made in Germany“ und bedient sich dadurch der gleichen Dachmarke. Eine erste Evaluierung der EI durch die Como Consult GmbH fällt insgesamt positiv aus und zeigt anhand einer Unternehmensbefragung, dass die EI im Bereich Energieeffizienz bereits eine deutliche Wirkung auf den Exportumsatz von KMU sowie die Schaffung neuer Arbeitsplätze hatte (Finkel et al. 2013).

German RETech Partnership¹⁴

Im Jahr 2007 gründete das BMUB die Initiative Recycling- und Effizienztechnik mit dem Ziel, deutschen Unternehmen aus der Recycling- und Effizienztechnologiebranche Informationen und Know-how für die Vernetzung bereitzustellen. Ein weiterer Schwerpunkt der Initiative war eine Steigerung der Standards in der Recycling- und Entsorgungswirtschaft von Schwellen- und Entwicklungsländern (Bethge und Kuhndt 2010). Aus dieser EI des BMUB ging Ende 2011 die German RETech Partnership hervor, die als brancheneigener Zusammenschluss in Form eines eingetragenen Vereins organisiert ist und ihre Aktivitäten durch Mitgliedsbeiträge und freiwillige Zuwendungen finanziert.

Die German RETech Partnership verfolgt das Ziel, „die Kompetenz von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik in Deutschland für alle Fragen einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft international stärker zur Geltung zu bringen“.¹⁵ Somit behält sie die ursprünglichen Ziele der Initiative Recycling- und Effizienztechnik weitgehend bei und baut diese noch etwas detaillierter aus, z. B. durch die Beratung der Politik bei ordnungspolitischen Fragen mit Bezug auf die Abfallwirtschaft und Unterstützung ausländischer Partner bei der Anwendung nachhaltiger Ressourceneffizienztechnologien.¹⁶ Ähnlich wie in der ur-

¹³ S. <http://www.export-erneuerbare.de> und <http://www.encyclopedia-from-germany.info>, zuletzt geprüft am 23.11.2015.

¹⁴ S. <http://www.retech-germany.de>, zuletzt geprüft am 23.11.2015.

¹⁵ S. http://www.retech-germany.net/files/pdf_dokumente/application/pdf/satzung.pdf, zuletzt geprüft am 25.11.2015.

¹⁶ Für eine vollständige Liste der Ziele der RETech Partnership,

sprünglichen EI soll durch diese Maßnahmen der Zugang zu potenziellen neuen Exportmärkten für deutsche Unternehmen erleichtert werden. Außerdem werden Best-Practice-Beispiele bereits erfolgreicher Exportbemühungen deutscher Technologie- und Dienstleistungsanbieter aus der Abfall- und Kreislaufwirtschaft als Vorlagen für zukünftige Projekte zur Verfügung gestellt. Eine enge Zusammenarbeit mit Ministerien und nachgeordneten Behörden, die zusammen mit Wissenschafts- und Verbandsvertretern im Beirat der RETech Partnership sitzen, ist nach wie vor wichtiger Bestandteil des Netzwerks, und die Dachmarke der Energie-EI wird auch hier durch das Marketing „Recycling & Waste Management – Made in Germany“ genutzt (German RETech Partnership (RETech) o.A.). Das Borderstep Institut bewertet die German RETech Partnership als „ein besonders gelungenes Beispiel einer auf Markteintritt und Marktdurchdringung abzielenden Außenwirtschaftsinitiative“ (Beucker et al. 2014, S. 41).

German Water Partnership¹⁷

Im Wasserbereich gibt es mit der German Water Partnership (GWP) seit 2008 einen zentralen Zusammenschluss exportinteressierter Akteure aus sämtlichen wasserwirtschaftlichen Bereichen. Das Netzwerk ist ebenfalls als eingetragener Verein organisiert und hat über 350 Mitglieder, darunter private und öffentliche Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Vertreter des AA, BMWi, BMUB, BMBF und BMZ. Genau wie die German RETech Partnership finanziert sich die GWP über Mitgliedsbeiträge und freiwillige Zuwendungen.¹⁸ Im Gegensatz zu den anderen hier vorgestellten Initiativen gab es im Wasserbereich nie eine staatliche EI, sondern von Anfang an eine Public-Private Partnership.

Ziel der GWP ist es, sämtliche Aktivitäten rund um den Export deutscher wasserwirtschaftlicher Aktivitäten zu bündeln und zu koordinieren (German Water Partnership (GWP) 2013). Darunter fallen u. a. die Bekanntmachung deutscher Technologien und Dienstleistungen, die Stärkung der Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und Politik, und die koordinierte Kommunikation sowohl unter deutschen Akteuren als auch mit Interessenten aus dem Ausland. Im Hinblick auf die Zusammenarbeit mit Entwicklungs- und Schwellenländern sind insbesondere die Bereiche Capacity Building, Finanzierung internationaler Projekte und die Koordination mit der Entwicklungszusammenarbeit von großer Bedeutung. Hierbei wird die GWP auch von der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) und der GIZ maßgeblich unterstützt (Beucker et al. 2014).

Erfolgsmerkmale der Exportinitiativen

Exportinitiativen dienen der Unterstützung deutscher Firmen bei der Verbreitung deutscher Umwelttechnologien und der Erschließung neuer Märkte. Hürden bei der Internationalisierung ihrer Aktivitäten, die insbesondere KMU stark betreffen, können durch die Netzwerkbildung und Informationsverbreitung über EI effektiv und effizient reduziert werden und führen so zu einer Steigerung der Exportquote der deutschen Umweltwirtschaft. Durch den Export deutscher Innovationen kann außerdem ein entscheidender Beitrag zum internationalen Klima- und Umweltschutz geleistet werden.

s. http://www.retech-germany.net/themen/german_retech_partnership/ueber_retech/dok/130.php, zuletzt geprüft am 26.11.2015.

¹⁷ S. <http://www.germanwaterpartnership.de/>, zuletzt geprüft am 26.11.2015.

¹⁸ S. http://www.germanwaterpartnership.de/fileadmin/pdfs/gwp_materialien/gwp-satzung.pdf, zuletzt geprüft am 26.11.2015.

Darüber hinaus weisen einige der hier näher beschriebenen EI Merkmale auf, die in besonderem Maße zu ihrem Erfolg beitragen können. So ist bei der EI Erneuerbare Energien und der GWP beispielsweise hervorzuheben, dass die angebotenen Maßnahmen sich nicht nur auf OECD- und große Schwellenländer konzentrieren, sondern auch Entwicklungsländer gut abdecken. Durch die stabile Zusammenarbeit, die z. B. die GWP als Dachorganisation bieten kann, lassen sich einige Herausforderungen der internationalen Zusammenarbeit leichter meistern. So können langfristige Beziehungen zu festen Partnern in Exportländern aufgebaut und sprachliche und kulturelle Barrieren leichter umschifft werden sowie Projekte auf einer Ebene geplant werden, die nicht den üblicherweise kurzen Fristen des Projektzyklus unterliegen. Die German RETech Partnership und EI Energieeffizienz sind dahingegen besonders erfolgreich darin, ihre Angebote in den Bereichen Bildung, Finanzierung und Beratung mit wirtschaftlicher Zusammenarbeit in Schwellenländern zu kombinieren (Beucker et al. 2014).

Im Sinne der Innovationswirkung können Exportinitiativen einen wichtigen Beitrag zur Diffusion von Wissen und Know-how im Rahmen von Netzwerken leisten. Durch Finanzierung und Informationsvermittlung können sie außerdem die Formation neuer Märkte vorantreiben und insbesondere KMU bei der Internationalisierung ihrer Aktivitäten unterstützend zur Seite stehen. EI tragen somit entscheidend dazu bei, die internationale Positionierung der deutschen Umweltwirtschaft zu stärken und technisches Know-how in vielen wichtigen Umweltbereichen global zu verbreiten.

Beitrag zum Policy Learning

Im Sinne des Policy Learning sind EI ein Erfolgsbeispiel für die positive Wirkung der Anschubfinanzierung in konkreten Sektoren. Dies wurde insbesondere für die zwei EI aus dem Energiesektor bereits untersucht: eine Evaluation der EI Erneuerbare Energien aus 2013 zeigt, dass die Maßnahmen der EI „sehr wirkungsvoll [und] die betriebswirtschaftlichen Effekte der Förderung positiv zu bewerten“ sind (PricewaterhouseCoopers (PwC) 2013, S. 97). Mit Blick auf die EI Energieeffizienz konnte bereits eine deutliche Wirkung auf den Exportumsatz von KMU sowie die Schaffung neuer Arbeitsplätze festgestellt werden (Finkel et al. 2013).

Ebenfalls einen wichtigen Beitrag zum Policy Learning leistet der Wechsel der RETech Partnership von einer staatlich finanzierten Exportinitiative zu einer Public-Private Partnership (PPP). Im Rahmen des neuen Modells wird die Partnership durch Mitgliedsbeiträge und private Zuwendungen finanziert, während die alten Ziele und Angebote größtenteils beibehalten bzw. ausgeweitet werden konnten. Das Beispiel RETech Partnership zeigt somit die erfolgreiche Funktion einer PPP, in der staatliche und private Akteure effektiv zusammenarbeiten und ihre jeweiligen Stärken zielgerichtet einbringen können.

Jedoch lassen sich im Rahmen der EI auch noch einige Verbesserungsmöglichkeiten identifizieren. Eine Ausdehnung des Angebots auf Märkte in Entwicklungsländern wäre bei der RETech Partnership und der EI Energieeffizienz wünschenswert. Auch bemängeln viele KMU nach wie vor, dass die Angebote der Außenwirtschaftsförderung insgesamt zu unübersichtlich sind und die hohen Such- und Informationskosten sie teilweise von einem Gang ins Ausland abhalten (Bundesverband der Deutschen Industrie e. V. (BDI) 2010; Range 2014). Dementsprechend empfiehlt es sich, die Ansätze der Vernetzung und Bündelung der Angebote innerhalb der einzelnen Sektoren noch stärker auszubauen. Hierdurch würden Hürden zur Wahrnehmung der Exportförderung, insbesondere für KMU, entscheidend abgebaut.

3.3.6 Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE) als Erfolgsbeispiel im Aktionsfeld 6 (Neue Kompetenzen und Arbeitsplätze)

Kurzbeschreibung und Erfolgsmerkmale

Im Rahmen der UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung 2005–2014“ wurde in Deutschland das Programm „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (BNE) eingeführt, das sich auf alle Lebens- und

Bildungsbereiche bezieht. Für den Bereich der beruflichen Ausbildung werden bereits seit 2001 Modellversuche im Bereich „Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (BBNE) durch das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) aus Mitteln des BMBF gefördert (Mohorič 2014). Sie behandeln die Frage, wie der Nachhaltigkeitsgedanke in der beruflichen Aus- und Weiterbildung noch weiter verankert werden kann. Nach ersten theoretischen Vorarbeiten lag in der zweiten Förderphase (2010 - 2013) der Fokus auf der Umsetzung von Nachhaltigkeit im beruflichen Alltag. Dieser Förderschwerpunkt erhielt 2014 vom Nationalkomitee der Deutschen UNESCO-Kommission für die UN-Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ (2005 - 2014) die UN-Dekade-Auszeichnung.

Die ersten Modellversuche haben interessante Ansätze auf verschiedenen Ebenen des Berufsbildungssystems entwickelt, mit denen nachhaltige Entwicklung in die Berufe besser integriert werden und so eine Weiterentwicklung der Berufe stattfinden kann. Der Fokus lag auf der Identifikation von Qualifikationsbedarfen und -anforderungen, der Entwicklung von Curricula und der Formulierung von Lernmodulen für den Aus- und Weiterbildungsprozess (Mohorič 2014). Zu jedem dieser Punkte wurden zwei Projekte gefördert (also insgesamt 6 Projekte). Parallel zu den Projekten wurde eine wissenschaftliche Begleitung und Evaluation gefördert. Im September 2015 wurde ein neuer Förderschwerpunkt im Rahmen von BBNE gestartet. Die zwei hierin geförderten Förderlinien konzentrieren sich auf die Implementierung des Nachhaltigkeitsgedankens und zum anderen auf die Förderung nachhaltiger Lernorte in der Berufsausbildung. In diesem Zusammenhang sollen die Forschung und Praxis in Modellversuchen eng zusammenarbeiten und Lösungen für die Bedarfe der betrieblichen Aus- und Weiterbildung entwickeln. Die Einzelkonzepte der Modellversuche sollen zu Modellen zusammengeführt werden. Damit soll die nachhaltige Entwicklung weiter in der Berufsausbildung verankert werden.

Bereits im Mai 2015 ist eine weitere Förderinitiative zu beruflicher Bildung für nachhaltige Entwicklung gestartet. Diese Förderung ist in die deutsche Ausgestaltung der Förderung durch den Europäischen Sozialfonds eingegliedert und wird vom BMUB durchgeführt. Das übergeordnete Ziel dieser Förderinitiative ist es, Grundlagen für die Vermittlung grüner Schlüsselkompetenzen zu ressourcen- und klimaschonendem Handeln im Sinne der Green Economy zu erarbeiten. Die Förderung wird sich auf zwei Bereiche konzentrieren: ein Handlungsfeld zu "gewerkeübergreifender Qualifizierung" und ein zweites Handlungsfeld „jeder Job ist grün“. Für die erste Förderrunde über den Zeitraum von 2015 bis 2018 stehen über 11 Millionen Euro europäische Mittel und bis zu 8 Millionen Euro aus den Mitteln des Bundesumweltministeriums zur Verfügung (ESF 2015).

Beitrag zum Policy-learning

Im Rahmen der Innovationsökonomie werden beim Blick auf die Bildung zumeist die Hochschulen in den Fokus gerückt und damit die Rolle akademischer Bildung bei der Generierung von Wissen betont. Hier soll aber ganz bewusst die berufliche Bildung als Erfolgsbeispiel herausgestellt werden, weil sie einen wichtigen Beitrag zur Marktformation leistet. Die berufliche Qualifikation kann erheblichen Einfluss auf die Qualität von Umweltinnovationen haben, wenn man zum Beispiel an die handwerkliche Ausführung von Wärmeschutzmaßnahmen im Baubereich denkt oder an die Anforderungen, die neue Technologien wie Brennstoffzellen an das Handwerk stellen (Gruber und Böde 1999; Koschorke et al. 2005). Darüber hinaus ist zu erwarten, dass mehr umweltfreundliche Erfindungen und Innovationen entstehen, wenn Mitarbeiter ein geschärftes Bewusstsein für Ressourcen- und Klimaschutz haben. Das heißt, dass in diesem Zusammenhang verstärktes Umweltbewusstsein im betrieblichen Alltag einen potenziellen Treiber darstellen kann. Wir erwarten daher, dass die Förderung von Projekten zur Steigerung der beruflichen Qualifikation bzgl. Umwelt- und Nachhaltigkeitsaspekten einen großen Hebel für die Entwicklung und Diffusion von Umweltinnovationen haben kann.

Weiter ist positiv hervorzuheben, dass das Programm BBNE in den geförderten Verbundprojekten Akteure verschiedener sowie gleicher Ebene integriert und vernetzt. Dabei werden Unternehmen, Berufsschulen, Bildungsträger und Universitäten einbezogen und der Austausch zwischen diesen Akt-

euren gefördert. Die Verbundprojekte der Förderperiode 2010-2013 zeichnen sich durch eine interdisziplinäre Arbeitsweise und einen starken regionalen Bezug aus. Es ist zu erwarten, dass die begonnenen Maßnahmen auch nach Ablauf der Förderung fortgesetzt werden (Mohorič 2014). Gleichzeitig wurde in den geförderten Projekten allerdings auch der Verbesserungswunsch geäußert, dass entsprechende Personal- und Sachmittel eingeplant werden müssen, um den Transfer zu sichern (Vollmers et al. 2014). Die Rolle von Bildungspersonal als wichtigem Multiplikator wird in diesem Programm unterstrichen.

Unabhängig von den genauen Programmsergebnissen besteht ein Erfolg der BBNE-Förderschwerpunkte in der erhöhten Aufmerksamkeit innerhalb der Fachöffentlichkeit durch Publikations- und Präsentationstätigkeiten in Verbindung mit der Durchführung des Programms sowie durch den Austausch innerhalb branchenspezifischer Netzwerke, um die relevanten Akteure zu erreichen. Gleichzeitig wird vorgeschlagen, die Ergebnisse Open-Source zu veröffentlichen, um einen leichten Zugang zu ermöglichen und um eine breite Diffusion zu unterstützen (Kastrup et al. 2014).

Hemmnisse, die in den Modellversuchen auftraten, waren zum einen die Möglichkeit, Kenntnis von betriebsspezifischen Produktions- und Arbeitsprozessen zu erlangen, um den Qualifizierungsbedarf zu ermitteln. Firmen hatten aus Wettbewerbsgründen Bedenken, diese Prozesse offen zu legen. Ein weiterer Punkt ist die Herausforderung, den ausbildenden Unternehmen den monetären Mehrwert der geänderten Ausbildung zu verdeutlichen (Kastrup et al. 2014). Aus den sechs Modellprojekten scheint das Fazit naheliegend, dass die Ergebnisse der Arbeit vor allem ein Input für die Berufsordnungspolitik sowie für Bildungseinrichtungen sind. Trotz vielfältiger Werbung und Öffentlichkeitsarbeit blieb die Nachfrage von Seiten der Unternehmen gering bzw. die Integration in die Ausbildungsordnungen schwierig. Wenn Firmen in die Projekte involviert werden sollen, muss der Nutzen der Firmen bei einer Teilnahme klar herausgearbeitet und den Unternehmen kommuniziert werden. Möglicherweise ist es sinnvoll, in diesem Zusammenhang Schlüsselunternehmen zu identifizieren, die in einer Region zum Beispiel eine Vorreiterfunktion haben können (Kastrup et al. 2014).

4 Analyse der Stärken und Schwächen

4.1 Öko-Innovationspolitik in Deutschland

4.1.1 F&E-Ausgaben und Patentdynamik

Ein erfolgreiches Innovationssystem zeichnet sich durch eine hohe Funktionserfüllung der Innovationsfunktionen aus. Ein wichtiger Input in den Innovationsprozess sind die zur Verfügung stehenden Mittel für Forschung und Entwicklung. Sie adressieren direkt die Innovationsfunktionen der Generierung und Verbreitung neuen Wissens sowie die Ressourcenverfügbarkeit. Auch wenn die Bedeutung der F&E-Ausgaben für den Erfolg eines Innovationssystems heutzutage geringer eingeschätzt wird als früher, werden F&E-Ausgaben nach wie vor als inputorientierter Indikator für die Messung von Innovationen herangezogen (vgl. Walz 2016). Da die Erträge aus der Forschung oftmals extern sind, d. h. von den Erbringern nicht angeeignet werden können, wird für den Innovationsprozess die Gefahr zu geringer F&E-Ausgaben als Marktversagen thematisiert. Entsprechend sind öffentliche finanzierte F&E-Ausgaben eine weit verbreitete Maßnahme zur Förderung von Innovationen. Dies gilt auch für Öko-Innovationen. Die Betrachtung des Niveaus und der Entwicklung öffentlich finanzierter F&E-Ausgaben gibt dabei auch Auskunft über die Bedeutung eines Politikfeldes innerhalb der Innovationspolitik eines Landes.

Die Erfassung der F&E-Ausgaben ist in einem langen, von der OECD vorangetriebenen Prozess entwickelt worden. Hinsichtlich der öffentlich finanzierten F&E-Ausgaben gibt es nationale und internationale Systematiken, nach denen die öffentliche Finanzierung von F&E-Ausgaben in Teilbereiche aufgliedert wird. In der von Eurostat verwendeten Systematik werden die Angaben nach der NABS (No-

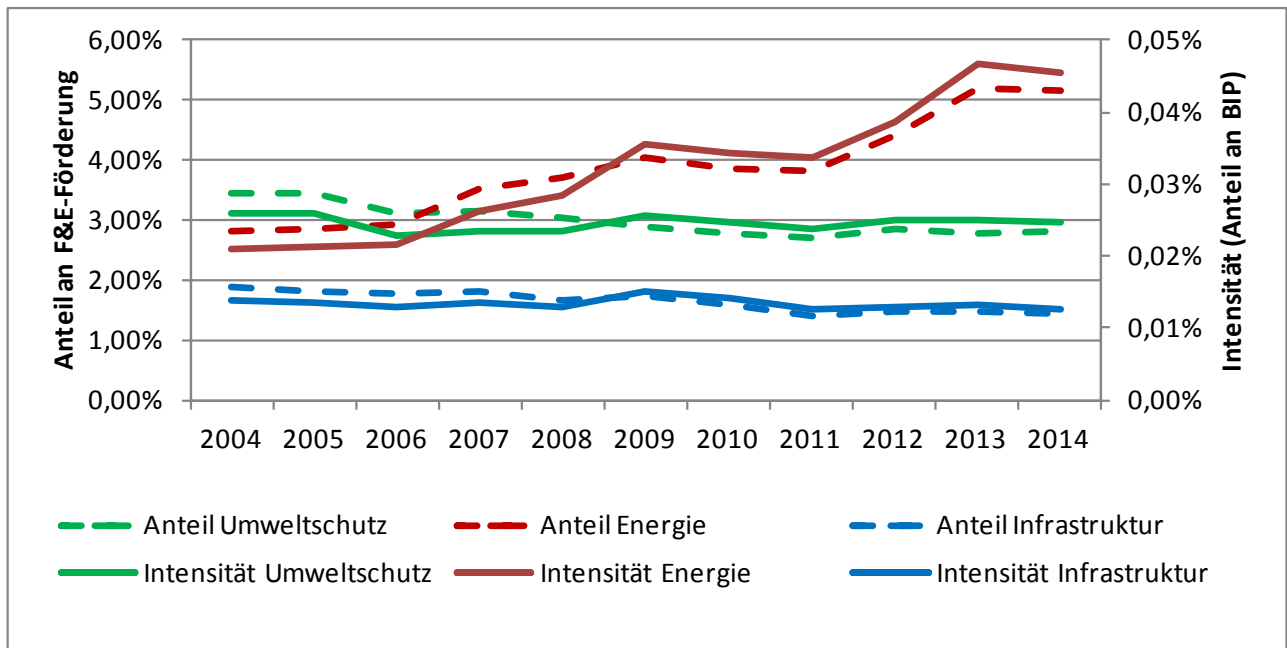
menclature for the analysis and comparison of scientific programmes and budgets) klassifiziert, deren thematische Felder unterschiedliche Forschungsziele widerspiegeln. Unter anderem werden die drei Bereiche Energie, Umweltschutz und Verkehr inklusive anderer Infrastrukturen (so auch Wasserver- und Abwasserentsorgung) unterschieden - also Felder, die enge Bezüge zu den ökoinnovationsrelevanten Leitmärkten aufweisen. Ein Nachteil der Systematik ist, dass die aus der institutionellen Förderung fließenden Mittel (z. B. allgemeine Hochschulfinanzierung) thematisch nicht weiter aufgeteilt werden. Insofern handelt es sich um eine enge Abgrenzung, und die Werte signalisieren eher eine Unterschätzung der F&E-Förderung in den thematischen Feldern. Im deutschen Bundesbericht Forschung und Innovation (BMBF 2016a) wird für die Klassifikation der staatlich finanzierten F&E-Ausgaben neben der NABS-Klassifikation auch die Leistungsplansystematik des Bundes verwendet, die in ihrer neu überarbeiteten Fassung auch die Mittel des Bundes an die außeruniversitäre Forschung thematisch aufteilt. Ein Vorteil der Leistungsplansystematik ist diese stärkere Aufteilung auf die thematischen Bereiche. Allerdings werden im Bundesbericht Forschung nur die F&E-Aufwendungen des Bundes nach dieser Leistungsplansystematik ausgewiesen. Zudem ist keine internationale Vergleichbarkeit gegeben. Schließlich sind die Abgrenzungen gegenüber der internationalen Statistik auch unterschiedlich und insofern auch weniger eindeutig auf Umweltschutzmaßnahmen ausgerichtet, da z. B. auch die stärker naturwissenschaftlich geprägte ökologische Forschung miterfasst wird. Insofern handelt es sich um eine breitere Abgrenzung als die NABS, die aber nur Ausgaben des Bundes erfasst.

Aus der Entwicklung der Werte und dem Querschnittsvergleich mit anderen Ländern wird eine Einschätzung der Positionierung Deutschlands in diesem Bereich möglich. Insbesondere die Anteile der thematischen Förderung an den gesamten zivilen öffentlichen F&E-Ausgaben sowie die Intensität der Förderung, typischerweise gemessen als Anteil am BIP, sind hier gebräuchliche Kenngrößen. Schließlich können neben den Ansätzen, die an der Klassifikation staatlicher Budgets ansetzen, Hinweise zur Entwicklung der öffentlichen Finanzierung von F&E im Umweltbereich auch noch aus Datenbanken über die Durchführung von Forschungsprojekten abgeleitet werden. Insbesondere die Auswertung der nominalen Fördervolumina aus der UFORDAT-Datenbank¹⁹ wird in diesem Zusammenhang immer wieder herangezogen (vgl. z. B. Gehrke et al. 2014).

Abbildung 14 bis Abbildung 16 zeigen die wesentlichen Ergebnisse aus allen drei Erfassungsmöglichkeiten auf. Trotz der unterschiedlichen Abgrenzungen wird doch übereinstimmend deutlich, dass insbesondere der Energiebereich eine deutliche Steigerung der F&E-Förderung erfahren hat. Hier sind sowohl die Anteile an der zivilen F&E-Förderung als auch am BIP in den letzten zehn Jahren deutlich gestiegen. Demgegenüber ist eine solche Steigerung im Umweltbereich nicht erfolgt. Hier ist es zwar zu Steigerungen in den absoluten Werten gekommen, die aber insgesamt nicht ausreichten, um ein Absinken des Anteils der umweltbezogenen Förderung an der gesamten zivilen F&E-Förderung zu verhindern. Auch die Daten aus der UFORDAT unterstützen dieses Bild. Insgesamt ist damit festzuhalten, dass die Förderung der zivilen F&E zwar eine Hinwendung auf die Global Challenges im Bereich der Energie erkennen lässt, dass aber die für eine Transformation hin zu einer Green Economy erforderliche Dynamik bei den weiteren Bereichen von Öko-Innovationen nicht zu erkennen ist.

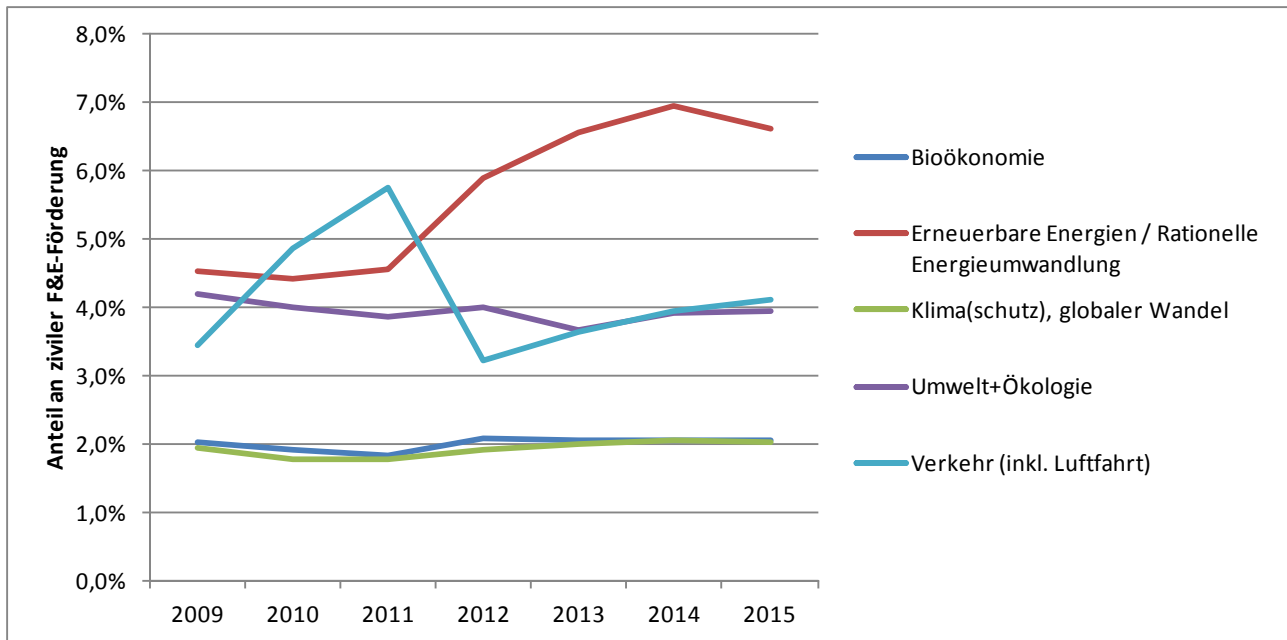
¹⁹ Vgl. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/information-als-instrument/umweltforschungsdatenbank-ufordat>.

Abbildung 14: Öffentlich finanzierte F&E-Ausgaben nach Forschungszweck in Deutschland in der Abgrenzung nach NABS



Quelle: Eigene Darstellung nach Daten von EUROSTAT

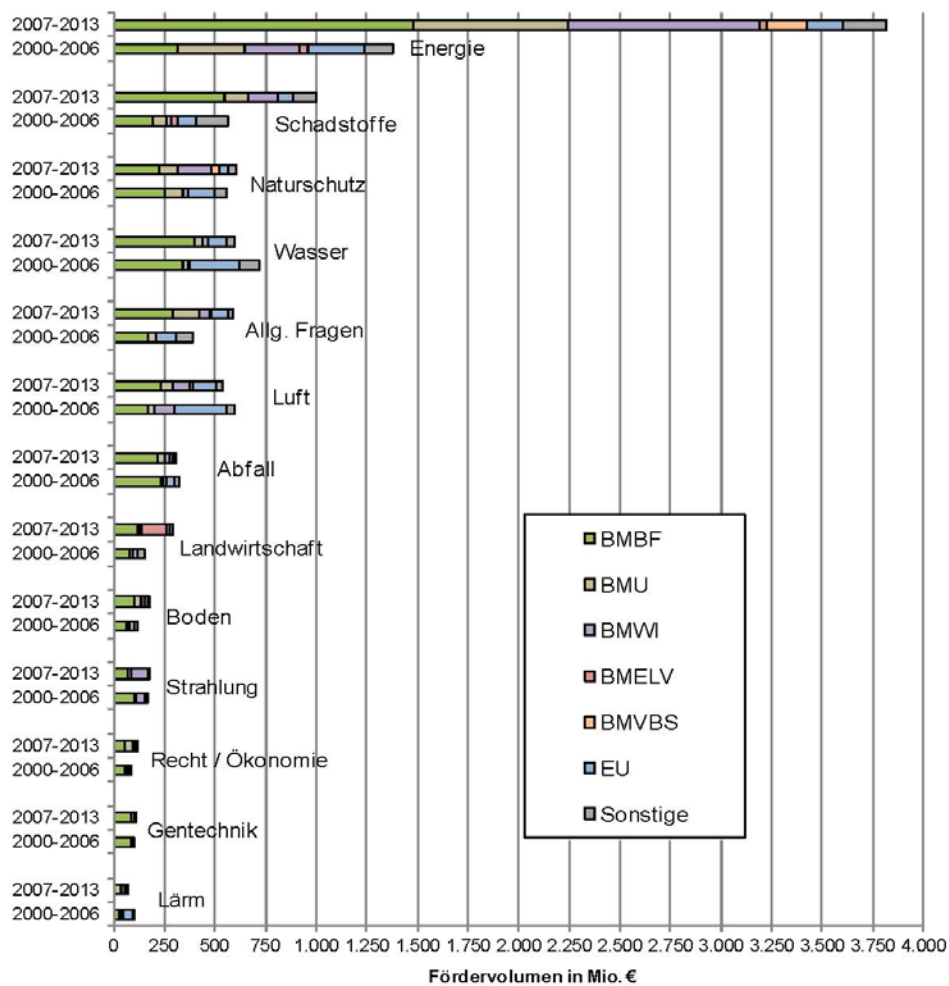
Abbildung 15: Anteile an der zivilen F&E-Förderung in Deutschland nach Leistungsplansystematik des Bundes



Quelle: BMBF 2016b, Datenportal des BMBF²⁰, Berechnungen des Fraunhofer ISI

²⁰ www.datenportal.bmbf.de.

Abbildung 16: Fördervolumen der in der UFORDAT erfassten Forschungsvorhaben



Quelle: Gehrke et al. 2014

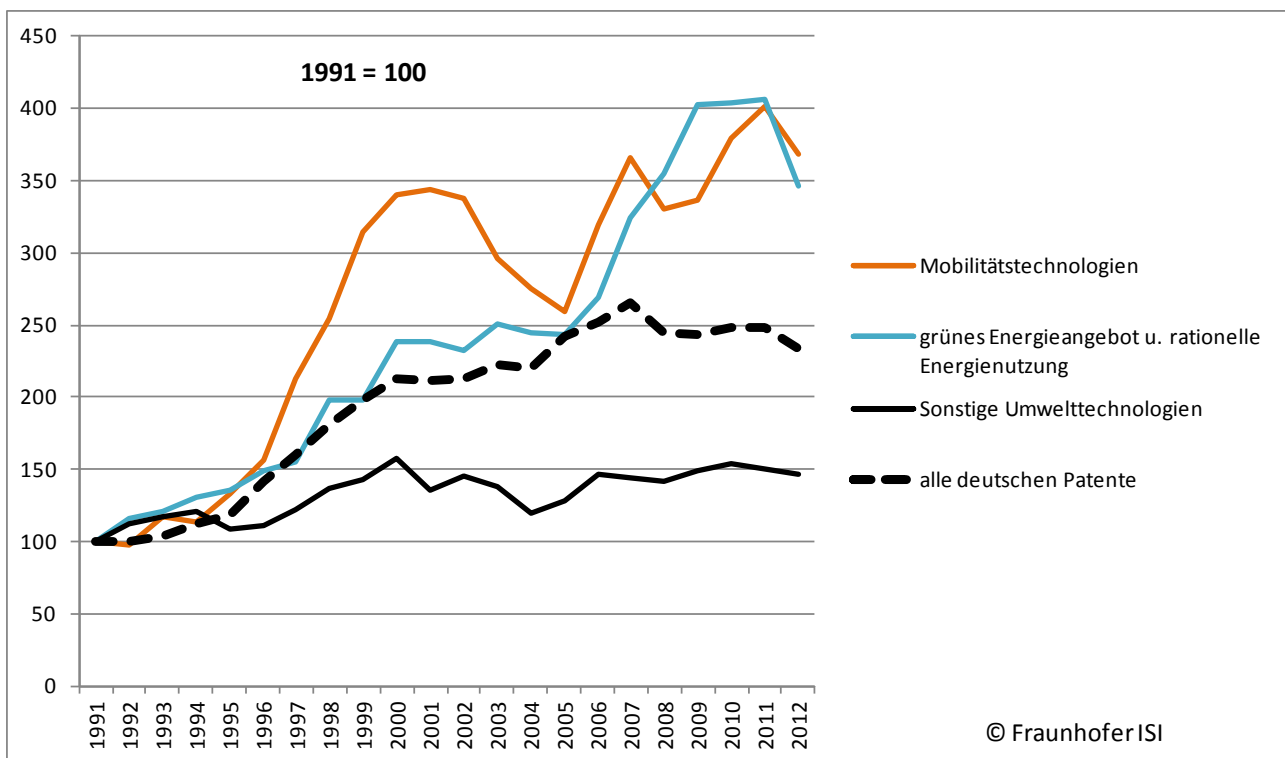
Mit Patenten wird im Gegensatz zu F&E-Aufwendungen nicht der Input, sondern der Output des Innovationsprozesses im Hinblick auf generiertes Wissen angezeigt. Da die Anmeldung von Patenten Aufwand mit sich bringt, und gleichzeitig die beabsichtigte Schutzwirkung auf potenzielle Märkte abzielt, wird im Allgemeinen davon ausgegangen, dass sich in Patenten vor allem potenziell wirtschaftlich verwertbares Wissen widerspiegelt. Bei Patentindikatoren können die Klassifikationsschemata zwar vergleichsweise flexibel auf das Zielobjekt ausgerichtet werden. Insbesondere gegenüber Produktions- und Außenhandelsdaten, aber auch gegenüber einer auf vorbestimmten Kategorien fußenden F&E-Ausgabenstatistik weisen Patentdaten diesbezüglich Vorteile auf. Da es im Eigeninteresse der Patentanmelder liegt, ihre Patentansprüche möglichst breit zu formulieren, lassen sich aber auch bei einer derartigen Abgrenzung Unschärfen nicht vermeiden, da die so identifizierbaren Patente durchaus auch für andere thematische Felder relevant sein können.

Patentindikatoren werden regelmäßig in den Arbeiten zum Wirtschaftsfaktor Umweltschutz (vgl. Gehrke et al. 2014; Gehrke et al. 2015) erfasst und bildeten auch einen methodischen Schwerpunkt im Rahmen der Analyse der Grünen Zukunftsmärkte (vgl. Walz et al. 2008b). Die im Folgenden aufgeführten Daten greifen methodisch auf diese Vorarbeiten zurück. Inhaltlich umfassen die Patente die Gesamtheit der Leitmärkte, die im Einzelnen in Abschnitt 4.2 behandelt werden. Aus Übersichtsgründen werden ähnlich wie bei der F&E-Förderung drei Segmente von öko-innovationsrelevanten Patenten dargestellt: „Grünes Energieangebot und Rationelle Energienutzung“, „Mobilität“ und – als „Sonstige Umwelttechnologien“ bezeichnet - die Summe der sonstigen öko-innovationsrelevanten Leitmärkte. In

Abbildung 17 wird jeweils die Patentdynamik in diesen drei großen Segmenten aufgezeigt und der Patentdynamik bei allen deutschen angemeldeten Patenten (unabhängig ob relevant für Öko-Innovationen oder nicht) gegenüber gestellt.

Die Entwicklung der jeweiligen Werte zeigt auf, dass die energiebezogenen Öko-Innovationspatente deutlich angestiegen sind, in den letzten 10 Jahren sogar deutlich stärker als die Patententwicklung bei allen deutschen Patenten. Hingegen stagniert die Dynamik bei sonstigen Umwelttechnologien seit der Jahrtausendwende und liegt seit Mitte der 1990er Jahren unterhalb der allgemeinen Patententwicklung. Im Mobilitätsbereich ist hingegen die Entwicklung bei den Patenten deutlich positiver. Hier schlagen sich auch die Aktivitäten der F&E-intensiven Automobilindustrie mit ihren hohen Anteilen an unternehmensfinanzierten F&E-Vorhaben nieder.

Abbildung 17: Patentdynamik in Deutschland in für Öko-Innovationen relevanten Teilbereichen



Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Fasst man die Ergebnisse aus der inputorientierten Förderung von F&E-Ausgaben und der outputorientierten Betrachtung der Patentdynamik zusammen, zeigt sich folgendes Bild hinsichtlich Stärken und Schwächen Deutschlands bei Öko-Innovationen: Positiv ist zu vermerken, dass die betrachteten Innovationsindikatoren für die Summe der betrachteten Öko-Innovationen eine Steigerung der finanziellen Förderung als Input in den Innovationsprozess und eine Steigerung der Patente als Output aus ihm anzeigen. Auch im internationalen Vergleich liegt Deutschland hier durchaus mit in der Spitzengruppe (Gehrke et al. 2015). Allerdings zeigt eine nähere Betrachtung ein Auseinanderfallen von energie- und mobilitätsbezogenen Öko-Innovationen einerseits und der Summe der sonstigen Umwelttechnologien andererseits. Während insbesondere der Energiebereich eine deutlich über der durchschnittlichen Entwicklung liegende Steigerung bei den Anteilen an der F&E-Förderung und der Patentdynamik erzielen konnte, stagnieren beide Größen für die sonstigen Umwelttechnologien.

Bei der Interpretation dieser Ergebnisse ist sicherlich zu berücksichtigen, dass sie insbesondere den stärker technisch geprägten Teil der Öko-Innovationen anzeigen. Darüber hinaus sind auch Dienstleistungen, organisatorische und soziale Innovationen von Bedeutung. Allerdings liegen hierzu nur sehr

bruchstückhafte Informationen vor. So deuten die Ergebnisse aus einer Sonderauswertung der Erhebung „Modernisierung der Produktion“, in der die Verbreitung verschiedener Dienstleistungssysteme untersucht wurde, darauf hin, dass diejenigen Produkt-Service-Typen, die aus der ökologischen Perspektive die größten Potenziale aufweisen, nämlich die bedürfnis- und ergebnisorientierten Geschäftsmodelle, bislang im Verarbeitenden Gewerbe am wenigsten verbreitet sind, während die produktorientierten Geschäftsmodelle, die häufig nur mit marginalen ökologischen Verbesserungen assoziiert werden, bereits einen relativ hohen Verbreitungsgrad besitzen (Clausen et al. im Erscheinen).

Trotz aller Schwierigkeiten und Unschärfen der betrachteten Indikatoren, die bei den Interpretationen immer mitbedacht werden müssen, drängt sich daher folgende Schlussfolgerung auf: Die Entwicklung der Öko-Innovationen in Deutschland zeigt ein geteiltes Muster auf. Während sich in der Entwicklung im Energiebereich die Anforderungen, die aus der Energiewende folgen, widerspiegeln, wird die Entwicklung in den anderen Bereichen in keiner Weise den Anforderungen gerecht, wie sie an eine Transformation hin zu einer Green Economy zu stellen wären. Hier besteht eindeutiger Handlungsbedarf.

4.1.2 Kontextfaktoren, Governance und eingesetzte Maßnahmentypen

Das Vorliegen von Umweltzielen ist ein wesentliches Merkmal einer innovationsorientierten Umweltpolitik, werden hierdurch doch die Innovationsfunktionen „Orientierung“ sowie „Legitimierung“ unterstützt (vgl. Abschnitt 2.1). Die Aufstellung von Umweltzielen gehört in Deutschland inzwischen zu einer etablierten Form der Zieläußerung. Hierbei werden die Ziele auch vielfach in Politikstrategien eingebettet, um so einen strategisch mittelfristigen Rahmen festzulegen. Prominentestes Beispiel hierfür ist die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung. Darüber hinaus wurden in AP 1 des Vorhabens aber weitere Politikstrategien wie z. B. der Nationale Aktionsplan Energieeffizienz oder ProgRes als wichtige Einzelmaßnahmen erfasst.

Jänicke (2010) weist darauf hin, dass umweltpolitische Ziele zugleich anspruchsvoll und realistisch sein sollen. Sind sie nicht anspruchsvoll, kommt es zum Unterforderungssyndrom und die Innovationswirkung bleibt aus. Sind sie unrealistisch hoch, werden sie entweder sehr schnell nach unten korrigiert oder schlicht nicht beachtet. Im Gesamtset der umweltpolitischen Zielsetzung wird nun eine mangelnde Kohärenz in der Zielsetzung zwischen den einzelnen Umweltproblembereichen ausgemacht. Einerseits sind die ambitionierten Ziele der Energiewende allgemein anerkannt. Andererseits kritisiert der Sachverständigenrat für Umweltfragen (Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) 2011, 2012), dass die im Kontext der Nachhaltigkeitsstrategie genannten Ziele nicht durchgängig problemadäquat sind. Insbesondere werden mangelnde Stringenz und fehlende zeitliche Perspektive (z. B. bei Zielen hinsichtlich Stickstoffüberschüssen und bei der Luftreinhaltung) sowie das Festlegen von einigen Zielen als relatives Ziel bezogen auf die wirtschaftliche Entwicklung kritisiert, da hierdurch ein unangemessen positives Bild und damit eher eine Unterforderung signalisiert wird.

Weitere Governance-Aspekte im Kontext der Zielfestlegung wurden auf dem durchgeführten Fachgespräch und im Rahmen der Beiratssitzungen zum Vorhaben thematisiert. Hier wurde Nachholbedarf insbesondere beim Monitoring und den daraus folgenden Konsequenzen für die Nachsteuerung der Politik gesehen. Wenn dies unterbleibe, drohe ein Glaubwürdigkeitsdefizit bei den Umweltzielen, die damit ihre Orientierungsfunktion für die Innovatoren nicht mehr wahrnehmen können. Gleichzeitig wurde es in diesen Diskussionen als eine Schwäche angesehen, dass keine expliziten Ziele für Umweltinnovationen formuliert sind. Hierdurch würde die Orientierungswirkung der Zielbildung noch verstärkt, da explizit auf die Bedeutung von Innovationen abgehoben würde.

Eine derartige Zielbildung setzt ein Monitoring und dieses wiederum eine Indikatorik von Umweltinnovationen voraus. Europaweit gibt es mit dem Eco-Innovation Observatory Aktivitäten, in denen

Öko-Innovationen gemessen werden²¹. In Deutschland findet im Rahmen der Projekte zum Wirtschaftsfaktor Umweltschutz ebenfalls eine regelmäßige Erfassung von entsprechenden Indikatoren statt. Allerdings weist Walz (2016) darauf hin, dass im Zuge der Erweiterung von Öko-Innovationen in Richtung Transformation die Bedeutung dieser stark auf technologische Innovationen abzielenden Indikatoren abnimmt. Ein Indikatorenkonzept zur kontinuierlichen Erfassung von Unternehmensaktivitäten sowie institutioneller und sozialer Innovationen steht allerdings noch aus.

Der EcoAP der EU entstand im Kontext ökologischer und wirtschaftlicher Ziele. Innerhalb des oben angesprochenen Fachgesprächs wurde positiv vermerkt, dass die wirtschaftliche Dimension der Öko-Innovationen in Deutschland inzwischen weitgehend erkannt ist und einen breiten Stellenwert einnimmt. Allerdings wurde darauf hingewiesen, dass auch hier ein Spannungsfeld besteht. So wurde hinterfragt, ob die angestrebte Komplementarität der Ziele von Umweltpolitik mit sonstigen Politikzielen, wie zum Beispiel Wachstum, nicht einer zu defensiven Positionierung Vorschub leistet. Denn wenn das Vorliegen von Zielkomplementarität als Voraussetzung für die Vornahme von Umweltpolitik angesehen wird, verlieren ökologische Ziele, die dieser Norm nicht entsprechen, an Glaubwürdigkeit - ganz unabhängig davon, wie dringlich die ökologische Situation ihre Umsetzung macht. Damit würde aber auch ein wichtiger Wirkungsmechanismus für Innovationen entfallen. Ein weiteres Defizit in der Zieldiskussion wird darin gesehen, dass Aspekte der sozialen Dimension von Nachhaltigkeit bisher weitgehend ausgeklammert bleiben. Hier wird noch Weiterentwicklungsbedarf auf europäischer aber auch deutscher Ebene gesehen. Des Weiteren wird das Fehlen einer spezifischen Zielsetzung für Öko-Innovationen bemängelt. So finden sich auch in der Nachhaltigkeitsstrategie des Bundes zwar ökologische Zielsetzungen und auch eine Zielsetzung im Bereich der allgemeinen Innovationspolitik (Steigerung der F&E-Quote); es fehlt jedoch ein Ziel, das spezifisch auf Öko-Innovationen abzielt. Hier wird die Ausweitung des entsprechenden Indikatoren- und Zielkatalogs bei der Fortschreibung der Nachhaltigkeitsstrategie empfohlen (vgl. Walz 2016).

Damit Ziele und zugehörige Monitoring-Ergebnisse ihre Orientierungswirkung in voller Breite entfalten können, müssen sie entsprechend kommuniziert werden. Mit Aktivitäten wie der Kommunikation von Politikstrategien, die in engem Zusammenhang mit dazugehörigen Politikzielen stehen, finden bereits erhebliche Kommunikationsaktivitäten statt. Ähnliches gilt für die Kommunikation der Nachhaltigkeitsziele insgesamt. Mit dem Umweltwirtschaftsbericht hat die Bundesregierung in der Vergangenheit zugleich Aktivitäten begonnen, die auf eine Kommunikation der Zielbeziehungen zwischen umweltbezogenen und wirtschaftlichen Zielen abzielt. Allerdings erscheint eine Abstimmung der unterschiedlichen Kommunikationsaktivitäten gerade auch im Hinblick auf die Funktion, die ihr bei der Anregung und Orientierung von Innovationsaktivitäten zukommt, erforderlich.

Die Analyse der bestehenden deutschen Maßnahmen zum Eco-AP zeigt auf, dass unterschiedliche Ressorts bei der Erstellung der Maßnahmen federführend beteiligt sind. Darin spiegelt sich zugleich empirisch das von Jacob und Volkery (2007) beschriebene Prinzip der Umweltpolitikintegration wider. Mit einer derartigen Integration sind unweigerlich Fragen der Abstimmung und interministerielle Konflikte verbunden. So wurden für die Vergangenheit insbesondere Konflikte zwischen Umwelt- und Wirtschaftsministerium ausgemacht (Rave et al. 2013). Eine typische Reaktion auf die Abstimmungsproblematik sind Diskussionen über veränderte Ressortzuschnitte. Damit wird die Hoffnung verbunden, dass die Abstimmungsprozesse innerhalb eines Ressorts effizienter gelöst werden können als zwischen Ressorts. Allerdings wird es immer Schnittstellen und Erfordernisse der gegenseitigen Integration geben, die entsprechende Abstimmungsmechanismen erfordern, wie sie in Deutschland mit interministeriellen Arbeitsgruppen oder dem Staatssekretärsausschuss für nachhaltige Entwicklung etabliert wurden.

²¹ <http://www.eco-innovation.eu/>.

Gerade im Hinblick auf die Verknüpfung von Umweltpolitik mit Forschung und Innovation sind die Abstimmungen zwischen dem Umweltressort und dem BMBF von Bedeutung. So liegen viele der stärker angebotsorientierten, auf frühe Phasen des Innovationsprozesses abzielenden Maßnahmen im Kompetenzbereich des BMBF, während die nachfrageorientierten, die Diffusion betreffenden Maßnahmen stärker beim BMUB verankert sind. Folgende drei Aspekte können hier unterschieden werden:

- ▶ Bundesumwelt- und Bundesforschungsministerium haben im "Masterplan Umwelttechnologien" bereits 2008 die Initiative ergriffen, gemeinsam die Erschließung der umweltbezogenen Leitmärkte anzugehen. Im Koalitionsvertrag von 2013 wurde festgehalten, diese Integration weiter voran zu treiben.
- ▶ Mit der Hightech-Strategie verfolgt Deutschland explizit das Ziel einer umfassenden ressortübergreifenden Innovationsstrategie. Mit dem Grundsatz der missionsorientierten Innovationspolitik und der Integration von Energie und Nachhaltigkeit in die prioritären Zukunftsaufgaben sind hier wesentliche Ansatzpunkte für eine weitere Verknüpfung geschaffen. Allerdings scheinen die Potenziale einer Integration von Öko-Innovationen in die anderen Kernelemente der Hightech-Strategie noch nicht ausgeschöpft zu sein. Auf dem begleitenden Fachgespräch zum Vorhaben wurden diesbezüglich insbesondere Vernetzung und Transfer, innovationsfreundliche Rahmenbedingungen und Partizipation genannt.

Tabelle 2: Verteilung der Einzelmaßnahmen nach Instrument-/Maßnahmentyp

Instrument- / Maßnahmentyp	Anzahl
Vorschriften und Normen	58
Subventionen und andere ökonomische Instrumente darunter:	80
Öffentliche Beschaffung	7
Technologietransfer und Unterstützung bei Markteinführung	15
Unterstützung der privaten Nachfrage	4
Eigenkapitalhilfen/Unterstützung von Unternehmen	17
Unterstützung von F&E im öffentlichen Sektor und der Industrie	25
Steuerliche/preisliche Maßnahmen (davon Regelung von Ausnahmetatbeständen)	12 (4)
Suasorische („weiche“) Instrumente darunter:	42
Unterstützung unternehmerischer Innovationskompetenzen	9
Personalentwicklung an Universitäten und in Unternehmen	4
Unterstützung von Netzwerken und Partnerschaften, „Capacity Building“	15
Auszeichnungen	11
Übergeordnete Strategien	3

Die in Kapitel 3 dokumentierte Identifikation der wichtigsten Maßnahmen zur Förderung von Öko-Innovationen vermittelt auch ein Bild der eingesetzten Politikinstrumente. Es wurden 58 Einzelmaßnahmen identifiziert, die Vorschriften oder die Formulierung von Normen beinhalten. Subventionen und anderen ökonomischen Instrumenten können 80 Maßnahmen zugerechnet werden. Zu den „weichen“ Instrumenten zählen insgesamt 42 Einzelmaßnahmen (vgl. Tabelle 1).

In der Diskussion um eine effiziente Umwelt- und Innovationspolitik wird immer wieder auch der Instrumentenmix thematisiert. Aus umweltökonomischer Sicht wird breiten technologieunspezifischen Maßnahmen ein Vorteil zugesprochen, und eine Gefahr für die Öko-Innovationspolitik darin gesehen, sich in zu vielen technikspezifischen Einzelmaßnahmen zu verlieren. Wenn durch die vielen Maßnahmen dann Redundanzen entstehen, werden durch diese Überlappungen Zusatzkosten befürchtet (Rave et al. 2013). Andererseits wird konzediert, dass die Spezifika von Öko-Innovationen, die in einer hohen Abhängigkeit von politischen Eingriffen liegen, auch einen differenzierten Policy Mix erfordern, der durch das Vorliegen von Pfadabhängigkeiten noch verstärkt wird (vgl. Rave et al. 2013; Walz 2015). Für die erfolgreiche Förderung von Öko-Innovationen gibt es daher keine einheitliche Lösung. Im Gesamtbild ist es wichtig, einen Mix von politischen Maßnahmen zu wählen, der den jeweiligen Gegebenheiten Rechnung trägt.

Andererseits sollte der Hinweis auf die Notwendigkeit eines Policy Mix nicht davon abhalten, die Verteilung auf die einzelnen Maßnahmentypen zu hinterfragen. So wird aus umweltökonomischer Sicht insbesondere Maßnahmen, die eine Internalisierung der externen Kosten der Umweltverschmutzung durch Umweltabgaben oder Zertifikatelösungen herbeiführen, eine hohe Anreizwirkung für Öko-Innovationen zugesprochen (Michaelis 1996; Jaffe et al. 2002). Unter den in der Maßnahmendatenbank (vgl. Kapitel 3) erfassten preislichen Maßnahmen zur Förderung von Öko-Innovationen finden sich vor allem die Bepreisung von Wasserressourcen, verschiedene Parameter der Kfz-Steuer sowie die Ökosteuer. Bei der Ökosteuer zeigt sich, dass die Veränderungen in den letzten Jahren vor allem auf den stufenweisen Abbau von Vergünstigungen bzw. auf die Kopplung von Vergünstigungen mit zusätzlichen Anforderungen hinsichtlich des Einsatzes von Umwelt- bzw. Energiemanagementsystemen beschränkt waren. Entsprechend besteht bei der Abwasserabgabe eine seit Jahren intensiv geführte Diskussion, in der auf die Notwendigkeit einer Novellierung verwiesen wird (Gawel et al. 2011). Ein zentrales Grundproblem bei den Abgabensystemen besteht darin, dass eine Erhöhung der Steuersätze aus Gründen der politischen Ökonomie schwierig durchzusetzen ist. Gerade in Zeiten sinkender Ressourcenpreise wäre aber die Vermittlung gegenläufiger Signale umso wichtiger.

4.1.3 Bedeutung von Systemtransformationen

Die Strategien zur Erreichung der Umweltziele setzen zunehmend auf eine Transformation ganzer Sektoren. Damit es zu entsprechenden Transformationen kommt, sind folgende Bedingungen erforderlich:

- ▶ Geschützte Räume für die Entwicklung von Nischen, in denen Pioniere des Wandels neue Lösungen entwickeln können,
- ▶ Aufbrechen von Lock-ins, um Widerstände gegen das Wachstum der Nischen aufzubrechen,
- ▶ Herausbildung neuer Akteursstrukturen, und Zugang der neuen Akteure zur Politikformulierung, sowie
- ▶ Ergänzung technologischer um institutionelle und soziale Innovationen.

Da Nischen erst noch Innovationen weiter entwickeln müssen und zugleich noch nicht die Skaleneffekte wie die etablierte Lösungen realisieren konnten, benötigen sie einen geschützten Raum zur Weiterentwicklung (Smith und Raven 2012; Bauknecht et al.). Als erfolgreiches Beispiel für eine durch Politik unterstützte Entwicklung von Nischen kann das Stromeinspeisegesetz und das EEG angeführt werden. Durch die Segmentierung des Strommarktes mit Herausbildung eines geschützten Raums für mit erneuerbaren Energien erzeugten Strom wurde eine Entwicklung und in den darauffolgenden Phasen ein starkes Wachstum der Nischen ermöglicht. Gleichzeitig wurde dadurch auch die Etablierung neuer Akteursstrukturen befördert. In Verknüpfung mit dem methodischen Ansatz von Reallaboren werden in jüngster Zeit Ansätze zur Bildung von Nischen auch in der Förderpolitik verstärkt. Allerdings sind diese Ansätze bisher auf einige spezifische Förderinitiativen beschränkt. Von größerer Bedeutung ist

zudem, dass die Perspektive für die Überführung einer im Reallabor untersuchten Nische in einen Prozess des Nischenwachstums nicht Gegenstand der Förderung ist.

Die Herausbildung neuer Akteure kann dann besonders gut gelingen, wenn Grüne Unternehmensgründungen mit neuen Ideen in den Markt eintreten. Fichter et al. (2014) zeigen auf, dass grüne Gründungen mit einem Anteil von 14 % bereits ein wichtiges Segment am deutschen Gründungsgeschehen ausmachen. Allerdings wird im Bereich der Gründungsaktivitäten für Deutschland allgemein eine problematische Entwicklung konstatiert (EFI 2016, s. a. Abschnitt 5.2.2). Die Analysen von Fichter et al. (2014) deuten auch darauf hin, dass die Anforderungen grüner Gründungen im deutschen Gründungsunterstützungssystem noch kaum verankert sind. Auch die in der Maßnahmen Datenbank (vgl. Kapitel 3) erfassten Programme, mit denen grüne Gründungen gefördert werden, weisen keine spezifischen Förderlinien für grüne Gründungen auf.

Transformationen sind dadurch gekennzeichnet, dass sie nicht nur technische, sondern auch institutionelle und soziale Innovationen umfassen. In der Programmatik der Innovationspolitik findet sich eine steigende Bedeutung dieser zuletzt genannten Innovationstypen. Auch stehen sie im Fokus einzelner Fördermaßnahmen wie der Sozialökologischen Forschung des BMBF im Rahmen von FONA. Inwieweit sich dies in der Ausrichtung weiterer Fördermaßnahmen innerhalb von FONA und bei weiteren Programmen niederschlägt, bleibt abzuwarten. In einer vom SRU in Auftrag gegebenen Kurzstudie kommen Best et al. (2015) am Beispiel der Energieforschung zum Ergebnis, dass selbst in diesem Bereich – in dem die Transformationsdiskussion durch die Energiewende bereits weiter voran geschritten ist als in anderen Feldern - die nicht-technischen Dimensionen von Transformation noch nicht ausreichend beforscht werden. Auch bei den in Kapitel 3 dargestellten Maßnahmen spielen soziale Innovationen nur eine nachrangige Rolle. Am stärksten adressiert werden sie mit der Maßnahme „Förderung sozialer Innovationen“, die als Einzelmaßnahmen die Einrichtung der nationalen Kontaktstelle "Soziale Innovationen" sowie einen runden Tisch zu Finanzierungsmodellen beinhaltet.

Das Aufbrechen von Lock-ins erfordert auch eine Perspektive hinsichtlich des Zurückfahrens umweltschädlicher Regime. In diesem Kontext gewinnt der Begriff der „Exnovation“ an Bedeutung, unter dem man die Beendigung bestimmter (nicht nachhaltiger) Praktiken, Technologien oder Nutzungssysteme versteht. Besonders problematisch zu beurteilen ist ein Nebeneinander der Förderung von umweltfreundlichen und umweltschädlichen Aktivitäten. So beliefen sich nach Köder et al. (2014) die umweltschädlichen Subventionen in Deutschland – z. B. für den Braunkohlebergbau und den Flugverkehr – im Jahr 2010 auf über 52 Milliarden Euro, ohne dass ein systematischer Abbau erkennbar wäre. Mit der ökonomischen Theorie der Umweltpolitik kann dies dadurch erklärt werden, dass bestehende und etablierte Interessen bessere Organisations- und Durchsetzungsmöglichkeiten ihrer politischen Vorstellungen aufweisen als Newcomer oder die Vertreter breiter gesellschaftlicher Interessen. Im Hinblick auf erforderliche Transformationen muss also auch ein Lock-in von Politikmustern überwunden werden (Geels 2014; Hess 2014). Der Konflikt zwischen umweltschädlichem Regime und dem Wachstum umweltfreundlicher Nischen wird durch die Langlebigkeit der Investitionen, wie sie z. B. im Infrastrukturbereich vorliegen, und die daraus resultierenden langen Amortisationszeiten von einmal getätigten Investitionen noch intensiviert. Für die Politik liegt damit die Herausforderung darin, die Konflikte zwischen bestehenden und sich neu herausbildenden ökonomischen Interessen aufzugreifen. Einerseits ist es erforderlich, den Beteiligten ein klares Signal zu vermitteln, dass die Zukunft bei den umweltfreundlichen Lösungen liegt und eine Schrumpfung umweltschädlicher Aktivitäten unabdingbar ist. Andererseits sollten auch die Interessen der etablierten Akteure aufgenommen und ihre wirtschaftlichen Perspektiven ausgelotet werden, um damit überhaupt die Voraussetzungen für einen Transformationspfad zu schaffen, der breite Akzeptanz findet und politisch durchsetzbar ist. Damit wird deutlich, dass sich Transformationspolitik nicht nur mit dem Wachstum der Nische, sondern auch der Schrumpfung des Regimes aktiv beschäftigen muss. Bisher findet diese Diskussion am ehesten im Energiebereich statt. Allerdings zeigt das prominente Beispiel des Kohleausstiegs zugleich die Schwierigkeiten, die mit diesen Diskussionen verbunden sind.

Sowohl aus Sicht der gesellschaftlichen Akzeptanz als auch aus einer auf soziale Nachhaltigkeit gerichteten Bewertungsperspektive gewinnt die verteilungspolitische Implikation der Förderung von Öko-Innovationen an Bedeutung. Dies trifft vor allem dann zu, wenn es zu einem Nischenwachstum kommt, das zu erheblichen monetären Zusatzbelastungen gerade für die unteren Einkommensgruppen führt. Dies kann auftreten, wenn die durch Innovations- und Skaleneffekte erreichbaren spezifischen Kostenreduktionen nicht ausreichen, den Effekt steigender Politikkosten (z. B. Subventionsausgaben) zu kompensieren, die durch ein starkes Mengenwachstum der Nische verursacht werden. Zwar ließe sich argumentieren, dass aus Sicht einer rationalen Instrumentenwahl Verteilungsfragen mit den spezifischen verteilungspolitischen Politikinstrumenten angegangen werden sollten. In der Realität schlagen aber die verteilungspolitischen Implikationen auch auf die Akzeptanz des Wachstums von Nischen durch.

Die oben skizzierten Elemente einer Transformation stellen die strategische Politikgestaltung vor neue Herausforderungen. Der SRU (2016) spricht in diesem Zusammenhang von einem Steuerungsparadox, der das Auseinanderfallen von Steuerungsbedarf und Steuerungskapazität des Staates in der Transformationspolitik charakterisiert: Einerseits erfordert die Förderung der Transformation die Steuerung und Koordination zusätzlicher Tatbestände, andererseits sind die Ergebnisse der Politiken nicht vorhersehbar und einige der zu steuernden Entscheidungen entziehen sich einem direkten Zugriff. Aus den oben abgeleiteten inhaltlichen Aspekten sind folgende Herausforderungen für den Politikprozess ableitbar:

- ▶ Eine Transformationspolitik steht vor ähnlichen Herausforderungen wie die Industriepolitik allgemein: Mit Maßnahmen zur Förderung von Nischen übernimmt der Staat eine Auswahl von Gewinnern. Da das Nischenwachstum auch die Ko-Evolution von Technologien und sozialen und institutionellen Innovationen beinhaltet, sind die Erfolgsaussichten a priori ungewiss, und Fehler – ähnlich wie bei der Auswahl von Innovationsprojekten durch Unternehmen – unvermeidbar. Zentral für den Umgang mit derartigen Fehlern wird die Etablierung eines lernenden Politiksystems (Rodrik 2014). Es muss in der Lage sein zu beurteilen, wann eine Nische als Misserfolg eingestuft und die Förderung aufgegeben werden soll. Auch im Erfolgsfall, also wenn eine Nische prosperiert, muss jeweils darüber entschieden werden, ab wann eine Förderung zurückzufahren ist und die Nische stärker dem Wettbewerb ausgesetzt werden kann. Die aktuelle Diskussion um die Neugestaltung des EEG signalisiert die Konflikte, die hierbei auftreten.
- ▶ Eine weitere Herausforderung liegt darin, geschlossene und etablierte Politiknetzwerke aufzubrechen. Dies gilt nicht nur für die Maßnahmen zur Diffusion von Umwelttechnologien, sondern auch für die stärker im Bereich der Forschungspolitik liegenden Ansatzpunkte, die auf die früheren Innovationsphasen abzielen. Vom SRU (2016) werden diesbezüglich die Konflikte bei der Einbeziehung neuer Akteure in die Hightech-Strategie sowie in die Energieforschung thematisiert (vgl. hierzu auch Ober 2015; Best et al. 2015). Ähnlich wird von Aho et al. (2014) für die European Innovation Partnerships festgestellt, dass die Technologieplattformen sehr stark durch die traditionellen Akteure bestimmt werden und ein Fehlen von Newcomern zu beklagen ist.
- ▶ Die Gestaltung von transformationsunterstützenden Maßnahmen steht in besonderem Ausmaß unter den Vorzeichen der politischen Ökonomie, da ja gerade mit erheblichem Widerstand des Regimes gegen eine derartige Transformation gerechnet werden muss (vgl. Smink et al. 2015). Die Ausgestaltung der Politikmaßnahmen muss den bestehenden Durchsetzungsbedingungen daher jeweils Rechnung tragen. Strategisch muss auch die Veränderung der Durchsetzungsbedingungen als Wirkung der Politik antizipiert werden. Hierbei kann diese Wirkung im Sinne eines positiven Feedbacks die politische Unterstützung der Politiken verstärken oder sie im Sinne eines negativen Feedbacks abschwächen (vgl. Campbell 2012; Jordan und Matt 2014; Jacobs und Weaver 2015). Im Sinne einer Generierung positiver Feedbacks wäre es für

eine Transformationspolitik daher erforderlich, die Auswirkungen der Politik zur Stärkung von Nischen auf die politische Ökonomie zu antizipieren. Umgekehrt sollten negative Feedbacks vermieden werden, die die politische Unterstützung für die angelegte Transformationspolitik unterminieren. Ein Beispiel hierfür wären die oben angeführten Verteilungswirkungen. Inwieweit derartige Erwägungen bereits in den Politikprozess einfließen, ist von außen nicht zu beurteilen.

Alle diese Facetten der Politikgestaltung erfordern eine deutlich verbesserte Informationsgrundlage. Mit der Aufstellung von Maßnahmenplänen, in der die Politikoptionen systematisch miteinander verglichen werden, hat Deutschland hier Schritte in die richtige Richtung begonnen. In einigen Fällen wird auch im Entscheidungsprozess über die Einführung von Maßnahmen ein Impact Assessment über die nicht-ökologischen Implikationen durchgeführt. Mit den Arbeiten zum Wirtschaftsfaktor Umweltschutz wird zugleich die ökonomische Bedeutung der Öko-Innovationen thematisiert und eine Indikatorik für die Leistungsfähigkeit technologischer Öko-Innovationen aufgebaut. Andererseits ist aber gerade im Bereich der nicht-technologischen Öko-Innovationen noch erheblicher methodischer Weiterentwicklungsbedarf hin zu einer Transformationsindikatorik erforderlich (Walz 2016). Im Zuge einer Transformationspolitik wird es zudem wichtig, auch über die Anpassung und Beendigung von Maßnahmen kontinuierlich entscheiden zu müssen. Entsprechende lernende Politiksysteme erfordern daher ein kontinuierliches Monitoring und regelmäßige Evaluierungen der Maßnahmen, die als Basis für erforderliche Politikadjustierungen dienen können.

4.1.4 Stärken und Schwächen der deutschen Öko-Innovationspolitik

Die vorangegangenen Ausführungen haben in zentralen Parametern den Stand einer Öko-Innovationspolitik in Deutschland thematisiert. Die Verdichtung dieser Aspekte in ein Stärken- und Schwächen-Profil ist mit subjektiven Einschätzungen verbunden. Hier spielt auch der jeweilige Referenzmaßstab eine wichtige Rolle: So kann ein Sachverhalt als Stärke erscheinen, wenn Deutschland sich im internationalen Vergleich gut positioniert hat, alternativ aber auch als Schwäche interpretiert werden, wenn er im Hinblick auf ein noch nicht erreichtes erforderliches Ausmaß bewertet wird. Bei den nachfolgenden Einschätzungen wurden beide Referenzmaßstäbe nebeneinander eingesetzt. Sie beruhen zugleich auf den Diskussionen, die auf dem durchgeführten Fachgespräch und im Beirat diesbezüglich geführt wurden.

Zu den Stärken Deutschlands zählt ein ausdifferenziertes Set von Akteuren, die die Öko-Innovationen tragen. Dies betrifft einmal die handelnden Akteure in Wissenschaft und Wirtschaft. Zugleich ist aber auch Öko-Innovationspolitik im politischen System horizontal und vertikal ausdifferenziert, führt also im politischen System kein Nischendasein. Die Stärke Deutschlands bei den Öko-Innovationen kann auf eine langjährige Tradition zurückblicken. Dass sich Deutschland auf Umweltechnologien spezialisiert hat und hier überdurchschnittliche Außenhandelserfolge erzielt, stärkt zugleich die Legitimation der Öko-Innovationspolitik und signalisiert den Innovationsakteuren, dass es sich um ein erfolgversprechendes Zukunftsfeld handelt. Gerade im Kontext der Energiewende ist diese Kopplung von ökologischer und ökonomischer Zukunftsfähigkeit bereits ins öffentliche Bewusstsein gedrungen. Andererseits ist dieses Bild nicht frei von Schwächen. So ist eine hohe Dynamik bei F&E-Förderung und Output vor allem bei den mit der Energiewende verbundenen Techniken zu beobachten. Im Umkehrschluss heißt dies aber, dass es bei den anderen Umweltthemen keine Dynamik gibt, die dem Anspruch einer Transformation hin zu einer Green Economy entspricht.

Die oben angesprochene Problematik unterschiedlicher Referenzsysteme wird insbesondere bei der Beurteilung der Frage deutlich, ob die Beschäftigung mit Fragen ökologischer Transformationen als Stärke oder Schwäche Deutschlands einzustufen ist. Im Vergleich mit anderen Ländern hat Deutschland – getrieben auch durch die Energiewende – das Thema einer ökologischen Transformation stärker aufgegriffen als andere Länder. Ansätze im Forschungsbereich nehmen die Transformationsprob-

lematik auf, einschließlich Fragen zu neuen Konsumstrukturen und zu den Schwierigkeiten im Umgang mit Rebound-Effekten. Es bestehen zahlreiche Initiativen, die sich diesen Themen verschrieben haben. Andererseits kann als Schwäche konstatiert werden, dass gegenüber den Erfordernissen einer Transformation die geförderten Innovationsstrategien trotz dieser Ansätze noch immer zu sehr in technologischen Innovationspfaden verhaftet sind. Insofern ist die bisherige Integration institutioneller und sozialer Innovationen in die Innovationspolitik auch als Schwäche zu interpretieren.

Ebenfalls als Stärke und gleichzeitig als Schwäche sind die unterschiedlichen Aspekte der Zielbildung zu bewerten. Als Stärke zu werten ist, dass Deutschland in einer Reihe von Teilaspekten stringente ökologische Ziele formuliert und in Maßnahmenstrategien eingebracht hat. Andererseits wird die Kohärenz des vorliegenden ökologischen Zielsystems bemängelt. Ebenso wird eine ungenügende Berücksichtigung der sozialen Nachhaltigkeitsdimension im Zielsystem sowie ein Fehlen spezifischer Ziele für Öko-Innovationen bemängelt. Eine weitere Schwäche wird darin gesehen, dass es zwar zu Zielbildungen, aber nicht in ausreichendem Maße zu einem Monitoring der Zielerreichung und einer Adjustierung des Maßnahmeneinsatzes kommt.

Im Bereich der Instrumentenwahl ist es als eine Schwäche Deutschlands zu werten, dass die gerade auch mit den Begründungen der Kosteneffizienz und Innovationswirkungen eingeführten Umweltabgaben nicht entsprechend weiterentwickelt wurden. Besonders augenfällig wird diese Schwäche auch dadurch, dass eine Persistenz umweltschädlicher Subventionen auszumachen ist. Weitere Schwächen hängen inhaltlich mit den Anforderungen an ökologische Transformationen zusammen. So erfordern radikalere Neuerungen oftmals auch neue Akteursstrukturen. Die – auch für andere Bereiche festzustellende – Gründungsschwäche in Deutschland wirkt hier restringierend. Speziell für die Politikmaßnahmen ist dabei festzuhalten, dass eine Ausdifferenzierung der Gründungsförderung hin auf grüne Gründungen bisher aussteht. Gleichzeitig wird bei Transformationen zunehmend die Notwendigkeit gesehen, neben dem Wachstum der Nischen auch einen Abbau von umweltschädlichen Technologien und Strukturen planvoll in die Wege zu leiten. Bisher hat sich die Öko-Innovationspolitik diesem Thema der Exnovation aber noch nicht genügend geöffnet.

Für die Zukunft eröffnen sich aber auch erhebliche Chancen für eine Öko-Innovationspolitik. So ist mit einem steigenden Volumen auf den Weltmärkten zu rechnen. Deutschland verfügt über Spezialisierungsvorteile im Außenhandel mit Umweltechnologien (Gehrke und Schasse 2015). Somit bietet sich für Deutschland hier die Perspektive, nicht nur Vorreiter bei einzelnen Technologien, sondern auch bei der Transformation von Sektoren zu sein und damit seine starke Stellung im internationalen Wettbewerb auszubauen. Voraussetzung hierfür aber ist, dass Deutschland die eigene Position bei der Etablierung von produktbegleitenden Dienstleistungssystemen weiter steigert. Auch hat sich die Innovationspolitik insgesamt den Fragen globaler Herausforderungen zu öffnen. International bietet sich hier für Deutschland die Chance, durch die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten entlang der Wertschöpfungskette eine Vorreiterrolle einzunehmen. National bieten die weiteren Säulen der Hightech-Strategie einen Ansatzpunkt, eine breite Verankerung der Öko-Innovationen in der Innovationspolitik vorzunehmen. Gerade in den Bereichen Aus- und Weiterbildung, grüne Gründungen und Partizipation von Bürgern im Forschungsbereich werden hier große Potenziale gesehen. Schließlich bietet es sich an, eine Verkettung von Öko-Innovationen mit Innovationsschüben in anderen Bereichen vorzunehmen. Insbesondere das Themenfeld Digitalisierung und Umweltschutz bietet hier auch erhebliche Potenziale für den Umweltschutz.

Für die Wahrnehmung der Chancen ist es allerdings erforderlich, eine Reihe von Herausforderungen zu meistern. Auf den Weltmärkten treten neue Konkurrenten auf. Gleichzeitig ist absehbar, dass die Nachfragesteigerungen auch immer mehr in Ländern des Südens zum Tragen kommen. Damit verstärken sich aber die Anforderungen an eine Adaption der Lösungen an die Einsatzbedingungen in diesen Regionen. Dies könnte damit einhergehen, dass die Fähigkeit der Anbieter, solche Adaptionen vorzunehmen, zunehmend zu einem strategischen Wettbewerbsfaktor wird. Erste empirische Hinweise

deuten darauf hin, dass gerade China bei Öko-Innovationen eine Wettbewerbsstrategie verfolgt, die neben punktueller Konkurrenz auf den Märkten des Nordens eine Vorreiterrolle für die sich neu entwickelnden Märkte des Südens vorsieht (Walz et al. 2017b). Des Weiteren wird die Ausdifferenzierung globaler Wertschöpfungsketten dafür sorgen, dass die Gestaltung von Wertschöpfungsketten auch international sehr strategisch angegangen werden muss. Gerade die neuen Player verfolgen eine Strategie, Erfolge auf den Weltmärkten über einen Einstieg bei den Teilen der Wertschöpfungsketten zu erreichen, die durch geringere Wertschöpfungstiefe und geringere Innovationskomplexität gekennzeichnet sind (vgl. Zhang und Gallagher 2016). Umgekehrt sind sehr wertschöpfungsintensive und durch implizites Wissen (tacit knowledge) gekennzeichnete Teile der Wertschöpfungskette eine Domäne der etablierten Anbieter. Damit stellen sich aber zunehmend auch strategische Fragen, wie durch komplementäre internationale Partner die deutschen Anbieter die gesamte Wertschöpfungskette im Verbund abdecken können. Festzuhalten bleibt, dass Deutschland diese internationale Dimension bei der Ausrichtung der eigenen Förderpolitik nicht aus dem Auge verlieren sollte.

Tabelle 3: Ergebnis der SWOT-Analyse zur Öko-Innovationspolitik in Deutschland

Stärken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> • Etabliertes Politikfeld mit ausdifferenziertem Set von Akteuren in Forschung, Wirtschaft und Politik • Spezialisierung Deutschlands auf Öko-Innovationen bei Patenten und im Außenhandel • Etablierte ökologische Ziele in Teilbereichen • Energiewende treibt Input und Output des Energieforschungssystems • Beginnende Thematisierung von Transformation und Konsumstrukturen, unterstützt durch vielfältige Initiativen der Zivilgesellschaft 	<ul style="list-style-type: none"> • Stark expandierender Weltmarkt • Vorreiter nicht nur bei technischen Öko-Innovationen, sondern auch bei Transformationen und der Integration von Nachhaltigkeit entlang der Wertschöpfungskette • Ausgestaltung der Hightech-Strategie für Integration von Öko-Innovationen in die allgemeine Innovationspolitik nutzen • Chancen der Innovationsschübe in anderen Bereichen (z. B. Industrie 4.0) für Weiterentwicklung von Öko-Innovationen nutzen
Schwächen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Persistenz umweltschädlicher Subventionen, keine Weiterentwicklung bei technikunabhängigen preislichen Instrumenten • Keine einer Transformation entsprechende Dynamik von F&E außerhalb von Energiethemem • Integration institutioneller und sozialer Innovationen in Öko-Innovationspolitik • Exnovation zu wenig thematisiert • Unterstützung von „grünen“ Gründungen • Kohärenz des Zielsystems: ungenügendes Monitoring und Nachjustieren bei Teilzielen und Fehlen spezifischer Ziele für Öko-Innovationen 	<ul style="list-style-type: none"> • Auftreten neuer Konkurrenten auf den Weltmärkten erfordert neue Partnerschaften entlang globalisierter Wertschöpfungsketten • Anpassung der eigenen technologischen Ansätze an die Bedingungen in Entwicklungsländern • Soziale Dimension von Nachhaltigkeit und Verteilungsfragen berücksichtigen • Aufbrechen etablierter Politiknetzwerke und Integration von Nutzern und NGO in Innovationsprozesse • ZIMEK-Infrastruktur für lernende Politiksysteme (Ziele, Indikatorik, Monitoring, Evaluierung und Kommunikation)

Eine verbesserte Integration von institutionellen und sozialen Innovationen stellt die Öko-Innovationspolitik ebenfalls vor neue Herausforderungen. Zwar sind viele Einzelinitiativen entstanden. Dennoch bleibt die Vorhersagbarkeit und Steuerung gerade sozialer Innovationen notwendigerweise unbestimmt. Die Innovationspolitik muss sich in diesen Bereichen viel stärker auf die Bereitstellung entsprechender „geschützter“ Räume konzentrieren. Auch wenn diese Nischen anfangs sehr klein sind

und nur eine begrenzte Umweltentlastung bewirken, können sie jedoch eine hohe Relevanz entfalten, da sie Lerneffekte ermöglichen und als Leuchtturm für Nachahmer dienen. Allerdings stellt die Bereitstellung von „geschützten“ Räumen die Konzeption der Forschungspolitik vor neue Herausforderungen. Entsprechend wird die Balance zwischen Stabilität von Rahmenbedingungen, starken Nachfragesignalen und Begrenzung von Verteilungswirkungen zur Herausforderung. Die Integration von Nutzern und NGO in den Forschungsprozess ist nicht nur für die bereits daran beteiligten Akteure eine Herausforderung. Ihre Integration in die Politiknetzwerke, die zugleich eine Verfügbarkeit entsprechender Ressourcen und Kompetenzen erfordert, wirft auch neue Fragen der Governance auf. Strategisch wird die ex-ante Abschätzung von Policy-Feedbacks und ein entsprechendes Design der Instrumente zu einer wichtigen Aufgabe. All dies wird es erforderlich machen, ein verbessertes strategisches Informationssystem für die Politikgestaltung zu etablieren, das Ziele, Indikatorik, Monitoring, Evaluierung und Kommunikation (ZIMEK) bündelt.

4.2 Stärken und Schwächen auf der Ebene der einzelnen Leitmärkte

4.2.1 Methodische Vorbemerkung

Für die Einschätzung des Potenzials Deutschlands, die Position eines Leitanbieters bei den einzelnen grünen Leitmärkten einzunehmen, ist es erforderlich, die in Abschnitt 2.3. aufgeführten fünf Bestimmungsfaktoren der Wettbewerbsfähigkeit jeweils zu beurteilen. Eine belastbare Beurteilung des Potenzials für eine Leitanbieterstellung erfordert eine Vielzahl von Einschätzungen. Neben qualitativen Einschätzungen werden dabei auch folgende quantitative Innovationsindikatoren herangezogen:

- ▶ Bei der technologischen Leistungsfähigkeit werden die Patentanteile Deutschlands und der wichtigsten Wettbewerber sowie ihre Entwicklung im Zeitablauf betrachtet. Zudem wird der Relative Patentanteil (RPA) Deutschlands im betrachteten Leitmarkt gebildet.²² Er gibt an, ob sich Deutschland auf die Technologien des Leitmarkts spezialisiert.
- ▶ Bei der Bewertung des Marktkontextes auf der Angebotsseite wurden die Außenhandelszahlen bei den Technologien des Leitmarktes betrachtet. Ein hoher Exportanteil zeigt an, dass die Produkte der deutschen Hersteller über Markterfahrungen im Ausland verfügen, und die deutschen Produkte dort bekannt und geschätzt werden. Entsprechend liegt ein hoher Transfervorteil vor. Zusätzlich wurden auch noch der Relative Welthandelsanteil (Relative Export Advantage, RXA) und der Revealed Comparative Advantage (RCA) zur Beurteilung herangezogen.²³ Diese Kennzahlen geben an, ob sich Deutschland im Außenhandel auf die entsprechenden Technologien spezialisiert. Zur Beurteilung des Exportvorteils wurde berechnet, wie hoch der Anteil der sechs größten Zielländer an den Gesamtexporten Deutschlands ist. Wenn dieser Wert niedrig ist, signalisiert dies, dass die deutschen Exporte in viele Länder gehen, und entsprechend viele ausländische Nachfragebedingungen im deutschen Produktportfolio berücksichtigt werden. Dies ist ein Indiz dafür, dass ein hoher Exportvorteil vorliegt. Der sich für den betrachteten Technologiebereich ergebende deutsche Wert wurde jeweils mit dem Wert für

²² Der RPA wird gebildet, indem der Patentanteil des betrachteten Landes beim betrachteten Kompetenzfeld in Relation zu den Patentanteilen des Landes bei allen Feldern gesetzt wird. Für jedes Land i und jedes Kompetenzfeld j wird der RPA nach folgender Formel berechnet:

$$RPA_{ij} = 100 * \tanh \ln \left[\left(\frac{p_{ij}}{\sum_i p_{ij}} \right) / \left(\frac{\sum_j p_{ij}}{\sum_{ij} p_{ij}} \right) \right].$$

Werte zwischen -100 und 0 zeigen eine unterdurchschnittliche, Werte zwischen 0 und +100 eine überdurchschnittliche Spezialisierung an.

²³ Der RXA wird entsprechend dem RPA gebildet, indem die Anzahl der Patente p durch die Exporte x ersetzt wird. Der RCA bezieht sich auf das Verhältnis von Export- und Importanteilen. Werte zwischen -100 und 0 zeigen eine unterdurchschnittliche, Werte zwischen 0 und +100 eine überdurchschnittliche Spezialisierung an.

die wichtigsten Wettbewerber sowie mit dem deutschen Durchschnittswert bei allen Exporten verglichen, der bei 44 % liegt.

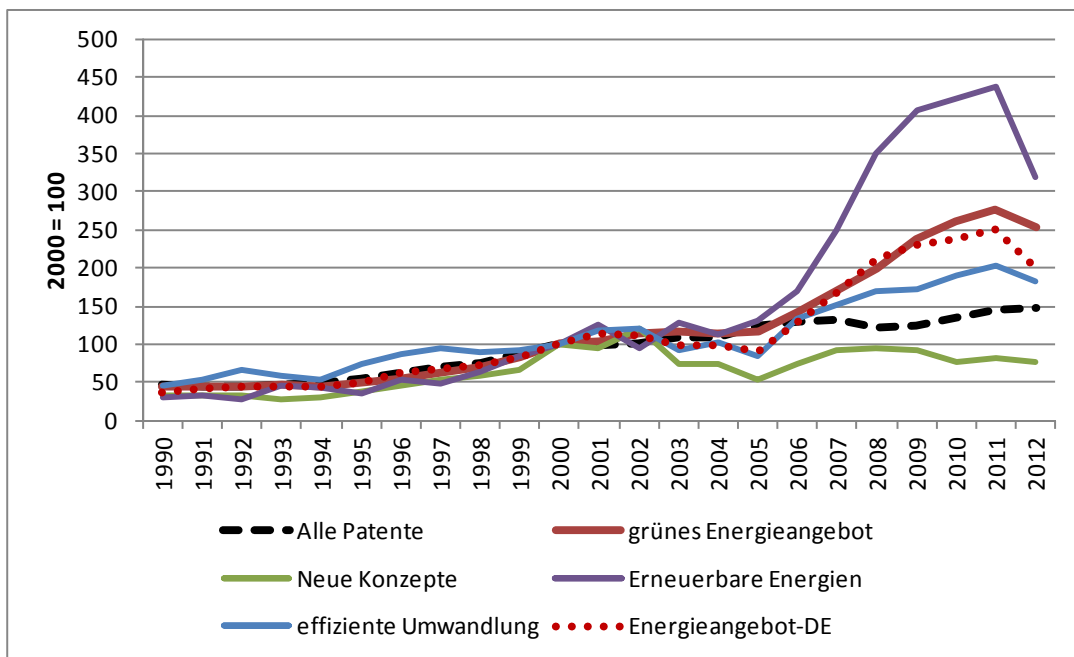
Im Hinblick auf die Gesamtbewertung wurden die einzelnen Einschätzungen für jeden der fünf Faktoren zu einem numerischen Gesamtwert zwischen 1 (weniger gute Bedingungen) und 3 (sehr gute Bedingungen) verdichtet. Diese bilden die Basis für ein Spinnendiagramm, das das Gesamtergebnis der Beurteilung visualisiert.

4.2.2 Grünes Energieangebot

Der Leitmarkt Grünes Energieangebot besteht aus unterschiedlichen Segmenten, die alle auf eine erhöhte Nachhaltigkeit ausgerichtet werden müssen: Eine nachhaltige Energieerzeugung muss sich längerfristig verstärkt auf erneuerbare Energien stützen. Entsprechend sind Photovoltaik, Solarthermie (inkl. solarthermische Stromerzeugung und solare Warmwasserbereitstellung), Windkraft, Wasserkraft (inkl. Wellen- und Gezeitenkraft), Geothermie, Biomasse/Biogas, wichtige Technologielinien, die zu diesem Teilsegment gehören. Effiziente und emissionsarme Kraftwerks- und Umwandlungstechnologien spielen im Übergang vom derzeitigen Energiesystem zu einer nachhaltigen Energieerzeugung eine wichtige Rolle. Insbesondere effiziente Umwandlungstechnologien auf Gasbasis wie BHKW sind hier eine wichtige Option. Als drittes Segment sind die Elemente einer „neuen Energiewirtschaft“ anzuführen, die auf Energiespeicherung, neue Energietransport- und Verteilkonzepte (z. B. Supraleitung, smart grids) sowie neue Umwandlungstechnologien (z. B. wasserstoffbasierte Brennstoffzellen) setzen, und die im Folgenden als „Neue Konzepte“ bezeichnet werden.

Neben diesen technischen Innovationen sind neue Geschäftsmodelle und Dienstleistungen von Bedeutung, die den Fokus der traditionellen Elektrizitätswirtschaft erweitern. Gleichzeitig kommt es zur Herausbildung neuer Akteursgruppen gerade auch auf kommunaler Ebene und bei der Erschließung neuer Formen der Finanzierung der Energiewende (z. B. Bürgerfonds).

Abbildung 18: Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Grünes Energieangebot“



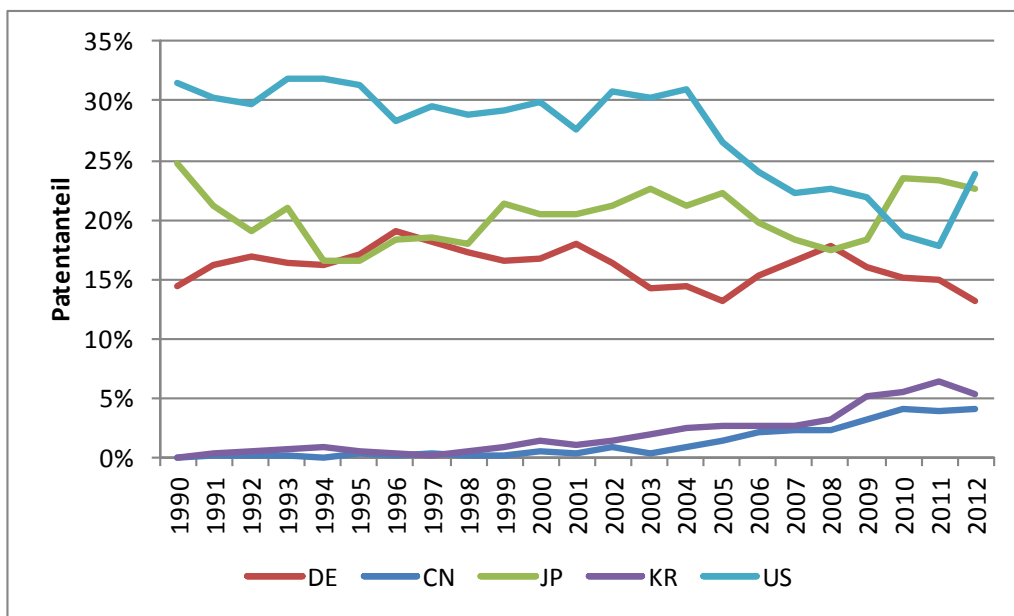
Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Abbildung 18 zeigt auf, dass die weltweite Patentdynamik beim grünen Energieangebot seit 2005 deutlich über der allgemeinen Patentdynamik liegt. Dies gilt insbesondere für die erneuerbaren Ener-

gien, die zu einem besonders schnell wachsenden Teilsegment bei den Patentanmeldungen zählen. Demgegenüber ist die Dynamik bei den effizienten Energieumwandlungsanlagen deutlich weniger ausgeprägt, liegt aber noch immer über dem Durchschnitt bei allen Patenten. Hingegen stagnieren die Anmeldungen bei den neuen Konzepten und liegen unterhalb dem im Jahr 2000 erreichten Niveau.

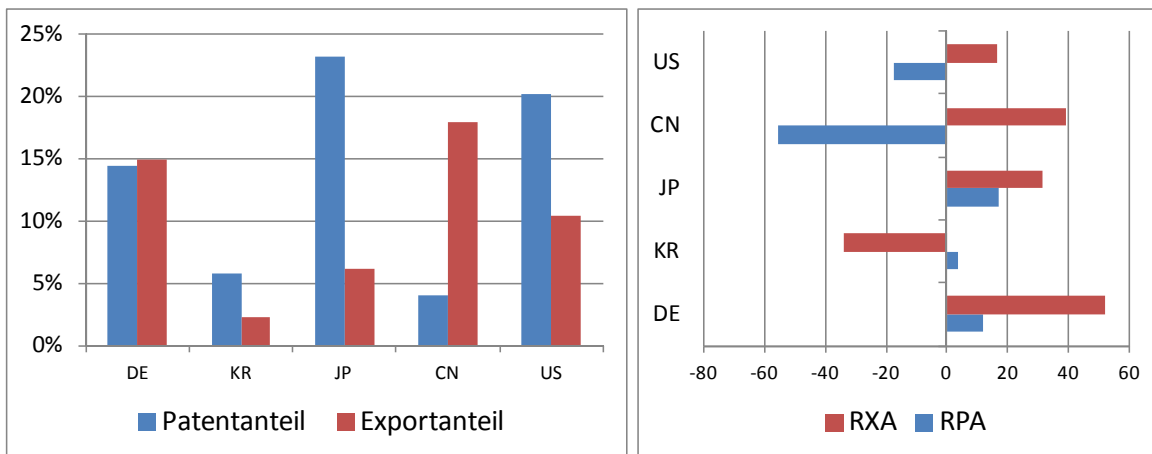
In Abschnitt 2.3 wurde die Bedeutung der *technologischen Leistungsfähigkeit* für die Beurteilung der Stärken und Schwächen eines Leitmarktes hervorgehoben. Mit einem Patentanteil von 14,4 % im Durchschnitt der Jahre 2010 bis 2012 schneidet Deutschland hier gut ab und belegt hinter den USA und Japan Rang drei (vgl. Abbildung 19). Auch wenn es in den letzten Jahren zu einem leichten Rückgang im deutschen Patentanteil kam, bewegt er sich im langjährigen Vergleich doch auf einem stabilen Niveau. Insbesondere die USA haben im langjährigen Vergleich Anteile verloren. Auch aus der positiven Patentspezialisierung bei den Technologien des grünen Energieangebots (RPA von 11) wird die Bedeutung dieses Leitmarkts im deutschen Technologieportfolio deutlich (vgl. Abbildung 20). Dabei weisen insbesondere die erneuerbaren Energien eine positive Patentspezialisierung auf, während diese bei den effizienten fossilen Umwandlungstechnologien und den „neuen Konzepten“ nur durchschnittlich ausfällt. Insgesamt wird die technologische Leistungsfähigkeit des Bedarfsfelds als etwas besser als gut bewertet (Wert: 2,1). Die technologische Leistungsfähigkeit ist eng mit Maßnahmen verzahnt, die die Generierung und den Austausch von neuem Wissen fördern. Unter den im Kontext von Kap. 3 recherchierten Maßnahmen (vgl. Anhang 3 und 4) sind hier insbesondere die im Aktionsfeld 2 „Demonstrationsprojekte und Partnerschaften für Öko-Innovationen“ aufgeführten wie das Energieforschungsprogramm der Bundesregierung relevant. Die Leistungsplansystematik des Bundes zeigt an, dass die staatlichen Forschungsausgaben für erneuerbare Energien seit 2007 deutlich angestiegen sind. Dies wird auch aus den Auswertungen der UFORDAT deutlich (vgl. Gehrke et al. 2015). Gleichzeitig zeigen aber Analysen auf, dass auch ganz erhebliche Rückkopplungseffekte von den Maßnahmen zur Diffusion der Technologien auf die Generierung neuen Wissens bestehen (vgl. Schleich et al. 2016). Damit haben auch die im Kontext von Kap. 3 recherchierten Maßnahmen wie das EEG, die Förderung von Energiespeichern oder das Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie zur Steigerung der technologischen Leistungsfähigkeit beigetragen.

Abbildung 19: Entwicklung der Patentanteile für ausgewählte Länder im Leitmarkt „Grünes Energieangebot“



Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Abbildung 20: Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Grünes Energieangebot“



Quelle: PATSTAT, UN-COMTRADE, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Die *nachfragebezogenen Marktkontextfaktoren* müssen auf qualitativer Basis beurteilt werden. Für die Beurteilung zentral ist die für Deutschland beschlossene Energiewende. Sie hat zu einem kontinuierlichen Ausbau und einer breiten Diffusion gerade bei den erneuerbaren Energien geführt. Mit deren zunehmenden Anteilen an der Stromerzeugung werden zudem die Neustrukturierung der Netze sowie die „neuen Konzepte“ zu einem künftigen Investitionsfeld. Es ist absehbar, dass dies zu erheblichen Investitionen in Technologien des grünen Energieangebots führen wird, was zu Skaleneffekten und damit Preisvorteilen führt. Andererseits ist zu bedenken, dass durch die Neuformulierung der Politiken zur Steigerung des Einsatzes erneuerbarer Energien und insbesondere von der eingeführten Deckelung des Zubaus die Dynamik der Nachfragesteigerung gedämpft wird. Hinsichtlich der Nachfragevorteile ist außerdem zu thematisieren, dass gerade auch innerhalb der fossilen Energietechnologien die Verschiebungen von Kohle zu Gas ins Stocken geraten sind. Insofern kann Deutschland auch bezüglich der Nachfragevorteile zwar eine sehr gute Ausgangsposition zugesprochen werden, die insgesamt aber etwas unterhalb der besten Beurteilung bleibt (Wert: 2,75).

Für die Beurteilung der *angebotsseitigen Marktkontextfaktoren* können unterschiedliche Außenhandelskenngrößen betrachtet werden. Bei den betrachteten Technologiefeldern kommt Deutschland im Durchschnitt der Jahre 2011 bis 2013 auf einen Anteil an den Exporten von knapp 15 % und liegt damit deutlich hinter China, aber noch vor den USA auf Rang 2. Der Bekanntheitsgrad deutscher Technologien, der sich im Transfervorteil niederschlägt, und die Marktkennntnis der deutschen Hersteller sind also sehr gut ausgeprägt. In diesem Kontext ist auch auf das Wirken der Exportförderinitiative „Erneuerbare Energien“ hinzuweisen, die ja zu den in AP 1 des Vorhabens erfassten Maßnahmen gehört. Die starke Spezialisierung von Deutschland auf die betrachteten Technologien drückt sich in einem RXA von 40 und einem RCA von 43 aus. Bezüglich des Exportvorteils weisen die aus den Statistiken ableitbaren Hinweise darauf hin, dass etwa 37 % der Exporte an grünen Energieangebotstechnologien in die sechs größten Zielländer gehen. Dieser Wert liegt unter dem Durchschnitt aller Industriegüterexporte Deutschlands. Die breite Verteilung auf die unterschiedlichen Zielländer, die als Indikator für eine breite Erfassung der vielfältigen Präferenzen des Auslandsmarktes herangezogen wird, ist für das Bedarfswelt daher überdurchschnittlich gut ausgeprägt. Die Gesamtbewertung der angebotsbezogenen Marktkontextfaktoren führt damit zu einem etwas unter sehr gut liegendem Gesamtergebnis (Wert: 2,75).

Die Beurteilung der *System- und Akteursstruktur* greift auf qualitative Einschätzungen zurück. Deutschland beheimatet Global Player wie Siemens mit einer breiten Produktpalette bei den betrachteten Technologien, aber auch auf einzelne Technologielinien spezialisierte Unternehmen wie Enercon.

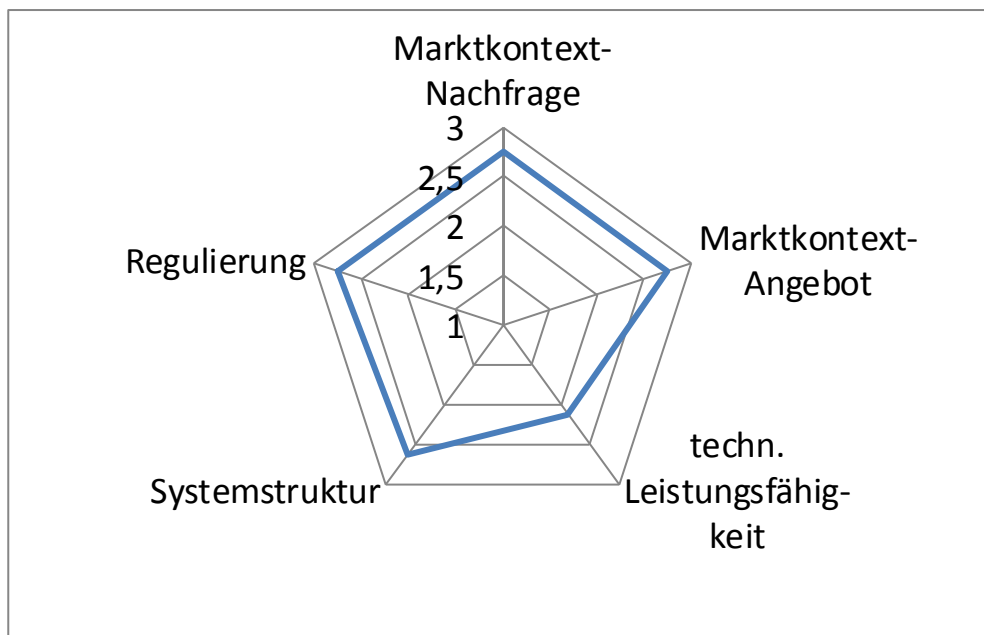
Gleichzeitig ist der Anlagenbau anzuführen. In etwa 45 % der deutschen Patente zu grünen Energieangebotstechnologien werden von den zehn größten Antragstellern angemeldet. Damit ist die Akteursstruktur durch eine Mindestzahl von schlagkräftigen Anbietern gekennzeichnet. Auf der Angebotsseite sind neben produzierenden Unternehmen auch Dienstleister breit vertreten, die zum Beispiel in der Projektentwicklung oder dem Anlagenbetrieb tätig sind und damit für die Diffusion eine wichtige Rolle spielen (BMU 2009). Dienstleistungsunternehmen sind aber auch wichtige Player bei der Entwicklung neuer technischer Lösungen. Dies zeigt sich in einem relativ hohen Anteil von Unternehmen aus dem Dienstleistungssektor (21 %) unter den deutschen Patentanmeldern im Bereich erneuerbarer Energien (Clausen et al. im Erscheinen). Auf der Nachfrageseite sind die Schwierigkeiten der großen EVU bei der Umstrukturierung ihrer Geschäftsprozesse, aber auch die Herausbildung neuer Akteure zu verzeichnen. Bezüglich der Wettbewerbsfähigkeit komplementärer Sektoren ist die überdurchschnittliche Spezialisierung im Maschinenbau positiv zu vermerken (RCA von 35), während die Elektrotechnik hier durchschnittlich zu beurteilen ist. Insgesamt wird dem grünen Energieangebot für die Gesamtbewertung der Akteurs- und Systemstruktur eine gute bis sehr gute Ausgangsposition (Wert: 2,6) zugesprochen.

Die *Regulierungsfaktoren* beruhen weitgehend auf qualitativen Einschätzungen. Für eine sehr gute Ausgangsposition in Deutschland spricht der gerade auch international viel Beachtung findende Einsatz neuer Instrumente. Das System von Einspeisevergütungen im Bereich erneuerbarer Energietechnologien ist selbst zu einem "Exportschlager" geworden. Des Weiteren ist das hohe Aktivitätsniveau Deutschlands bei der Suche nach neuen Formen des Strommarktdesigns anzuführen, das mit zunehmender Bedeutung der fluktuierenden Anteile erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung an Bedeutung gewinnt. Mit der Energiewende sind zugleich ambitionierte Ziele verbunden, die zur Orientierung der Akteure des Innovationssystems dienen. Allerdings werden auch kritische Stimmen laut, die auf die Deckelung des Ausbaus erneuerbarer Energien und die bestehenden Konflikte hinsichtlich des Kohleausstiegs verweisen. Positiv anzumerken ist der breite politische Konsens hinsichtlich der Zielvorstellungen, so dass die Gesamtbewertung der Regulierungsfaktoren zu einem nahe bei sehr gut liegendem Gesamturteil führt (Wert: 2,8).

Einen Überblick über die Einschätzung der Leitanbieterfähigkeit Deutschlands zeigt Abbildung 21 auf. Hinsichtlich der einzelnen Faktoren zeigt Deutschland – vielleicht mit Ausnahme der technologischen Leistungsfähigkeit – ein weitgehend ausgewogenes, positives Bild. Innerhalb der Teilsegmente besteht ein besonders positives Bild bei den erneuerbaren Energien. Das Beispiel der PV-Branche verdeutlicht zugleich, dass jedoch auch in diesem Teilsegment jeweils Abweichungen nach oben oder unten bestehen. Im Unterschied zu einer detaillierten Analyse, die auf der Ebene von einzelnen Technologielinien innerhalb der Bedarfsfelder erfolgt, kann die Betrachtung hier nur Orientierungswerte über die Wahrscheinlichkeit geben, dass sich innerhalb des Leitmarktes für einzelne Technologielinien günstige Kombinationen ergeben.

Die vorausgegangenen Ausführungen zeigen die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt grünes Energieangebot auf. Systematisiert man die treibenden Faktoren in einem Stärken-Schwächen-Profil, ergibt sich folgendes Bild. Zu den Stärken Deutschlands gehört eine sehr gute Wissensbasis in der Breite der Technologiefelder und eine in Produktion und Dienstleistungen breit gestreute Anbieterstruktur, die durch Erfolge in inländischen und ausländischen Märkten gekennzeichnet ist. Im Hinblick auf die künftige Entwicklung ist Deutschland mit der Energiewende als einem konsensualen Ziel zu einem internationalen Vorreiter geworden. Die Energiewende vermittelt allen beteiligten Akteuren des Innovationssystems die Orientierung für die weiteren erforderlichen Innovationsschübe. Dies wird unterstützt durch die hohe Sichtbarkeit, die gerade erneuerbare Energien bereits in der Öffentlichkeit erhalten haben. Dies hat zur Herausbildung neuer Akteure und neuer Formen bürgerschaftlichen Engagements geführt und in der Etablierung schlagkräftiger Organisationen, die die Interessen der jeweiligen Unternehmen vertreten, seinen Niederschlag gefunden.

Abbildung 21: Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Grünes Energieangebot“



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Dennoch sind auch Schwächen zu konstatieren. So deuten die Indikatoren darauf hin, dass Deutschland im Bereich der „neuen Konzepte“ noch nicht die technologische Leistungsfähigkeit wie bei den erneuerbaren Energietechnologien aufweist. Hier besteht noch Nachholbedarf. Weitere Schwächen beruhen trotz der erzielten Kostenreduktionen noch immer bei den Kosten einzelner Technologien, die in der Vergangenheit zu einem erheblichen Anstieg der Differenzkosten geführt haben und die Verteilungswirkungen der Energiewende zum Thema werden ließen. Auch hat der Optimismus bezüglich der Wettbewerbsfähigkeit bei Energiewendetechnologien durch die chinesischen Erfolge bei den PV-Modulen einen Dämpfer erhalten. Zunehmend gewinnt die Erkenntnis Raum, dass technologiestarke Schwellenländer in einzelnen Segmenten der Wertschöpfungskette neue Konkurrenten auf den Weltmärkten darstellen. Schließlich sind Schwierigkeiten bei der Umsetzung der Energiewende z. B. im Hinblick auf die räumliche Planung von Übertragungsleitungen zu verzeichnen, die eine Herausforderung für die Einhaltung der Zeitpläne bedeuten.

Andererseits bestehen erhebliche Chancen: Der Weltmarkt für grüne Energietechnologien expandiert weiterhin enorm. Dies liegt nicht nur an den im Paris-Agreement getroffenen Vereinbarungen. Zunehmend wird – unabhängig von internationalen Vereinbarungen – auch in Schwellen- und Entwicklungsländern eine Abkehr von der traditionellen Entwicklung des Energiesystems entlang fossiler Erzeugungskapazitäten hin zu einer frühzeitigen Gestaltung auf Basis erneuerbarer Energien thematisiert. Durch die Integration von Zielvorstellungen bei einzelnen Technologien hin zu einer systemischen Energiewende wird Deutschland auch zu einem Vorreiter bei der Transformation von Energiesystemen. Damit werden die technologischen Stärken ergänzt um Vorreitervorteile in der Ausrichtung von Maßnahmen auf die Ausgestaltung der institutionellen Rahmenbedingungen, die für eine Transformation erforderlich sind. Dabei sollten auch die Chancen genutzt werden, die aus einer Übertragung gerade dieser institutionellen Erfahrungen auf andere Länder folgen. Die im Kontext exportfördernder Aktivitäten agierenden Organisationen sollten daher neben dem klassischen Technologiefokus auch verstärkt institutionelle Aspekte im Sinne einer „Metaexportförderung“ in ihr Tätigkeitsportfolio aufnehmen.

Tabelle 4: SWOT des Leitmarktes „Grünes Energieangebot“

Stärken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> • Gute Wissensbasis und technologisches Potenzial in wichtigen Technologiefeldern • Erhebliche internationale Wettbewerbs-erfolge • Politischer Konsens über Ziele der Energie-wende mit gesteigerter Ressourcenzufuhr an öffentlichen F&E-Mitteln • Innovation und Diffusion durch Energiewende getrieben, sowie durch Fragen der Versor-gungssicherheit • Hohe „Sichtbarkeit“ der Rolle der erneuerba-ren Energien in der Öffentlichkeit mit Heraus-bildung neuer Akteure • Stark organisierte Unternehmen im Bereich der erneuerbaren Energien und der Kraft-werkstechnologien 	<ul style="list-style-type: none"> • Stark expandierender Weltmarkt • Deutschland als Vorreiter einer systemischen Energiewende • Diskussion über neue Politikinstrumente für Generierung von Nachfrage und Ausrichtung auf effiziente Technologieinnovationen nutzen • Paris Agreement sorgt für internationalen Rückenwind
Schwächen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Kostenniveau einzelner Technologien und steigende Differenzkosten thematisieren Verteilungswirkungen der Energiewende • Konkurrenz durch technologiestarke Schwellenländer in einzelnen Segmenten der Wertschöpfungskette (z. B. PV in China) • Stärkung der eigenen Position im Bereich neuer Konzepte erforderlich • Schwierigkeiten bei der räumlichen Umsetzung der Planung z. B. bei Transportnetzen 	<ul style="list-style-type: none"> • Erfolgreiche Anreizpolitiken (z. B. für erneuerbare Energien) in andere Länder „exportieren“, um größere Märkte für die Produkte zu schaffen • Förderpolitiken zwischen Stabilität und Weiterentwicklung justieren • Power-to-X-Optionen entwickeln • Trotz sinkender Preise bei energetischen Rohstoffen Innovationen vorantreiben • Strommarktdesign • Kohleausstiegspolitik

Auf dem Weg zur Wahrnehmung der Chancen müssen aber eine Reihe von Herausforderungen bewältigt werden. So müssen die Förderpolitiken zwischen den Erfordernissen der Marktexpansion und der Begrenzung der Zusatzkosten austariert werden. Erforderlich ist es, trotz gesunkener Weltmarktpreise für Energieträger weiterhin das Signal einer erforderlichen Marktexpansion aufrecht zu erhalten. Gleichzeitig steht im Sinne einer Exnovation-Strategie die Bewältigung des Kohleausstiegs bevor. Hinsichtlich technologischer Herausforderungen wird die weitere Entwicklung von Speichermöglichkeiten und dabei auch die Entwicklung von Power-to-X-Optionen zur Erhöhung der Flexibilität des Systems bzw. zur Erschließung des Dekarbonisierungspotenzials weiterer Bereiche außerhalb des Strombereichs eine wichtige Zielsetzung. Im Bereich marktgestaltender Maßnahmen ist die Entwicklung eines neuen Strommarktdesigns zentral, das den Herausforderungen eines Elektrizitätssystems mit hohem Anteil erneuerbarer Energien Rechnung trägt. Themen sind hier die weitere Öffnung von Märkten für Systemdienstleistungen, insbesondere für erneuerbare Energien und Lastmanagement zur Reduktion des Must-Run Sockels des Stromsystems.

4.2.3 Energieeffizienz

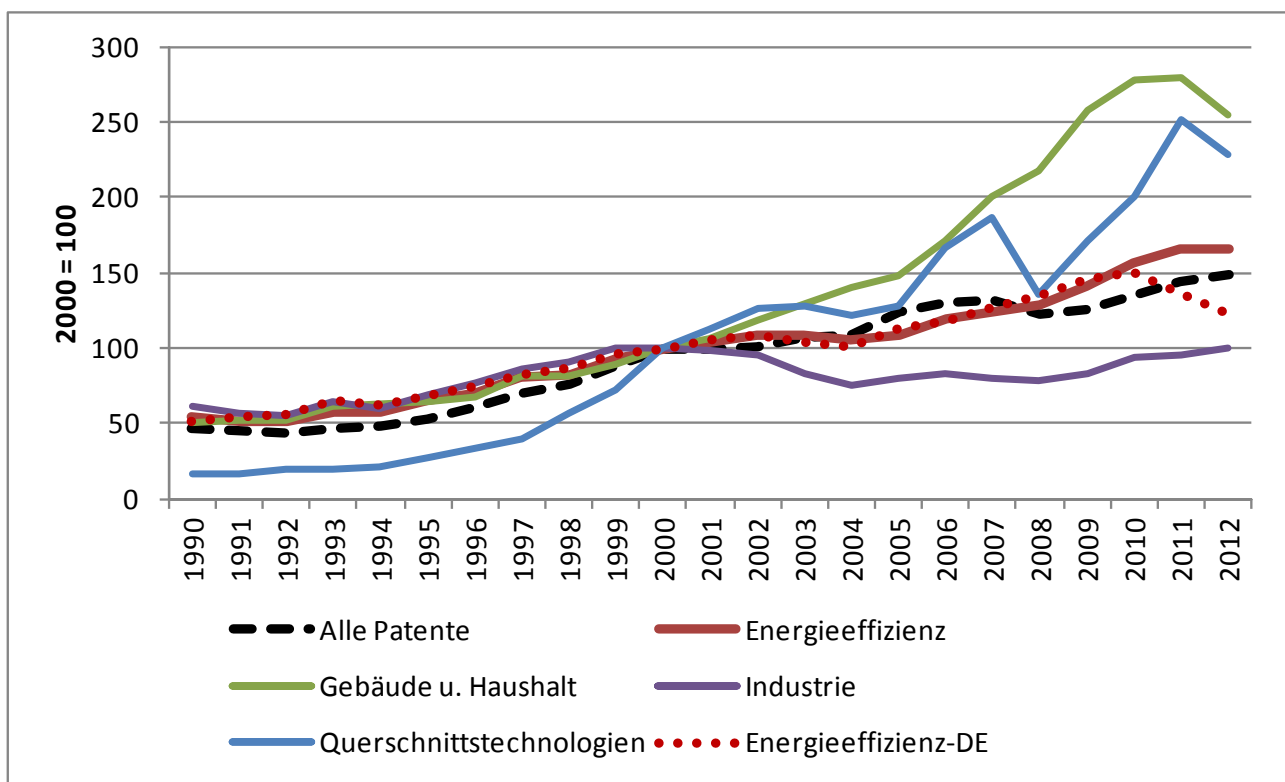
Die Reduzierung der Energienachfrage bildet ein zentrales Element eines nachhaltigen Energiesystems. Die Segmente im Leitmarkt Energieeffizienz unterscheiden sich nach den Energieanwendungszwecken:

- ▶ Im Segment Gebäude und Haushalt werden zum einen energieeffiziente Gebäudekomponenten wie Wärmeisolation, Isolierglas, kontrollierte Lüftung und Klimatisierung, energieeffiziente konventionelle Heizsysteme und Wärmepumpen erfasst, aber auch Systemaspekte wie Niedrigenergie/Passivhausbauweise. Weiterhin wurde auch die Gebäudeautomation als wichtiger Systemaspekt für energieeffiziente Gebäude aufgenommen. Bei den Stromanwendungen im Gebäude- und Haushaltsbereich sind energieeffiziente Beleuchtung und energieeffiziente Elektrogeräte Schlüsselbereiche einer Reduktion der Stromnachfrage.
- ▶ Energieeffiziente industrielle Querschnittstechnologien beinhalten Technologien, welche weitgehend unabhängig von einer bestimmten Branche eingesetzt werden: Wärmetauschanlagen, energieeffiziente Elektromotoren, Pumpen, Ventilatoren etc. Auch energieeffiziente Industrieöfen und Trockner gehören zu diesem Segment.
- ▶ Energieeffiziente Verfahren und Prozesse in der Industrie betreffen einzelne Branchen wie die Eisen-/Stahlproduktion, Papierproduktion etc.

Die Diffusion der effizienten Technologien gerade im Gebäudebereich wird stark von Dienstleistungen getrieben, u. a. aus dem Bereich Architektur, Energieberatung und handwerkliche Dienstleistungen (Clausen et al. im Erscheinen). Das Marktvolumen „originärer“ Dienstleistungen – also Dienstleistungen, die nicht für Produzenten der Umweltechnik-Branche erbracht werden, sondern eigenständig sind – wurde im Leitmarkt Energieeffizienz bereits im Jahr 2009 auf 4,3 Mrd. Euro geschätzt und übertraf damit alle anderen betrachteten Leitmärkte. Dabei spielen vor allem Energie-Contracting und Energieberatung eine große Rolle (BMU 2009). Die Diffusion wird auch in Zukunft verstärkt organisatorische Innovationen (z. B. integrierte energetische Gebäudesanierung als Dienstleistung, Contracting) erfordern. Dies ist in der EU-Richtlinie zur Energieeffizienz und zu Energiedienstleistungen angelegt, der zufolge ein größerer Markt für Dienstleistungen in Europa in den nächsten zehn Jahren entstehen soll. Die Dynamik in diesem Bereich kann als hoch eingeschätzt werden.

Abbildung 22 verdeutlicht, dass die weltweite Patentdynamik im Leitmarkt Energieeffizienz weitgehend derjenigen bei allen Patenten entspricht. Lediglich seit 2008 ist eine leicht überproportionale Dynamik zu verzeichnen. Auffallend ist die zwischen den Segmenten unterschiedlich ausgeprägte Dynamik. Während im Industriebereich die Anzahl der Patentanwendungen seit 2000 weitgehend stagniert, liegt die Dynamik im Gebäudebereich seit 2000 deutlich über der durchschnittlichen Dynamik aller Patentzahlen. Seit 2008 ist dies auch für die Querschnittstechnologien zu beobachten. Dies kann vermutlich dadurch erklärt werden, dass in den energieintensiven Industrien Fragen der Energieeffizienz auf Grund der hohen Energiekostenanteile bereits vor 2000 im Fokus der Patententwicklung standen, so dass die Dynamik nach 2000 entsprechend geringer ausfällt. Demgegenüber fällt in den anderen beiden Segmenten die Dynamik nach 2000 stärker aus, da bei geringeren Energiekostenanteilen erst der Anstieg der Energiepreise bzw. die durch die Politik vermittelten Signale eine entsprechende Wirkung hatten.

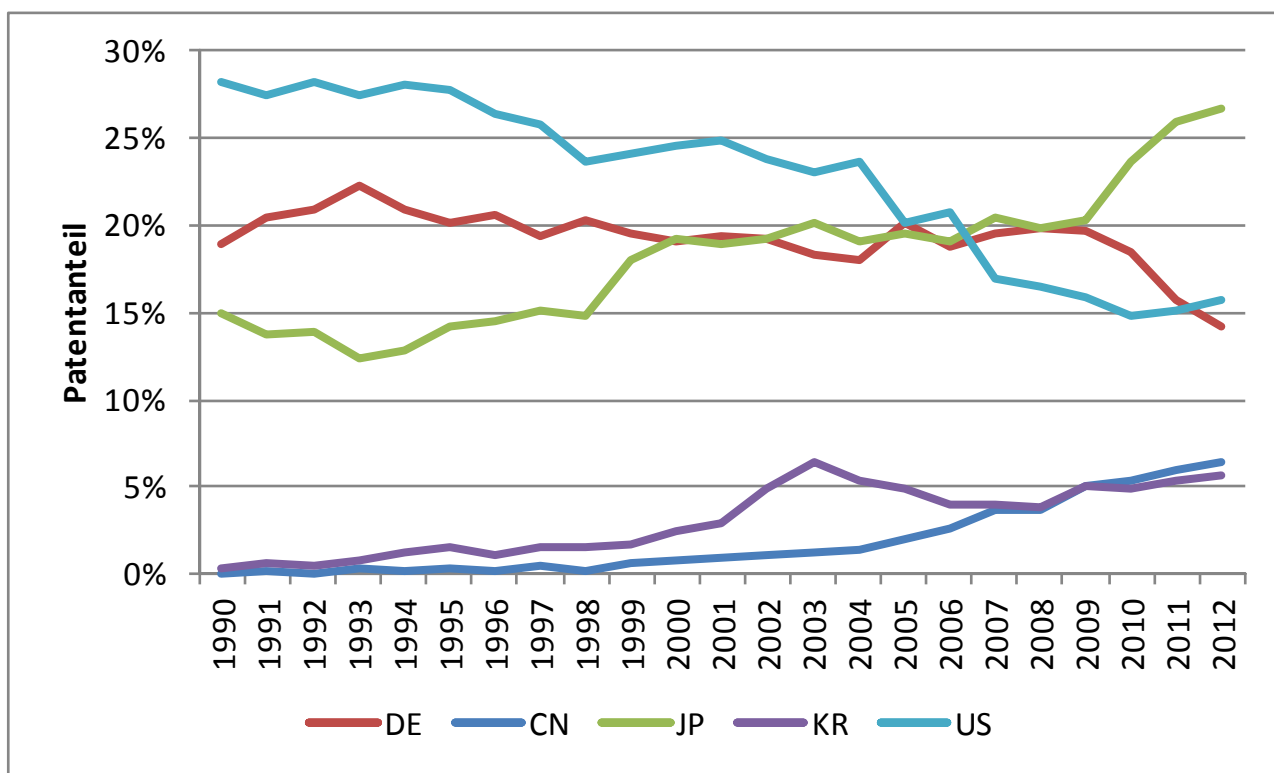
Abbildung 22: Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Energieeffizienz“



Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

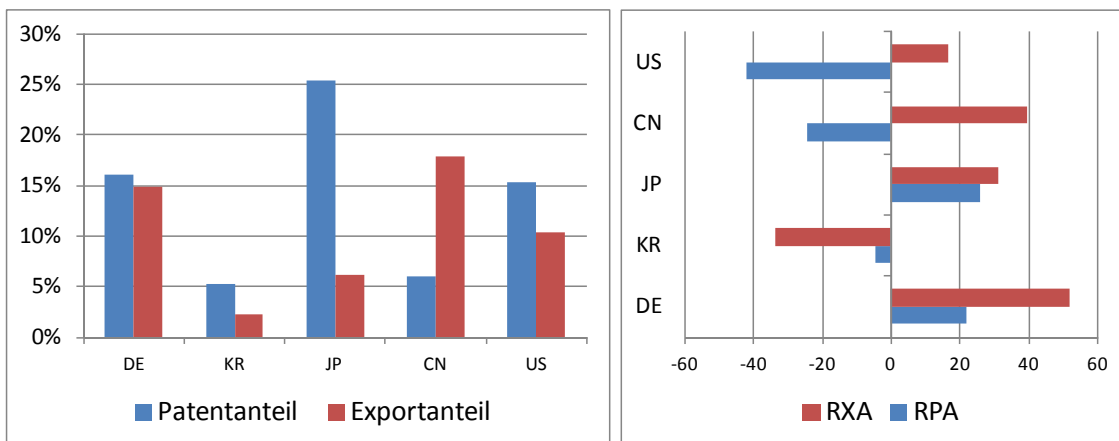
In Abschnitt 2.2 wurde die Bedeutung der *technologischen Leistungsfähigkeit* für die Beurteilung der Stärken und Schwächen eines Leitmarktes hervorgehoben. Mit einem Patentanteil von gut 15 % im Durchschnitt der Jahre 2010 bis 2012 schneidet Deutschland hier gut ab und belegt hinter Japan und in etwa gleichauf mit den USA Rang zwei (vgl. Abbildung 23 und Abbildung 24). Nachdem der Patentanteil über lange Jahre weitgehend stabil war, ist allerdings in den letzten Jahren eine Reduktion zu vermerken. Noch stärker hat die USA im langjährigen Vergleich Anteile verloren, während von den asiatischen Ländern neben China und Südkorea auch Japan Anteile hinzugewonnen hat. Allerdings weist Deutschland nach wie vor einen positiven Spezialisierungswert auf (RPA von über 22), der zugleich in allen drei Segmenten zu beobachten ist. Insgesamt wird die technologische Leistungsfähigkeit des Bedarfsfelds etwas besser als „gut“ bewertet (Wert: 2,25). Hintergrund für diese Einschätzung sind auch die zahlreichen in AP 1 des Vorhabens recherchierten Maßnahmen, die zur Wissensgenerierung beitragen. Neben den Energieforschungsprogrammen sind auch die auf das Segment des Gebäudereichs wirkenden Forschungsprogramme im Bereich Raumordnung, Wohnungswesen und Städtebau oder die Nationale Plattform Zukunftsstadt, aber auch die auf Unternehmen wirkenden Programme wie KMU-innovativ anzuführen. Gleichzeitig geht auch von Maßnahmen zur Diffusion von Technologien wie der Etablierung von Leistungszielen bei Kreditvergabe und Beschaffung ein entsprechendes Signal zur Steigerung der Wissensbasis bei der Energieeffizienz aus.

Abbildung 23: Entwicklung der Patentanteile für ausgewählte Länder im Leitmarkt „Energieeffizienz“



Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Abbildung 24: Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Energieeffizienz“



Quelle: PATSTAT, UN-COMTRADE, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Für die Beurteilung der *nachfragebezogenen Marktkontextfaktoren* ist ähnlich wie im Leitmarkt „grünes Energieangebot“ auch im Leitmarkt „Energieeffizienz“ die für Deutschland beschlossene Energie-wende zentral. So soll der Primärenergieverbrauch um 20 Prozent bis 2020 und um 50 Prozent bis 2050 und der Stromverbrauch um 10 Prozent bis 2020 und 25 Prozent bis 2050 gesenkt werden. Entsprechend ist von einer erheblichen Mobilisierung zusätzlicher Investitionen in die Energieeffizienz auszugehen. Allerdings wird die Diffusion energieeffizienter Lösungen teilweise durch lange Reinvestitionszyklen, z. B. im Anlagen- und Gebäudebereich, behindert und es wird gerade in den Teilsegmenten der industriellen Querschnittstechnologien und der energetischen Sanierung von Gebäuden als

erforderlich angesehen, eine Steigerung der Anreize für Energieeffizienz herbeizuführen. Hier ist insbesondere zu bedenken, dass durch die in jüngster Zeit gesunkenen Energiepreise sich der preisbedingte Impuls zur Steigerung der Energieeffizienz abgeschwächt hat, und breit angelegte Maßnahmen, die dem entgegenwirken könnten – z. B. eine Erhöhung der Steuersätze im Rahmen der Ökosteuer – nicht absehbar sind. Insgesamt kann Deutschland bezüglich der Nachfragevorteile eine gute bis sehr gute Ausgangsposition zugesprochen werden (Wert: 2,6).

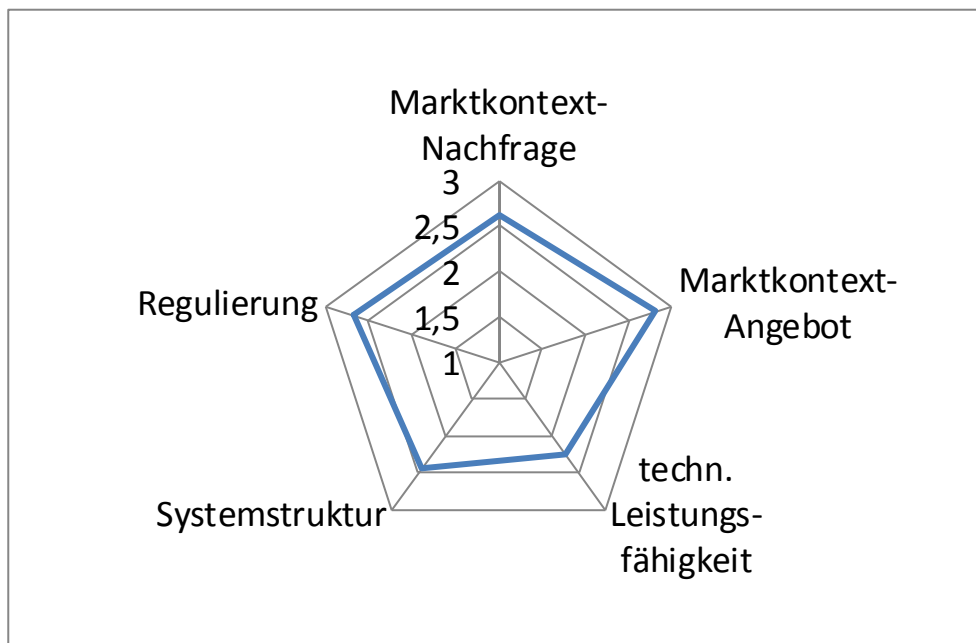
Für die Beurteilung der *angebotsseitigen Marktkontextfaktoren* werden Außenhandelskenngrößen herangezogen. Bei den betrachteten Technologiefeldern kommt Deutschland im Durchschnitt der Jahre 2011 bis 2013 auf einen Anteil an den Exporten von etwa 15 % und liegt damit hinter China, aber noch deutlich vor den USA auf Rang 2. Der Bekanntheitsgrad deutscher Technologien, der sich im Transfervorteil niederschlägt, und die Marktkenntnis der deutschen Hersteller sind also sehr gut ausgeprägt. In diesem Kontext ist auch auf das Wirken der Exportförderinitiative „Energieeffizienz“ hinzuweisen, die ja zu den in AP 1 des Vorhabens erfassten Maßnahmen gehört. Die starke Spezialisierung von Deutschland auf die betrachteten Technologien drückt sich in einem RXA von über 50 und einem RCA in der gleichen Größenordnung aus. Aus den Außenhandelsdaten ist ableitbar, dass die sechs größten Zielländer knapp 40 % der deutschen Exporte aufnehmen. Dieser Wert liegt etwas unter dem Durchschnitt aller Industriegüterexporte Deutschlands. Die breite Verteilung auf die unterschiedlichen Zielländer, die als Indikator für eine breite Erfassung der vielfältigen Präferenzen des Auslandsmarktes und damit für den Exportvorteil herangezogen wird, ist für das Bedarfsfeld daher etwas überdurchschnittlich gut ausgeprägt. Die Gesamtbewertung der angebotsbezogenen Marktkontextfaktoren führt damit zu einem etwas unter sehr gut liegendem Gesamtergebnis (Wert: 2,75).

Die Beurteilung der *System- und Akteursstruktur* beruht auf qualitativen Einschätzungen. Auch im Bereich der Energieeffizienz weist Deutschland Global Player wie z. B. Siemens mit einer breiten Produktpalette bei den betrachteten Technologien auf. Hinzu kommen Unternehmen, die in den einzelnen Segmenten – etwa energieeffizienten Haushaltsgeräten oder im Anlagenbau energieeffizienter Industrieanlagen – eine prominente Stellung einnehmen. In etwa 48 % der deutschen Patente zu grünen Energieangebotstechnologien werden von den zehn größten Antragstellern angemeldet. Damit ist die Akteursstruktur durch eine Mindestzahl von schlagkräftigen Anbietern gekennzeichnet. Auf der Angebotsseite sind neben produzierenden Unternehmen auch Dienstleister vertreten. Energie-Contracting und Energieberatung bilden große Marktsegmente und sind für die Diffusion wichtig (BMU 2009). Gleichzeitig ist die Qualität handwerklicher Dienstleistungen zentral für die Erreichung hoher Energieeffizienzstandards vor allem in Gebäuden (Clausen et al. im Erscheinen). Dienstleistungsunternehmen finden sich auch unter den Playern bei der Entwicklung neuer technischer Lösungen, allerdings in deutlich geringerem Ausmaß als beispielsweise bei erneuerbaren Energien: Der Anteil von Unternehmen aus dem Dienstleistungssektor an den deutschen Patentanmeldern liegt hier zwischen 9 % und 12 % je nach betrachtetem Teilbereich (Clausen et al. im Erscheinen). Energieeffizienz wird insgesamt als weniger innovatives Feld angesehen als z. B. die erneuerbaren Energien, und ist entsprechend weniger stark durch neue Akteure gekennzeichnet. Bezüglich der Wettbewerbsfähigkeit komplementärer Sektoren ist der Maschinenbau positiv (RCA von 35), die Elektrotechnik als durchschnittlich zu beurteilen. Insgesamt wird dem grünen Energieangebot für die Gesamtbewertung der Akteurs- und Systemstruktur eine gute bis sehr gute Ausgangsposition (Wert: 2,4) zugesprochen.

Im Bereich der *Regulierung* hat Deutschland einen breiten Instrumentenmix aus ordnungsrechtlichen, ökonomischen und weichen Maßnahmen eingeführt. Beispiele hierfür sind Energieeinspargesetz, zahlreiche Maßnahmen im Bereich der Standardsetzung oder die Ökosteuer. Nach wie vor gibt es aber bei letzterer Ausnahmeregelungen, die nur z. T. abgebaut wurden. Zumindest wurde aber erreicht, die Gewährung derartiger Vergünstigungen mit Verpflichtungen zum Einsatz von Energie- bzw. Umweltmanagementsystemen zu verknüpfen. Auch steht eine – bei gesunkenen Energiepreisen umso wichtigere – Anpassung der Steuersätze aus. Positiv hervorzuheben sind die innovativen Ansätze wie die Etablierung von Leistungszielen bei weichen Maßnahmen. Mit der Energiewende sind zugleich ambi-

tionierte Ziele verbunden, die zur Orientierung der Akteure des Innovationssystems dienen. Dies wird unterstützt durch Maßnahmen wie die Nationale Klimaschutzinitiative, den Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz oder die Nationale Plattform Zukunftsstadt, die nicht nur koordinierende Funktion aufweisen, sondern zugleich die Bedeutung der Zielerreichung in der Politikimplementierung signalisieren. Insgesamt wird den Regulierungsfaktoren eine zwischen gut und sehr gut liegende Gesamtbewertung zugesprochen (Wert: 2,7).

Abbildung 25: Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Energieeffizienz“



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Eine Betrachtung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands über alle Dimensionen hinweg zeigt ein ausgeglichenes Bild mit guten bis sehr guten Ausgangsbedingungen (vgl. Abbildung 25). Diese Ausgeglichenheit auf hohem Niveau, die auf ein ausbalanciertes Innovationssystem hinweist und zu erheblichen Wettbewerbserfolgen geführt hat, gehört sicherlich zu den Stärken Deutschlands im Leitmarkt Energieeffizienz (vgl. Tabelle 5). Hierbei wird die Bedeutung des Leitmarkts durch die Ziele der Energiewende noch zusätzlich unterstützt, was Innovation und Diffusion der entsprechenden Technologien weiter vorantreibt.

Allerdings werden auch Schwächen ausgemacht. Sie liegen in einer zu geringen Anreizwirkung, insbesondere in den Segmenten der industriellen Querschnittstechnologien und im Gebäudesektor. Des Weiteren ist die Organisation und Netzwerkbildung der Unternehmen im Energieeffizienzbereich weniger ausgeprägt und erfolgreich als z. B. im Bereich der erneuerbaren Energien. In diesem Kontext ist auch eine mangelnde Sichtbarkeit der Rolle der Effizienztechnologien in der Öffentlichkeit zu vermerken. Schließlich ist auch auf die gesunkene Anreizwirkung für Energieeffizienz in Folge gesunkener Energiepreise hinzuweisen, die kompensierende Maßnahmen z. B. bei der Ausgestaltung der Ökosteuern erfordert.

Chancen im Leitmarkt Energieeffizienz bietet sicherlich der stark expandierende Weltmarkt. Voraussetzung für ihre Nutzung ist aber auch die Anpassung an die Bedingungen in den Zielländern. Insbesondere stehen hier die deutschen Anbieter vor der doppelten Herausforderung, sich nicht nur der Konkurrenz aus Schwellenländern stellen zu müssen, sondern die Technologien auch an die Bedingungen in den Zielländern anzupassen. Gerade letzterer Punkt wird auch unter dem Schlagwort fruga-

ler Innovationen thematisiert, wobei bei den Anbietern aus Schwellenländern oftmals ein komparativer Vorteil gegenüber den traditionellen Anbietern aus der OECD vermutet wird. Weitere Chancen für den Leitmarkt liegen darin, dass die Veränderungen auf der Energieangebotsseite auch die Bedeutung von nachfragesteuernden Maßnahmen unterstreichen. Des Weiteren sollten Politikentwicklungen wie die Energieeffizienzrichtlinie noch stärker genutzt werden, um einzelne Technologielinien weiter zu stärken.

Tabelle 5: SWOT des Leitmarktes „Energieeffizienz“

Stärken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> • Gute Wissensbasis und technologisches Potenzial in den einzelnen Segmenten • Erhebliche internationale Wettbewerbserfolge der Technologiehersteller • Innovation und Diffusion durch Energiewende sowie durch Ziel der Versorgungssicherheit getrieben 	<ul style="list-style-type: none"> • Stark expandierender Weltmarkt • Veränderungen im Energieangebotsbereich begünstigen es, Energienachfrage und -versorgung neu auszutarieren • Ausgestaltung europäisch induzierter Politikinstrumente zur Ausrichtung auf energieeffiziente Technologieinnovationen nutzen • Politikentwicklungen wie die Energieeffizienzrichtlinie noch stärker auf Innovation ausrichten
Schwächen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Anreize insbesondere für industrielle Querschnittstechnologien und energetische Sanierung von Gebäuden zu schwach ausgeprägt • Unternehmen deutlich weniger stark organisiert als im Bereich der erneuerbaren Energien • Mangelnde „Sichtbarkeit“ der Rolle der Effizienztechnologien in der Öffentlichkeit • Maßnahmen, die Wirkung gesunkener Energiepreise konterkarieren, stehen aus 	<ul style="list-style-type: none"> • Auftreten neuer Konkurrenten auf den Weltmärkten • Anpassung der eigenen technologischen Ansätze an die Bedingungen in Entwicklungsländern • Systematischere Einbindung „neuer Technologiefelder“ wie Nanotechnologien in die Entwicklung energieeffizienter Prozesse und Produkte • Stärkung des Energiedienstleistungsmarktes durch organisatorische und Politikinnovationen • Verknüpfung der Energieeffizienzpolitik mit Maßnahmen zur Steigerung energiebewussten Verhaltens

Herausforderungen im technologischen Bereich liegen in einer systematischeren Einbindung neuer Technologielinien, z. B. aus dem Bereich der Nanotechnologie, um die Entwicklung neuer energieeffizienter Prozesse und Produkte voran zu treiben. Weitere organisatorische Innovationen, z. B. in den Feldern Contracting oder Finanzierung von Energieeffizienz, sind erforderlich, um den Energiedienstleistungsmarkt zu stärken. Hierzu sind aber auch die Hervorbringung und Verbreitung von Politikinnovationen erforderlich, wie z. B. eine Verallgemeinerbarkeit von Ausschreibungsmodellen für Energieeffizienz oder Einsparverpflichtungen für Energieunternehmen. Schließlich ist eine weitere Herausforderung für den Leitmarkt Energieeffizienz der Umgang mit dem Argument der Rebound-Effekte. Wenn die Wirkungen der Energieeffizienzpolitik als durch Rebound-Effekte weitgehend konterkariert angesehen werden, erschwert dies Unterstützung und Bedeutung einer Energieeffizienzpolitik. Eine glaubwürdige Energieeffizienzpolitik erfordert daher in immer stärkerem Maße auch eine Beschäftigung mit den Potenzialen energiebewussten Verhaltens. Eine Erweiterung der technologisch geprägten Innovationen um derartige soziale Innovationen und ihre breite Diffusion in die Gesellschaft stellt sicherlich die größte Herausforderung für den Leitmarkt Energieeffizienz dar.

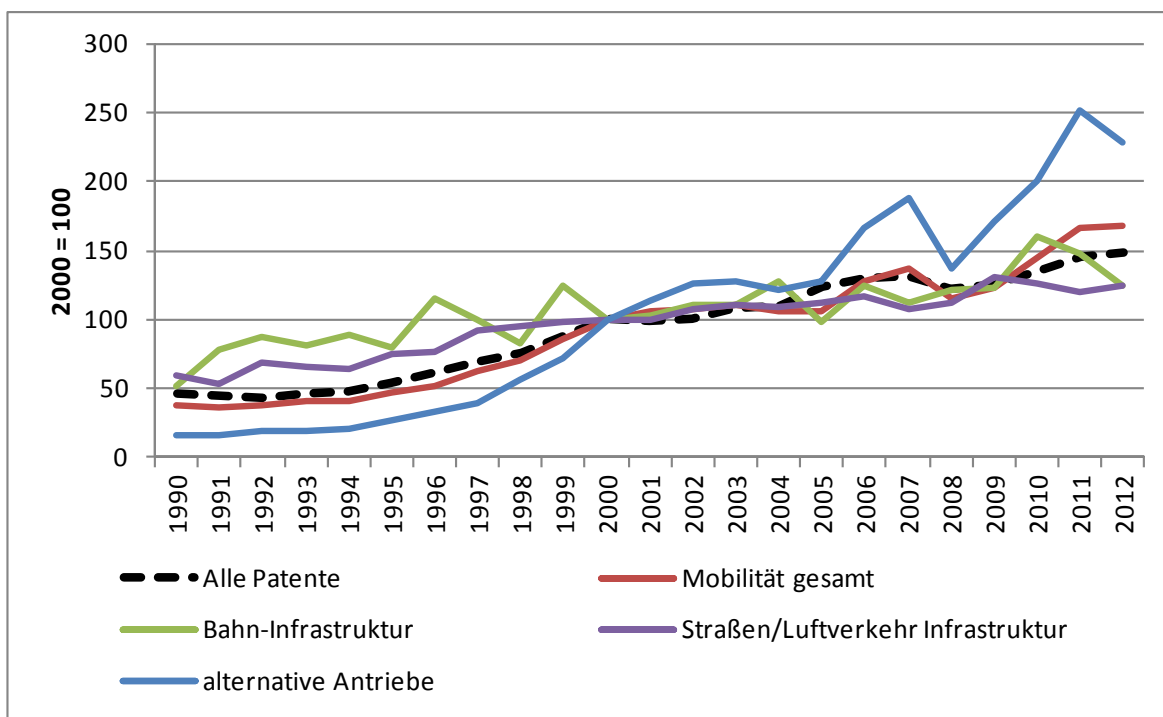
4.2.4 Nachhaltige Mobilität

Die steigende Mobilitätsnachfrage einerseits und die weltweiten Klimaschutzbemühungen andererseits führen dazu, dass im Mobilitätssektor Alternativen zu den heute global vorherrschenden Mobilitätsformen und insbesondere den vorhandenen Antriebstechnologien gefunden werden müssen. Für eine breite Diffusion alternativer Antriebstechnologien, wie z. B. Hybridantrieb, Elektroantrieb oder die Brennstoffzelle, muss allerdings noch eine Reihe an technologischen Herausforderungen überwunden werden. Multi-modale Mobilitätskonzepte für eine ökologische und nutzerfreundliche Mobilität erfordern einerseits ein Umdenken auf Nutzer- wie auch auf Anbieterseite und andererseits ebenfalls neue technologische Lösungen. Durch das Aufkommen von Smartphones und anderen leistungsfähigen mobilen Endgeräten konnten sich in den vergangenen Jahren Dienstleistungen und Konzepte wie Car- und Bikesharing, Ridesharing, Warenvermittlung etc. stärker etablieren. Für die Massenverkehrsträger Bahn und ÖPNV bieten sich durch die zunehmende Digitalisierung Chancen für eine leichtere Organisation komplexer Mobilitäts- und Logistikketten, es entstehen aber auch Risiken durch die Vernetzung und Automatisierung innerhalb des Straßenverkehrs. Eine Veränderung der Verkehrsinfrastruktur in den Industrieländern und der Neuaufbau in den Schwellen- und Entwicklungsländern werden für den Wandel der Mobilität essenziell sein und bieten gleichzeitig enorme wirtschaftliche Potenziale. Infolge des technologischen Fortschritts können zukünftig durch die Verknüpfung intelligenter Infrastrukturen mit (teil-)autonomen und vernetzten Fahrzeugen kooperative intelligente Verkehrssysteme entstehen, in denen neue Technologien und wissensbasierte Dienstleistungen zusammenwirken: Fahrzeuge kommunizieren untereinander (Vehicle-to-Vehicle) sowie mit Infrastrukturen (Vehicle-to-X). Nach umfangreichen Konzept- und Demonstrationsstudien unter Beteiligung der Automobilindustrie in den 1990er und 2000er Jahren befinden sich erste Systeme im Aufbau oder bereits im Realbetrieb. Hierzu zählen die Citymaut-Systeme in London und Stockholm oder der Prototyp eines Lkw-Parkplatz-Managements für deutsche Autobahnen.

Für eine differenzierte Analyse der Position Deutschlands im Leitmarkt Nachhaltige Mobilität wird dieser in fünf Segmente untergliedert, welche unterschiedliche Ansatzpunkte einer ökologisch nachhaltigen Entwicklung der Mobilität beschreiben – Antriebstechnik, Fahrzeugtechnik, Infrastrukturen, Mobilitätskonzepte und Emissionsminderung (vgl. Walz et al. 2008a):

- ▶ **Antriebstechnik:** Hybride Antriebssysteme zur Emissionsvermeidung sowie als Brückentechnologie zu rein elektrischen Antrieben, mobile Brennstoffzellen, die regenerative Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff und elektrischer Energie sowie die kontinuierlichen Verbesserungen des Wirkungsgrades von Verbrennungsmotoren und von Düsenantrieben.
- ▶ **Fahrzeugtechnik:** Multifunktionalität und Attraktivität von Schienenfahrzeugen und deren weitere Kompatibilität mit dem Straßenverkehr zur leichteren Einbindung in logistische Ketten, weitere Verbesserung der Aerodynamik von Luftfahrzeugen sowie Größenwachstum der Transportgefäße.
- ▶ **Infrastrukturen und Verkehrssysteme:** Entflechtung von Personen- und Güterverkehr auf der Schiene, Hafenausbau und Kapazitätserweiterung der Binnenverkehrsträger im Hafenhinterlandbereich sowie auf internationalen Korridoren (Ausbau der Trans-Europäischen Netze/TEN), Verkehrssteuerung (Traffic Demand Management) in Ballungsräumen sowie telematikgestütztes Informations- und Mobilitätsmanagement zur Verlagerung der Nachfrage auf umweltfreundliche Verkehrsträger.
- ▶ **Technologien, die neue Mobilitätskonzepte unterstützen** wie z. B. Verbesserungen in der Vernetzung von Verkehrsträgern oder Echtzeitverkehrsinformationen. Allerdings können hier nur die stärker technischen Aspekte erfasst werden, nicht aber die durch Verhaltensveränderungen ausgelösten Aspekte einer Verkehrsvermeidung.
- ▶ **Emissionsminderung:** Weiterentwicklung von Filtern und Katalysatoren und Einsatz im Bahn- und Schiffsbereich sowie Lärmreduzierungs- und Lärmminderungs-Techniken für alle Verkehrsträger.

Abbildung 26: Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Nachhaltige Mobilität“



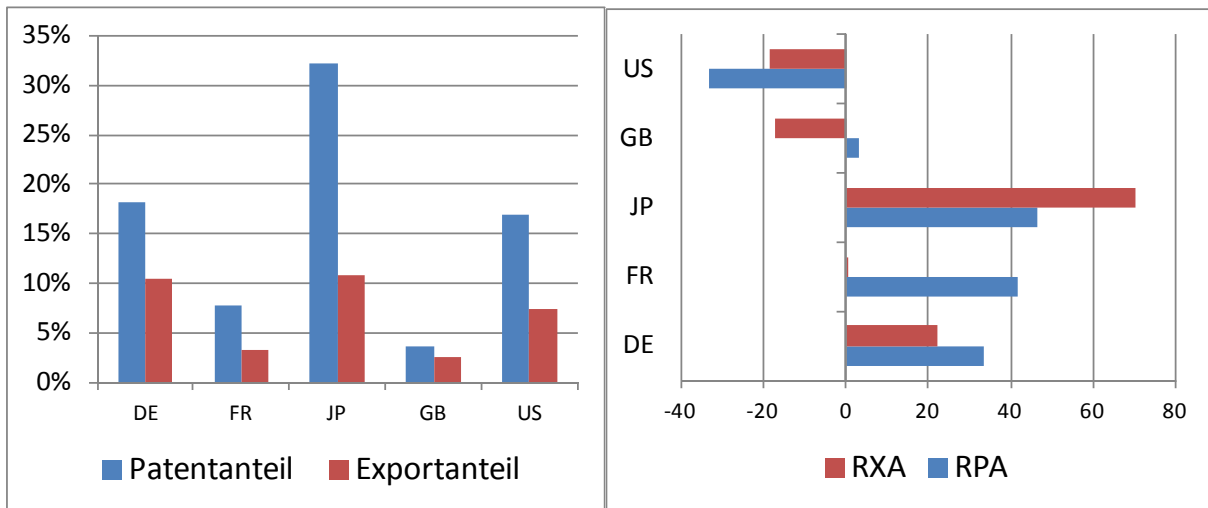
Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Wie Abbildung 26 zeigt, verläuft die Dynamik der Patente im Bereich der nachhaltigen Mobilität insgesamt im Einklang mit der Dynamik bei allen transnationalen Patenten, wobei sich im Zeitraum 2010-2012 eine leicht überdurchschnittliche Dynamik im Mobilitätsbereich gezeigt hat. Ursächlich für diesen Aufschwung ist in erster Linie der starke Anstieg an Patenten im Bereich der alternativen Antriebe – ein Bereich, dessen Dynamik seit dem Jahr 2000 über der allgemeinen Patentdynamik liegt und der seit der globalen Wirtschafts- und Finanzkrise in den Jahren 2008/2009 einen deutlichen Zuwachs an Patenten verzeichnen konnte. Zwei weitere Segmente sind ebenfalls separat dargestellt, weil sie einen großen Anteil an den Patenten für nachhaltige Mobilität ausmachen: die beiden Segmente Bahn-Infrastruktur und Straßen-/Luftverkehrsinfrastruktur haben sich in etwa im Gleichklang mit der allgemeinen Patentdynamik entwickelt.

Um die *technologische Leistungsfähigkeit* Deutschlands im Vergleich zu anderen Ländern zu bewerten, lässt sich zunächst auf Basis der Patentdaten festhalten, dass Deutschland im Bereich der Nachhaltigen Mobilität im Durchschnitt der Jahre 2010-2012 einen Anteil von 18,8 % an den weltweiten Patenten hatte und somit einen etwas höheren Anteil wie die USA (16,5 %) aufweist. Spitzenreiter ist Japan mit einem Patentanteil von 32,8 %. Weitere wichtige Innovationsstandorte sind Frankreich (7,8 %) und Großbritannien (3,6 %) (siehe Abbildung 27, links).

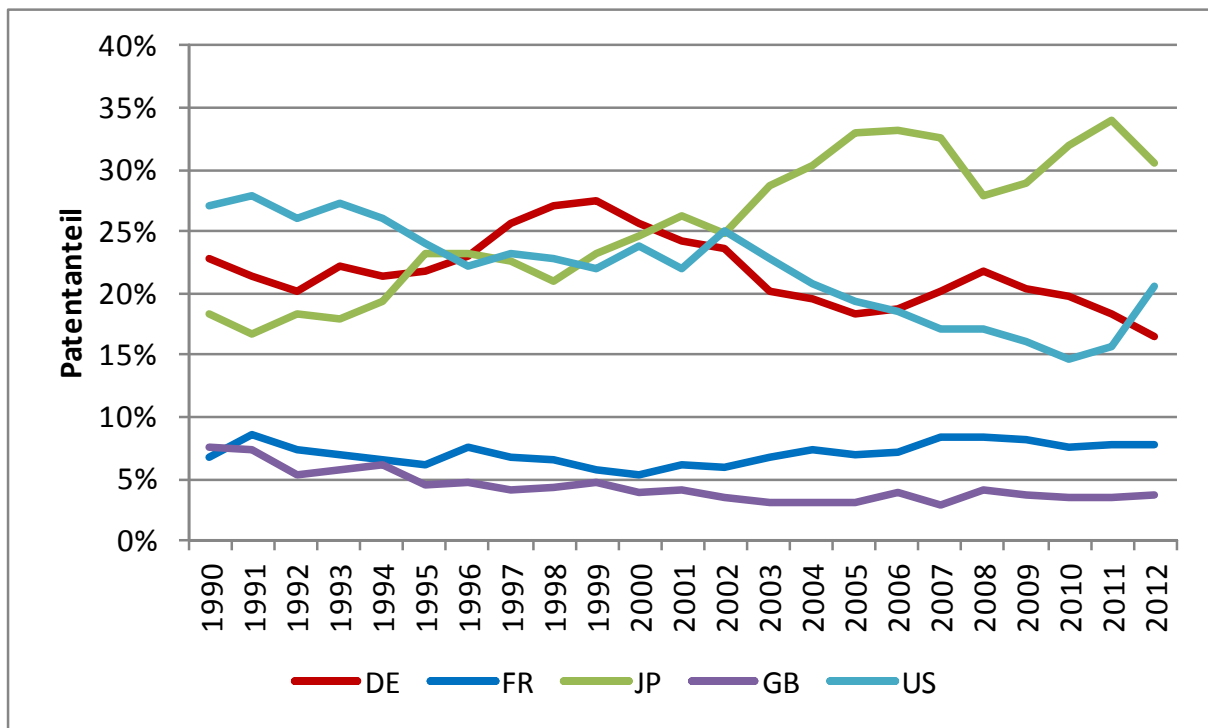
Wie sich die Patentanteile der wichtigsten Innovationsstandorte im Verlauf der Periode 1990 bis 2012 relativ zueinander entwickelt haben, zeigt Abbildung 28. Während Japan, die USA und Deutschland in der Mitte dieses Zeitraums jeweils fast ein Viertel der Patente angemeldet haben, konnte sich Japan in den darauffolgenden Jahren deutlich absetzen. Die Anteile der USA und Deutschlands sind seitdem zurückgegangen. Allerdings ist die Entwicklung in den USA in den Jahren seit 2010 wieder durch starke Zuwächse in den Patentzahlen gekennzeichnet. Auf einem niedrigeren Niveau haben sich die Patentanmeldungen Frankreichs relativ konstant entwickelt, wohingegen der Anteil Großbritanniens kontinuierlich zurückgegangen ist.

Abbildung 27: Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Nachhaltige Mobilität“



Quelle: PATSTAT, UN-COMTRADE, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Abbildung 28: Entwicklung der Patentanteile für ausgewählte Länder im Leitmarkt „Nachhaltige Mobilität“



Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Deutschland hat sich als Innovationsstandort relativ stark auf den Bereich der Nachhaltigen Mobilität spezialisiert, was durch einen RPA-Wert von 34 zum Ausdruck kommt (siehe Abbildung 27, rechts). Noch stärker auf diesen Technologiebereich spezialisiert haben sich allerdings Japan und Frankreich, während Großbritannien in dieser Hinsicht neutral und die USA deutlich negativ spezialisiert sind. Mit Blick auf die einzelnen Segmente lässt sich für Deutschland qualitativ folgendes festhalten (vgl. Frietsch et al. 2013): Das deutsche Technologieprofil weist Stärken bei der Antriebs- und Fahrzeugtechnik auf, während die Verkehrsinfrastruktur nicht unbedingt zu den ausgeprägten Stärken der

deutschen Industrie gehört. Der Verbrennungsmotor und seine energieeffiziente Optimierung nehmen nach wie vor eine sehr bedeutende Rolle ein und Deutschland hält hier mit fast 30 % der Patentanmeldungen sehr hohe Technologieanteile. Weltweit besonders dynamisch haben sich jedoch andere Bereiche entwickelt, wie beispielsweise Batterien, wo die deutsche Position deutlich schlechter zu bewerten ist. Bei der Schienenfahrzeugtechnik kann Deutschland hingegen auch bei einer wachsenden Dynamik deutlich punkten. Hybridfahrzeuge und Komponenten des Elektromobils haben sich insgesamt dynamisch entwickelt. Deutschlands Anteile bei den Patenten sind bei Hybridkonzepten etwas geringer, bei elektrischen Antrieben etwas höher als bei allen betrachteten Mobilitätstechnologien. Demgegenüber war die industrielle Forschung im Bereich der Brennstoffzelle in den letzten Jahren eher rückläufig und die deutsche Position im weltweiten Technologiewettbewerb muss ebenfalls als unterdurchschnittlich beurteilt werden. Mittel- bis langfristig stecken jedoch enorme Potenziale in der Brennstoffzelle. Insgesamt kann die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands im Bereich Nachhaltige Mobilität als „gut“ bis „sehr gut“ bewertet werden (Wert: 2,5).

Die *nachfragebezogenen Marktkontextfaktoren* müssen auf qualitativer Basis beurteilt werden. Deutschland ist ein Land mit einer traditionell hohen Nachfrage im Pkw-Bereich und einer guten Abdeckung des öffentlichen Personenverkehrs. Die Bereitschaft zur frühzeitigen Einführung von Innovationen im Pkw-Bereich ist durch die hohe Bedeutung des Premium-Segments in Deutschland ebenfalls sehr stark ausgeprägt. Ähnliches gilt auch für den Schienenverkehr. Die Entwicklung im Bereich der Mobilität wird in Zukunft sehr stark durch neue Verkehrskonzepte mit steigender Bedeutung von Dienstleistung (z. B. eigentumsersetzende Dienstleistungen wie Car-Sharing oder daten- und wissensbasierte Dienstleistungen wie Auskunfts- oder Ticketing-Systeme) sowie eine stärkere Berücksichtigung ökologischer Aspekte geprägt sein. Aufgrund der hohen Akzeptanz nachhaltiger Mobilitätsformen in der Bevölkerung kann Deutschland bezüglich der Diffusion nachhaltiger Mobilitätsformen einschließlich nachhaltiger Mobilitätsdienstleistungen wie Car-Sharing eine gute Ausgangsposition zugesprochen werden. Das Marktvolumen „originärer“ Dienstleistungen – also Dienstleistungen, die nicht für Produzenten der Umwelttechnik-Branche erbracht werden, sondern eigenständig sind – wurde im Leitmarkt nachhaltige Mobilität im Jahr 2009 auf 1 Mrd. Euro geschätzt und lag damit allerdings deutlich hinter dem Leitmarkt Energieeffizienz (BMU 2009). Auch zeigt sich, dass der Markt nur zögerlich auf die Einführung der Elektromobilität als alternative Antriebsform reagiert und die Diffusion hier hinter den Erwartungen zurückbleibt. Entwicklungen wie die Einführung einer Quote für Elektrofahrzeuge in China verdeutlichen, dass Deutschland in diesem Segment erheblich mehr tun muss, um nicht zurückzufallen. Insgesamt werden die nachfragebezogenen Marktkontextfaktoren dennoch als etwas besser als „gut“ (Wert: 2,4) bewertet.

Angebotsseitige Marktkontextfaktoren sind Transfer- und Exportvorteile, die beispielsweise im Pkw-Bereich durch den hohen Bekanntheitsgrad der deutschen Hersteller und deren globale Produktions- und Vertriebsstrukturen entstehen. Deutschland zählt mit einem Anteil von 10 % an den Exporten im Bereich der Nachhaltigen Mobilität gemeinsam mit Japan (11 %) und den USA (7 %) zu den führenden Exportländern. An der Spitze ist jedoch seit einigen Jahren mit Abstand China mit einem Welthandelsanteil von derzeit fast 17 %. Dieser hohe Wert konnte trotz der deutlich geringeren Patentanmeldungen aus China erreicht werden und verdeutlicht u. a. den Einfluss von Foreign Direct Investments sowie Lizenzerteilungen gerade im Bereich des Fahrzeugbaus. Insgesamt hat sich gerade die Bedeutung Chinas gegenüber den frühen 2000er Jahren deutlich gewandelt. Allerdings fielen auch damals schon die Nicht-OECD-Staaten insgesamt ins Gewicht (vgl. Walz et al. 2008a, S. 111). Da der Leitmarkt sehr breit abgegrenzt ist, lässt sich im Rahmen dieses Projekts nicht näher nachvollziehen, welche Produktsegmente für diesen Aufholprozess im Einzelnen verantwortlich sind.

Deutschland weist mit einem RXA-Wert von 22 im Durchschnitt über die Jahre 2011-2013 eine positive Exportspezialisierung auf. Diese bleibt jedoch deutlich hinter dem RXA-Wert von Japan und China zurück. Der RXA-Wert Frankreichs ist neutral, während Großbritannien und die USA eine negative Exportspezialisierung aufweisen. Die Diversität der Bestimmungsländer der deutschen Exporte ist

vergleichbar mit der von Japan und deutlich höher als die der USA, was bedeutet, dass Deutschland ein relativ breites Spektrum an Auslandsmärkten bedient und somit weniger abhängig ist von der Situation auf einzelnen Märkten. Insgesamt unterscheidet sich der Bereich der Nachhaltigen Mobilität hierbei nicht wesentlich vom Durchschnitt aller deutschen Güter. Der Anteil der Nicht-EU-Exporte liegt mit 45 % ebenfalls sehr nah am Durchschnitt aller Güter (44 %). Insgesamt können die angebotsseitigen Marktkontextfaktoren auf dieser Grundlage als etwas besser als „gut“ (Wert: 2,3) bewertet werden.

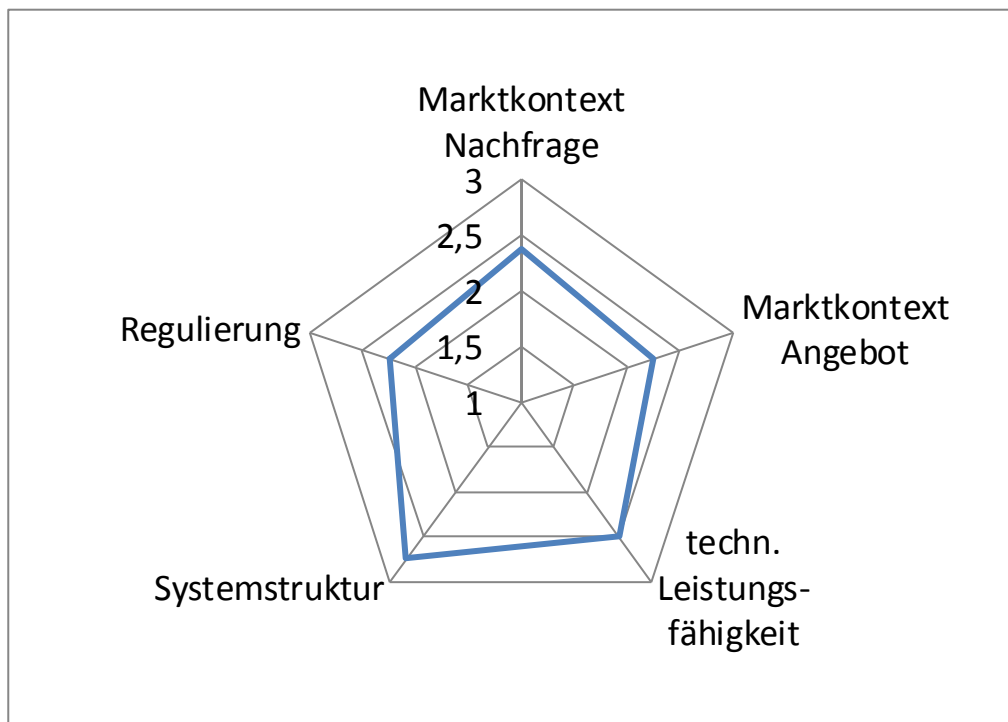
Bei der Beurteilung der *System- und Akteursstruktur* wird auf die qualitativen Einschätzungen zurückgegriffen. Mit großen Unternehmen aus dem Automobilbereich, aber auch bei Schienen- und Luftfahrzeugen beheimatet Deutschland zahlreiche global player aus dem Mobilitätsbereich, die die Innovationsaktivitäten vorantreiben können. Die Ausdifferenzierung des deutschen Innovationssystems und die Koordinierung der Wertschöpfungskette sind in Deutschland ebenfalls sehr ausgeprägt. Verbesserungspotenziale liegen in der Integration von KMU in die Innovationsprozesse, bei der Vernetzung mit dem Wissenschaftsbereich sowie in einer Stärkung der Innovationsaktivitäten im Bereich der Batterietechnik. Bezüglich komplementärer Industriesektoren ist v. a. der Maschinenbau hervorzuheben. Die zunehmende Multimodalität und Verknüpfung von Mobilität mit IKT und daraus abgeleitete Dienstleistungen lassen vor allem in urbanen Räumen auch neue Akteure entstehen, bzw. etablierte Akteure (z. B. Deutsche Bahn) stoßen in neue Märkte vor (z. B. Bike-Sharing). Insgesamt wird die Akteurs- und Systemstruktur des Bedarfsfelds mit fast sehr gut (Wert: 2,8) bewertet.

Die *Regulierungsfaktoren* beruhen weitgehend auf qualitativen Einschätzungen. Die Instrumentierung ist in Deutschland sehr ausdifferenziert und die regulativen Rahmenbedingungen können als stabil bezeichnet werden. Da ein erheblicher Anteil der Instrumente europaweit eingesetzt wird, kommen die Regulierungsvorteile aber auch für andere Länder in der EU zum Tragen. Auf der anderen Seite kann es durch die notwendigen Abstimmungsprozesse auf der EU-Ebene zu Verzögerungen durch langwierige Verhandlungen oder Zurückstellen des Instrumenteneinsatzes kommen. Zu beobachten ist allerdings auch, dass weitergehende Ansätze zur Internalisierung von Umweltschäden, wie z. B. eine allgemeine Pkw-Maut auf Autobahnen oder eine City-Maut, nicht energisch genug verfolgt werden. Insgesamt kann Deutschland eine gute Ausgangsposition bei den Regulierungsfaktoren zugesprochen werden (Wert: 2,3).

Abbildung 29 zeigt die Übersetzung der qualitativen Einschätzung der Leitanbieterfähigkeit Deutschlands in eine Punkteskala von 1 (weniger gut) bis 3 (sehr gut). Besonders positiv schneidet Deutschland bei den system- und akteursbezogenen Faktoren ab, während die Bewertung der anderen Leitmarktfaktoren mit Werten zwischen 2 und 2,5 relativ ähnlich ausfällt. Insgesamt ergibt sich dadurch eine gute Ausgangsbedingung für künftige Exporterfolge. Im Unterschied zu einer detaillierten Analyse, die auf der Ebene einzelner Technologien ansetzt, kann die aggregierte Betrachtung eines Leitmarkts allerdings nur eine grobe Orientierung für diese Einschätzung bieten.

Die Stärken Deutschlands im Bereich der Nachhaltigen Mobilität basieren in erster Linie auf der hohen Wettbewerbsfähigkeit in den traditionellen Bereichen (Motoren, Schienenfahrzeuge und -infrastruktur, Luftfahrzeuge, Telematiksysteme) und der hohen Anzahl an Global Playern aus Deutschland auf verschiedenen Stufen der Wertschöpfungskette. Im Bereich der Forschung resultiert eine Stärke Deutschlands aus der Kontinuität der Forschung auf dem Gebiet der Brennstoffzelle (Jochem et al. 2009; BMWi 2015a). Die Liberalisierung und Harmonisierung des europäischen Marktes im Bereich des Straßen- und Luftverkehrs und die gute Einbettung Deutschlands in den europäischen Markt sind eine weitere Stärke.

Abbildung 29: Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Nachhaltige Mobilität“



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Wenn zukünftig neue Politikinstrumente wie der Emissionshandel oder Road Pricing eingesetzt werden, kann dies Nachhaltigkeitsinnovationen gezielt anstoßen. Ehrgeizige Ziele zur Reduktion von Treibhausgasen und zur Nutzung erneuerbarer Energien können diese Entwicklung weiter unterstützen. Weiterhin bieten der urbane Trend zu eigentumsersetzenden Dienstleistungen wie Car-Sharing, die Konvergenz von digitalen Technologien und Fahrzeugtechnologien sowie die hohe Akzeptanz alternativer Mobilitätsformen bei jungen Menschen Chancen, um multimodale Angebote weiterzuentwickeln. Ebenso können die Erweiterung der EU und ihr Zusammenwachsen zum Aufbau eines einheitlichen Eisenbahnraumes mit standardisierten Technologien und Abläufen beitragen.

Schwächen Deutschlands sind in Bezug auf konkrete Technologiebereiche (Elektromobilität: Batterietechnik, hybride Antriebstechnik, alternative Kraftstoffe, Schiffbau und -infrastrukturen) festzustellen. Gleichzeitig halten Innovationshöhe und Diffusion effizienterer Lösungen nicht mit dem wachsenden Verkehrsaufkommen Schritt. Infolgedessen steigen im Mobilitätssektor (als einzigem Sektor) weiterhin die CO₂-Emissionen. Gleichzeitig ist der Leitmarkt sehr vulnerabel gegenüber Klimaveränderungen, woraus sich ein starker Anpassungsbedarf ergibt. In der EU fehlt zudem ein einheitlicher Ansatz zur flächendeckenden Förderung eines Marktes für hocheffiziente Fahrzeuge nach dem Vorbild des Zero-Emission-Vehicle Programms in Kalifornien. Weiterhin behindert die nationalstaatlich orientierte Struktur der Eisenbahnunternehmen das Wachstum des Schienenverkehrs und die Intermodalität in einem einheitlichen europäischen Eisenbahnraum.

Herausforderungen für die zukünftige Entwicklung Deutschlands im Markt für Nachhaltige Mobilität liegen in der zunehmenden Konkurrenz durch Aufholländer auch bei technologisch hochstehenden Produkten sowie der potenziellen Konkurrenz durch Unternehmen aus der IT-Branche, wie z. B. Google, die im Kontext des autonomen Fahrens infolge eines disruptiven technologischen Wandels und datenbasierter Geschäftsmodelle die etablierten Unternehmen in Deutschland zumindest in bestimmten Marktsegmenten wie dem urbanen Verkehr verdrängen könnten. Die Nachhaltigkeitseffekte

Tabelle 6: SWOT des Leitmarktes „Nachhaltige Mobilität“

Stärken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> • Hervorragende Wettbewerbsfähigkeit in traditionellen Sektoren (Motoren/Automobil, Emissionsminderungstechnologien, Schienenfahrzeuge und -infrastruktur, Luftfahrzeuge, Telematiksysteme, etc.) • Fortführung F&E alternativer Antriebe im Bereich Wasserstoff/Brennstoffzelle • Hohe Anzahl an global Playern aus Deutschland (OEM, Zulieferer) • Fortgeschrittene Liberalisierung und Vereinheitlichung der europäischen Märkte im Bereich des Straßen- und des Luftverkehrs (Transeuropäische Netze, Single European Sky) 	<ul style="list-style-type: none"> • Wieder wachsender Weltmarkt im Bereich der Logistikdienstleistungen (Containerverkehre) • Förderung neuer Politikinstrumente (Emissionshandel, Road Pricing) für Generierung von Nachfrage und Ausrichtung auf Technologieinnovationen nutzen • Konvergenz der Technologiebereiche frühzeitig herbeiführen; Aufbau auf vorhandene Kompetenzen bei konventionellen Fahrzeugtechnologien zum Eintritt in neue Märkte • Erweiterung und Zusammenwachsen der EU und Förderung eines einheitlichen Eisenbahnraumes mit Standardisierung von Technologien und Betriebsabläufen • Ehrgeizige Ziele zur Förderung erneuerbarer Energien und zur Reduktion von Klimagasemissionen • Wertewandel junger Menschen (Generation Y): Multimodalität statt eigenem Pkw
Schwächen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Technologischer Rückstand in Einzelbereichen (Elektromobilität: Batterietechnik, hybride Antriebstechnik, alternative Kraftstoffe, Schiffbau und -infrastrukturen) • Mobilität als einziger Sektor mit weiterhin steigenden CO₂-Emissionen und großer Vulnerabilität gegenüber Klimaeffekten • Kein einheitlicher, flächendeckender Ansatz in der EU zur Schaffung eines Marktes für hocheffiziente Fahrzeuge nach dem Vorbild des Zero-Emission-Vehicle Programms in Kalifornien • Stark nationalstaatlich orientierte Struktur der Eisenbahnunternehmen behindert Wachstum des Schienenverkehrs und der Intermodalität in einem einheitlichen europäischen Eisenbahnraum 	<ul style="list-style-type: none"> • Zunehmende Konkurrenz durch Aufholländer auch bei technologisch hochstehenden Produkten • Langfristiger Ausstieg aus Antriebstechnologien auf Basis fossiler Kraftstoffe (Exnovation) • Disruptiver technologischer Wandel: Digitalisierung des Autos, fahrerloses Auto, wachsende Bedeutung von Software • Potenzielle Konkurrenz durch Unternehmen aus IT-Branche im Pkw-Bereich, z. B. Google • Überalterung der europäischen Gesellschaft und Wegbrechen der Nachfrage im Personenverkehr (Schüler- und Ausbildungsverkehre) • Zunehmender Mangel an gut ausgebildeten Fachkräften in Forschung und Entwicklung sowie für Verkehrsdienstleistungen • Widerstand nationaler Bahngesellschaften gegen die Liberalisierung des Zugangs zum europäischen Schienennetz • Notwendigkeit eines geänderten Mobilitätsverhaltens

des autonomen Fahrens sind noch nicht systematisch untersucht. Hier gilt es, erwartete positive Tendenzen (z. B. Verbesserungen des Verkehrsflusses, weniger Treibstoffverbrauch durch Windschattenfahren von LWKs) gegenüber möglichen negativen Effekten (z. B. Rückverlagerung auf die Straße durch Komfortgewinn beim Fahren und Parken) zu stärken. Eine weitere Herausforderung liegt in dem klimapolitisch notwendigen langfristigen Ausstieg aus Antriebstechnologien, die auf Verbren-

nungsmotoren mit fossilen Kraftstoffen beruhen (Exnovation). Die Verzögerungen bei der Einführung der Elektromobilität und die technologischen Schwächen Deutschlands in manchen der damit verbundenen Technologiebereichen deuten auf Unterstützungsbedarfe für diesen Prozess hin. Weitere Risiken, die aus der demographischen Entwicklung resultieren, sind die Überalterung der europäischen Gesellschaft und das Wegbrechen der Nachfrage im Personenverkehr (Schüler- und Ausbildungsverkehr) sowie ein Mangel an gut ausgebildeten Fachkräften in Forschungs- und Entwicklung und für Verkehrsdienstleistungen. Ein weiteres Risiko ist der Widerstand nationaler Bahngesellschaften gegen die Liberalisierung des Zugangs zum europäischen Schienennetz.

4.2.5 Nachhaltige Wasserwirtschaft

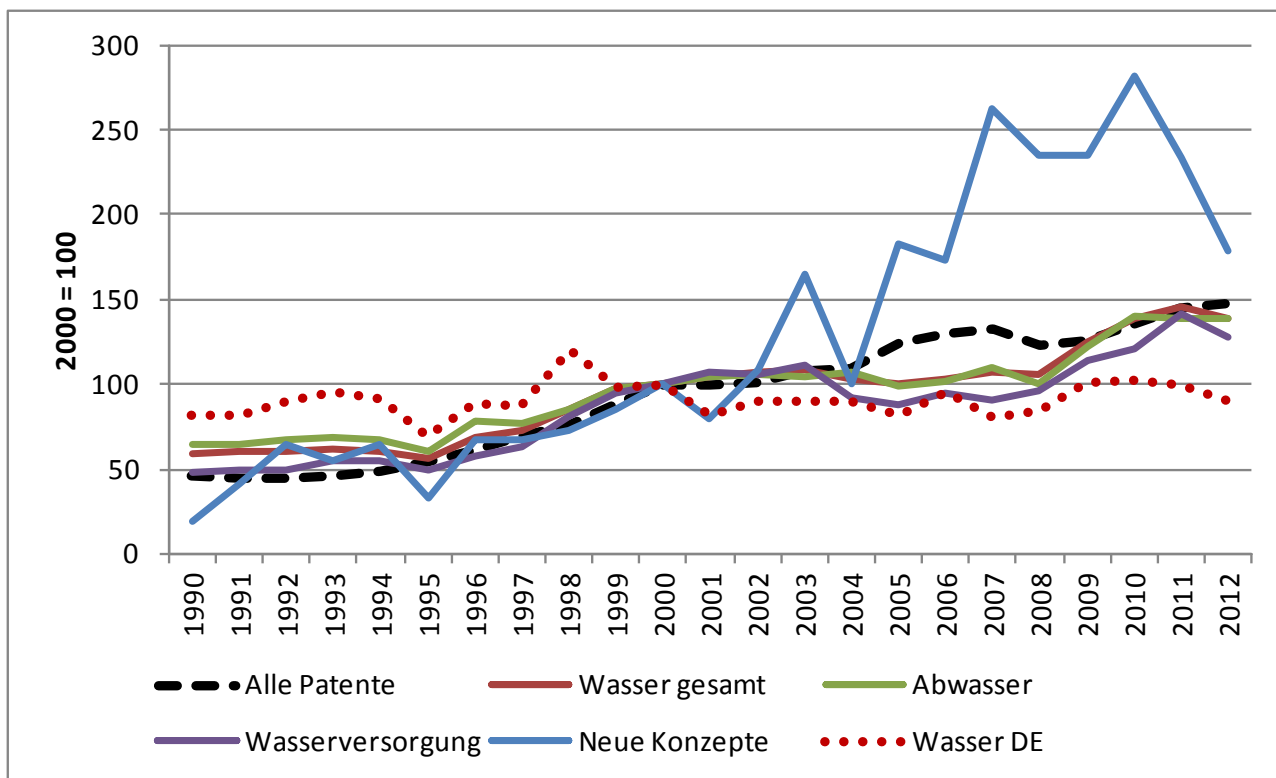
Die Wasserwirtschaft besteht aus unterschiedlichen Segmenten, die alle auf eine erhöhte Nachhaltigkeit ausgerichtet werden müssen:

- ▶ Die Wasserversorgung umfasst sowohl die Förderung und Aufbereitung von Rohwasser (einschließlich Meerwasser) als auch dessen Verteilung an private und gewerbliche Verbraucher. Bestandteile der zentralen Wasserverteilungsinfrastruktur sind vor allem Pumpen, Schieber und Rohre, aber auch Wasserbehälter, die häufig nicht nur einen Ausgleichspuffer zwischen Wasserangebot und -nachfrage darstellen, sondern auch einen ausreichenden Wasserdruck an den Entnahmestellen sicherstellen. In Aufbereitungsanlagen werden unerwünschte Inhaltsstoffe herausgefiltert, sedimentiert oder flotiert, oder das Wasser wird direkt über Ionenaustauscher gereinigt. An Bedeutung gewinnen auch membran gebundene Verfahren, z. B. bei der Trinkwassergewinnung aus Meerwasser. Schließlich wird das Wasser durch Chlorierung oder Ozonierung hygienisiert. Des Weiteren kommen Leckagedetektoren und Innovationen bei der Verlegung (z. B. grabenlose Bauverfahren) eine besondere Bedeutung zu.
- ▶ Die Abwasserentsorgung umfasst sowohl die Ableitung des Abwassers vom Ort seiner Entstehung als auch seine Reinigung, die es in der Regel in einen Zustand versetzt, in dem es gefahrlos in die Umwelt abgeleitet oder wiederverwertet werden kann. Für die Ableitung spielen wiederum Rohren und Pumpen eine wichtige Rolle. Bei Abwassereinigungsverfahren werden biologische und physikalisch-chemische Prozesse eingesetzt. Neuere Entwicklungen zielen auf die Entfernung neu erkannter Verunreinigungen (z. B. Rückstände von Medikamenten und endokrinen Stoffen).
- ▶ Neuere Ansätze finden sich in mehreren Bereichen. So finden neben den großen, kommunalen Anlagen neuerdings auch leistungsfähige Kleinkläranlagen in dezentralen Anwendungen stärkere Beachtung. Die Wiedergewinnung und Wiederverwertung der im Abwasser enthaltenen Ressourcen (z. B. Phosphatrecycling) gewinnt an Bedeutung. Schließlich ist die Steigerung der Wasserverbrauchseffizienz neben der Reduktion des Stoffeintrages ein entscheidendes Element eines proaktiven Wassermanagements, das die Herausforderung der Versorgung mit ausreichenden Mengen Wassers hoher Qualität nicht allein auf die Angebotsseite beschränkt. Neben effizienten Verfahren in der Industrie oder wassersparenden Haushaltsgeräten spielen gerade in Schwellen- und Entwicklungsländern auch effiziente Bewässerungstechnologien in der Landwirtschaft eine besondere Rolle.
- ▶ Die im Zuge einer zu erwartenden Klimaverschiebung häufiger auftretenden Extremwetterereignisse stellen zunehmende Anforderungen an das Management aller Bestandteile der Wasserinfrastruktur im weiteren Sinn. Neben traditionellen wasserbaulichen Maßnahmen sind innovative Mess- und Regelungstechniken zur Erfassung wetterrelevanter und chemisch-biologischer Parameter von Bedeutung.

Neben stärker technisch geprägten Innovationen erfordert eine nachhaltige Wasserwirtschaft auch organisatorische und soziale Innovationen. So spielen z. B. neue Geschäftsmodelle für die Umsetzung stärker dezentral ausgerichteter Strategien eine wichtige Rolle. Zunehmend ist auch eine Verlagerung

der Maßnahmen in der Wasserwirtschaft vorgelagerte Verursacherbereiche erforderlich, z. B. in der Landwirtschaft oder bei der Verwendung von Stoffen, die potenziell wassergefährdend sind. Auch hier sind neben technischen auch nicht-technische Innovationen erforderlich, die auf eine Veränderung der Prozess- und Produktentscheidungen abzielen.

Abbildung 30: Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Nachhaltige Wasserwirtschaft“



Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

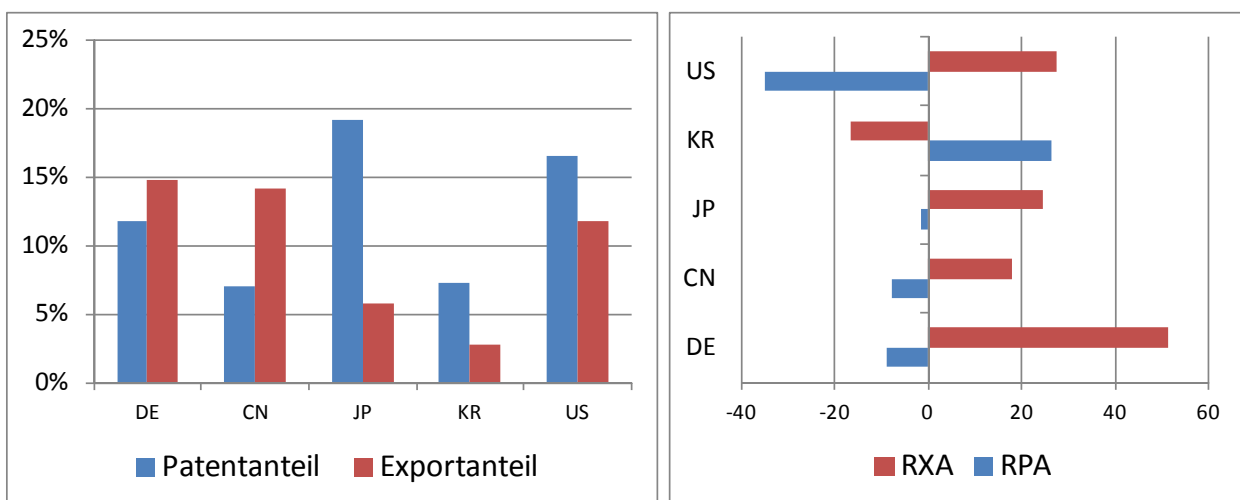
Aus Abbildung 30 wird ersichtlich, dass sich die weltweite Patentdynamik der wasserwirtschaftlichen Patente seit 2008 wieder der Dynamik aller Patente angenähert hat, während in den Jahren zuvor eine unterdurchschnittliche Dynamik zu beobachten war. Dies gilt auch gleichermaßen für die Patente der Wasserversorgung und Abwasserbehandlung. Lediglich bei den neueren Konzepten ist zu beobachten, dass sie seit Anfang der 2000er Jahre einen deutlich überproportionalen Aufschwung genommen haben.

Wie in Abschnitt 2.2 erläutert, spielt die *technologische Leistungsfähigkeit* eine wichtige Rolle für das Hervorbringen von Innovationen und die Wettbewerbsfähigkeit des jeweiligen Landes auf den Technologiemarkten. Beim Patentanteil von Wassertechnologien hat sich die Position Deutschlands in den vergangenen Jahren verschlechtert (s. Abbildung 32). Lag Deutschland im Jahr 1998 zusammen mit den USA noch an der Spitze mit deutlichem Abstand vor Japan, haben sich inzwischen die USA und Japan deutlich vor Deutschland positioniert (s. Abbildung 31). Hinzu kommen mit China und Südkorea neue Player mit einem kontinuierlich ansteigenden Patentanteil. Die abnehmende Bedeutung Deutschlands drückt sich auch darin aus, dass die Spezialisierung auf wasserwirtschaftliche Patente inzwischen in Deutschland unterdurchschnittlich geworden ist. Die technologische Leistungsfähigkeit ist eng mit Maßnahmen verzahnt, die die Generierung und den Austausch von neuem Wissen befördern. Aus dem Bereich des Eco-AP sind hier insbesondere die im Aktionsfeld 2 „Demonstrationsprojekte und Partnerschaften für Öko-Innovationen“ relevant. Die für den Bereich der UFORDAT vorgenommenen Auswertungen in Kap 4.1 deuten auf zurückgehende Volumina der Forschungsförderung hin, die sich noch verstärken, wenn man bedenkt, dass die entsprechenden Daten nominale Werte beschreiben.

Auch die umfassenden Untersuchungen von Hillenbrand et al. (2013), die zudem die Förderung von BMBF, BMWi und DBU im Wasserbereich auswerten, kommen zu einem entsprechenden Ergebnis. Zurückgehende Förderung und nachlassende relative Positionierung in der technologischen Leistungsfähigkeit scheinen im Wasserbereich Hand in Hand zu gehen. Insgesamt wird die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands daher als etwas schlechter als „gut“ bewertet (Wert: 1,6).

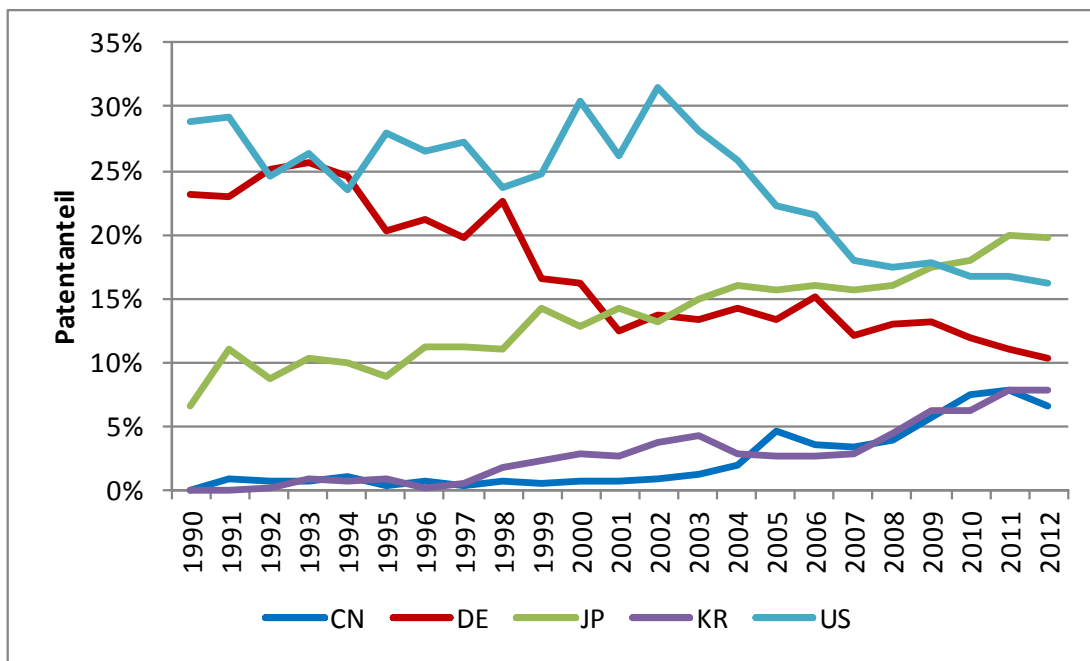
Bei den *nachfrageseitigen Marktkontextfaktoren* ist die frühzeitige Antizipation globaler Trends (Nachfragevorteil) sowie die Dynamik des heimischen Marktes hinsichtlich der Erzielung von größenbedingten Preisvorteilen zu beachten. Da einerseits die Wasserinfrastruktursysteme in Deutschland bereits weitgehend erstellt sind, andererseits erheblicher Sanierungsbedarf und die Ausrichtung auf neue Herausforderungen anstehen, ist bezüglich des heimischen Marktwachstums insgesamt eine eher durchschnittliche Entwicklung auszumachen. Bei Maßnahmen wie der Abwasserabgabe ist zu vermuten, dass hier die nachfragesteigernden Effekte ebenfalls eher in der Vergangenheit lagen. Bezüglich des Nachfragevorteils nimmt Deutschland nach wie vor eine Vorreiterrolle in der Einführung von Neuerungen ein. Eine wichtige Rolle spielen hier auch - im Rahmen der Maßnahmen Datenbank (vgl. Abschnitt 3) bereits erfasste - Maßnahmen wie die Erstellung von Emissionsinventaren, Veränderungen in der Klärschlammverordnung mit dem Ziel der Rückgewinnung von Nährstoffen und die Anpassungen in der Abwasserverordnung und der Oberflächengewässerverordnung, mit der die Verminderung von Emissionen prioritärer Stoffe und von Mikroschadstoffen angestrebt wird. Im Rahmen der sich in Vorbereitung befindenden Spurenstoffstrategie des Bundes wird ein Mix aus Minderungsstrategien an den Quellen, in der Anwendung und auf Basis nachgeschalteter Anlagen angestrebt. Damit werden die Akteursstruktur des traditionellen Gewässerschutzes erweitert und neue Ansatzpunkte der Emissionsminderung verstärkt betrachtet. Andererseits ist die Nachfrage nach nicht-konventionellen, semi-dezentralen Lösungen in der Wasserver- und Abwasserentsorgung als verbesserungsbedürftig einzustufen. Insgesamt werden die nachfrageseitigen Marktkontextfaktoren und damit die Ausgangsbedingungen für die breite Diffusion mit deutlich besser als gut bewertet (Wert: 2,4).

Abbildung 31: Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Nachhaltige Wasserwirtschaft“



Quelle: PATSTAT, UN-COMTRADE, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Abbildung 32: Entwicklung der Patentanteile für ausgewählte Länder im Leitmarkt „Nachhaltige Wasserwirtschaft“



Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Unter den *angebotsseitigen Marktkontextfaktoren* sind Transfer- und Exportvorteile zu bewerten. Bezüglich des mit dem Transfervorteil erfassten Bekanntheitsgrads deutscher Technologien und der Marktkenntnis der deutschen Hersteller ist eine sehr gute Ausgangsposition für Deutschland festzuhalten, die sich in der Rolle Deutschlands als eines der führenden Exportländer von Wassertechnologien ausdrückt (vgl. Abbildung 31). Zum Exporterfolg tragen auch Dienstleistungen, zum Beispiel aus dem Bereich der technischen Planung und Beratung bei, die die Diffusion nachhaltiger Wasserinfrastruktursysteme im Ausland als Wegbereiter („product follows service“) oder als nachgelagerter Service („service follows product“) voranbringen (BMU 2009). Deutschland ist unter den führenden Exportnationen das Land mit der höchsten Exportspezialisierung. Allerdings ist nicht nur die Höhe der Exporte, sondern auch ihre regionale Aufteilung von Bedeutung, um die vielfältigen, zwischen Exportzielländern durchaus unterschiedlich ausgeprägten Präferenzen und Anwendungsbedingungen im eigenen Produktportfolio zu reflektieren (Exportvorteil). Die räumliche Konzentration der deutschen Exporte auf die Zielländer liegt bei den Wassertechnologien etwas unter dem Durchschnitt bei allen Industriewaren. Allerdings exportiert Deutschland noch immer überwiegend in die EU-Staaten und andere OECD-Länder, d.h. nicht in die Staaten, in denen das große Wachstum des Wassertechnikmarktes zu erwarten ist. Hier setzt unter anderem die German Water Partnership an, die im Rahmen von Kap. 3 als Teil der Maßnahmen zur Exportförderung und des Policy Learning dargestellt ist. In der Gesamtbewertung der angebotsbezogenen Marktkontextfaktoren führt dies zu einem Gesamtergebnis von fast sehr gut (Wert: 2,8).

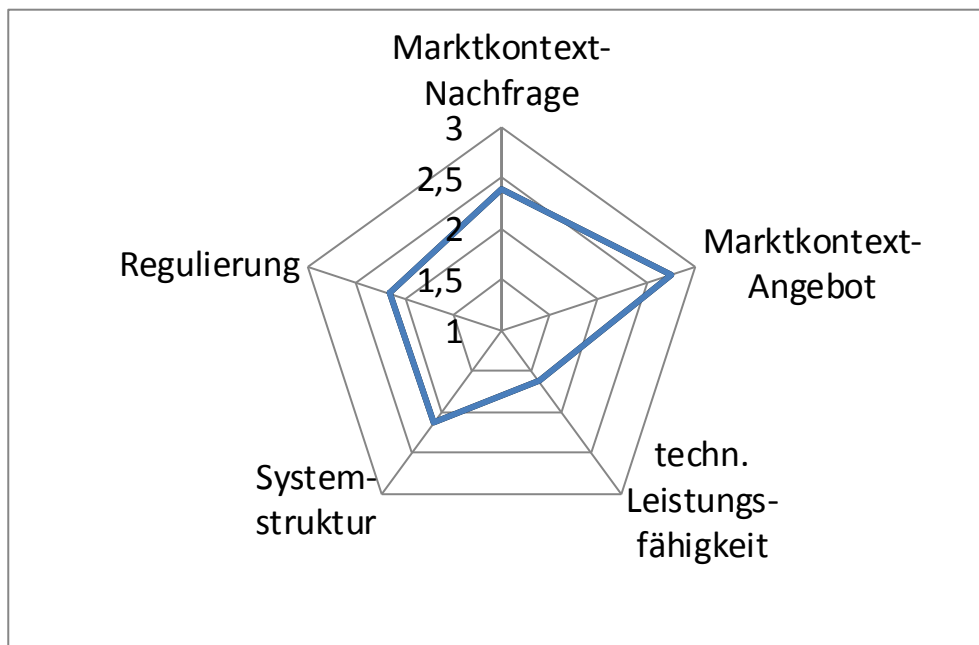
Die Vornahme von Öko-Innovationen setzt gute *System- und Akteursstrukturen*, also die Existenz von leistungsfähigen Akteuren und ihre intensive Vernetzung im Innovationssystem voraus. Zugleich dient dies der Steigerung der eigenen Position im Qualitätswettbewerb. Die Wasserwirtschaft in Deutschland ist durch eine vergleichsweise kleinteilige Struktur gekennzeichnet. Gerade den kleineren Unternehmen fällt es schwer, finanzielle und personelle Ressourcen für eigene F&E-Vorhaben bereit zu stellen. Vor diesem Hintergrund spielen F&E-Dienstleister eine wichtige Rolle für den Innovationsprozess in diesem Leitmarkt. Dies spiegelt sich auch in dem großen Gewicht wider, das Dienstleistungsunternehmen bei der Entwicklung neuer technischer Lösungen haben: Unter den deutschen Patentanmel-

dem im Bereich Abwassermanagement sind fast ein Viertel (23 %) aus dem Dienstleistungssektor (Clausen et al. im Erscheinen). Das ist der größte Anteil im Vergleich zu anderen Leitmärkten. In Deutschland ist zwar die gesamte Wertschöpfungskette durch heimische Anbieter vertreten, aber im Vergleich zu ausländischen Konkurrenten sind kaum Systemanbieter – also Unternehmen, die neben Komponenten auch ganze Wasserver- oder -entsorgungssysteme vermarkten – vorhanden. Eine Verbesserung der Vernetzung zwischen den Anbietern der einzelnen Komponenten ist in den letzten Jahren vermehrt ins Augenmerk geraten, was auch in den Aktivitäten der oben bereits erwähnten German Water Partnership seinen Ausdruck findet. Bei den Interaktionen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft spielen die Förderaktivitäten des BMBF eine wichtige Rolle. Hinsichtlich der Potenziale für Wissens-Spill-over aus komplementären Sektoren ist der Maschinenbau für die Wassertechnologien ein zentraler Akteur. Im internationalen Vergleich weist Deutschland traditionell einen sehr leistungsfähigen Maschinenbau und daher auch hohe Potenziale für Wissens-Spill-over auf. Andererseits ist die deutsche Wasserwirtschaft eher kleinteilig organisiert und auf ihr Versorgungsgebiet ausgerichtet. Dies erschwert die Bereitstellung eines kompletten Systemangebots für die Erstellung einer Wasserver- und Abwasserentsorgung, das gerade für die schnell wachsenden Märkte in den Entwicklungsländern von Bedeutung wäre. In der Gesamtschau aller Faktoren, die für die Akteurs- und Systemebene betrachtet werden, ist die Ausgangsposition daher als etwas besser als gut (Wert: 2,1) zu charakterisieren.

Innovationen hängen in vielfältiger Weise von *Regulierungsfaktoren* ab, die im Bereich der Wasserwirtschaft sehr stark die Herausbildung einer entsprechenden Nachfrage beeinflussen. In der Vergangenheit hatte Deutschland eine Vorreiterrolle bei der Initiierung von Anforderungen beispielsweise im Bereich der kommunalen oder industriellen Abwasserbehandlung. Der Schwerpunkt neuer Regulierungsansätze hat sich jedoch stärker auf die EU-Ebene verlagert. In Teilbereichen der Wasserwirtschaft beispielsweise hinsichtlich des Umgangs mit Mikroschadstoffen oder der Verbesserung der Energie- und Ressourceneffizienz kommt Deutschland jedoch immer noch eine wichtige Signalfunktion zu. Hiervon geht eine nicht zu unterschätzende Orientierung für die Innovatoren bezüglich der einzuschlagenden Innovationsrichtung aus (Guidance of Search). Andererseits werden nicht alle europäischen Ziele erreicht. Für die Beurteilung der Innovationswirkungen der Regulierung ist auch ihre Stabilität und Vorhersehbarkeit entscheidend, die für Deutschland bisher als positiv einzustufen sind. Allerdings bestehen Unsicherheiten z.B. hinsichtlich von Detailregelungen, vor allem, wenn diese auch zwischen den Bundesländern mit deutlichen Unterschieden umgesetzt werden. Insgesamt kann Deutschland derzeit bezüglich der Regulierungskomponenten daher mit gut, mit Tendenzen hin zu sehr gut (Wert: 2,2) bewertet werden.

Abbildung 33 zeigt die Übersetzung der qualitativen Einschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in eine Punkteskala von 1 (weniger gut) bis 3 (sehr gut). Während sich die angebots- und nachfrageseitigen Marktkontextfaktoren nach oben abheben und auch die system- und akteursbezogenen Elemente sowie die Regulierungsseite insgesamt noch etwas besser als gut eingeschätzt werden, fällt die technologische Leistungsfähigkeit demgegenüber ab. Bei diesem Faktor hat sich die Position Deutschlands im Zeitablauf signifikant verschlechtert. Dies legt die Interpretation nahe, dass die hervorragende Positionierung Deutschlands in der Vergangenheit sich zwar heute noch in beträchtlichen Exporterfolgen niederschlägt, dass aber die Erfolgsaussichten Deutschlands, auch in Zukunft als Leitanbieter auf den Weltmärkten auftreten zu können, schlechter geworden sind.

Abbildung 33: Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Nachhaltige Wasserwirtschaft“



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Auf Basis der vorangegangenen Ausführungen lassen sich die Stärken der deutschen Wasserwirtschaft wie folgt zusammenfassen: Nach wie vor besteht ein guter technischer Zustand der deutschen Wasserwirtschaft, allerdings mit zunehmendem Reinvestitionsbedarf. Die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Hersteller ist ebenfalls noch sehr gut, was auch durch die Exporterfolge aufgezeigt wird. Mit dazu beigetragen hat die Umwelt- und Innovationspolitik der Vergangenheit, die Neuerungen begünstigt und deren Diffusion vorangetrieben hat. Allerdings werden auch zunehmend Schwächen der deutschen Positionierung sichtbar. So hat vor allem die technologische Leistungsfähigkeit abgenommen. Die Nachfrage insbesondere nach neuen nicht-konventionellen Lösungen bleibt trotz aller Ansätze unbefriedigend, was die positive technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands in diesen Bereichen gefährdet. Auch sind die Akteure der deutschen Wasserver- und -entsorgung kaum international ausgerichtet, was die Herausbildung eines Systemanbieters erschwert. Hinzu kommt die mangelnde Einbettung zahlreicher kleiner Akteure in das Innovationssystem. Auch vermindert eine uneinheitliche Implementierung von Vorschriften und die Nichterreichung einiger europäischer Ziele die Signalfunktion der Politik.

Die künftige Entwicklung bietet aber auch erhebliche Chancen. Ein massiv expandierender Weltmarkt und steigender Reinvestitionsbedarf der deutschen Wasserwirtschaft werden eine steigende Nachfrage nach sich ziehen. Dies eröffnet zugleich die Chance, damit einhergehend neue Herausforderungen mit neuen Konzepten anzugehen, insbesondere in den Bereichen Mikroschadstoffe, Phosphor-Recycling, Verstärkung semi-dezentraler Ansätze und der Energie-Wasser-Nexus. Auch die Chancen der Digitalisierung, die unter dem Schlagwort Wasserwirtschaft 4.0 in die Diskussion rücken, gehören zu diesen Bereichen.

Aufgrund der aktuellen Entwicklung der technologischen Leistungsfähigkeit – deutlicher Rückgang des Anteils an Patentanmeldungen – ist allerdings zu befürchten, dass mittel- bis langfristig die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Hersteller zurückgehen und auch der Außenhandelsanteil abnehmen wird. Beeinflusst werden diese Entwicklungen durch den Wandel des Marktes. Die Nachfrage wird sich stärker hin zu Schwellen- und Entwicklungsländern verschieben, verbunden mit einer Zunahme der Nachfrage nach innovativen, an die jeweiligen Rahmenbedingungen angepassten

Systemlösungen. Auf Seiten der Anbieter bauen wichtige Schwellenländer wie China, Indien und Brasilien ihre Wissenskapazitäten deutlich aus und können zunehmend die sich neu entwickelnden Märkte bedienen.

Tabelle 7: SWOT des Leitmarktes „Nachhaltige Wasserwirtschaft“

Stärken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> • Guter technologischer Zustand der deutschen Wasserwirtschaft • Erhebliche internationale Wettbewerbserfolge der Technologiehersteller • Innovation und Diffusion durch Umweltpolitik getrieben 	<ul style="list-style-type: none"> • Massiv expandierender Weltmarkt • Massiver Reinvestitionsbedarf und angestoßene Veränderungen in der Umweltregulierung für Generierung von Nachfrage und Ausrichtung auf innovative Ansätze nutzen • Konvergenz der Technologiebereiche frühzeitig herbeiführen (Nexus Wasser-Energie, Stadt der Zukunft) • Frühzeitiges Erkennen neuer Herausforderungen, z.B. bei Mikroschadstoffen, P-Recycling, Wasserwirtschaft 4.0
Schwächen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Abnehmender Vorsprung im Technologiewettbewerb • Unbefriedigende Nachfrage nach neuen Entwicklungen, insbesondere bei nicht-konventionellen Lösungen • Wasserver- und -entsorgung kaum international ausgerichtet • Mangelnde Einbettung der zahlreichen (kleineren, öffentlichen) wasserwirtschaftlichen Betriebe in das Innovationssystem • Uneinheitliche Implementation von Vorschriften, z. B. zwischen den Bundesländern • Europäische Ziele nicht alle erreicht 	<ul style="list-style-type: none"> • Umlenkung der Exporterfolge auf schnell expandierende Märkte, verbunden mit der Notwendigkeit, auf (soziale) Kompatibilität der Technik zu achten • Integration auch nicht-technischer Innovationen, z. B. bei Maßnahmen an der Quelle • Ausrichtung des Regulierungsregimes für Offenheit gegenüber neuen Lösungen • Herausbildung von international schlagkräftigen wasserwirtschaftlichen Anbieterkonstellationen • Etablierung als Vorreitermarkt in Wassereffizienz trotz hoher Wasserverfügbarkeit im Inland

In Deutschland sind deshalb verstärkte Anstrengungen zur Förderung des Innovationssystems im Bereich der Wassertechnologien notwendig. Dies betrifft zum einen die Forschungsförderung, die langfristig gestärkt und verstetigt werden sollte. Der Trend real sinkender Fördersummen sollte gestoppt werden, um der Verringerung der relativen technologischen Leistungsfähigkeit entgegen zu wirken. Gleichzeitig ist eine kontinuierliche inhaltliche Anpassung der Forschungsprogramme an die Handlungserfordernisse sowie eine Abstimmung der Aktivitäten der verschiedenen Fördermittelgeber erforderlich.

Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft sowie eine abgestimmte Strategie „Mikroschadstoffe“ sollten die Diffusion von umweltfreundlicheren Techniken stützen. Die gewässerschutzpolitischen Maßnahmen sollten auch bewusst auf eine Markteinführung von neuen Ansätzen zur Adressierung der neuen Herausforderungen ausgerichtet und offen gegenüber neuen Lösungen ausgestaltet werden. Schließlich erscheint es erforderlich, auch die internationale Positionierung zu stärken. Da Wasserknappheit ein international zunehmendes Problem darstellt, sollte sich Deutschland trotz der hohen inländischen Wasserverfügbarkeit als Vorreitermarkt für Wassereffizienz positionieren.

Die gezielte Förderung des Übergangs von Forschungsergebnissen in die Praxis ist der zweite Ansatzpunkt zur Verbesserung des Innovationssystems. Hierzu zählt eine ausreichende Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft, aber auch eine enge Verzahnung der Umweltpolitik mit der Forschungsförderung. Über die vorgesehene Neugestaltung der Abwasserabgabe gibt sich außerdem die Möglichkeit, gezielte Anreize zur Förderung der Entwicklung und Umsetzung innovativer Konzepte mit vorzusehen.

Der dritte Ansatzpunkt ist die Stärkung und dauerhafte Unterstützung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit, vergleichbar zu anderen Umwelttechnikbereichen (z. B. bei der Exportförderung im Bereich der erneuerbaren Energien). Zusätzliche Aktivitäten und Marktanalysen für Zielregionen, Beratungsprogramme vor allem hinsichtlich möglicher Finanzierungsinstrumente und Koordination übergreifender Maßnahmen könnten die Weltmarktorientierung des überwiegend mittelständischen deutschen Wassersektors deutlich verbessern. Auf der anderen Seite müssten nachfrageseitig die weltweiten Anforderungen gezielt ausgewertet und beispielsweise bei der Ausrichtung und Koordination der nationalen Forschungsaktivitäten eingebracht werden. Parallel könnte die besondere Rolle der KfW im Bereich internationaler Wasserprojekte genutzt werden, um innovative Lösungen gezielt zu fördern und qualitativ hochwertige, nachhaltige Ansätze in die breitere Umsetzung zu bringen.

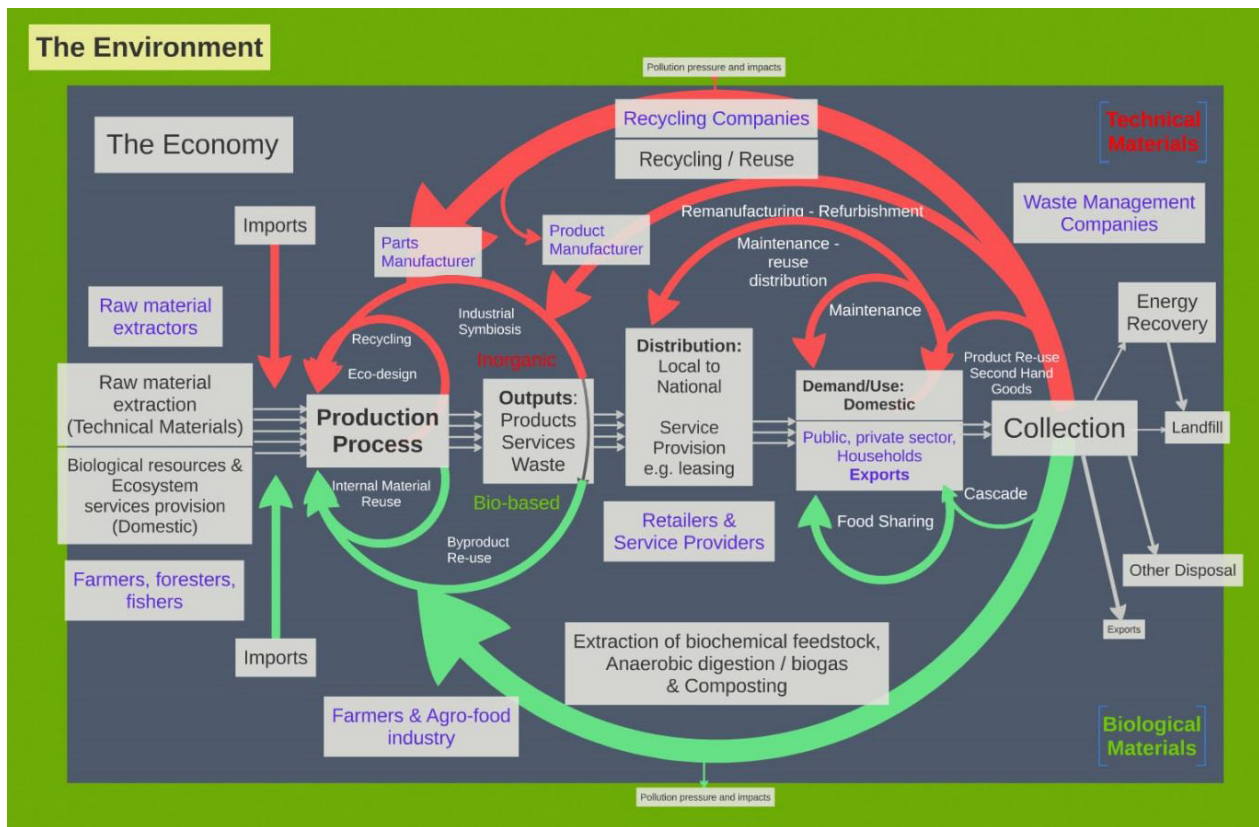
4.2.6 Kreislaufwirtschaft: Vermeidung von Abfällen und Flächenverbrauch

Im Rahmen der Kreislaufwirtschaft gibt es eine Vielzahl von Ansatzpunkten zur Steigerung der Ressourceneffizienz. Entlang der gesamten Wertschöpfungskette von der Rohmaterialbereitstellung über die Produktion, die Verteilung der Produkte, ihre Nutzungsphase bis schließlich zu ihrer Entsorgung als Abfall bestehen Potenziale innerhalb und zwischen den einzelnen Wertschöpfungsstufen, die durch die Etablierung von Kreisläufen und die Reduktion von Stoffströmen erschlossen werden können (vgl. Abbildung 34). Die Akteure sowie technischen und institutionellen Herausforderungen, die mit den verschiedenen Ansatzpunkten verknüpft sind, unterscheiden sich gravierend. Deshalb wird die Kreislaufwirtschaft in zwei Abschnitten behandelt (s. auch Abschnitt 4.2.7). Dieser erste Abschnitt fokussiert auf die Abfallvermeidung, also dem möglichst sparsamen Einsatz materieller Ressourcen in der (auch landwirtschaftlichen) Produktion und der möglichst langen Nutzung von Produkten (einschließlich Reparierfähigkeit und Wiedernutzung). Damit wird vor allem die oberste Stufe der 5-stufigen Abfallhierarchie im Kreislaufwirtschaftsgesetz adressiert. Daneben richtet sich der Blick auch auf den Flächenverbrauch.

Unter Abfallvermeidung fallen u. a. Strategien zur Reduktion des Einsatzes von Ressourcen (i. S. v. Material) und zur Steigerung der Langlebigkeit von Produkten. Aus technischer Perspektive lässt sich dies in verschiedene Teilaspekte aufgliedern (vgl. Ostertag et al. 2010).

- ▶ Im Leichtbau werden Materialeinsparungen dadurch erzielt, dass besonders leichte Materialien (z. B. Magnesium, teilweise Aluminium) zum Einsatz kommen und die Formgebung sich unmittelbar an den Stabilitätsanforderungen orientiert, d. h. Werkstücke oder Bauelemente besonders dünn oder in gitter- oder netzartiger Bauweise ausgeführt werden. Die Materialeinsparungen können unmittelbar auftreten, weil wegen reduzierter Dimensionierung weniger vom jeweiligen Material verbraucht wird, oder indirekt, weil bspw. durch den Leichtbau von Fahrzeugen der Energieeinsatz gesenkt wird.

Abbildung 34: Vereinfachte Darstellung einer Kreislaufwirtschaft



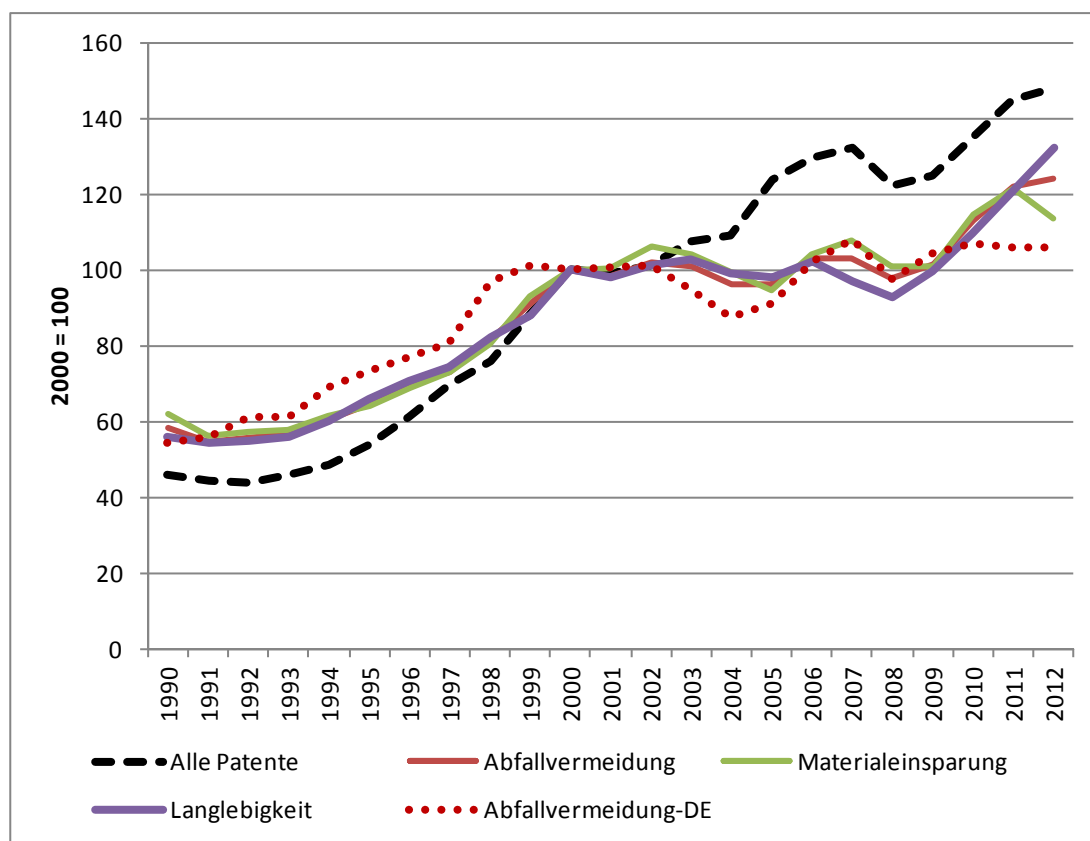
Quelle: Vanner et al. 2014

- ▶ Im Bereich der Oberflächenbeschichtung werden Einsparungen von Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen durch die Vorbehandlung der Oberfläche, den lösemittelarmen oder -freien Auftrag des Beschichtungsmaterials (Bsp.: Pulverbeschichtung) sowie die möglichst vollständige Nutzung des Beschichtungsmaterials selbst (z. B. durch Einsatz eines elektrischen Feldes) erzielt. Wasser und wässrige Lösungen können in großem Umfang durch den Einsatz von Oberflächen mit niedrigen Reibungs- oder Adhäsionskoeffizienten (z. B. Lotus-Effekt) eingespart werden.
- ▶ Schließlich lassen sich durch neue Verfahren der Formgebung der Energieverbrauch und der Einsatz von Rohstoffen senken. Durch eine bessere Kontrolle der Materialqualität und der Verarbeitungsprozesse lassen sich außerdem die Ausschussquote und damit der Materialverbrauch senken.
- ▶ Langlebigkeit lässt sich durch eine Erhöhung der Stabilität erzielen, die die Funktion über einen längeren Zeitraum sicherstellt, durch Oberflächenbehandlungen, die ein Gut vor negativen Einflüssen von außen schützen, durch reparierfähiges Produktdesign sowie durch neue Reparaturverfahren, die die Nutzungsdauer verlängern. Bei der Erhöhung der Stabilität spielen, wie im Kontext der Materialeinsparung, Verbundwerkstoffe eine Rolle, wobei hier vor allem Verbünde aus Kunststoffen, Glas, Metallen und keramischen Massen sowie die Verfahren zu ihrer Herstellung betrachtet werden. Den gleichen Zweck verfolgt das Härten von Metallen. Metall-, Kunststoff- und andere Beschichtungen schützen Werkstoffe vor äußeren Einflüssen meist chemischer Art (Witterung, chemische Anlagen); sie können aber auch Schutz gegen den Einfluss von Mikroorganismen (Biozide) oder gegen physikalische Einwirkungen (z. B. Flammschutz) bieten. Bei den Reparaturverfahren sei schließlich das Auftragsschweißen zur Reparatur von Schiffs- und Turbinenschrauben exemplarisch herausgegriffen.

Diese technischen Bereiche werden mit den in diesem Kapitel betrachteten Innovationsindikatoren abgedeckt. Die Bereiche Landwirtschaft und Flächennutzungseffizienz bleiben dagegen aus methodischen Gründen bei der Indikatorik außen vor, werden aber qualitativ betrachtet. Darüber hinaus erfordert die Vermeidung von Abfall und Flächenverbrauch auch organisatorische und soziale Innovationen sowie Dienstleistungen. So ist bspw. der Ansatz langlebiger Produkte eng mit dem Thema der (vermiedenen) Obsoleszenz verbunden, für die neue Geschäftsmodelle und Konsumformen eine wichtige Rolle spielen. Für die Reduktion des Flächenverbrauchs sind außerdem Ansätze der Stadt- und Regionalplanung im Hinblick auf die Neuausweisung von Siedlungs- und Verkehrsflächen von großer Bedeutung.

Die Entwicklung der Wissensbasis in den zugrunde liegenden technologischen Bereichen lässt sich anhand der weltweiten Patentdynamik nachvollziehen (vgl. Abbildung 35). Nachdem sie in den 1990er Jahren einen ähnlich ansteigenden Verlauf aufweist wie die durchschnittliche Dynamik aller Patente, hat sich seit den 2000er Jahren eine Stagnation der Zahl der jährlichen Patentanmeldungen eingestellt, die deutlich hinter der allgemeinen Entwicklung der technologischen Wissensbasis zurückbleibt. Erst in den letzten vier Jahren des Betrachtungszeitraums konnte die Abfallvermeidung wieder an die durchschnittliche Entwicklung anknüpfen. Der Verlauf ist für die Teilbereiche Materialeinsparung und Langlebigkeit weitgehend ähnlich. Nur am aktuellen Rand tendiert die Patentdynamik im Bereich Langlebigkeit ungebrochen aufwärts, während bei Materialeinsparung ein leichter Rückgang sichtbar wird, von dem sich noch zeigen muss, ob er nur vorübergehend ist. Anders als im Bereich Abfallwirtschaft und Recycling (s. Abschnitt 4.2.7) folgt die Entwicklung in Deutschland weitgehend dem weltweiten Trend, ist aber in den letzten drei Jahren des Betrachtungszeitraums ihm gegenüber etwas abgeflacht.

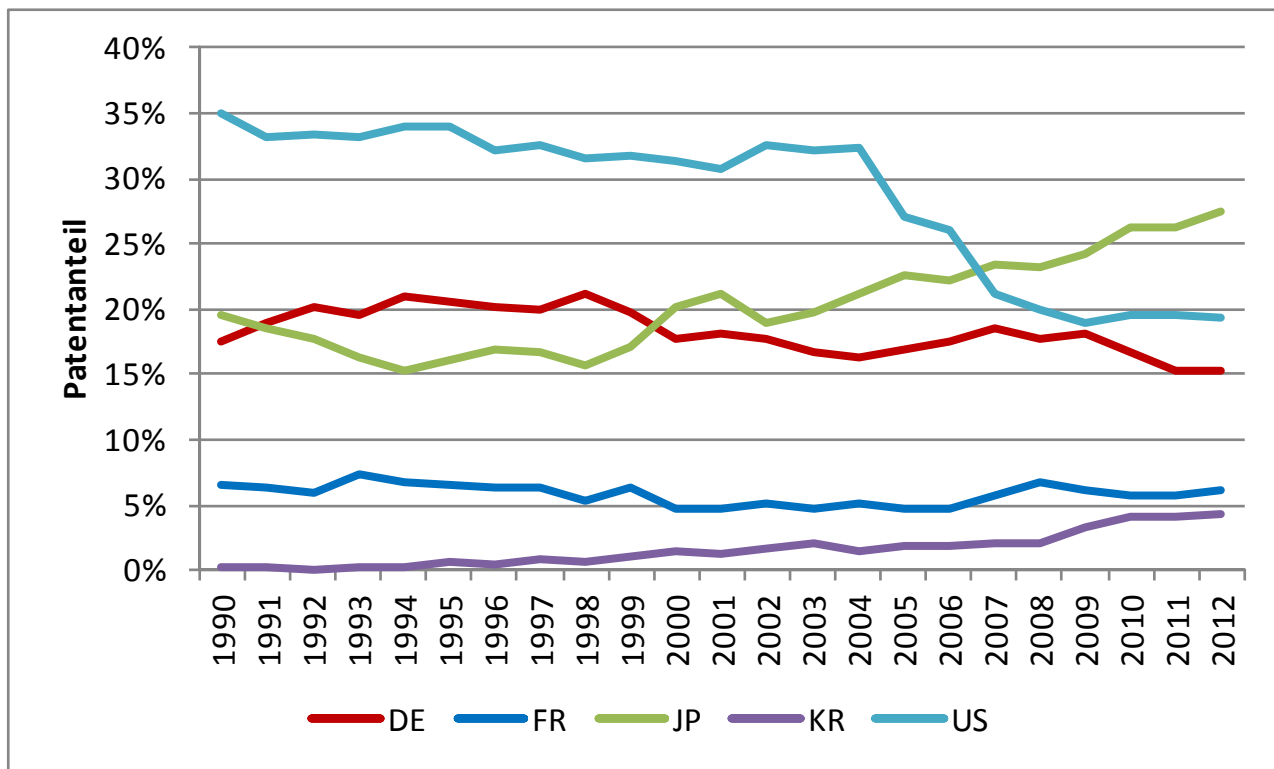
Abbildung 35: Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Abfallvermeidung)“



Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Für die *technologische Leistungsfähigkeit* als einer der Einflussfaktoren der Positionierung eines Landes im internationalen Wettbewerb ist u. a. sein Patentanteil kennzeichnend (vgl. Abschnitt 2.2). Hier waren lange Jahre die USA weltweit mit Abstand führend (vgl. Abbildung 36), mussten diese Position aber inzwischen an Japan abgeben. Ein stabiler kleinerer Player ist Frankreich und neu hinzu kommt seit den 2000er Jahren Korea als weiterer Akteur. Deutschland liegt mit seinem Patentanteil recht stabil im oberen Mittelfeld, wenn auch mit leicht abnehmender Tendenz. Seit den 2000er Jahren liegt Deutschland mit seinem Patentanteil weltweit an dritter Stelle. Diese gute Positionierung spiegelt sich noch deutlicher in der Spezialisierung der Wissensbasis Deutschlands, die signifikant positiv ausgeprägt ist (vgl. Abbildung 37). Die Entwicklung der technologischen Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft wird von politischen Maßnahmen mitgeprägt, die die Generierung und den Austausch von neuem Wissen befördern. Diese Funktion des Innovationssystems wird bei Abfallvermeidung ähnlich stark ausgeprägt eingeschätzt wie im Durchschnitt über alle Öko-Innovationen. Dabei spielen vor allem Maßnahmen aus dem Aktionsfeld 2 des EcoAP ("Demonstrationsprojekte und Partnerschaften für Öko-Innovationen") eine Rolle. Das Thema Abfallvermeidung profitiert hier unter anderem von einigen Leitmarkt-übergreifenden Maßnahmen, wie zum Beispiel dem FONA-Rahmenprogramm. Auch im Bereich Flächensparen bestehen entsprechende Fördermaßnahmen (z. B. ExWoSt, MORO). Bei den Innovationsfördermaßnahmen in der Landwirtschaft (z. B. BMEL-Programm zur Innovationsförderung²⁴) können Synergieeffekte mit Ressourceneffizienz vermutet werden; diese Fördermaßnahmen sind jedoch zumeist nicht explizit auf Ressourceneffizienz ausgerichtet. Insgesamt wird die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands im Bereich Abfallvermeidung leicht besser als "gut" bewertet (Wert: 2,1).

Abbildung 36: Entwicklung der Patentanteile ausgewählter Länder im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Abfallvermeidung)“

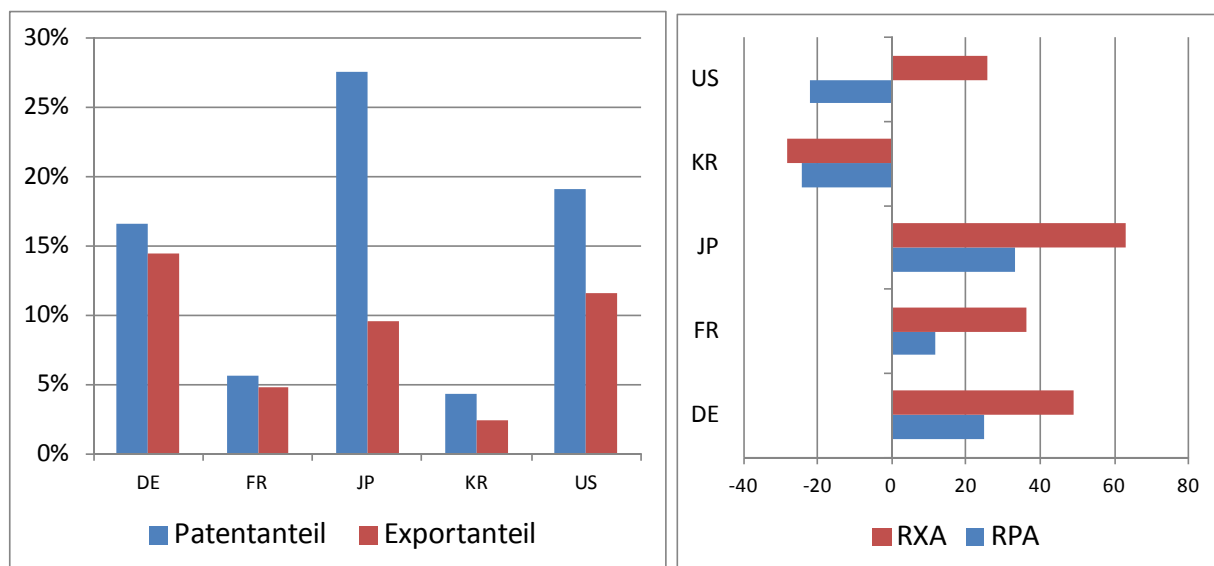


Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

²⁴ http://www.ble.de/DE/03_Forschungsfoerderung/01_Innovationen/01_BMEL/Innovationsfoerderung-BMEL_node.html

Bei den *nachfrageseitigen Marktkontextfaktoren* ist die frühzeitige Antizipation globaler Trends (Nachfragevorteil) sowie die Dynamik des heimischen Marktes hinsichtlich der Erzielung von größenbedingten Preisvorteilen zu beachten. Mit Progress und der Nachhaltigkeitsstrategie mit ihrer Zielsetzung zur Erhöhung der Rohstoffproduktivität sind starke programmatische Ansätze zur Förderung der Abfallvermeidung im heimischen Markt vorhanden. Allerdings waren die Aktivitäten zur konkreten Implementierung gerade auf dieser oberen Stufe der Abfallhierarchie in der Vergangenheit etwas weniger ausgeprägt und die derzeit niedrigen Rohstoff- und Energiepreise wirken ebenfalls dämpfend auf die Diffusion und die Ausbildung von Preisvorteilen. Die Maßnahmen zur Förderung der Nachfrageseite umfassen zum Beispiel das Betreiben des Kompetenzzentrums Ressourceneffizienz und Vorgaben im Rahmen der Vergabe-Verordnung. Verglichen mit den detaillierten Recycling-Gesetzen in den nachgelagerten Stufen der Abfallhierarchie und auch im Vergleich zur Marktförderung für Öko-Innovationen insgesamt erscheint die Intensität der Marktförderung aber eher unterdurchschnittlich. International prägt die Diskussion um Nachhaltigkeit und "Green Economy" auch das Feld der Abfallvermeidung, so dass Deutschland seine eigenen Errungenschaften sehr gut international platzieren kann. Insgesamt werden deshalb die nachfrageseitigen Marktkontextfaktoren noch mit "gut" bewertet (Wert: 2,0).

Abbildung 37: Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Abfallvermeidung)“



Quelle: PATSTAT, UN-COMTRADE, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Unter den *angebotsseitigen Marktkontextfaktoren* sind Transfer- und Exportvorteile zu bewerten. Im Außenhandel nimmt Deutschland mit seinem Exportanteil von knapp 15 Prozent die führende Rolle ein (vgl. Abbildung 37). Diese Spitzenposition zeigt sich auch in der starken Exportspezialisierung Deutschlands im Bereich der Abfallvermeidung, die jedoch hinter der von Japan zurückbleibt und Frankreich nur wenig überragt. Die Aspekte der Ressourceneffizienz in der Landwirtschaft und im Flächenverbrauch sowie im Bereich von Dienstleistungen zur Abfallvermeidung (z. B. Reparaturdienstleistungen) sind in diesen Zahlen jedoch nicht abgebildet. Qualitativ betrachtet ist zu vermuten, dass diese beiden Bereiche weniger außenhandelsorientiert sind, so dass die Beurteilung der Performanz vor diesem Hintergrund etwas gedämpft werden muss. Für die Beurteilung des Exportvorteils ist neben der Höhe der Exporte auch ihre regionale Aufteilung von Bedeutung, in der sich verschiedene Präferenzen und Anwendungsbedingungen spiegeln. Schaut man auf die Bestimmungsländer der Exporte Deutschlands im Bereich Materialeffizienz und Langlebigkeit, so dominieren EU-Länder sowohl insgesamt als auch unter den wichtigsten 6 Ländern. Die Konzentration auf diese TOP 6 Länder

liegt mit 40 Prozent leicht unter dem Schnitt für die gesamte Industrie, aber über dem Wert für Umwelttechnologien insgesamt. Bemerkenswert ist, dass auch China unter den TOP 6 der Bestimmungsländer ist. Vor diesem Hintergrund werden die angebotsseitigen Marktkontextfaktoren mit "gut" bis "sehr gut" bewertet (Wert: 2,6).

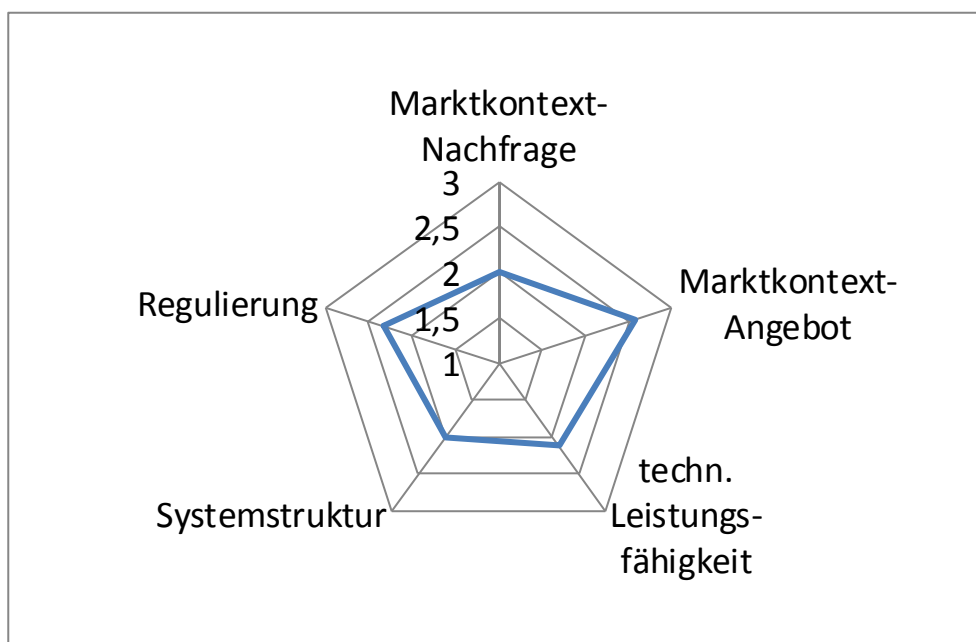
Bei der Beurteilung der *System- und Akteursstruktur* wird auf eine Reihe qualitativer Einschätzungen zurückgegriffen. Hier stellt sich zunächst die Frage nach leistungsfähigen nationalen Firmen. Angesichts der Vielzahl von Ansätzen, die für Abfallvermeidung relevant sind, ist es schwer, große Champions zu benennen, die Akteurslandschaft wirkt hier eher homogen. Die Konzentration der Wissensgenerierung - gemessen am Anteil der TOP10 Patentanmelder an allen Patentanmeldungen des Leitmarkts - ist für die Kreislaufwirtschaft insgesamt im Vergleich zu anderen Leitmärkten eher gering (22 %, vgl. Clausen et al. im Erscheinen). Das Segment der Abfallvermeidung zeichnet sich im Vergleich zu Abfallwirtschaft und Recycling eher durch noch größere Dezentralität und die Präsenz vieler kleiner Dienstleister wie z. B. konsumnahe Reparaturbetriebe aus. Die Kompetenzen erscheinen eher als Querschnittsthema über verschiedene Branchen verstreut (Chemie, Materialwissenschaften, Maschinenbau etc.). Dies schwächt die Lobby für Abfallvermeidung, andererseits wird die Vernetzung von Akteuren durch politisch getragene Initiativen und Plattformen und neue (halb-) staatliche Institutionen wie die Deutsche Rohstoffagentur DERA und das VDI Zentrum für Ressourceneffizienz ZRE begünstigt. Vom technischen Gesichtspunkt her ist die gesamte Wertschöpfungskette in Deutschland gut repräsentiert. Aber manche Stufen sind mangels wirtschaftlicher Attraktivität oder mangels Abnehmer-Branchen nur schwach vertreten - so zum Beispiel Reparatur-Dienstleistungen oder die Reduktion des Primärmaterial Einsatzes durch Rezyklate (z. B. Kunstfasern aus Sekundärmaterial in der Textilindustrie). Die leitmarktspezifischen politischen Maßnahmen zur Unterstützung der Innovationsfunktionen im Bereich der Wissensverbreitung und der Unternehmensaktivitäten sind ähnlich stark ausgeprägt wie im Schnitt aller Leitmärkte. Nimmt man all diese Facetten zusammen, wird die Akteurs- und Systemstruktur insgesamt mit "gut" bewertet (Wert: 2,0).

Mit Blick auf den *Regulierungsrahmen* für die Abfallvermeidung, der die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit sowie die Nachfrage in einem Leitmarkt maßgeblich mitprägt, sind das Deutsche Ressourceneffizienzprogramm II (BMUB 2016a) und das Kreislaufwirtschaftsgesetz als prominente Elemente zu nennen. Beide decken alle wichtigen Schritte in der Wertschöpfungskette ab und mit dem Übergang von ProgRess I auf ProgRess II und der weiteren Fortschreibung ist eine verlässliche Stabilität der Ressourcenpolitik auch in einem Umfeld derzeit eher entspannter Rohstoffmärkte gegeben. Insgesamt dominieren eher weiche Politikinstrumente, wie z. B. die Förderung von Bildung und Forschung, Informationsangebote, Institutionen- und Netzwerkbildung, (Produkt-) Siegel oder Zertifizierungen (z. B. EMAS). Ökonomische Ansätze, wie zum Beispiel eine Abgabe auf Primärmaterialien, fehlen weitgehend, wie auch der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) feststellt (Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) 2015a). Eine Orientierung durch Zielsetzungen findet statt. Hier sind v. a. die übergreifenden Indikatoren - z. B. die (Gesamt-) Rohstoffproduktivität - zu nennen. Die Zielsetzungen sind auch mit einem Zeithorizont versehen. Bei der Rohstoffproduktivität reicht dieser aber nur noch bis zum Jahr 2020. Die in Entwicklung befindlichen Indikatoren zur Senkung des Primärmaterialbedarfs durch Einsatz von Sekundärrohstoffen sind schwer einer Abfallhierarchiestufe zuzuordnen, können aber unter Öko-Design Gesichtspunkten auch in diesem Abschnitt als relevant betrachtet werden. Allerdings sind sie erst in Entwicklung und wesentlich weniger detailliert als die bereits vorhandenen produktgruppen- und abfallstromspezifischen Sammel- und Rückgewinnungsquoten, die sich unter den kreislaufwirtschaftlichen Zielen finden und sich auf die unteren Stufen der Abfallhierarchie beziehen. Mit Blick auf Ressourceneffizienz im Bereich der Landwirtschaft ist das BMEL-Programm zur Innovationsförderung relevant, um eine ressourceneffiziente Agrarproduktion anzustoßen. Bei der Reduzierung des Flächenverbrauchs sind innovationsfördernde Instrumente (z. B. handelbare Zertifikate) in der Diskussion und werden in Modellvorhaben (u. a. im Förderprogramm Experimenteller Wohnungs- und Städtebau ExWoSt und im Aktionsprogramm "Modellvorhaben der Raumordnung"

MORO) untersucht. Von Seiten des Bundes wurde außerdem mit der Novelle des Baugesetzbuches im Jahr 2007 die Innenentwicklung begünstigt. Die Nachhaltigkeitsstrategie gibt zudem ein quantitatives Ziel zur Minderung des Flächenverbrauchs bis 2020 vor (30 ha pro Tag). Insgesamt wird der Regulierungsrahmen im Bereich Vermeidung von Abfall und Flächenverbrauch auf dieser Basis mit etwas besser als "gut" bewertet (Wert: 2,3).

Abbildung 38 zeigt die Übersetzung der qualitativen Einschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in eine Punkteskala von 1 (weniger gut) bis 3 (sehr gut). Systemstruktur und nachfrageseitige Marktkontextfaktoren werden mit "gut" bewertet. Die technologische Leistungsfähigkeit wird noch etwas besser eingeschätzt. Am besten schneidet der Leitmarkt bei den Marktkontextfaktoren auf der Angebotsseite und auch bei den Regulierungsfaktoren ab. Dies lässt darauf schließen, dass trotz der viel beschworenen Idee, dass die Umsetzung von Ressourceneffizienz eine "Win-Win-Situation" für Wirtschaft und Umwelt bietet, der Leitmarkt doch stark angebots- und regulierungsgetrieben ist.

Abbildung 38: Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Vermeidung von Abfall und Flächenverbrauch)“



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

In der Zusammenschau der fünf Dimensionen der Wettbewerbsfähigkeit lassen sich die Stärken Deutschlands im Leitmarkt Abfallvermeidung und Flächenverbrauch wie folgt zusammenfassen (vgl. Tabelle 8): Mit Blick auf den Weltmarkt sind die deutschen Anbieter sehr gut positioniert und auch die Innovationsdynamik ist hoch. Der politische Rahmen unterstützt Ressourceneffizienz im Sinne von Abfallvermeidung nicht nur auf Bundesebene, sondern auch mit verschiedenen dezentralen Initiativen. Diese Unterstützungsmaßnahmen adressieren auch die Bewusstseins- und Kompetenzbildung und gehen damit auch in die Breite. Vergleicht man diese Breitenwirkung jedoch mit Energieeffizienz, stellt sich der Grad der Aufmerksamkeit, der der Ressourceneffizienz gerade auf den oberen Stufen der Abfallhierarchie gewidmet wird, eher noch als Schwäche dar. Zu den Schwächen zählt auch, dass die Ziele für diese Stufen noch relativ wenig spezifiziert sind.

Zu den Chancen zählt, dass die hier betrachteten Ressourceneffizienzstrategien u. a. der Materialeinsparung auch mit finanziellen Einsparungen für die Anwender und Unternehmen einhergehen können und die Potenziale hier noch weniger ausgeschöpft scheinen als bei Lohnkosten. Gleichzeitig bieten sie Möglichkeiten zur Reduktion der Importabhängigkeit und tragen so zur Wettbewerbsfähigkeit

Deutschlands bei. Es bleibt jedoch eine Herausforderung im Kontext volatiler Preise, die Innovationsrichtung zur Steigerung der Ressourceneffizienz auch in Niedrigpreisphasen klar beizubehalten und dafür auch die breite Akzeptanz und Sensibilität in der Wirtschaft zu haben. Dies gilt insbesondere bei der Umsetzung unternehmensübergreifender Potenziale, die teils mit schwierigen haftungs-, produkt- und abfallrechtlichen Fragestellungen verknüpft sind. Außerdem zeigt sich, dass mit zunehmender Diffusion von Ressourceneffizienz auch Zielkonflikte gelöst werden müssen, zum Beispiel, wenn verschiedene Ressourceneffizienzstrategien sich gegenseitig hemmen. Dies kann zum Beispiel dann der Fall sein, wenn Ansätze zur Materialeinsparung mit komplexeren Materialien einhergehen oder die Stoffgehalte sinken, so dass Recycling unter Umständen technisch schwieriger und wirtschaftlich weniger attraktiv wird.

Tabelle 8: SWOT des Leitmarktes „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Vermeidung von Abfall und Flächenverbrauch)“

Stärken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> • Deutsche Anbieter sind mit Blick auf den internationalen Handel gut positioniert. • Innovationsdynamik im Bereich Materialeffizienz und Lebensdauererlängerung ist in Deutschland vergleichsweise hoch. • Politischer Rahmen bietet stabile Orientierung und wird auch von Landes- und Regionalebene unterstützt. • Initiativen zur Bewusstseins- und Kompetenzbildung für Materialeffizienz z. B. durch Rohstoffeffizienzpreis, Gründung der DERA und des VDI ZRE. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kostensenkung beim Material, nachdem Potenziale bei den Lohnkosten schon weitgehend ausgeschöpft wurden. • Die unternehmensinternen Potenziale der Materialeffizienz können gehoben werden. • Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit, da Deutschland als rohstoffarmes Land besonders von Störungen der Rohstoffversorgung betroffen wäre.
Schwächen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Zielvorgaben, mit Materialien effizient umzugehen, (noch) wenig spezifiziert. • Im Gegensatz zu Energieeffizienz wird Materialeffizienz erst langsam mehr Aufmerksamkeit gewidmet. 	<ul style="list-style-type: none"> • Niedrige Rohstoff- und Energiepreise gefährden Wirtschaftlichkeit der Ressourceneffizienzstrategien. Sensibilisierung von Unternehmen wird erschwert. • Die Umsetzung der unternehmensübergreifenden Potenziale erfordert anspruchsvolle Rahmenbedingungen. • Recyclingfähigkeit bei komplexen Materialien und sinkenden Gehalten einzelner Stoffe erhalten.

Um Ressourceneffizienzinnovationen auf den oberen Stufen der Abfallhierarchie ebenbürtig mit den unteren Stufen zu fördern, sind vor diesem Hintergrund verstärkte Anstrengungen erforderlich. Gerade für die hier fokussierten oberen Stufen der Abfallhierarchie ist die Ausweitung der EU-Öko-Design-Richtlinie auf Materialeffizienz inkl. längerer Nutzungsdauern und Recyclingfähigkeit von großer Bedeutung. Die hierzu auf EU-Ebene laufenden Diskussionen sollten gefördert und vorangetrieben werden. Die Stärkung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen ist darüber hinaus ein wichtiger Hebel, damit es sich lohnt, in Recyclingprozessen Materialien mit hoher Qualität und Marktgängigkeit zu gewinnen. Hier sind auch branchenspezifische Initiativen und Vorgaben sinnvoll, unter anderem im Baubereich, um das Downcycling in den Tiefbau zu reduzieren. Bei den Baustoffen sind auch von Normen ausgehende Hemmnisse für Innovationen relevant. So kämpft zum Beispiel der mit deutlich weniger CO₂-Emissionen hergestellte nachhaltige Zement mit den herrschenden Standards, die eine bestimmte Zu-

sammensetzung vorschreiben und die durch performance-orientierte Standards abgelöst werden sollten (Dewald und Achternbosch 2016). Da der Instrumentenmix bisher sehr durch weiche Instrumente dominiert wird, wäre übergreifend eine ökonomische Anreizsetzung sinnvoll. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen empfiehlt hier seit mehreren Jahren eine Primärmaterialabgabe (Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) 2015a).

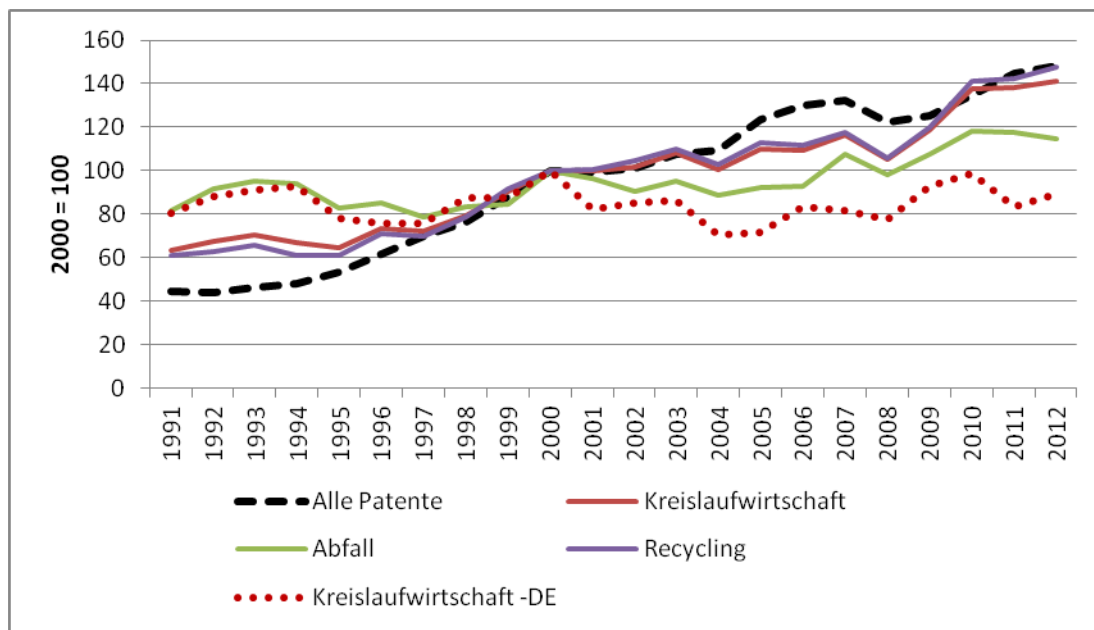
Schließlich wäre es für die Koordinierung der Innovationskräfte wichtig, die Zielsetzung weiterzuentwickeln, das heißt vor allem langfristigere und spezifischere Ziele zu formulieren. Um die Akzeptanz für weitere Ziele und Maßnahmen zu schaffen, scheint es auf der prozeduralen Ebene notwendig, ähnlich wie bei der Bewertung der Klimaschutzmaßnahmen vorzugehen. In der Klimapolitik wurde in verschiedenen "Politikszenerarien für den Klimaschutz" (Matthes et al. 2013b; Matthes et al. 2009; Matthes et al. 2008; Forschungszentrum Jülich GmbH/Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung et al. 2004; Ziesing et al. 1999; Strobel 1997) der Beitrag beschlossener, geplanter und zusätzlicher Maßnahmen zur Treibhausgasminde rung quantifiziert. Entsprechend gilt es, "Politikszenerarien für die Ressourceneffizienz" auszuarbeiten, in denen der Beitrag der Ressourcenpolitik zu den ressourcenpolitischen Zielen maßnahmen- und stoffspezifisch quantitativ untersucht wird. Dies wäre ein wichtiger Baustein, um die Weiterentwicklung der Ziele und des Maßnahmenportfolios in der Ressourcenpolitik zu legitimieren.

4.2.7 Kreislaufwirtschaft: Recycling und Abfallentsorgung

In diesem Unterkapitel liegt der Fokus auf Abfallwirtschaft und Recycling, d. h. auf dem End-of-life-Entsorgungs- und Wiederaufbereitungspfad sowie auf der Nutzung von Produktionsabfällen wie Neuschrotten. Im Sinne von § 3 Abs. 25 KrWG schließt Recycling Verfahren ein, durch die „Abfälle zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden“. In diesen Ansätzen wird ein großes Potenzial zur umweltfreundlichen Rohstoffversorgung gesehen. In der Patentanalyse wurden folgende Technologielinien untersucht.

- ▶ Abfallsammlung und -transport (u. a. Fahrzeug-, Belade- sowie Verladetechnik)
- ▶ Abfall: Kompostierung, Verbrennung, Deponierung
- ▶ Recycling:
 1. Zerkleinerung, Stoffaufbereitung und -trennung, Demontage;
 2. spezifische Verfahren zur Wiedergewinnung und Verarbeitung bestimmter Materialien, z. B. Papier-Recycling, elektrochemische und metallurgische Trennung verschiedener Metalle, Wiedergewinnung von Kunststoffen aus Altmaterialien, Recycling von Phosphat bzw. Düngemitteln aus Schlacken, Abwasser und tierischen Abfällen sowie die Wiedergewinnung von Baustoffen aus dem Abraum abgerissener Gebäude;
 3. ansatzweise auch Waren mit Sekundärrohstoffanteil (z. B. Baustoffe, Tonwaren, Schmierstoffe).

Abbildung 39: Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Recycling und Abfallentsorgung)“



Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Patente für den Bereich Kreislaufwirtschaft werden hier als die Summe der Patente in den Bereichen Recycling und Abfall behandelt. In Abbildung 30 und Abbildung 39 stellt das Jahr 2000 das Basis-Jahr dar. In der Zeit vor 2000 waren die Patentdynamiken in den Bereichen Recycling und Abfall höher als der allgemeine Trend. Nach 2000 hat sich dies weitestgehend umgekehrt. Erst 2010 näherten sich die Patentanmeldungen im Bereich Kreislaufwirtschaft wieder dem Durchschnitt an. Im Laufe der Zeit hat sich darüber hinaus die Bedeutung von Recycling im Vergleich zur Abfalltechnologie erhöht, was auch widerspiegeln könnte, dass Abfall vermehrt als Ressource wahrgenommen wird.

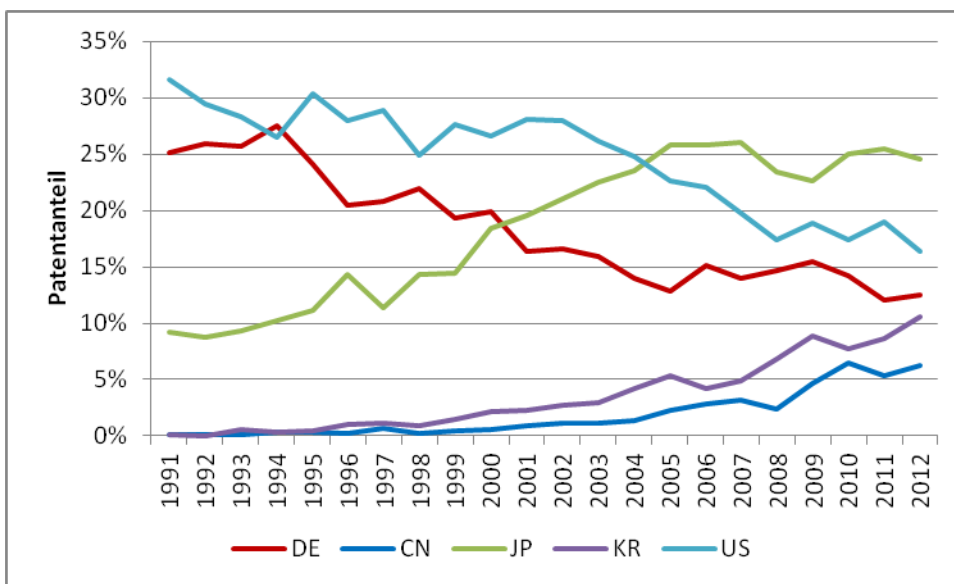
In Abschnitt 2.2 wurde die Bedeutung der *technologischen Leistungsfähigkeit* für die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit herausgestellt. Abbildung 40 visualisiert, wie sich der Patentanteil ausgewählter Länder im Bereich Recycling und Abfallentsorgung entwickelt. Insbesondere in China und Südkorea kann in den letzten Jahren eine positive Entwicklung ihrer Patentanteile beobachtet werden. Japan hat insbesondere in den Jahren 1998 bis 2006 eine rasante Steigerung der Patentzahlen vorzuweisen.²⁵ Dagegen hat sich der Patentanteil Deutschlands seit 1990 halbiert. Trotzdem nimmt Deutschland mit 13 % immer noch die dritte Position ein, nach Japan (25 %) und den USA (18 %) (siehe Abbildung 41, linke Grafik). Abgesehen von Südkorea mit einem Patentanteil von 9 % und China mit einem Patentanteil von 6 % sind die Anmeldungen aus allen anderen Ländern jeweils geringer als 5 %.

Ähnliche Trends sind auch zu erkennen, wenn der RPA angeschaut wird (siehe rechte Grafik in Abbildung 41). Dieser ist in Deutschland bereits seit Jahren negativ, was darauf hindeutet, dass im Bereich Abfall und Recycling die Wissensbasis unterdurchschnittlich wächst. Vor dem Hintergrund, dass das Recycling in einer gewissen Konkurrenz zu anderen Ressourceneffizienzstrategien steht, wie zum Beispiel der Abfallvermeidung, ist dies kritisch zu sehen. Auch die Erschließung neuer Märkte wird durch neue technologische Verfahren begünstigt, die nur entstehen können, wenn die Wissensbasis

²⁵ Hier besteht möglicherweise ein Zusammenhang zu den zweistelligen Wachstumsraten der realen FuE-Ausgaben für Umweltschutz in Japan im Zeitraum 1991 - 2000 (Gehrke et al. 2014, S. 115).

entsprechend ausgebaut wird. Die Entwicklung der *technologischen Leistungsfähigkeit* einer Volkswirtschaft wird von politischen Maßnahmen mitgeprägt, die die Generierung und den Austausch von neuem Wissen befördern. Diese Funktion des Innovationssystems wird bei Abfall und Recycling etwas schwächer eingeschätzt als im Durchschnitt über alle Öko-Innovationen. Dabei spielen vor allem Maßnahmen aus dem Aktionsfeld 2 des EcoAP ("Demonstrationsprojekte und Partnerschaften für Öko-Innovationen") eine Rolle. Insbesondere die Abfallentsorgung ist ein über Jahrzehnte verfolgtes Gebiet der klassischen Umweltpolitik und gilt als reife Technologie. Sie ist deshalb wenig im Fokus laufender Forschungsförderprogramme. Bei Recycling hat sich dies erst in den letzten 5 – 8 Jahren geändert. Es profitiert hier insbesondere von den ressourcenpolitischen Ansätzen im FONA-Rahmenprogramm (vgl. BMBF 2012). Zusammenfassend wird die technologische Leistungsfähigkeit des Bereiches Recycling und Abfallentsorgung zwischen „weniger gut“ und „gut“ eingestuft (Wert: 1,6).

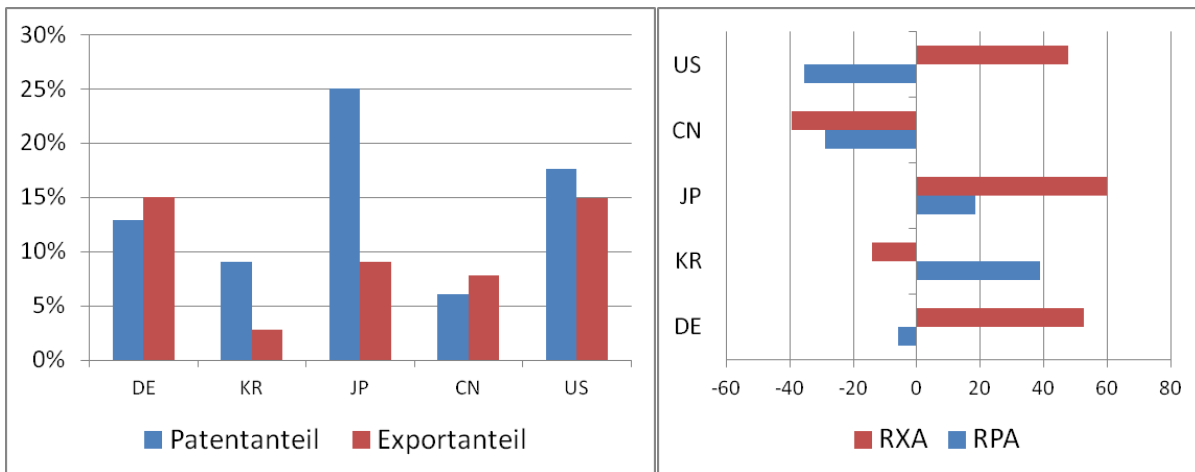
Abbildung 40: Entwicklung der Patentanteile ausgewählter Länder im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Recycling und Abfallentsorgung)“



Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Nachfrageseitige Marktkontextfaktoren können durch die Antizipation globaler Trends sowie durch Preisvorteile begünstigt werden. Bei der Abfalldeponierung und -behandlung sind in Deutschland eher keine neuen Nachfrageschübe zu erwarten. Insbesondere im Bereich der Müllverbrennung gibt es in Deutschland Überkapazitäten. Dasselbe gilt auch für das Vereinigte Königreich, die Niederlande sowie Schweden und Dänemark (Jofra Sora 2013). Im Bereich des Recyclings wird davon ausgegangen, dass in der EU noch Nachhol- und Vollzugsbedarf besteht, insbesondere unter Berücksichtigung der noch hohen Deponierungsquoten (2010) in süd- und osteuropäischen Mitgliedsstaaten (Jofra Sora 2013). Weltweit wird die Nachfrage vermutlich erst langfristig ansteigen, bietet aber perspektivisch Möglichkeiten zur Markterweiterung. Die derzeit niedrigen Rohstoff- und Energiepreise unterstützen die Bildung von Preisvorteilen allerdings nicht. Positive Effekte für die Diffusion können durch die detaillierten Recycling-Gesetze in den nachgelagerten Stufen der Abfallhierarchie erzielt werden, auch durch die Festlegung von Recyclingquoten. In diesen Bereichen ist die Marktförderung als leicht besser als der Durchschnitt zu bewerten. Insgesamt werden damit die nachfrageseitigen Marktkontextfaktoren als leicht besser als „gut“ bewertet (Wert: 2,25).

Abbildung 41: Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Recycling und Abfallentsorgung)“



Quelle: PATSTAT, UN-COMTRADE, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Bei *angebotsseitigen Marktkontextfaktoren* werden Transfer- und Exportvorteil beurteilt. Die entsprechenden Indikatoren werden in Abbildung 41 dargestellt. Der Exportanteil von deutschen Technologien in diesem Bereich beträgt 15 Prozent. Damit teilen sich Deutschland und die USA in diesem Bereich die Spitzenposition. Japan und China folgen mit mehr als 5 Prozentpunkten Abstand. Der RXA stellt den relativen Exportvorteil dar, dieser ist in Deutschland im Bereich Abfall und Recycling über 50, was generell sehr positiv zu bewerten ist. Eine Herausforderung stellt die Vermarktung der Rezyklate dar, weil hier trotz schankender Qualität der Inputs gleichbleibende Qualität der Outputs gewährleistet werden muss. Außerdem müssen auch Fragen bezüglich des rechtlichen Status des Outputs (Produkt oder Abfall) geklärt werden. Für die Beurteilung ist darüber hinaus die regionale Aufteilung der Exporte von Bedeutung. Gemessen am Anteil der größten 6 Bestimmungsländer deutscher Exporte in diesem Bereich liegt die Konzentration hier ungefähr im Schnitt der deutschen Industrie insgesamt, aber etwas höher als im Schnitt der Umwelttechnologien. Das heißt, dass vielfältige, zwischen Exportzielländern durchaus unterschiedlich ausgeprägten Präferenzen und Anwendungsbedingungen im eigenen Produktportfolio reflektiert werden. Auffällig – insbesondere im Vergleich zum Leitmarkt Kreislaufwirtschaft/Abfallvermeidung (vgl. Abschnitt 4.2.6) – ist mit knapp über der Hälfte (55 %) der relativ hohe Anteil von Exporten in Länder außerhalb der EU. Insgesamt werden vor diesem Hintergrund die angebotsseitigen Marktkontextfaktoren mit beinahe „sehr gut“ bewertet (Wert: 2,75).

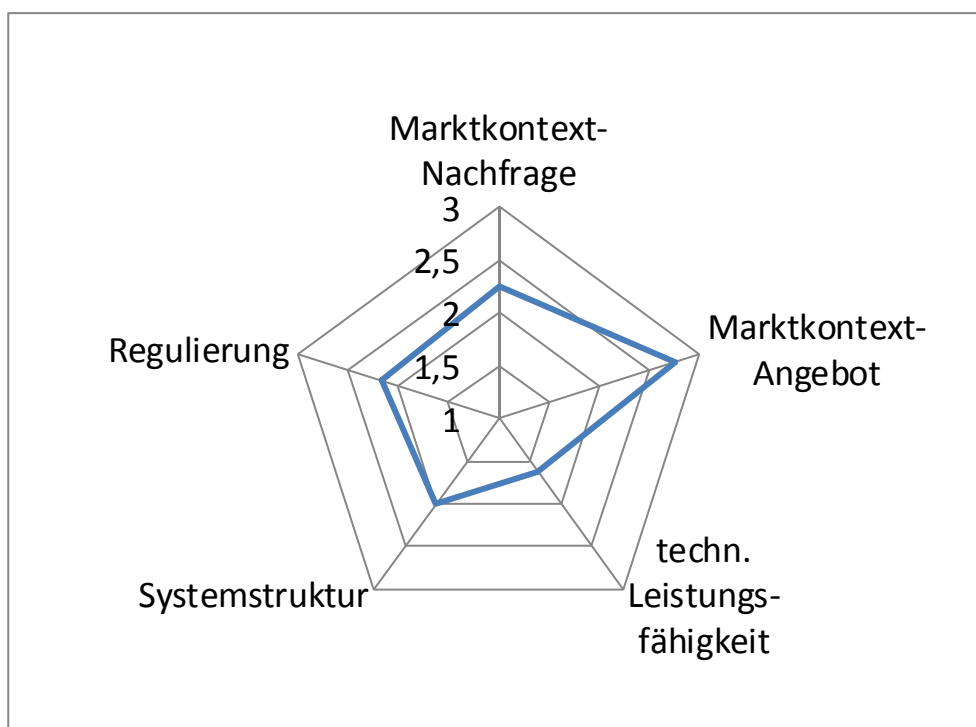
Im Bereich der *System- und Akteursstruktur* wird der Blick unter anderem auf herausragende Player im Innovationssystem gerichtet. Ein Hinweis ergibt sich daraus, wie sich die Patentanmeldungen auf die Akteure konzentrieren. Im Bereich der Kreislaufwirtschaft insgesamt (inkl. Abfallvermeidung) ist der Anteil der 10 größten Anmelder an Patenten eher niedrig (22 %). Dies deutet daraufhin, dass die Erzeugung von neuem Wissen auf viele Akteure verteilt ist. Darunter sind auch viele Dienstleistungsunternehmen, wie ihr relativ hoher Anteil an den deutschen Patentanmeldern im Bereich Abfall und Recycling zeigt - je nach Teilsegment zwischen 7 % im Bereich des Metallrecyclings (CReMA14) und 19 % im Bereich des Abfallmanagements (CEPA 3) (Clausen et al. im Erscheinen). Gleichzeitig ist der Markt durch große, etablierte Player der Abfallwirtschaft geprägt, die auch Dienstleister umfassen, die zum Beispiel Entsorgungsdienstleistungen anbieten (BMU 2009).

Ein Nachteil ist, dass wichtige Abfallströme nicht in Deutschland oder Europa anfallen. Dies resultiert aus dem hohen Exportüberschuss Deutschlands. Bzgl. des Imports von End-of-Life-Stoffströmen zur

Wiederaufbereitung bestehen im Rahmen von Basel 2 gewisse Rechtsunsicherheiten. Darüber hinaus sind bestimmte Abnehmerindustrien wichtiger Rezyklate hauptsächlich außerhalb von Deutschland ansässig, ein Beispiel ist die Nutzung von Kunststoffen in der Textil-Produktion (Elander und Hahn 2007). Auch bei Metall-Schrotten besteht z. T. ein Exportüberschuss (Glöser et al. 2014). Positiv hervorzuheben ist die Vernetzung zwischen den Akteuren innerhalb Deutschlands durch eine differenzierte Verbandsstruktur. Der Leitmarkt profitiert von dem starken komplementären Sektor Maschinenbau. Die politischen Maßnahmen im Leitmarkt Kreislaufwirtschaft zur Unterstützung der Innovationsfunktionen im Bereich der Wissensverbreitung und der Unternehmensaktivitäten sind etwas stärker ausgeprägt als im Durchschnitt aller Leitmärkte. Zusammenfassend wird die Akteurs- und Systemstruktur insgesamt mit "gut" bewertet (Wert: 2,0).

Mit Blick auf den *Regulierungsrahmen* werden in Deutschland im Bereich der Abfallentsorgung und des Recyclings kaum neue, innovative Instrumente umgesetzt. Zusätzlich ist, insbesondere im Bereich der Haushaltsmüllbehandlung, eine Tendenz zur kommunalen Entsorgung zu beobachten. Dies bietet Chancen, Arbeitsplätze am Ort der Entstehung von Abfällen zu belassen. Andererseits werden in diesem Zusammenhang die Einflüsse auf den Wettbewerbsdruck und die Innovationsfähigkeit kontrovers diskutiert. Der Vollzug ist, insbesondere im Europäischen Vergleich, verhältnismäßig gut (Jofra Sora 2013). Allerdings können durch die hohen Umweltauflagen die Aufbereitungskosten im internationalen Vergleich eher hoch ausfallen. Dazu tragen auch die im internationalen Vergleich relativ hohen Arbeitskosten in Deutschland bei. Ein weiterer wichtiger Aspekt im Bereich der Regulierung ist die Orientierung durch Ziele. Im Rahmen von Progress II werden verschiedene kreislaufwirtschaftliche Indikatoren vorgeschlagen und unterschiedliche quantifizierbare Ziele definiert (BMUB 2016a). Die Stabilität der verfolgten Instrumente erscheint relativ hoch, insbesondere im Hinblick auf die Fortschreibung von bundesweiten Strategien wie der Nachhaltigkeitsstrategie sowie ProgRes. Insgesamt wird der Regulierungsrahmen im Bereich Abfall- und Recyclingwirtschaft etwas besser als „gut“ bewertet (Wert: 2,2).

Abbildung 42: Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Recycling und Abfallentsorgung)“



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Die Einschätzungen zur Einordnung der Situation in Deutschland in den 5 Bereichen werden in Abbildung 42 zusammengefasst dargestellt. Abgesehen von der technologischen Leistungsfähigkeit wird die Situation in Deutschland als „gut“ oder besser als „gut“ eingeschätzt. Besonders positiv wird der angebotsseitige Marktkontext wahrgenommen; diese Einschätzung wird durch die gute Exportposition von Deutschland getrieben. Diese zeigt sich zum einen an der Vorreiterrolle (zusammen mit den USA) im Bereich der Welthandelsanteile sowie einem hohen RXA.

Tabelle 9: SWOT des Leitmarktes „Kreislaufwirtschaft (Teilbereich Recycling und Abfallentsorgung)“

Stärken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> • Deutsche Anbieter sind mit Blick auf den internationalen Handel sehr gut positioniert. • Das Einsammeln der Abfälle sowie voraussichtlich auch die Erstsortierung bleiben unmittelbar lokal ausgerichtet, auch die Arbeitsplätze verbleiben damit am Ort der Abfallentsorgung. • Gute Vernetzung der Akteure • Regulierung bietet stabile Orientierung. 	<ul style="list-style-type: none"> • In der Optimierung des Recyclings von end-of-life-Produkten steckt ein großes Potenzial. • Durch eine zyklische Rohstoffknappheit und Importabhängigkeit sowie neue technologische Verfahren können neue Märkte entstehen. • Die Erfahrung bzgl. Sammlung und Wiederaufbereitung kann auf andere Länder (z. B. EU-Mitglieder, EU-Beitrittskandidaten, Schwellenländer) im Zuge der Markterweiterung übertragen werden.
Schwächen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Arbeitskosten sind im Vergleich zu anderen Ländern relativ hoch, so dass Demontage zur Steigerung der Recyclingeffizienz schwierig ist. • Zugang zu Abfallströmen beschränkt, wenn der Ort der Entstehung außerhalb Deutschlands liegt. • Technologische Dynamik insbesondere bei Abfallentsorgung eher verhalten. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hohe Umweltauflagen und damit verbundene Aufbereitungskosten im internationalen Wettbewerb. • Vermarktung der Rezyclate (Qualität, Produkt- vs. Abfallstatus). • Konkurrenz des Recyclings mit anderen Ressourceneffizienz-Strategien (z. B. Abfallvermeidung). • Niedrige Rohstoff- und energiepreise gefährden Konkurrenzfähigkeit der Recyclingroute.

Tabelle 9 fasst die Stärken und Schwächen der deutschen Abfall- und Recyclingwirtschaft in einer SWOT-Analyse zusammen. Im Hinblick auf die deutschen Technologie-Produzenten ist die aktuell gute Positionierung der deutschen Akteure im internationalen Handel eine Stärke, allerdings ist die technologische Dynamik eher begrenzt. Die Herausforderung wird daher sein, diese gute Stellung zu halten. Im Hinblick auf die Rahmenbedingungen der operativen Kreislaufwirtschaft in Deutschland liegen die Standards bereits heute verhältnismäßig hoch. Gleichzeitig sind die Arbeitskosten sowie die Umweltauflagen in Deutschland, im internationalen Vergleich, relativ hoch, so dass auch hier die Herausforderung sein wird, die gute Position zu halten bzw. die Recycling-Quoten weiter zu erhöhen und weiterhin eine lokale Bearbeitung zu ermöglichen. Herausforderungen für den Recycling-Sektor insgesamt (nicht nur in Deutschland) sind die aktuell sehr niedrigen Rohstoff- und Energiepreise. Die zyklische Natur der Rohstoffpreise und Rohstoffknappheit geben insbesondere in Zeiten der Knappheit und hohen Preise Chancen, innovative Verfahren einzuführen. Eine weitere Chance ist, dass neue Märkte entstehen können, wenn deutsche Recycling-Technologien in andere Länder übertragen werden.

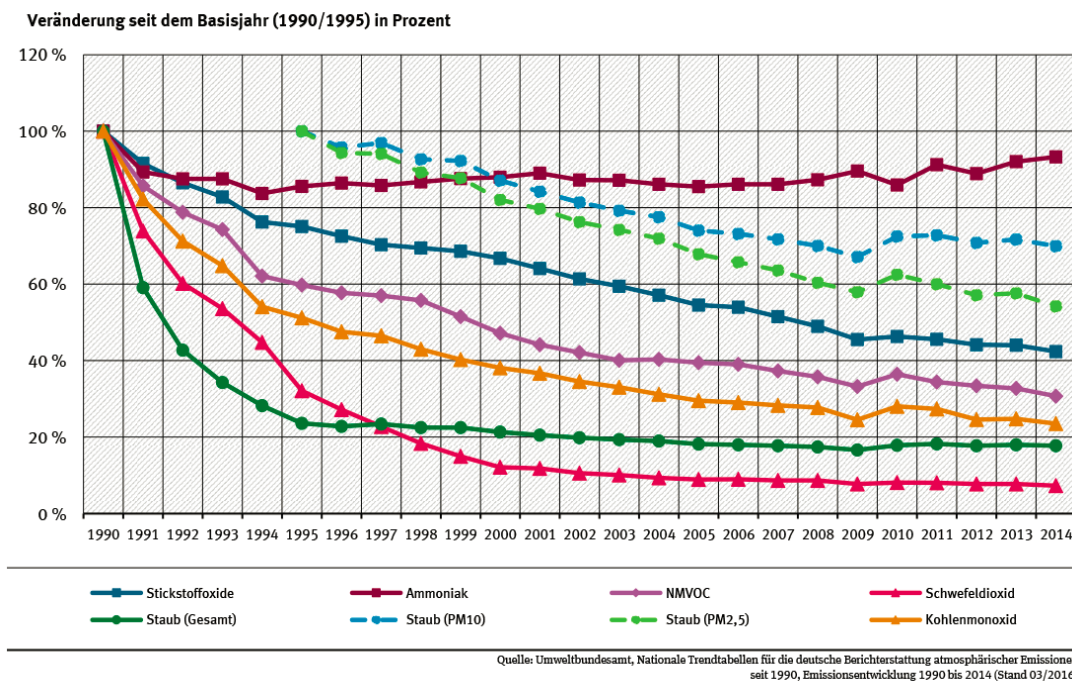
Um die Fokusverschiebung von Abfallentsorgung zum Recycling weiter zu unterstützen, sind verschiedene Maßnahmen denkbar. Es wird zunächst vorgeschlagen, Recyclingfähigkeit im Bereich der

Ökodesignrichtlinie auf geeignete Art und Weise zu verankern, so dass zwar ein Zielwert gegeben wird, aber die Akteure gleichzeitig Spielraum für ihre Innovationsfähigkeit haben. In diesem Zusammenhang könnten output-orientierte und stoffspezifische Recyclingquoten als Bewertungskriterium für die nationale Kreislaufwirtschaft eingeführt werden. Die bereits erwähnten Überkapazitäten im Bereich der Müllverbrennung machen eine thermische Verwertung häufig wirtschaftlich attraktiver als eine stoffliche Verwertung, die jedoch im Sinne einer Kreislaufwirtschaft zu bevorzugen wäre. Um den Preisnachteil der stofflichen Verwertung abzumildern, wäre eine Steuer auf thermische Verwertung geeignet. Zur weiteren Förderung des Recyclings, unter anderem im Bereich Elektrokleingeräte, ist es sinnvoll, die Menge der Materialien, die auf getrennten Wegen in den Kreislauf zurückgeführt wird, zu erhöhen, um ein profitables Recycling zu ermöglichen. Hierzu werden entsprechende Pfandsysteme vorgeschlagen (Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) 2012).

4.2.8 Luftreinhaltung

Die Emission von Schadstoffen in die Luft kann zahlreiche Umweltprobleme, wie z. B. Ozonbildung, Versauerung, Eutrophierung oder den Treibhauseffekt, auslösen bzw. verstärken. Darüber hinaus können negative Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit entstehen, beispielsweise Atemwegserkrankungen infolge von Feinstaub. Abbildung 43 zeigt, dass die Emissionen bei den meisten Schadstoffen vor allem während der 1990er Jahre deutlich reduziert werden konnten.

Abbildung 43: Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe



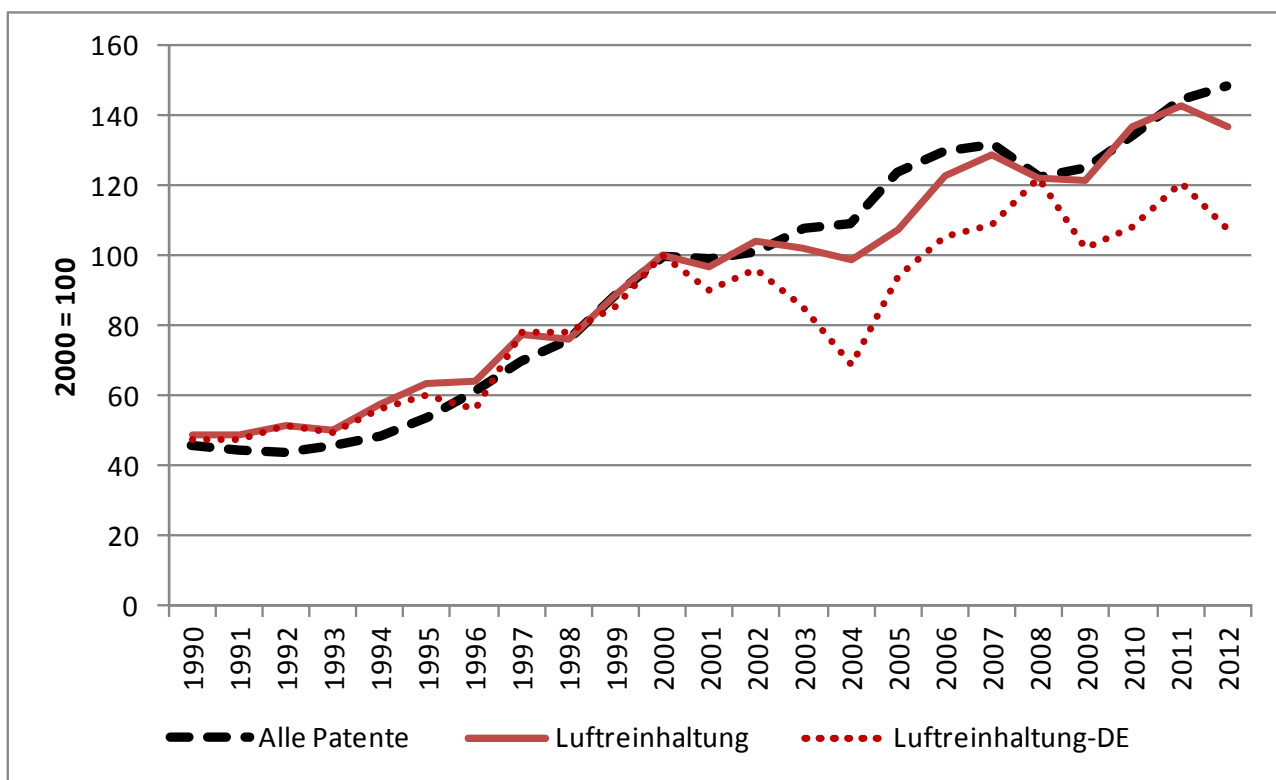
Quelle: UBA (2016 <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland>, Abruf vom 10.05.2016)

Zu den wichtigsten Emittentengruppen gehören der Verkehrs- und Energiesektor, die Industrie, die Landwirtschaft, häusliche Kleinf Feuerungsanlagen und Deponien. Das heißt, dass manche Entwicklungen bereits in anderen Zukunftsmärkten adressiert werden (z. B. unter „Grünem Energieangebot“,

„Energieeffizienz“ und „Nachhaltige Mobilität“). Für die Patent- und Außenhandelsindikatoren wird der Bereich Luftreinhaltung hier überwiegend auf Rauch- und Abgasreinigungssysteme fokussiert²⁶.

Weltweit betrachtet verlief die Patentdynamik im Bereich Luftreinhaltung ab den 1990er Jahren zunächst dynamischer als der Durchschnitt aller Technologiebereiche, um die Jahrtausendwende dann fast parallel, bevor sie ab Anfang der 2000er Jahre gegenüber der allgemeinen Entwicklung etwas zurückfällt (siehe Abbildung 44). Nach einer kurzen Aufholphase liegen die aktuellen Werte wieder etwas unter dem Durchschnittsniveau. In Deutschland fiel der Rückgang der Patentdynamik Anfang der 2000er Jahre etwas deutlicher aus als im weltweiten Vergleich und konnte sich auch nicht so gut erholen.

Abbildung 44: Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Luftreinhaltung“



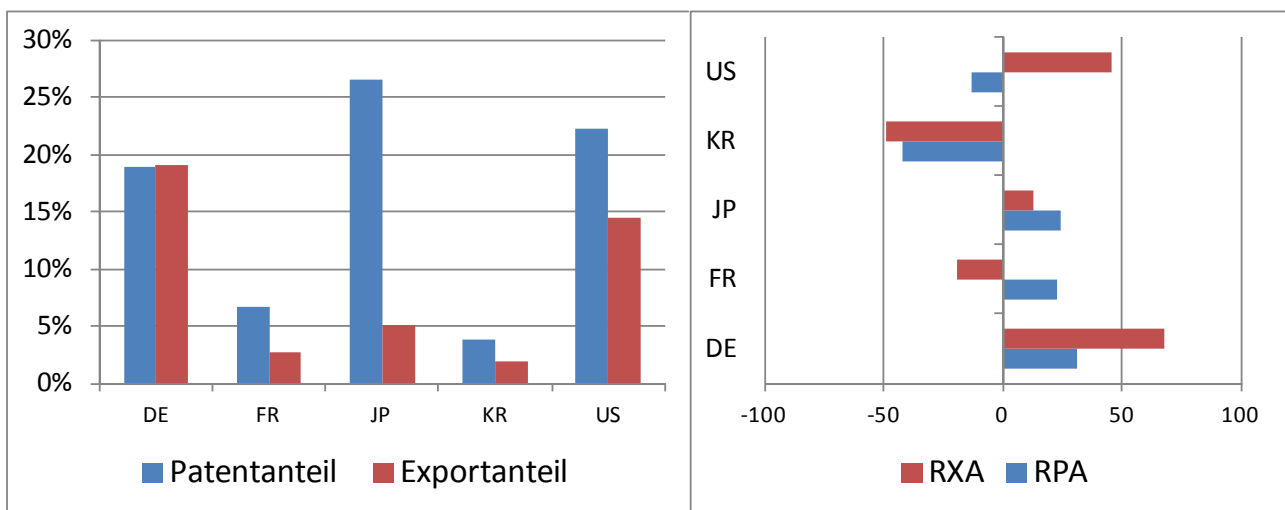
Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Um die *technologische Leistungsfähigkeit* Deutschlands im Vergleich zu anderen Ländern zu bewerten, lässt sich zunächst auf Basis der Patentdaten festhalten, dass Deutschland im Bereich der Luftreinhaltung im Durchschnitt der Jahre 2010-2012 einen Anteil von 19 % an den weltweiten Patenten hatte und somit hinter Japan (27 %) und den USA (22 %) zurückliegt, aber deutlich vor Frankreich und Korea platziert ist. Im Verlauf der letzten Jahre konnte Deutschland seinen Anteil an den Patenten annähernd stabil halten, während Japan und in den letzten Jahren Südkorea als Innovationsstandorte an Bedeutung gewonnen haben (vgl. Abbildung 46). Deutschland (RPA-Wert: 31), Frankreich und Japan weisen zudem eine positive Spezialisierung auf den Bereich Luftreinhaltung auf, während die USA und vor allem Korea negativ spezialisiert sind (vgl. Abbildung 45).

²⁶ Dies orientiert sich an der Abgrenzung, die auch in anderen Studien für das Umweltbundesamt gewählt wurde (vgl. Gehrke et al. 2015; 2013).

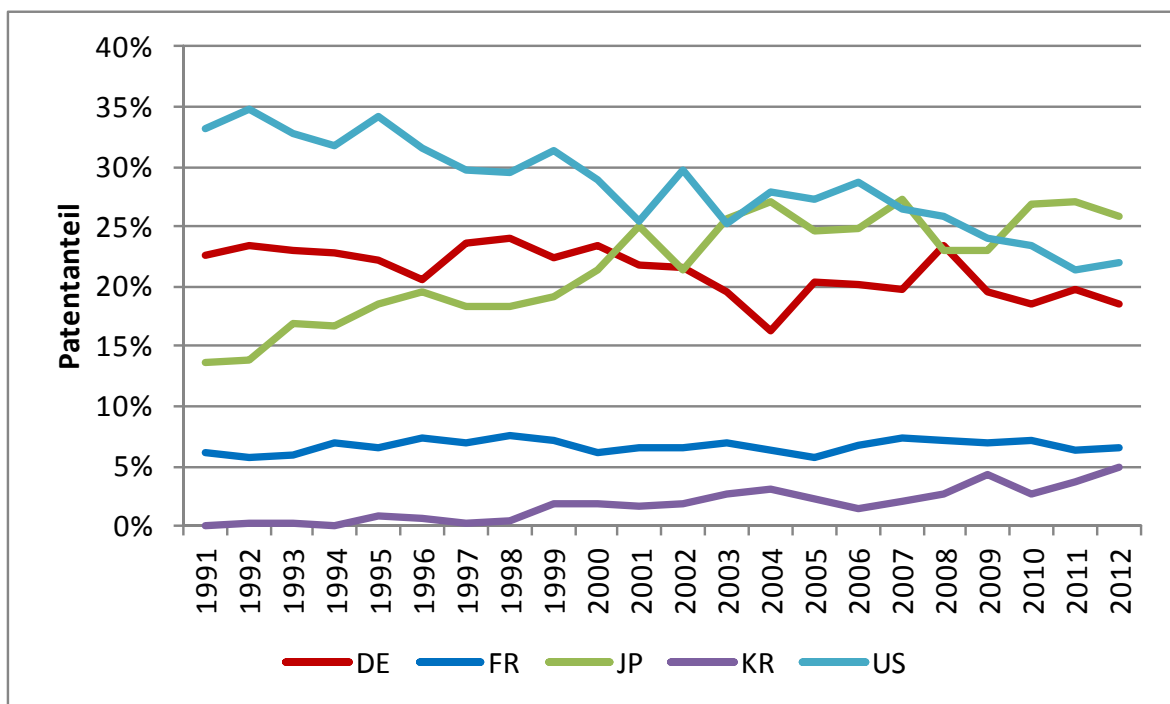
Die Entwicklung der technologischen Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft wird von politischen Maßnahmen mitgeprägt, die die Generierung und den Austausch von neuem Wissen befördern. Diese Funktion des Innovationssystems schneidet bei Luftreinhaltung im Vergleich zum Durchschnitt über alle Öko-Innovationen etwas schlechter ab. Dabei spielen vor allem Maßnahmen aus dem Aktionsfeld 2 des EcoAP ("Demonstrationsprojekte und Partnerschaften für Öko-Innovationen") eine Rolle. Das Thema Luftreinhaltung steht nicht explizit im Fokus der aktuellen Forschungspolitik, kann aber von einigen Leitmarkt-übergreifenden Maßnahmen, die zum Beispiel Energieeffizienz oder nachhaltige Mobilität adressieren, profitieren. Anhand dieser Anhaltspunkte kann die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands im Bereich Luftreinhaltung als gut bis sehr gut bewertet werden (Wert: 2,5).

Abbildung 45: Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Luftreinhaltung“



Quelle: PATSTAT, UN-COMTRADE, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Abbildung 46: Entwicklung der Patentanteile ausgewählter Länder im Leitmarkt „Luftreinhaltung“



Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Bei der Bewertung der *nachfragebezogenen Marktkontextfaktoren* zeigt sich, dass die kontinuierliche Verschärfung der EU-Emissionsgrenzwerte für Pkw die Nachfrage nach besseren Abgasreinigungstechnologien grundsätzlich fördert. Allerdings muss auch die Einhaltungskontrolle verbessert werden, und die Testverfahren müssen die realen Betriebsbedingungen besser widerspiegeln, damit der gewünschte Effekt tatsächlich eintritt. Auch im Bereich der Ammoniak- und Stickoxidemissionen fehlt der konsequente Vollzug und das konsequente Nachsteuern bei Nichterreichen der Zielwerte (Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) 2015b). Aus dem Kraftwerks- und Industriebereich ist in Deutschland kein deutlicher Nachfragezuwachs nach Luftreinigungstechnologien zu erwarten, da die entsprechenden Sanierungsprogramme bereits in den 1980ern und 1990ern durchlaufen wurden und kaum noch neue Kohlekraftwerke gebaut werden. Dies könnte sich etwas anders darstellen, wenn künftig – auch für Bestandsanlagen – strenge Grenzwerte für fossil und biogen betriebene Kraftwerke festgelegt würden, wie es der SRU vorschlägt (Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) 2015b). Die nachfragebezogenen Marktkontextfaktoren können insgesamt nur etwas schlechter als „gut“ (Wert: 1,6) bewertet werden.

Bezüglich der *angebotsseitigen Marktkontextfaktoren* ist Deutschland, wie Abbildung 45 zeigt, mit einem Anteil von 19 % an den weltweiten Exporten der führende Exporteur, gefolgt von den USA (14 %), Japan (5 %), Frankreich (4 %) und Südkorea (3 %). Auch bei der Exportspezialisierung erreicht Deutschland mit einem RXA-Wert von 67,9 den höchsten Wert, gefolgt von den USA und Japan. Im Vergleich zum Durchschnitt der Industriegüter sind die deutschen Exporte von Luftreinigungstechnologien weniger stark auf die EU konzentriert und insgesamt geht knapp die Hälfte der Exporte in die Nicht-EU-Länder. Angesichts der Überschneidungen mit dem Mobilitätsbereich zeigt sich für den Bereich der Luftreinigung außerdem, dass in Deutschland zahlreiche global Player aus der Automobilbranche existieren, die Innovationen im Bereich Luftreinigung vorantreiben und die entsprechenden Produkte auf globaler Ebene erfolgreich vermarkten können. Insgesamt können die angebotsseitigen Marktkontextfaktoren mit gut bis sehr gut bewertet werden (Wert: 2,8).

Bei der Beurteilung der *System- und Akteursstruktur* wird auf qualitative Einschätzungen zurückgegriffen. Mit großen Unternehmen aus der Automobilbranche, dem Maschinen- und Anlagenbau und der Chemieindustrie beheimatet Deutschland zahlreiche Akteure, die die Innovationsaktivitäten koordinieren können. Allerdings birgt die Präsenz dieser starken Akteure auch Risiken i. S. v. starken Beharrungstendenzen zu Lasten der Umwelt. Dienstleistungsunternehmen sind im Bereich Luftreinigung weniger prominent. Als Player bei der Entwicklung neuer technischer Lösungen sind sie weniger wichtig als in anderen Umweltbereichen. Dies zeigt sich in einem relativ niedrigen Anteil von Unternehmen aus dem Dienstleistungssektor (max. 10 %) unter den deutschen Patentanmeldern im Bereich Luftreinigung (CEPA 2) (Clausen et al. im Erscheinen). Im Bereich der Landwirtschaft, die ebenfalls für einen bedeutenden Anteil problematischer Luftschadstoffemissionen verantwortlich ist, ist die System- und Akteursstruktur unter anderem durch eine Vielzahl von Kleinbetrieben geprägt. In der aktuellen Diskussion um die anstehende Novelle der NEC-Richtlinie auf EU-Ebene wird hier von Seiten verschiedener Bauernverbände auf die eingeschränkte Anpassungsfähigkeit ihrer Mitglieder an strengere Anforderungen hingewiesen (Bayerischer Bauernverband 2016). Die Ausdifferenzierung des deutschen Innovationssystems und die Koordinierung der Wertschöpfungskette sind dagegen in Deutschland gut ausgeprägt. Bezüglich komplementärer Industriesektoren ist v. a. der Maschinenbau mit seiner ausgeprägten Stärke hervorzuheben; er ist aber für die Landwirtschaft als wichtige Emitterengruppe weniger relevant. Insgesamt wird die Akteurs- und Systemstruktur des Leitmarkts mit noch leicht besser als „gut“ (Wert: 2,3) bewertet.

In Bezug auf die *Regulierungsfaktoren* zeigt sich, dass das Bundesimmissionsschutzgesetz hier nach wie vor eine prägende Rolle spielt. Manche zur Verbesserung der Luftqualität wesentlichen Gesetzesinitiativen wurden allerdings nicht auf nationaler Ebene, sondern auf EU-Ebene verabschiedet und bieten somit keine exklusiven Impulse für eine Entwicklung Deutschlands zum Leitmarkt. Es sind vor allem ordnungspolitische Instrumente, die hierbei zum Einsatz kommen, wobei die entsprechenden

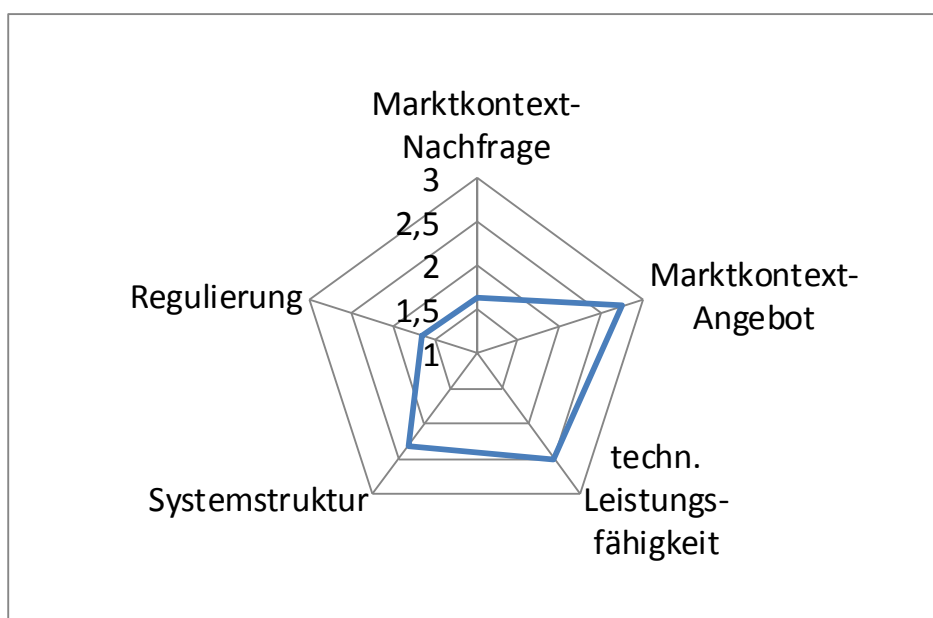
Grenzwerte beispielsweise im Pkw-Bereich kontinuierlich verschärft wurden und auch über die EU hinaus eine wichtige Orientierungsfunktion erfüllen. Im Zuge des Abgasskandals von VW sind jedoch deutlich Schwächen in Bezug auf die Überwachung der Einhaltung dieser Grenzwerte zu Tage getreten. Weiterhin zeigt sich im Bereich Feinstaub, dass die Verletzung von Grenzwerten in zahlreichen deutschen Städten lange Zeit hingezogen und auf den Einsatz wirksamer Instrumente verzichtet wurde. Bei verschiedenen weiteren Luftschadstoffen, die in der National-Emission-Ceilings-(NEC)-Richtlinie der EU bzw. ihrer nationalen Umsetzung in der 39. BImSchVO geregelt werden, überschreiten die Emissionen die Grenzwerte (vgl. Tabelle 10) und weisen bei Ammoniak zusätzlich eine steigende Tendenz auf (vgl. Abbildung 43). Dennoch erfolgt seit Jahren keine Nachbesserung, so dass zwar von stabilen Rahmenbedingungen gesprochen werden kann, die sich aber zu Lasten der Umwelt manifestieren. Vor diesem Hintergrund strengt die EU derzeit mehrere Vertragsverletzungsverfahren gegen Deutschland in diesem Bereich an. Der SRU hat in diesem Kontext im Jahr 2015 eine übergreifende Stickstoffstrategie angemahnt (Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) 2015b). Das BMUB hat dazu nun einen Prozess gestartet. Insgesamt kann Deutschland eine nur mittelmäßige Ausgangsposition bei den Regulierungsfaktoren im Bereich Luftreinhaltung zugesprochen werden (Wert: 1,6).

Tabelle 10: Emissionshöchstmengen der NEC-Richtlinie und Emissionen im Jahr 2013

	Schwefeldioxid	Stickstoffoxide*	Ammoniak	NMVOC*
Emissionshöchstmengen der NEC-Richtlinie für 2010 in kt/a	520	1.051	550	995
Tatsächliche Emissionen im Jahre 2013 (Daten des UBA) in kt/a	416	1.159	671	929
Differenz zwischen tatsächlichen Emissionen und Emissionshöchstmengen in kt/a	-104	108	121	-66

*Deutschland berichtet im Rahmen der jährlichen Berichterstattung an die UN-ECE und die EU NOx- und NMVOC-Emissionen aus der Quellkategorie „Landwirtschaft“. Da die NOx- und NMVOC-Emissionen aus der Landwirtschaft bei der Berechnung der Nationalen Emissionshöchstmengen (NEC) für das Jahr 2010 nicht berücksichtigt wurden, wurden diese Emissionen in dieser Tabelle herausgerechnet. Quelle: Umweltbundesamt 2015a

Abbildung 47: Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Luftreinhaltung“



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Abbildung 47 zeigt die Übersetzung der qualitativen Einschätzung der Leitanbieterfähigkeit Deutschlands in eine Punkteskala von 1 (weniger gut) bis 3 (sehr gut). Besonders positiv schneidet Deutschland bei den angebotsseitigen Marktkontextfaktoren und der technologischen Leistungsfähigkeit ab, während die Leitmarktfaktoren bezüglich der nachfrageseitigen Kontextfaktoren und des Regulierungsrahmens mit Werten etwas unter 2 deutlich dahinter zurückfallen. Diese Schwächen könnten künftige Exporterfolge gefährden.

Tabelle 11: SWOT des Leitmarktes „Luftreinhaltung“

Stärken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> • Zahlreiche Global Player aus dem Automobilsektor. • Relativ hohe technologische Leistungsfähigkeit. • Komplementäre Kompetenzen in Deutschland vorhanden: Automobilindustrie, Maschinenbau, Chemiebranche. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problem der Luftreinhaltung in asiatischen Mega-Cities (Peking, Neu-Delhi) mit sehr hoher Brisanz. • Enge Kopplung der Umwelteffekte mit Gesundheitseffekten könnte die Sensibilisierung verantwortlicher Akteure erleichtern.
Schwächen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Starke Beharrungstendenzen zu Lasten der Umwelt durch etablierte starke Player. • Lückenhaftes Monitoring der Einhaltung von Grenzwerten. • Keine angemessene Reaktion auf Verletzung von Grenzwerten (z. B. Fahrverbote, Maßnahmen zur Reduktion der Stickstoffemissionen). • Mangelnde Aufmerksamkeit für die Stickstoffproblematik. 	<ul style="list-style-type: none"> • Technologischer Trade-off zwischen Luftreinhaltung und Kraftstoffverbrauch bei Pkw. • Entwicklung einer übergreifenden Strategie (Luftreinhaltung, Wasser- und Bodenschutz einerseits, verschiedene Emittenten andererseits) zur Reduktion von Stickstoffemissionen. • Starke Lobby etablierter Player u. a. in der Automobilindustrie und Landwirtschaft für Luftreinhaltungsziele gewinnen.

In der Zusammenschau der fünf Dimensionen der Wettbewerbsfähigkeit lassen sich die Stärken Deutschlands im Leitmarkt Luftreinhaltung wie folgt zusammenfassen (vgl. Tabelle 11): Die Technologische Leistungsfähigkeit und auch die angebotsseitigen Marktkontextfaktoren sind gut bis sehr gut ausgeprägt, auch vor dem Hintergrund, dass der Bereich von starken komplementären Kompetenzen aus Branchen wie der Automobil- und Chemieindustrie und dem Maschinenbau profitieren kann. Zu den Stärken zählt auch, dass zahlreiche deutsche Firmen auf dem Gebiet als „Global Player“ gelten können. Gleichzeitig sind auf der Seite der Schwächen starke Beharrungstendenzen zu beobachten, die einem weiteren Absenken der Luftschadstoffemissionen entgegenstehen und die im Kontext dieses starken Akteursgeflechts interpretiert und adressiert werden sollten. Auch auf Seiten der Politik treten Schwachstellen zu Tage, die sich vor allem in einem mangelnden Vollzug und einer mangelnden Nachsteuerung bei offensichtlicher Zielverfehlung manifestieren. Hier liegt ein Zusammenhang zu der nur geringen öffentlichen Aufmerksamkeit nahe, die die Stickstoffproblematik – aber möglicherweise auch das klassische Umweltthema Luftreinhaltung generell – erfährt.

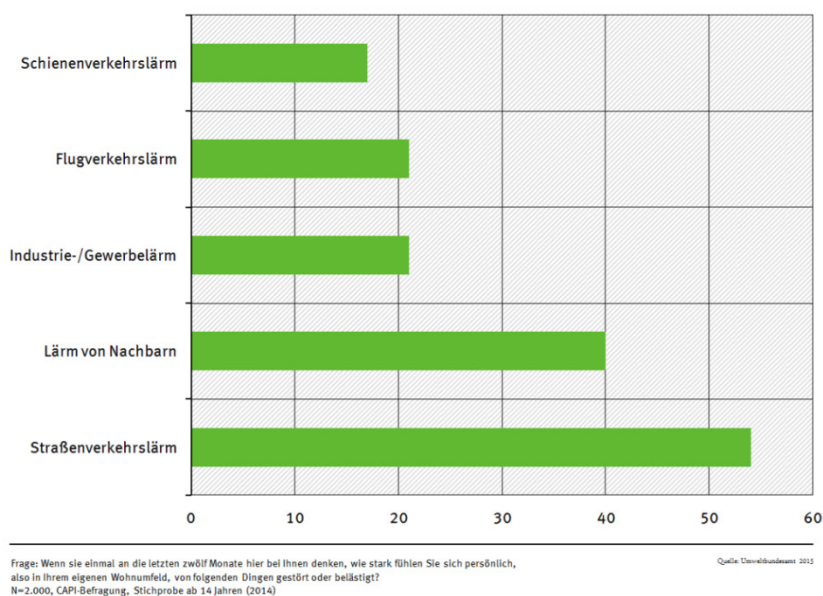
Zu den Chancen zählt, dass aufgrund der hohen Synergie mit dem Gesundheitsschutz die Sensibilisierung der Bürger und der verantwortlichen Akteure begünstigt wird. Im internationalen Kontext könnten sich mit Blick auf Mega-Cities und ihre Probleme bei der Luftqualität langfristig Chancen ergeben, vorausgesetzt die Ansprüche an höhere Luftqualität werden dort um- und durchgesetzt. Zu den Herausforderungen zählt die Tatsache, dass bei manchen technischen Lösungen ein Zielkonflikt zwischen der Steigerung der Energieeffizienz und der Senkung von Luftschadstoffemissionen besteht. Schwieriger dürfte es jedoch sein, die Luftreinhaltungsinteressen gegen die starke Lobby etablierter Player in Automobil- und Agrarindustrie durchzusetzen und im Fall der Stickstoffproblematik eine übergreifende Strategie zu entwickeln, die verschiedene Emittentengruppen und Ressorts einbindet.

Um die geltenden Grenzwerte für die Luftreinhaltung künftig einzuhalten, sind vor diesem Hintergrund verstärkte Anstrengungen erforderlich. Dies umso mehr, als es auch gilt, die Luftqualitätsziele mit Blick auf Schutzziele wie die Biodiversität angemessen weiterzuentwickeln. Für die Stickstoffproblematik hat der SRU hierzu eine Reihe von Maßnahmen empfohlen, die teilweise auch Synergien zu anderen Luftschadstoffen, z. B. Feinstaub, haben (Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) 2015b). Neben der übergeordneten Empfehlung, eine nationale Stickstoffstrategie zu erarbeiten, die das BMUB bereits aufgegriffen hat (BMUB 2016c), umfassen sie zum Beispiel für die Landwirtschaft als Emittentengruppe den Vorschlag einer Stickstoffüberschussabgabe und der Schaffung einer Daten- und Bemessungsgrundlage, die den Vollzug der Düngeverordnung erleichtert. Bei der Emittentengruppe Verkehr empfiehlt der SRU u. a. die Abschaffung steuerrechtlicher Privilegien von Dieselfahrzeugen, die derzeit noch besonders hohe Feinstaub- und Stickstoffoxidemissionen aufweisen. Zur Reduktion der Schadstoffbelastung insbesondere in Städten wird von verschiedener Seite die Weiterentwicklung der Umweltzonen und die Einbeziehung von NO₂-Emissionen in die Kennzeichnung von Fahrzeugen („Blaue Plakette“) vorgeschlagen (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. (BUND) et al. 2016).

4.2.9 Lärminderung

Lärm kann negative Auswirkungen auf das Wohlbefinden und die Gesundheit von Menschen und Tieren haben. Aufgrund der anhaltend hohen Lärmbelastung und der hohen gesellschaftlichen Relevanz der Lärmproblematik sind politische Initiativen zur Lärminderung zu einem wichtigen Bestandteil der europäischen und deutschen Umweltpolitik geworden. Angesichts des hohen Anteils der unterschiedlichen Verkehrsträger an der Lärmbelastung in Deutschland (siehe Abbildung 48) sind die beiden Leitmärkte Mobilität und Lärminderung eng miteinander verknüpft, was sich beispielsweise darin äußert, dass sich die System- und Akteursstrukturen stark ähneln. Zu den besonderen Herausforderungen der Lärminderung gehört die Verringerung der Lärmbelastung trotz des steigenden Verkehrsaufkommens. Insbesondere für die Verringerung von Umweltbelastungen in Städten ist Lärminderung ein wichtiges Ziel und wird so im Rahmen der Neuauflage der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie u. a. im Handlungsfeld einer nachhaltigen, integrierten und inklusiven Stadtentwicklungspolitik adressiert (Bundesregierung 2016).

Abbildung 48: Lärmbelastung in Deutschland (in Prozent)

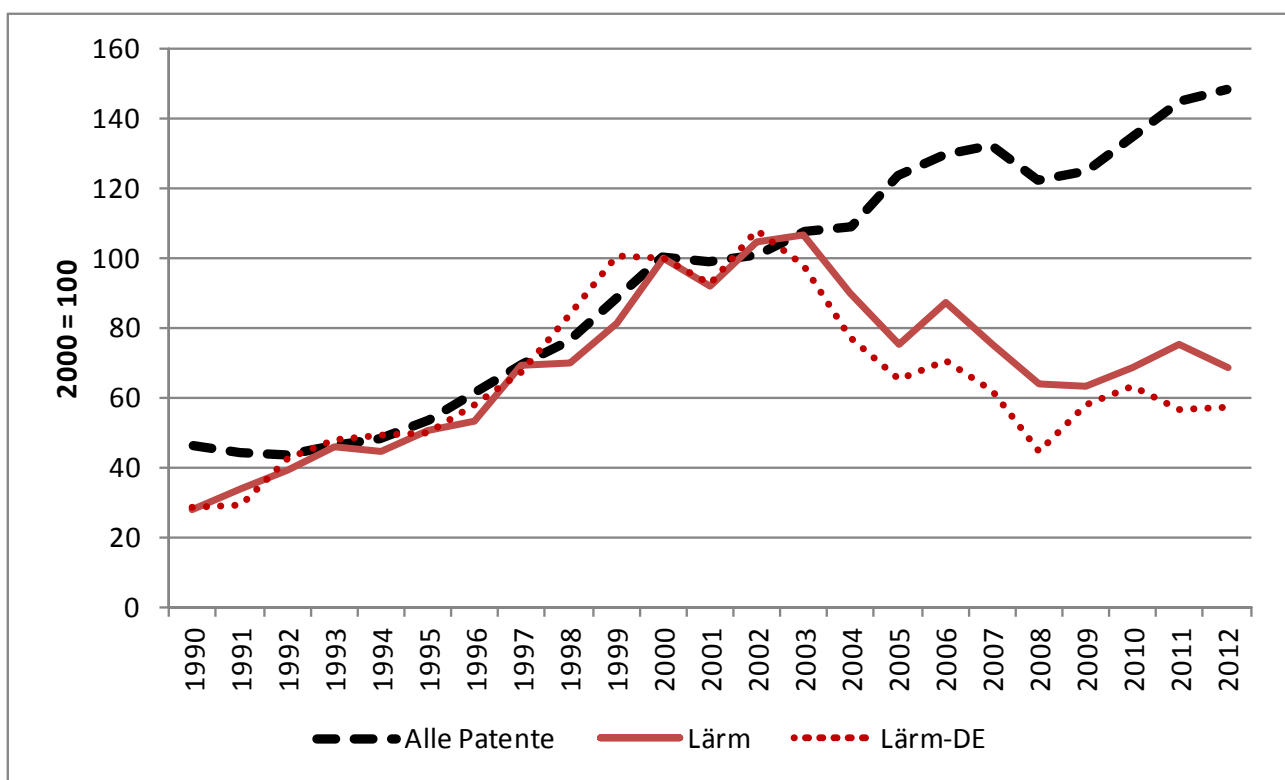


Quelle: UBA (2015), <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/laermwirkung/laermbelaestigung>, aufgerufen am 19.03.2018

Der effektivste Ansatzpunkt zur Lärminderung ist die Lärmvermeidung bzw. -verminderung an der Quelle. Hierzu gehören im Verkehrsbereich leisere Straßen- und Schienenfahrzeuge sowie leisere Flugzeuge, aber auch lärmoptimierte Fahrbahnbeläge und Bahntrassen. Darüber hinaus kann der Schutz der Bevölkerung durch passive Lärminderungsmaßnahmen sichergestellt werden, insbesondere an Orten mit hoher Lärmbelastung. Für die Patent- und Außenhandelsindikatoren umfasst der Bereich Lärminderung entsprechend folgende Technologielinien: schalldämmende Isoliermaterialien, lärmabsorbierende Bauelemente, aktive Schallschutzsysteme (inkl. Sensoren, Aktuatoren, Monitoring-Systeme), Schalldämpfung an Fahrzeugen (z. B. geräuscharme Reifen) und Lärmreduktion in industriellen Prozessen (z. B. bei Gasturbinen)²⁷.

Die weltweite Patentdynamik im Bereich Lärminderung verlief bis zum Jahr 2003 weitgehend parallel zur allgemeinen Entwicklung, allerdings war in den Jahren danach ein relativ starker Einbruch der Patentaktivitäten zu verzeichnen, so dass sich dieser Bereich über den gesamten Zeitraum betrachtet nur unterdurchschnittlich entwickelt hat. Die Entwicklung der Patentdynamik Deutschlands deckt sich weitgehend mit dem weltweiten Verlauf, allerdings ist der Rückgang ab Anfang der 2000er-Jahre noch ausgeprägter. Angesichts der in den letzten Jahren zu verzeichnenden steigenden Aufmerksamkeit für die Lärminderung in Deutschland und auf EU-Ebene ist dieser Befund relativ überraschend.

Abbildung 49: Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Lärminderung“



Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

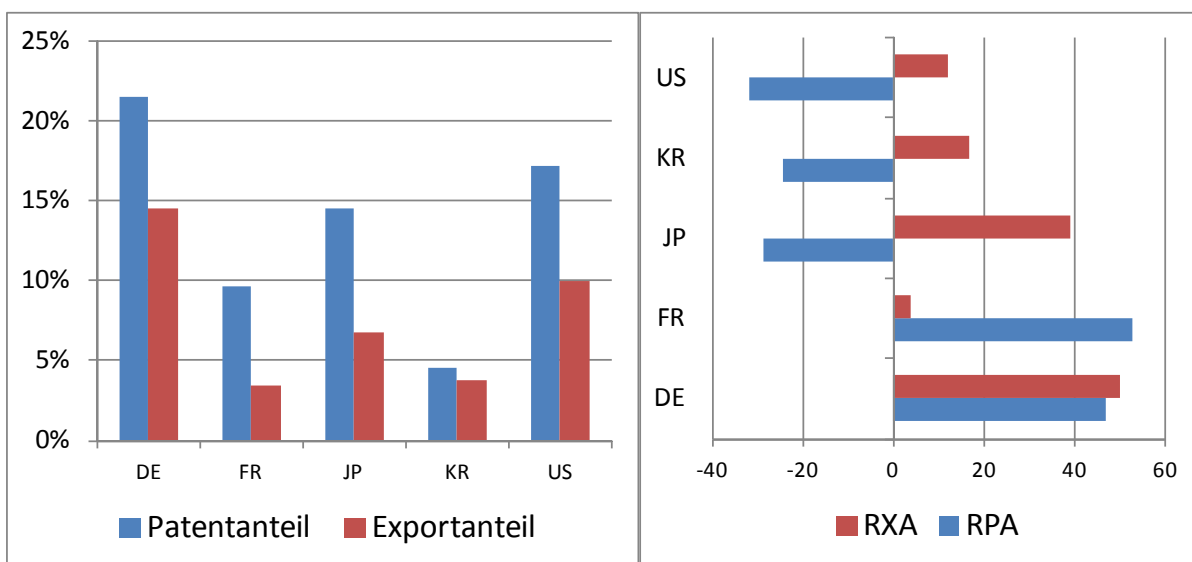
Um die *technologische Leistungsfähigkeit* Deutschlands im Vergleich zu anderen Ländern zu bewerten, lässt sich zunächst auf Basis der Patentdaten festhalten, dass Deutschland im Bereich Lärminderung im Durchschnitt der Jahre 2010-2012 einen Anteil von 21 % an den weltweiten Patenten hatte und somit deutlich vor den USA (17 %), Japan (15 %), Frankreich (10 %) und Südkorea (5 %) liegt.

²⁷ Dies orientiert sich an der Abgrenzung, die auch in anderen Studien für das Umweltbundesamt gewählt wurde (vgl. Gehrke et al. 2015; 2013).

Deutschland (RPA-Wert: 46,9) und Frankreich weisen zudem eine relativ starke positive Spezialisierung auf den Bereich Lärminderung auf, während die anderen Innovationsstandorte negativ spezialisiert sind (vgl. Abbildung 50). Im Verlauf der letzten Jahre ist der deutliche Vorsprung, den Deutschland und die USA zu Beginn der betrachteten Periode vor den anderen Innovationsstandorten hatten, kontinuierlich geschrumpft (vgl. Abbildung 51). Dagegen haben Japan und Frankreich ihre Anteile an den globalen Patenten deutlich ausgebaut und mit Südkorea ist ein neues Land in den Innovationswettbewerb eingetreten.

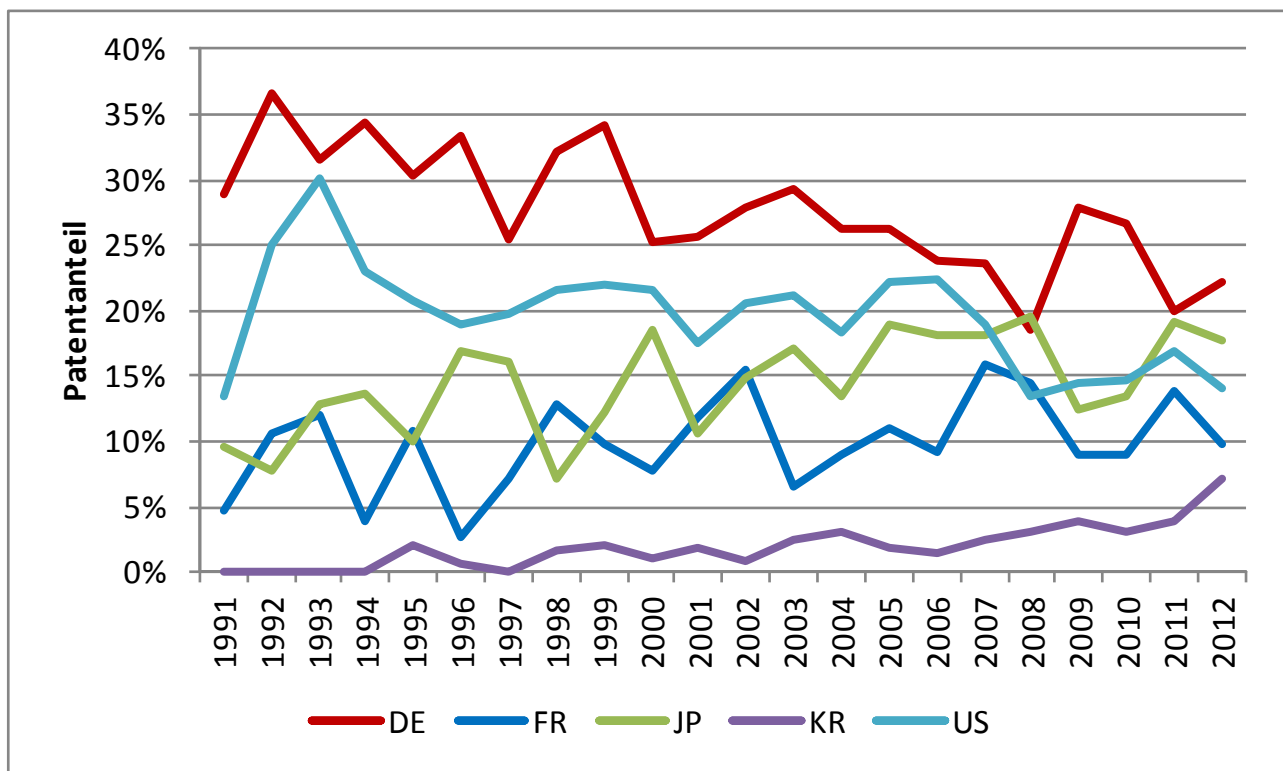
Die Entwicklung der technologischen Leistungsfähigkeit einer Volkswirtschaft wird von politischen Maßnahmen mitgeprägt, die die Generierung und den Austausch von neuem Wissen befördern. Dabei spielen vor allem Maßnahmen aus dem Aktionsfeld 2 des EcoAP ("Demonstrationsprojekte und Partnerschaften für Öko-Innovationen") eine Rolle. Im Bereich der Lärminderung weist Deutschland gegenüber den Wettbewerbern eine Spitzenposition auf. In keinem der betrachteten grünen Leitmärkte erreicht Deutschland einen derart hohen Patentanteil und eine entsprechend hohe Spezialisierung. Insgesamt lässt sich die gegenwärtige technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands aufgrund der Spitzenposition bei den Patenten und der positiven Spezialisierung gegenwärtig noch als sehr gut bezeichnen (Wert: 3,0).

Abbildung 50: Weltanteile und Spezialisierung der 5 führenden Länder bei Patenten (2010-2012) und Exporten (2011-2013) im Leitmarkt „Lärminderung“



Quelle: PATSTAT, UN-COMTRADE, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Abbildung 51: Entwicklung der Patentanteile ausgewählter Länder im Leitmarkt „Lärminderung“



Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Die *nachfragebezogenen Marktkontextfaktoren* müssen auf qualitativer Basis beurteilt werden. Maßgeblich für die Bewertung sind die Dynamik der Entwicklung des Heimatmarkts und die Fähigkeit, globale Trends zu antizipieren. Im Bahnbereich wird die heimische Nachfrage nach Lärminderungstechnologien stark vom Verhalten der Deutschen Bahn AG beeinflusst, die verschiedene Initiativen zur Lärmsanierung der Schienenwege und zur Umrüstung von Güterwagen mit lärm mindernder Brems-technik gestartet hat. Der hohe Investitionsbedarf und Unklarheiten über die Struktur der Finanzierung wirken sich jedoch dämpfend auf die Diffusion von Lärminderungstechnologien im Bahn- bereich aus. Im Bereich des Straßen- und Luftverkehrs wird die Nachfrage nach aktiven Lärmminde- rungstechnologien im Wesentlichen von den Geräuschgrenzwerten beeinflusst, die allerdings für Kraftfahrzeuge und Reifen sowie für Flugzeuge von internationalen Gremien festgelegt werden. Die nachfragebezogenen Marktkontextfaktoren können daher insgesamt mit gut (Wert: 2,0) bewertet werden.

Ange-sichts der Parallelen zum Mobilitätsbereich zeigt sich bezüglich der *angebotsseitigen Marktkon- textfaktoren* auch für die Lärminderung, dass in Deutschland zahlreiche Global Player vor allem aus der Automobilbranche existieren, die Innovationen im Bereich Lärminderung vorantreiben und die entsprechenden Produkte auf globaler Ebene erfolgreich vermarkten können. Wie Abbildung 50 zeigt, ist Deutschland mit einem Anteil von fast 15 % an den weltweiten Exporten der führende Exporteur von Lärminderungstechnologien, gefolgt von den USA (10 %), Japan (7 %), Südkorea (4 %) und Frankreich (3 %). Auch bei der Exportspezialisierung erreicht Deutschland mit einem RXA-Wert von 50 den höchsten Wert, gefolgt von Japan und Südkorea. Allerdings sind die deutschen Exporte im Ver- gleich zum Durchschnitt der Industriegüter stark auf die EU konzentriert und nur etwas mehr als ein Drittel der Exporte geht in Nicht-EU-Länder. Insgesamt können die angebotsseitigen Marktkontextfak- toren mit gut bis sehr gut bewertet werden (Wert: 2,6).

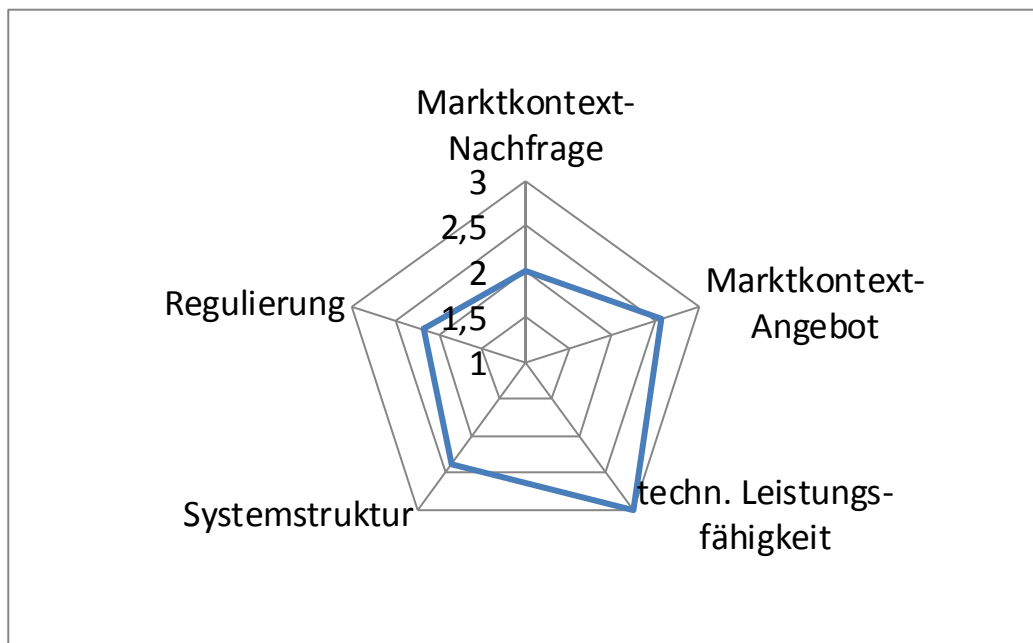
Bei der Beurteilung der *System- und Akteursstruktur* wird auf die qualitativen Einschätzungen zurückgegriffen. Mit großen Unternehmen aus der Automobilbranche, aber auch bei Schienen- und Luftfahrzeugen sowie dem Bausektor beheimatet Deutschland zahlreiche Akteure, die die Innovationsaktivitäten koordinieren können. Die Ausdifferenzierung des deutschen Innovationssystems und die Koordination der Wertschöpfungskette sind in Deutschland ebenfalls sehr ausgeprägt. Dienstleistungsunternehmen sind im Bereich Lärminderung weniger prominent. Es ist davon auszugehen, dass F&E-Dienstleistungen und technische Planung und Beratung eine ähnliche Rolle spielen wie im allgemeinen Maschinen- und Anlagenbau auch. Als Player bei der Entwicklung neuer technischer Lösungen sind Dienstleister weniger wichtig als in anderen Umweltbereichen. Dies zeigt sich in ihrem relativ niedrigen Anteil (6 %) an den deutschen Patentanmeldern im Bereich Lärminderung (CEPA 5) (Clausen et al. im Erscheinen). Allerdings sind für die Lärmbelastung zum Beispiel auch Güterwagen ausländischer Eisenbahnunternehmen verantwortlich. Zudem sind bei der Festlegung von Flugrouten die Zuständigkeiten zwischen verschiedenen Ämtern – konkret zwischen dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung und dem Umweltbundesamt – nicht zum Vorteil der Lärminderung ausgestaltet (Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) 2014a). Bezüglich komplementärer Industriesektoren ist v. a. der Maschinenbau hervorzuheben. Insgesamt wird die Akteurs- und Systemstruktur des Leitmarkts mit gut bis sehr gut (Wert: 2,4) bewertet.

In Bezug auf die *Regulierungsfaktoren* zeigt sich, dass sich die Bundesregierung beispielsweise im Rahmen des „Nationalen Verkehrslärmschutzpakets II“ aus dem Jahr 2009 anspruchsvolle Ziele gesetzt hat. Zudem wurden durch die Umsetzung der EU-Umgebungslärmrichtlinie, durch die Neufassung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) im Jahr 2002 und dem Erlass entsprechender Verordnungen zur Lärmreduktion Grenzwerte etwa zum Schutz vor Verkehrslärm oder Geräte- und Maschinenlärm festgelegt. Ein darüber hinaus gehender Einsatz von Instrumenten, wie z. B. lärmabhängige Trassenpreise im Bereich des Schienenverkehrs oder Zugangsbeschränkungen für laute Fahrzeuge für den Innenstadtbereich, wurde bisher jedoch nur zögerlich verfolgt. Im Kontext des Flughafenbaus und der Festlegung der Flugrouten hat der SRU in einem Sondergutachten (Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) 2014b) regulatorische und planungsrechtliche Defizite bei der Berücksichtigung des Lärmschutzes festgestellt. In der Tatsache, dass die Festlegung der Flugrouten nach deutschem Recht keine Umweltverträglichkeitsprüfung erfordert, vermutet der SRU sogar einen Verstoß gegen die europäische Richtlinie über die Umweltverträglichkeitsprüfung 2011/92/EU (UVP-Richtlinie). Über alle Emittentengruppen hinweg kann Deutschland dennoch eine noch gute Ausgangsposition bei den Regulierungsfaktoren zugesprochen werden (Wert: 2,2).

Abbildung 52 zeigt die Übersetzung der qualitativen Einschätzung der Leitanbieterfähigkeit Deutschlands in einer Punkteskala von 1 (weniger gut) bis 3 (sehr gut). Besonders positiv schneidet Deutschland bei der technologischen Leistungsfähigkeit und den angebotsseitigen Marktkontextfaktoren ab, während die anderen Leitmarktfaktoren mit Werten unter 2,5 dahinter zurückfallen. Insgesamt ergibt sich dadurch eine relativ gute Ausgangsbedingung für künftige Exporterfolge; allerdings bestehen Schwächen im Bereich Regulierung und bei den nachfrageseitigen Kontextfaktoren.

Zu den Stärken Deutschlands im Leitmarkt für Lärminderung gehören die hohe technologische Leistungsfähigkeit und die große Anzahl multinationaler Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die in diesem Bereich aktiv sind. Zudem verfügt Deutschland über eine ausgereifte Struktur von Gebührenerfassungssystemen bei den verschiedenen Verkehrsträgern, die als wichtige Voraussetzung für das Setzen ökonomischer Anreize zur Lärmreduktion angesehen werden können.

Abbildung 52: Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Lärminderung“



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Chancen können sich dadurch ergeben, dass der Zusammenhang zwischen Lärm und negativen Gesundheitseffekten inzwischen wesentlich stärker von der internationalen Politik und den entsprechenden Institutionen (World Health Organisation WHO, Europäisches Parlament EP, Europäische Umweltagentur EEA) wahrgenommen wird und dass in der Bevölkerung eine hohe Akzeptanz für das Thema Lärminderung vorhanden ist. Weitere Chancen bietet die Entwicklung in den Nachbarländern Deutschlands, wo in den letzten Jahren anspruchsvolle Initiativen und Politikinstrumente zum Einsatz gekommen sind, die positiv auf Deutschland ausstrahlen können. Der technologische Fortschritt kann zudem zur weiteren Verbesserung der Lärminderung an der Quelle führen, beispielsweise durch die Weiterentwicklung von Materialien wie Flüsterasphalt oder die Elektrifizierung des Verkehrs.

Eine Schwäche Deutschlands liegt darin, dass die Problemlage im Bereich Lärminderung lange Zeit unterschätzt wurde. Die Finanzierung von Lärminderungsmaßnahmen im Bereich des Schienenverkehrs ist häufig unklar, wodurch sich die Umsetzung und Diffusion neuer Lösungen verzögert. Die entsprechenden Forschungsprogramme – so zum Beispiel der Forschungsverbund leiser Verkehr (gegründet 1999 vom BMBF und seit 2005 finanziert vom BMWi²⁸) – sind sehr kleinteilig und werden oft nicht durch Feldtests zur Praxistauglichkeit geführt.

Herausforderungen im Bereich Lärminderung resultieren aus dem hohen Investitionsbedarf, z. B. im Bereich des Schienenverkehrs. Zudem werden vom menschlichen Gehör nur große Reduktionen der Schallenergie wahrgenommen (logarithmisches Lärmempfinden), weshalb Maßnahmen zur aktiven Lärminderung so lange aufrechterhalten werden müssen, bis eine entsprechend hohe Marktdurchdringung erreicht ist. Weitere Risiken entstehen durch die internationale Dimension des Personen- und Güterverkehrs, die dazu führt, dass Lärminderungsinitiativen mit anderen Ländern abgestimmt und koordiniert werden müssen, die möglicherweise andere Prioritäten setzen.

²⁸ <http://www.fv-leiserverkehr.de/> (05.07.2016).

Tabelle 12: SWOT des Leitmarktes „Lärminderung“

Stärken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> • Global Player aus Kfz, Flugzeugbau, Maschinenbau und Baubranche aus DE. • Hohe technologische Leistungsfähigkeit • Leistungsfähige Forschungseinrichtungen (BASt im Straßenwesen, Fraunhofer, DLR) mit Schwerpunkte Verkehrslärmreduktion. • Ausgereifte Gebührenerfassungssysteme (Lkw-Maut, lärmabhängige Trassenpreise Bahn, Landegebühren an Flughäfen) teilweise schon im Einsatz zur Setzung von Anreizen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Thema Lärm und Gesundheitseffekte deutlich von der internationalen Politik wahrgenommen (WHO, EP, EEA). • Hohe Bedeutung von - und Zahlungsbereitschaft für - Lärminderung, um Akzeptanz von Mobilität zu sichern. • Bessere Materialien im Straßen- und Schienenbau verfügbar zur Reduktion von Lärm an der Quelle (Flüsterasphalt, Schwellendämpfer, ...). • Deutliche Aktionen von Nachbarländern (CH, AT, SE) zur Lärmreduktion i, Straßen-, Schienen- und Luftverkehr als Vorbild für DE. • Elektrifizierung des Verkehrs (E-Mobilität, Elektrifizierung von Schienenstrecken, ...) mindert Lärmemissionen.
Schwächen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • Problem wurde in DE lange unterschätzt. • Die Finanzierung von Lärmsanierungsprogrammen, insbesondere bei der Bahn ist unklar, weshalb Maßnahmen i. d. R. verzögert werden. • Forschungsprogramme zur Lärminderung sind eher kleinteilig und werden oft nicht durch angemessene Feldtests zur Praxistauglichkeit geführt. 	<ul style="list-style-type: none"> • Zum Teil sehr hoher Investitionsbedarf, z. B. Schiene. • Der lärmintensive Güter- und Luftverkehr ist zu großen Teilen international. Hier bedarf es koordinierter europäischer Lösungen zur effektiven Lärmreduktion. • Viele europäische Nachbarländer (FR, IT, PL, etc.) bewerten Lärm als geringes Problem, was strenge europäische Lösungen erschwert. • Lärmsanierungsprogramme müssen bis zu einer großen Marktdurchdringung aufrecht erhalten werden.

Für eine weitere Verbesserung der Lärminderung sind verschiedene zusätzliche Maßnahmen denkbar, die sowohl an der Infrastruktur als auch an den Fahrzeugen ansetzen. Im Bereich der Bahn werden zum Beispiel der Ausbau der lärmabhängigen Trassenpreise hin zu echten Anreizen diskutiert, ebenso wie eine Regulierung des Trassenzugangs für nicht lärmsanierte Güterwagen, gestaffelt nach Ortslage und Tageszeit. Fortschritte könnten auch durch eine stärkere Subventionierung und einem ambitionierteren Zeitplan zur Lärmsanierung alter Güterwagen (auch außerhalb Deutschlands) erreicht werden (Clausen et al. 2012). Denkbar sind außerdem ordnungsrechtliche Maßnahmen, wie zum Beispiel die Festlegung von Lärmgrenzwerten bei der Zulassung von Kraft- und Schienenfahrzeugen ähnlich der Richtlinien der International Civil Aviation Organization (ICAO) im Flugverkehr.

Im Straßenverkehr könnten ökonomische Anreize durch den Einbezug der Lärmklasse von Straßenfahrzeugen in die Kfz-Steuer gesetzt werden. Bei der Straßeninfrastruktur könnte die Sanierung von Straßen (insbes. Bundesautobahnen und -straßen) mit Flüsterasphalt forciert werden. Schließlich könnten tageszeitliche Zugangsbeschränkungen von lauten Fahrzeugen zu Innenstadtbereichen und Wohnbezirken ähnlich der Umweltzonen Verbesserungen erwirken.

4.2.10 Nachhaltige Chemie

Der Zukunftsmarkt der „Nachhaltigen Chemie“ ist zurzeit eher ein Konzept als ein echter Markt. Dennoch stellt die nachhaltige Chemie ein wichtiges Ziel dar, ebenso wie die Energiewende mit einem Ein-

satz von 100 % erneuerbarer Energien oder die Kreislaufwirtschaft. Während die letzten beiden Ziele durch Technologien unterlegt sind, die sich zum Teil sehr gut zuordnen (und entsprechend für Innovationsindikatoren recherchieren) lassen, ist dies bei der nachhaltigen Chemie deutlich schwieriger. Deshalb kann hier gegenüber den anderen Leitmärkten nur eine verkürzte Analyse durchgeführt werden.

Auf der Internetseite des Umweltbundesamtes zur Nachhaltigen Chemie²⁹ wird erläutert, dass zu ihrer Umsetzung verschiedene Ansätze zusammen genutzt werden sollten. Hierzu gehört die Umsetzung der „12 Prinzipien der Green Chemistry“ nach Anastas und Warner (1998):

1. Abfallvermeidung,
2. Atom Ökonomie (Überführung aller Einsatzstoffe in Produkte),
3. Ungefährlichere Synthesen,
4. Entwicklung sicherer Chemikalien,
5. Umweltfreundliche Lösungsmittel und Hilfsstoffe,
6. Effiziente Energienutzung,
7. Nutzung nachwachsender Rohstoffe,
8. Kürzere Synthesewege,
9. Nutzung von Katalysatoren anstatt stochiometrischer Reagenzien,
10. Abbaubarkeit von Chemikalien,
11. Echtzeitanalysen zur Messung von Emissionen,
12. Nutzung von inhärent sicherem Prozessdesign.

Auch die Leitkriterien der IVU-Richtlinie aus dem Jahre 2008 sind für eine Nachhaltige Chemie heranzuziehen. Im Zentrum steht auch hier der Gedanke, gefährliche Chemikalien zu vermeiden, damit diese gar nicht erst in die Umwelt gelangen können. Dass Umweltschutz und Chemikaliensicherheit einerseits und Ökonomie andererseits kein Widerspruch an sich sein müssen, zeigen Dienstleistungen wie das Chemikalienleasing, welches auch zur Nachhaltigen Chemie gehört. Hier verkauft der Hersteller nicht die Chemikalie, sondern ihre Anwendung bzw. Funktion. Da dieses Geschäftsmodell das Anreizsystem verändert und der Hersteller besser mit der Chemikalie vertraut ist als der Anwender, kann dies u. a. zu einem geringeren Verbrauch, einer sachgemäßen Entsorgung, teilweise zu Aufbereitung und Wiederverwendung etc. führen (BIPRO 2014; Mont et al. 2006; Jakl et al. 2003). Nicht in jedem Fall ist dieses Geschäftsmodell aber dem klassischen Chemikalienverkauf überlegen (Biege et al. 2013).

Methodik: Grundsätzlich ist es schwierig, einzelne Patente der Nachhaltigen Chemie zuzuordnen, da es keine eigene Patentklasse für sie gibt. Die einfache Suche nach dem Stichwort „Green Chemistry“ im Titel oder der Zusammenfassung erbrachte zwischen 1990 und 2013 nur 26 transnationale Patente. Einzelne Veröffentlichungen (OECD 2011; Fujii und Shirakawa 2015) zur „Green Chemistry“ definieren daher einzelne Patentklassen, welche dann untersucht werden. Dies sind beispielsweise folgende IPC-Kategorien:

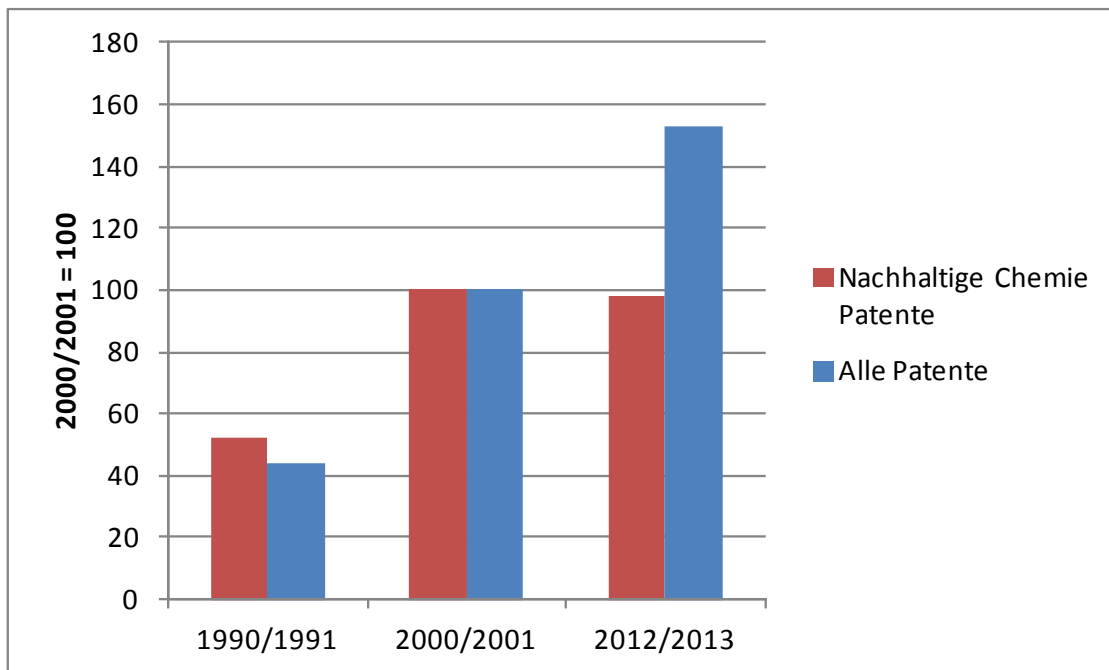
- ▶ H01M8/16 (für Mikrobielle Brennstoffzellen),
- ▶ B65D65/46 (für bio-abbaubare Verpackungen),
- ▶ C08F2/10 (für wässrige Lösungsmittel),
- ▶ D21C9/153 oder D21C9/16 (für chlorfreies Bleichen) sowie
- ▶ C12P7 (für weiße Biotechnologie).

²⁹ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/chemikalien-management/nachhaltige-chemie>.

Aber diese Klassen sind nicht direkt passfähig zur Nachhaltigen Chemie und enthalten damit auch unpassende Patente.

In einer umfassenderen Analyse amerikanischer Green Chemistry Patente von Nameroff et al. (2004) wurden verschiedene Stichwörter zu den Prinzipien der Green Chemistry in den Patenttiteln, den Zusammenfassungen und den Patentansprüchen untersucht. Nameroff erhielt so 3.235 „Green Chemistry Patents“ für die Jahre 1983 bis 2001. Die Suchdefinition und Stichwörter wurden von Nameroff an das Fraunhofer ISI übersandt, so dass diese Methode auch in der vorliegenden Untersuchung in angepasster Form angewandt werden konnte.

Abbildung 53: Weltweite Patentdynamik im Leitmarkt „Nachhaltige Chemie“

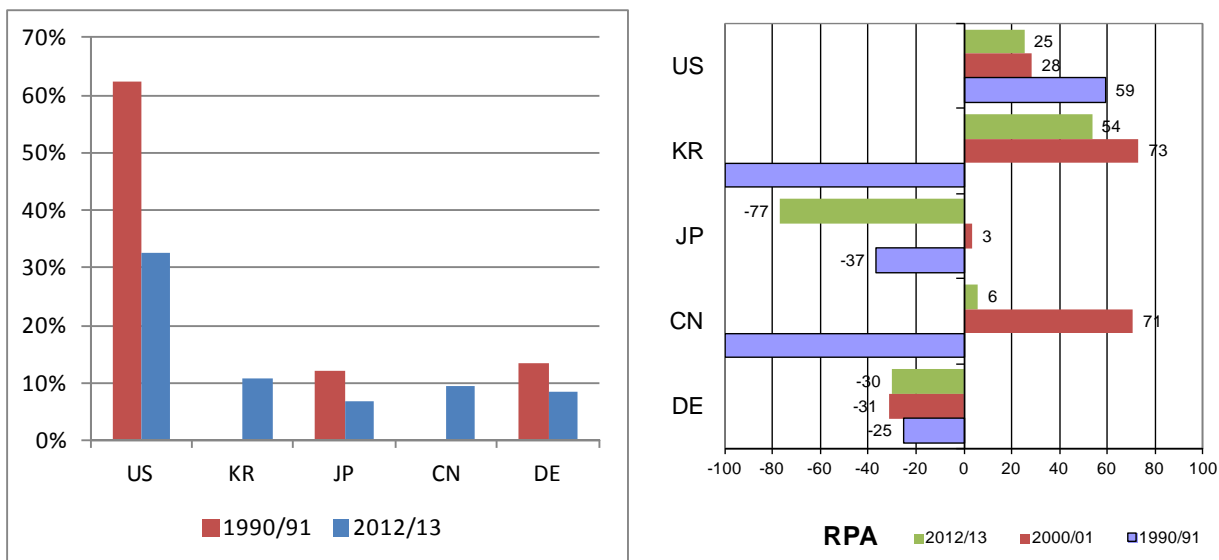


Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Für die Jahre 1990 bis 2013 wurden auf dieser Basis insgesamt 30.418 transnationale Patente identifiziert. Die Titel dieser Patente wurden beispielhaft für die Jahre 1990/91, 2000/01 und 2012/13 durchgesehen und ungeeignete Patente „händisch“ aussortiert. Der Anteil der als zur Nachhaltigen Chemie gehörigen Patente lag beispielsweise 2000/01 nur bei 11 % positiv eingestufte Patente (300 von 2.560 Patenten).

Aus Abbildung 53 wird ersichtlich, dass die weltweite Patentdynamik zur Nachhaltigen Chemie hinter der Dynamik aller Patente zurückbleibt. Diese Entwicklung hat sich von 2000/01 bis 2012/13 noch einmal verstärkt: Zwischen diesen Zeitpunkten ist die Anzahl der jährlichen Patentanmeldungen im Bereich nachhaltige Chemie sogar rückläufig, so dass in 2012/13 die Patentdynamik der nachhaltigen Chemie einen Wert von nur rund zwei Dritteln der Gesamtheit aller Patente aufweist.

Abbildung 54: Patentanteile und (Patent-) Spezialisierung der 5 führenden Länder im Leitmarkt „Nachhaltige Chemie“



Quelle: PATSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Für die *technologische Leistungsfähigkeit* als einer der Einflussfaktoren der Positionierung eines Landes im internationalen Wettbewerb ist u. a. sein Patentanteil kennzeichnend (vgl. Abschnitt 2.2). In Abbildung 54 wird die Verteilung der Patente zur Nachhaltigen Chemie in den Jahren 2012/13 dargestellt: hier hat die USA mit 32 Prozent in den Jahren 2012/13 den größten Anteil, der sich aber seit 1990/91 (62 %) deutlich reduziert hat. An zweiter und dritter Stelle liegen zwei „Newcomer“ im Vergleich zu 1990/91: Südkorea mit 11 % gefolgt von 10 Prozent für China. Deutschland liegt mit seinem Anteil von 9 Prozent noch vor Japan mit aktuell 7 Prozent. Beide Länder verzeichnen leicht rückläufige Patentanteile. Die USA zeigt neben ihrem hohen Patentanteil in allen betrachteten Zeitperioden auch eine positive Spezialisierung ihrer Wissensbasis auf nachhaltige Chemie, wenn diese auch nicht so hoch ausfällt wie bei Südkorea oder China für die Jahre 2000/01. Dass die USA hier relativ gut abschneidet, lässt sich auch mit dem Stellenwert erklären, den das Thema Nachhaltige Chemie seit Jahrzehnten in dem Land hat: schon 1995 wurden mit Unterstützung des Präsidenten die jährlichen „Presidential Green Chemistry Challenge Awards“ ins Leben gerufen. Im Jahr 1997 wurde das Green Chemistry Institut gegründet, welches seit 2001 Teil der Amerikanischen Chemischen Gesellschaft (ACS) ist (ACS 2016). Daher ist die Akzeptanz und Geltung von Nachhaltiger Chemie in der chemischen „Society“ der USA vergleichsweise stark verbreitet und schlägt sich am Ende auch in der Beachtung des Themas in Patenten nieder. Die niedrigen Werte Deutschlands und vor allem Japans in der Periode 2012/13 könnten daran liegen, dass viele Forschungsfragen der nachhaltigen Chemie in diesen Ländern schon in der Vergangenheit bearbeitet und Patente dazu angemeldet worden sind, während ähnliche Themen (z. B. Verarbeitung von Biokunststoffen, bleifreie Lote u. a.) in China und Südkorea aufgrund anderer Anwendungskontexte oder technologischer Voraussetzungen dort aktuell Gegenstand intensiverer Forschung und Patentierung sind. Insgesamt kann die technologische Leistungsfähigkeit Deutschlands im Bereich Nachhaltige Chemie als etwas schlechter als „gut“ bewertet werden (Wert: 1,75).

Zu den *nachfrageseitigen Marktkontextfaktoren* gehört der Preisvorteil der Produkte: hier kann man unterstellen, dass Produkte nachhaltiger Chemie langfristig vermutlich günstiger als herkömmliche Produkte sein werden, weil mit geringeren Preissteigerungen in der Rohstoffbasis zu rechnen ist. Eine Nachfrage nach diesen Produkten ist in Deutschland vorhanden, wofür es zahlreiche Beispiele gibt: Wasserlacke, bioabbaubare Öle, Essigreiniger u. a. Bei den Produkten und Prozessen sind aber teilwei-

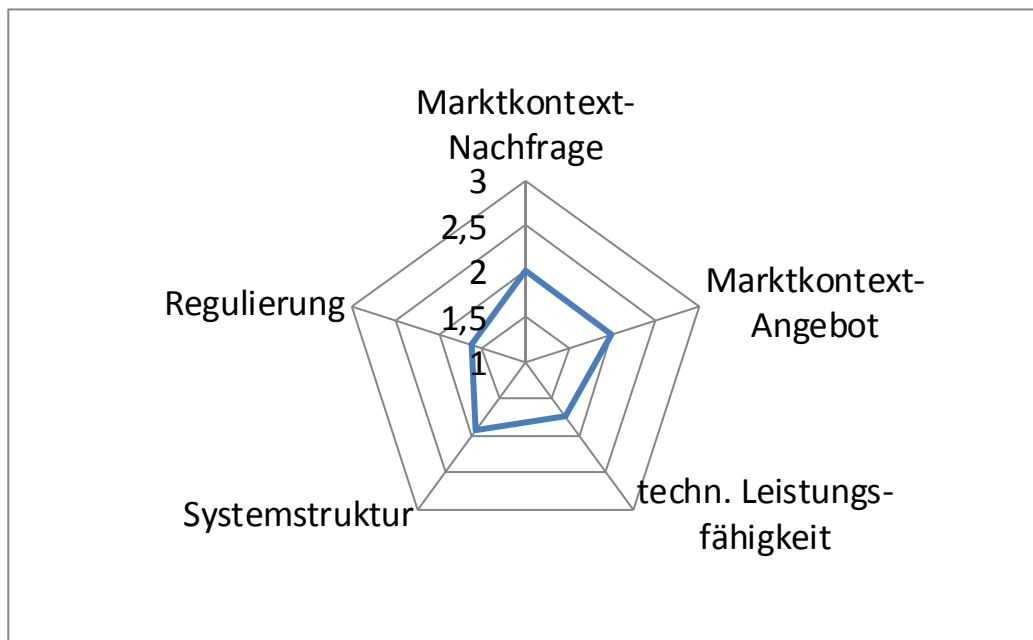
se auch engere Prozessbedingungen zu beachten, wie bei Betontrennölen i. S. v. Schalölen (FNR 2012). Während diese vom Markt selbst getriebenen Aspekte der Diffusion günstig ausgeprägt scheinen, schneidet der politische Instrumentenmix für die nachhaltige Chemie bezüglich der Innovationsfunktion der frühzeitigen Marktexpansion etwas unterdurchschnittlich ab. Das liegt unter anderem daran, dass viele Initiativen, z. B. für Stoffverbote, bereits vor Jahren beschlossen wurden. Das zeugt einerseits in positivem Sinne von Erfahrung mit dem „Phase-out“ von Umweltchemikalien. Andererseits sind von diesen alten Initiativen keine neuen Impulse zu erwarten (z. B. die Genfer Konvention von 1979, mit Protokollen zu Schwermetallen 1998 oder zu flüchtigen organischen Verbindungen 1991). International ist der Bedarf an Produkten nachhaltiger Chemie nach Einschätzungen aus dem Projektbeirat hoch, da bei ihnen der fachgerechte Umgang leichter ist. Der fachgerechte Umgang mit gefährlichen Stoffen (Dokumentationspflichten, Arbeitsschutz, fachgerechte Entsorgung etc.) bereitet insbesondere in weniger entwickelten Ländern große Probleme. Offen ist allerdings, ob dieser Bedarf sich auch in entsprechender Nachfrage spiegeln wird. Insgesamt können die nachfrageseitigen Marktkontextfaktoren Deutschlands im Bereich Nachhaltige Chemie damit als „gut“ bewertet werden (Wert: 2,0).

Unter den *angebotsseitigen Marktkontextfaktoren* sind Transfer- und Exportvorteile zu bewerten. Da es im Rahmen dieses Projekts nicht möglich war, die Produkte der nachhaltigen Chemie in der Außenhandelsstatistik abzugrenzen, wird ersatzweise auf Verbandsangaben zum Auslandsumsatz von Chemie-Unternehmen zurückgegriffen, die jedoch offen lassen, welcher Anteil des Auslandsumsatzes jeweils mit Produkten der nachhaltigen Chemie erwirtschaftet wird. Nach Angaben des Verbandes der Chemischen Industrie (VCI) hatte Deutschland im Jahr 2014 mit 5 % Anteil am weltweiten Chemieumsatz zusammen mit Japan einen dritten Platz nach China (33 %) und den USA (15 %) inne. Dann folgen Südkorea und Frankreich mit jeweils 3 % (VCI 2015). In dieser Rangfolge schneidet Deutschland also etwas besser ab als beim Patentanteil (vgl. Abbildung 54). Auch wenn die Rangfolge nicht direkt auf die Umsätze im Bereich nachhaltiger Chemie übertragen werden können, zeigt der Anteil doch eine große internationale Vernetzung und breite Aufstellung in globalen Märkten, von der auch der Leitmarkt nachhaltige Chemie in Deutschland profitieren könnte. Gute Anknüpfungspunkte bestehen zum Beispiel bei Kunststoffadditiven, nachwachsenden Rohstoffen als Chemierohstoff und Biokunststoffen. Insgesamt können die angebotsseitigen Marktkontextfaktoren Deutschlands im Bereich Nachhaltige Chemie damit als „gut“ bewertet werden (Wert: 2,0).

Bei der Beurteilung der *System- und Akteursstruktur* wird auf eine Reihe qualitativer Einschätzungen zurückgegriffen. Je nach Betrachtung des Börsenwertes, des Gesamtumsatzes oder des Umsatzes mit reinen Chemieprodukten hat Deutschland mit BASF, Bayer, Linde und Henkel bis zu vier große Unternehmen unter den 10 weltweit größten Konzernen (Statista 2014). Auch Unternehmen aus dem Dienstleistungssektor spielen in bestimmten Teilen des Innovationssystems eine wichtige Rolle. So gibt es Hinweise darauf, dass Dienstleistungsunternehmen wichtige Player bei der Entwicklung neuer technischer Lösungen sind: ihr Anteil an den deutschen Patentanmeldern im Bereich der Substitution fossiler Rohstoffe in der nicht-energetischen Nutzung (CReMA 13C) ist mit 7 % bis 22 % relativ hoch (Clausen et al. im Erscheinen). Insgesamt ist in Deutschland die gesamte Wertschöpfungskette mit Grundchemikalien sowie Spezialitäten und pharmazeutischen Produkten vertreten. Die nachhaltige Chemie tritt allerdings eher nur als Teilaspekt z. B. bei Bioraffinerien, nicht aber als eigener Industriezweig auf. Dabei gibt es viele Vernetzungsaktivitäten zur nachhaltigen Chemie, u. a. bei Universitäten wie Lüneburg oder Bremen mit Schwerpunkten zur Nachhaltigen Chemie, einen Arbeitskreis Nachhaltige Chemie bei der Gesellschaft Deutscher Chemiker, die europäische Technologieplattform SusChem (Sustainable Chemistry), Programme wie „responsible care“ oder Chemie³ beim VCI, oder Förderschwerpunkte bei der DBU oder dem UBA u. a. (s. a. Joas et al. 2016; UBA 2009). Insgesamt kann die System- und Akteursstruktur in Deutschland im Bereich Nachhaltige Chemie vor diesem Hintergrund mit leichten Einschränkungen als „gut“ bewertet werden (Wert: 1,9).

Bei der Regulierung im Bereich der Chemie setzt Deutschland die europäischen und internationalen Regulierungen, wie das „Globally Harmonized System (GHS) zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien, oder REACH (Registration, Evaluation, Assessment and Restriction of Chemicals) um. REACH als Regulierung könnte dabei zum europäischen Exportmodell werden, denn es trägt zur Verbesserung der Informationslage bei. Das UBA arbeitet inhaltlich am REACH-Prozess mit. So lieferte es z. B. die Hintergrundinformation zu Octylphenol-Ethoxylaten, die auf dieser Basis im Dezember 2012 in die REACH-Kandidatenliste aufgenommen wurden, womit der erste Schritt zur Überführung des Stoffes in ein Zulassungsverfahren getan ist. Für die Umsetzung der nachhaltigen Chemie gibt es allerdings keine klaren Zielvorgaben. Auch der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen als Teil der nachhaltigen Chemie unterliegt keinen Quoten. Die Behandlung chemischer Stoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe erscheint im Regulierungsrahmen inkonsistent: während Biokraftstoffe und Biomasse zur Stromerzeugung Nachhaltigkeitsverordnungen unterliegen (Biokraft-NachV, BioSt-NachV), ist dies bei der nicht-energetischen Verwendung der gleichen Produkte nicht der Fall. Bei der qualitativen Bewertung der politischen Instrumente für die nachhaltige Chemie schneiden die betrachteten Maßnahmen u. a. deshalb im Hinblick auf die Kommunikation der Anforderungen und die langfristige Orientierung für die Akteure des Innovationssystems (F3: guidance of search) etwas unterdurchschnittlich ab. Freiwillige Aktivitäten der Chemieindustrie umfassen eigene Methoden und Maßnahmen, wie beispielsweise das VCI Programm „responsible care“ seit 1991 oder die BASF-Ökoeffizienz-Analyse. Vor diesem Hintergrund kann Deutschland insgesamt eine nur mittelmäßige Ausgangsposition bei den Regulierungsfaktoren im Bereich nachhaltige Chemie zugesprochen werden (Wert: 1,6).

Abbildung 55: Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Nachhaltige Chemie“



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Abbildung 55 zeigt die Übersetzung der qualitativen Einschätzung der Leitanbieterfähigkeit Deutschlands in eine Punkteskala von 1 (weniger gut) bis 3 (sehr gut). Insgesamt kann sich Deutschland in keinem der Leitmarktfaktoren besonders positiv abheben (keine Werte besser als „gut“). Insbesondere die Leitmarktfaktoren bezüglich des Regulierungsrahmens und der technologischen Leistungsfähigkeit fallen mit Werten etwas unter 2 deutlich ab. Diese Schwächen könnten die breite Diffusion nachhaltiger Materialien und Produkte (z. B. biomimetische Materialien) im heimischen Markt und künftige Exporterfolge gefährden.

In Tabelle 13 ist eine kurze SWOT-Analyse zur Nachhaltigen Chemie dargestellt. Um den Schwächen und Herausforderungen zu begegnen, zeichnet sich ein gewisser Handlungsbedarf ab: Die Bedeutung der Nachhaltigen Chemie ist in der wissenschaftlichen deutschen Community und der Industrie unumstritten. Dennoch erscheint es wichtig, das Bewusstsein weiter zu schärfen, Aktivitäten zu bündeln und Anreize zur Positionierung zu schaffen. Zurzeit sind die chemisch-wissenschaftlich-technischen Fachrichtungen in Deutschland häufig getrennt (z. B. anorganisch-homogene Katalyse). Die Wissenschaftler sind sich nicht über die Leistung ihrer F&E für die Umwelt bewusst. Diese Bewusstseinsbildung ist eine prozesshafte Entwicklung, in welcher vor allem die USA schon weiter sind als Deutschland.

Der Prozess könnte durch die Unterstützung von schon vorhandenen oder noch zu gründenden Instituten für Nachhaltige Chemie beschleunigt werden. Ein weiteres Mittel wäre die Einführung von Deutschen Green Chemistry Awards analog dem amerikanischen „The Presidential Green Chemistry Challenge Awards Program“, in welchem in den Kategorien „Einsatz alternativer Synthesewege“, „Einsatz alternativer Reaktionsbedingungen“ und „Gestaltung sicherer Chemikalien“ Preise vergeben werden. Bei der Preisvergabe könnten weitere kompetente Akteure in Deutschland mit eingebunden werden.

Eine weitere Maßnahme wäre die Ableitung von Zielen für die Nachhaltige Chemie. Im Bereich der Produkte aus der stofflichen Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen sind keine Ziele definiert, während bei Biokraftstoffen schon lange Quoten etabliert sind. Durch Nachhaltigkeitsverordnungen für Biokraftstoffe und Biomasse zur Stromerzeugung wird zudem eine nachhaltige Bereitstellung verordnet. Dieses Instrument fehlt bislang bei der stofflichen Nutzung.

Tabelle 13: SWOT des Leitmarktes „Nachhaltige Chemie“

Stärken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> • Traditionell Chemische Industrie in DE gut etabliert, entsprechend gute Anknüpfungspunkte z. B. bei Kunststoffadditiven, nachwachsenden Rohstoffen als Chemierohstoffen oder Biokunststoffen. • Erfahrung mit dem „Phase-out“ von Umweltchemikalien. 	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserte Informationslage durch REACH. • Produkte auf Basis nachwachsender Rohstoffe und regenerativer Energien. • Neue Dienstleistungen in der Nachhaltigen Chemie (z. B. Chemikalienleasing). • Entwicklung nachhaltiger Materialien und Produkte (z.B. biomimetische Materialien).
Schwächen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> • F&E in der Chemie erfolgt häufig in klassischen Sparten ohne expliziten Bezug zu möglichen Umweltvorteilen und nachhaltiger Chemie. • Konzepte der Nachhaltigen Chemie bekannt, aber nicht mit Zielvorgaben verknüpft und nur punktuell umgesetzt (z. B. isolierter Fokus auf Vermeidung organischer Lösemittel). 	<ul style="list-style-type: none"> • Umstieg auf nachwachsende Rohstoffe. • Schärfung des Bewusstseins für Nachhaltige Chemie in der wissenschaftlichen Community. • Stringentere Umsetzung des Konzeptes der Nachhaltigen Chemie in der Praxis (z. B. durch Anwendung der 12 Regeln der Green Chemistry, Zielvorgaben).

5 Ausrichtung der künftigen Öko-Innovationspolitik

5.1 Strategischer Ansatz der künftigen Öko-Innovationspolitik

Die vorangehenden Ausführungen haben aufgezeigt, dass Öko-Innovationspolitik bereits in erheblichem Umfang betrieben wird. So wurden bei der Bestandsaufnahme der deutschen Öko-Innovationspolitik bereits 180 Einzelmaßnahmen aufgelistet und charakterisiert. Öko-Innovationspolitik findet in einer Multi-Akteurs-Konstellation und in einem Mehrebenensystem statt. Hierbei soll die Öko-Innovationspolitik die bestehende Umwelt- und Innovationspolitik weder ersetzen noch kann sie es. Viel-

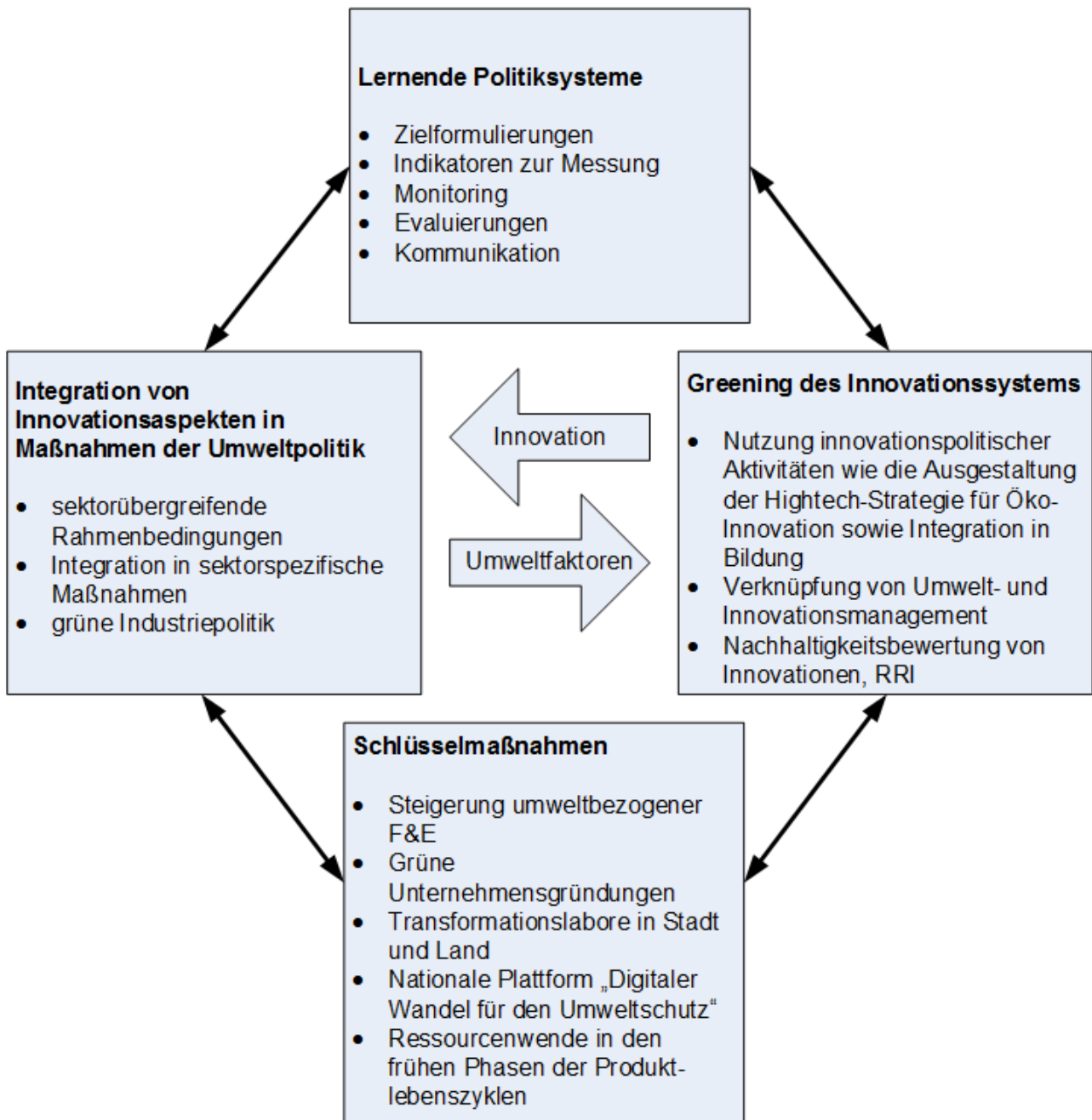
mehr geht es um eine komplementäre Weiterentwicklung, bei der die aufgezeigten Stärken weiter verbessert und die skizzierten Schwächen angegangen werden sollen. Folgende allgemeinen Leitlinien lassen sich hierbei für die Öko-Innovationspolitik ableiten:

- ▶ Es sollten alle Innovationsphasen, d. h. neben der Generierung und der Diffusion von Innovationen auch das Up-scaling berücksichtigt werden.
- ▶ Es sollte auf Ausgewogenheit zwischen technikspezifischen und allgemeinen Maßnahmen mit breiter Innovationswirkung geachtet werden.
- ▶ Zielbildung und Stabilität der Politik sowie die Integration von Stakeholdern und Nutzern bilden wichtige Governanceaspekte.
- ▶ Eine verstärkte Berücksichtigung der Transformationserfordernisse erfordert neue Akteurs-Konstellationen, Unterstützung sozialer Innovationen sowie Raum für Etablierung und Wachstum von Nischen.
- ▶ Das Anknüpfen an Themen der allgemeinen Innovationspolitik bietet die Möglichkeit einer Verschränkung von Umwelt- und Innovationspolitik.

Auf Grund der Vielfältigkeit der Akteure und Politikarenen (Multi-Akteurs-Konstellation und Mehrebenensystem) kann sich eine Öko-Innovationspolitik nicht auf einen Katalog einzelner Maßnahmen beschränken. Als strategischer Ansatz werden vier Ebenen identifiziert, auf denen Öko-Innovationspolitik zur Geltung kommen sollte (vgl. Abbildung 56):

- ▶ Stärkere Berücksichtigung der Innovationsbelange in den vielfältigen Maßnahmen der Umweltpolitik,
- ▶ Stärkere Berücksichtigung der Umweltbelange in den Maßnahmen zur Stärkung des Innovationssystems,
- ▶ Maßnahmen, die die Etablierung lernender Politiksysteme unterstützen, sowie
- ▶ Schlüsselmaßnahmen, die ganz spezifische Aspekte mit besonderer Bedeutung für die Öko-Innovationspolitik adressieren.

Abbildung 56: Überblick über den strategischen Ansatz der Öko-Innovationspolitik



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Integration von Innovationsaspekten in Maßnahmen der Umweltpolitik

Maßnahmen der Umweltpolitik stellen die größte Anzahl an in Kapitel 3 erfassten Einzelmaßnahmen der bisherigen Öko-Innovationspolitik dar. Auch in Zukunft wird dies ein zentrales Handlungsfeld bleiben. Gegenwärtig spielen bei der Gestaltung von Maßnahmenprogrammen die ökologische Effektivität und die mit den Maßnahmen verbundenen Kosten eine herausragende Rolle. Hinzu kommen Fragen der politischen Durchsetzbarkeit und der Praktikabilität. Hier erscheint es erforderlich, die Auswirkungen auf die Innovation stärker als bisher als Kriterium bei der Ausgestaltung von Maßnahmevorschlägen heranzuziehen. Gleichzeitig ist es erforderlich, alle Innovationsphasen bei dieser Ausrichtung mit zu denken und untereinander abzustimmen. In der Vergangenheit fand z. B. eine Abstimmung zwischen Förderung der Generierung und der Diffusion von Innovationen im Kontext des Masterplans

Umwelttechnologien statt. Bei einer Fortentwicklung des Masterplans sollte daher nicht nur eine Abstimmung zwischen Förderung der Generierung und der Diffusion von Öko-Innovationen erfolgen, sondern spezifisches Augenmerk auch auf das Up-Scaling gelegt werden.

Eine zentrale Leitlinie der künftigen Öko-Innovationspolitik stellt die Ausgewogenheit zwischen technikspezifischen und allgemeinen Maßnahmen mit breiter Innovationswirkung dar. Innerhalb der sektorübergreifenden Maßnahmen wurde als eine Schwäche der deutschen Öko-Innovationspolitik die Persistenz umweltschädlicher Subventionen und die fehlende Weiterentwicklung bei technikunabhängigen preislichen Instrumenten festgehalten. Eine wichtige sektorübergreifende Maßnahme sollte daher die Wiederaufnahme einer Politik ökologischer Finanzreformen sein, die Weiterentwicklungen in der Bepreisung natürlicher Ressourcen (Energie, Wasser, Material, Boden) mit einem Abbau umweltschädlicher Subventionen verbindet.

Ansatzpunkte für sektorspezifische Maßnahmen wurden in Kapitel 4.2 dieses Berichtes für die einzelnen Leitmärkte thematisiert. Die Diskussion dieser Maßnahmenvorschläge wird immer den sektorspezifischen Bedingungen genügen müssen und muss daher auch immer aus einer entsprechenden Logik heraus entwickelt werden. Allerdings lassen sich einige Anforderungen skizzieren, die generell für die sektorspezifischen Maßnahmen gelten. So sollte auf ambitionierte und dennoch erreichbare Ziele geachtet, eine Stabilität der Politik signalisiert sowie die Integration von Stakeholdern und Nutzern gewährleistet werden. Auch erfordert eine verstärkte Berücksichtigung der Transformationserfordernisse neue Akteurskonstellationen, Unterstützung sozialer Innovationen sowie Raum für Etablierung und Wachstum von Nischen. Gerade die auf schnelle Umwelterfolge abzielenden Maßnahmen zur Steigerung der Diffusion umweltfreundlicher Innovationen sollten hier auch das mittelfristige Entwicklungspotenzial sich in früheren Innovationsphasen befindlichen Innovationen aufgreifen und das Up-Scaling neuer Lösungen bewusst in das Maßnahmenportfolio einbeziehen. Schließlich erfordern entsprechende Maßnahmenprogramme auch die Berücksichtigung der Erfordernisse der Exnovation.

Gerade Transformationen und radikale Innovationen erfordern in besonderem Ausmaß die Herausbildung neuer Akteursstrukturen und die Anpassung von sektoralen Regulierungsregimes. Des Weiteren spielen die Akteursstrukturen auch im Hinblick auf die Herausbildung eines schlagkräftigen Exportangebots eine wichtige Rolle. Die Öko-Innovationspolitik wird damit auch immer Elemente einer grünen Industriepolitik beinhalten (vgl. Walz 2015). Ein wichtiges Element bildet die Schaffung von Plattformen, die bereits auf europäischer Ebene genutzt werden und in den nationalen Maßnahmen aufscheinen. Die Anwendung dieses Maßnahmentyps wird weiterhin an Bedeutung gewinnen. Bei der Etablierung sollte aber insbesondere darauf geachtet werden, dass auch neue Player vertreten und das Feld nicht nur den etablierten Akteuren überlassen wird. Gerade im Hinblick auf die Transformation von Wertschöpfungsketten sollte des Weiteren darauf geachtet werden, welcher Akteur die Koordination der Wertschöpfungskette leisten kann. Im Hinblick auf sich internationalisierende Wertschöpfungsketten sollte eine Beschränkung auf nationale Akteure überdacht werden. In manchen Fällen wird es auch aus nationalem Interesse erforderlich sein, internationale Player in die Förderung mit einzubeziehen, um ein global wettbewerbsfähiges Systemangebot zusammenstellen zu können.

Greening des Innovationssystems

Eine verstärkte Aufnahme der Umweltauforderungen in das Innovationssystem ist eine Aufgabe, die sowohl von privaten als auch staatlichen Stellen aufgegriffen werden sollte. Auf Seiten des Bundes spielt die Hightech-Strategie eine zentrale Rolle bei der Ausgestaltung der Innovationspolitik. Die Diskussion auf dem Fachgespräch, das im Rahmen des hier dokumentierten Vorhabens durchgeführt wurde, zeigte auf, dass noch erheblicher Spielraum für eine stärkere Ausrichtung der Hightech-Strategie auf Öko-Innovationen gesehen wird. So könnten die zur Verbesserung des Transfers und der Förderung einer höheren Innovationsdynamik, insbesondere bei kleinen und mittleren Unternehmen

eingesetzten Instrumente inhaltlich jeweils auch auf die Felder der Öko-Innovationspolitik ausgerichtet werden. Entsprechendes gilt für die Innovationsfinanzierung und die Fachkräftesicherung. Insbesondere sollten bei der Diskussion um die zukünftige Ausgestaltung des Bildungsbereichs die Erfordernisse von Öko-Innovationen als inhaltlicher Schwerpunkt mitberücksichtigt werden.

Ein zentrales Element eines Greenings des Innovationssystems besteht darin, dass die Vornahme von Öko-Innovationen verstärkt als Wahrnehmung der Corporate and Social Responsibility (CSR) von Unternehmen postuliert wird und in das Zentrum der Unternehmensentwicklung rückt. Eine Auswertung der Befragung großer deutscher Unternehmen hat aufgezeigt, dass CSR zwar als Thema angekommen ist und breiten Raum in der Berichterstattung der Unternehmen einnimmt. Jedoch zeigt sich gleichzeitig, dass Nachhaltigkeitsaspekte in den Kernbereichen der Unternehmenssteuerung noch eine vergleichsweise geringe Rolle spielen (Walz et al. 2017a). Erforderlich ist eine stärkere Verzahnung des Innovationsmanagements mit dem Umweltmanagement. So sollten Umweltzielsetzungen explizit in die Entwicklung von Konzeptideen und in das Innovationsmanagement einbezogen werden. Für das Umweltmanagement hat dies die Konsequenz, dass sich im Rahmen der Berichterstattung und der Formulierung von Zielsetzungen zur Wahrnehmung der Produktverantwortung des Unternehmens der Fokus stärker auch auf Öko-Innovationen – sowohl technischer Art als auch von Dienstleistungen und organisatorischen Änderungen – richten sollte. Zwar sind Innovations- und Umweltmanagement primär unternehmerische Aufgaben. Allerdings wird gerade die Entwicklung von Umweltmanagementsystemen durch staatliche Aktivitäten unterstützt. Entsprechendes gilt für die Thematisierung und Interpretation einer gesellschaftlichen Verantwortung der Unternehmen, zu deren Definition staatliche Aktivitäten eine Plattform bieten und Anstöße vermitteln sollten. Entsprechende Entwicklungen sollten daher durch die staatlichen Institutionen angestoßen werden.

In eine ähnliche Richtung zielt auch die Forderung einer systematischen Nachhaltigkeitsbewertung von Innovationen. In jüngster Zeit hat das Paradigma einer „Responsible Research and Innovation“ (RRI) an Bedeutung gewonnen, das Elemente einer stärkeren Partizipation von Nutzern und NRO in den unternehmerischen Innovationsaktivitäten mit einer Wahrnehmung der gesellschaftlichen Verantwortung durch die Unternehmen kombiniert. Hierbei sollten neben der Einführung von neuen Prozessen und Produkten auch Dienstleistungen, organisatorische Innovationen und Geschäftsmodelle berücksichtigt werden. Entsprechend laufen Aktivitäten, die gesellschaftliche Verantwortung von Forschungsinstitutionen in Richtung einer stärkeren Reflexion der Folgen der Forschung auszudehnen. Hierfür wäre eine Unterstützung bei der Bereitstellung der erforderlichen Infrastrukturen eine wichtige Hilfestellung.

Lernende Politiksysteme

Die Öko-Innovationspolitik besteht aus vielfältigen allgemeinen und sektorspezifischen Maßnahmen und reicht von der Forschungsförderung über die Umweltpolitik bis hin zur Industriepolitik. Hinzu kommt, dass Innovationen ex ante schwierig vorher zu bestimmen sind, so dass die Wirkungen und das Umfeld innovationspolitischer Maßnahmen per se immer im Fluss sind. Folglich wird die Öko-Innovationspolitik immer damit umgehen müssen, sich auf neue Situationen einzustellen. Damit ist in besonderem Maß ein lernendes Politiksystem erforderlich. Damit die Politik auf entsprechende Veränderungen in den Rahmenbedingungen aber auch Fehlentwicklungen reagieren kann, braucht sie strategische Intelligenz. Folglich sollte sich ein lernendes Politiksystem aus den Elementen der Zielformulierungen, Indikatoren zur Erreichung der Ziele, Monitoring und Evaluierung der jeweiligen Maßnahmen sowie der Kommunikation zusammensetzen.

Um ihrer Orientierungsfunktion gerecht zu werden und zur Steigerung der Legitimität von neuen Lösungen beitragen zu können, sollten umweltpolitische Ziele zugleich anspruchsvoll und realistisch sein. In der Analyse der Stärken und Schwächen der deutschen Öko-Innovationspolitik in Kapitel 4 wurde eine mangelnde Kohärenz in der Zielsetzung zwischen den einzelnen Umweltproblembereichen

ausgemacht. Insbesondere werden mangelnde Stringenz und fehlende zeitliche Perspektive (z. B. bei Zielen hinsichtlich Stickstoffüberschüssen und bei der Luftreinhaltung) sowie das Festlegen von einigen Zielen als relatives Ziel bezogen auf die wirtschaftliche Entwicklung kritisiert, da hierdurch ein unangemessen positives Bild und damit eher eine Unterforderung signalisiert wird. Auch aus Gründen der Öko-Innovationspolitik sollte das bestehende Umweltzielsystem daher weiterentwickelt und seine Kohärenz gesteigert werden.

Das Vorliegen von Zielen sollte aber auch für Öko-Innovationen selbst angegangen werden. Hierdurch würde die Orientierungswirkung der Zielbildung noch verstärkt, da explizit auf die Bedeutung von Innovationen abgehoben würde. Voraussetzung hierfür ist es aber, eine entsprechende Indikatorik zur Messung der Zielerreichung verfügbar zu haben. Europaweit gibt es mit dem Eco-Innovation Observatory³⁰ Aktivitäten, in denen Öko-Innovationen gemessen werden. In Deutschland findet im Rahmen der Projekte zum Wirtschaftsfaktor Umweltschutz ebenfalls eine regelmäßige Erfassung entsprechender Indikatoren statt. Insbesondere Produktions-, Patent- und Außenhandelsdaten, die typischerweise zur Beschreibung der technologischen Leistungsfähigkeit herangezogen werden, finden hier Anwendung. Allerdings gibt es für diese Indikatoren noch keine zugehörigen Zielwerte. Hier wäre es denkbar, Anteile der F&E-Förderung an den gesamten staatlichen Forschungsausgaben oder pro Einheit BIP als Zielwert zu definieren (vgl. Abschnitt 5.2.1). Entsprechend könnte ein bestimmter Weltanteil Deutschlands bei ökoinnovationsrelevanten Patenten als Zieldimension definiert werden, oder eine Patent-spezialisierung Deutschlands bei diesen Patenten. Dieser Indikator würde angeben, ob Deutschland im Bereich der Öko-Innovationen aktiver ist als im Durchschnitt aller Patente. Als Zieldimension könnte ein Spezialisierungswert definiert werden (z. B. soll Deutschlands Weltanteil bei den ökoinnovationsrelevanten Patenten 150 % des Anteils bei allen Patentklassen betragen).

Mittelfristig sollte angestrebt werden, diese beiden Indikatoren zu Öko-Innovationen um solche aus dem Bereich des Unternehmenshandelns zu ergänzen. Insbesondere der Etablierung von regelmäßigen Unternehmensbefragungen zu Öko-Innovationen wird hier höchste Priorität zugesprochen. Hierzu ist es kurzfristig erforderlich, die Integration entsprechender Fragen zur Bedeutung von Öko-Innovationen als Standardset in regelmäßig stattfindende Unternehmensbefragungen anzustoßen.

Eine Transformation hin zu einer Green Economy geht über technische Öko-Innovationen weit hinaus. Transformation bedeutet einen Wandel des Gefüges von Institutionen und Mechanismen auf mehreren Ebenen (betrieblich, sektoral, bei Konsumenten) und ist durch Pfadabhängigkeiten, Feedbacks und Brüche charakterisiert. Die Transformation ganzer Wertschöpfungsketten und Sektoren kombiniert technische, organisatorische und soziale Innovationen. Im Sinne der Transitionsforschung führen diese Innovationen in ihrer Gesamtheit dazu, dass ein Übergang zu einem neuen sozio-technischen Regime erfolgt und bestehende Pfadabhängigkeiten überwunden werden. Für das Verständnis und die Unterstützung dieser Prozesse zentral ist die Frage, ob bzw. inwieweit sich diese Transitionen bereits beobachten lassen. Hierfür erforderlich ist ein Indikatorensystem für Transformationen hin zu einer Green Economy. Ein solches Indikatorensystem sollte zwar auch Indikatoren zur Beobachtung und Klassifikation von Innovationsaktivitäten beinhalten, geht aber weit darüber hinaus. Es muss sowohl Indikatoren aus dem Spannungsfeld von Konsum und Bereitschaft zu sozialen Innovationen umfassen als auch strukturelle Bedingungen für Wandlungsprozesse anzeigen. Die Diskussion um eine Metrik von nachhaltigen Konsumentscheidungen und sozialen Innovationen steht allerdings erst am Anfang (vgl. Walz 2016). Als Schlussfolgerung wird daher vorgeschlagen, die mittel- bis langfristige Aufgabe einer Etablierung eines Indikatorensystems für Transformationen hin zu einer Green Economy anzugehen. Hierzu sind vorbereitende Forschungsarbeiten erforderlich, mit denen kurzfristig begonnen werden sollte.

³⁰ <http://www.eco-innovation.eu/>.

Die in Kapitel 4.1. skizzierten Elemente einer Transformation stellen die strategische Politikgestaltung vor neue Herausforderungen. Der SRU (2016) spricht in diesem Zusammenhang von einem Steuerungsparadox, der das Auseinanderfallen von Steuerungsbedarf und Steuerungskapazität des Staates in der Transformationspolitik charakterisiert: Einerseits erfordert die Förderung der Transformation die Steuerung und Koordination zusätzlicher Tatbestände, andererseits sind die Ergebnisse der Politiken nicht vorhersehbar und einige der zu steuernden Entscheidungen entziehen sich einem direkten Zugriff. Vor dem Hintergrund der in Kapitel 4.1. skizzierten Steuerungserfordernisse gewinnen Monitoring und Evaluierung der getroffenen Maßnahmen an Bedeutung, um rechtzeitig nachzusteuern bzw. Fehlentwicklungen zu korrigieren. Zur Unterstützung des Monitorings bei den einzelnen Leitmärkten könnten Monitoring-Kommissionen, ähnlich wie bei der Energiewende, dienen. Diese institutionalisierte Form würde gleichzeitig dazu beitragen, Öko-Innovationen in den einzelnen Leitmärkten auf der politischen Agenda zu halten. Des Weiteren sollte eine periodische Evaluierung der Öko-Innovationspolitik (z. B. alle 4 Jahre) vorgenommen werden, in denen die Maßnahmen der Öko-Innovationspolitik kritisch auf ihre Wirksamkeit überprüft werden. Eine Verzahnung des Monitorings und der Evaluierung mit der Arbeit von Beratungsgremien (SRU, Nachhaltigkeitsrat) würde zugleich diesem Thema zusätzliche Prominenz verleihen.

Die beschriebenen Schritte der Zielbildung, Indikatorik sowie des Monitorings und der Evaluierung dienen vor allem der Erhöhung der Steuerungsfähigkeit staatlicher Maßnahmen durch die Bereitstellung strategischer Intelligenz. Darüber hinaus ist aber auch die Außenwirkung entsprechender Informationen zu berücksichtigen: Ziele und mit Indikatoren gemessene Zielerreichung tragen zum Agenda Setting bei. Gleichzeitig werden dadurch den am Innovationsprozess beteiligten Akteuren wichtige Signale über die künftige erwünschte Zielrichtung der Entwicklung vermittelt. Die Kommunikation der strategischen Größen wird damit selbst zu einem Instrument der ökologischen Innovationspolitik und sollte bewusst angegangen und gestärkt werden.

Hierzu sollte ein abgestimmtes Konzept aus kurzfristigen (jährlichen) und mittelfristigen Kommunikationsmaßnahmen entwickelt werden. Kurzfristig sollten entsprechende Informationen in die vom Umweltbundesamt bereitgestellten Daten zur Umwelt eingepflegt werden. Daher sollte der Themenbereich „Umwelt und Wirtschaft“ systematisch aufgewertet und in Richtung „Öko-Innovationen“ ausgebaut werden. Eine Bündelung der Kommunikation der jeweils aktualisierten Indikatorenwerte mit Monitoringergebnissen, eventuell gekoppelt mit jährlichen High-Ranking Events, könnte das Medieninteresse erhöhen. Mittelfristig sollte eine Konzeption erarbeitet werden, wie Evaluierungsergebnisse kondensiert in die Öffentlichkeitsarbeit eingehen. Gegebenenfalls wäre hier eine Reflexion über die mit dem Umweltwirtschaftsbericht gemachten Erfahrungen hilfreich, um neue Ideen zu generieren.

5.2 Schlüsselmaßnahmen der künftigen Öko-Innovationspolitik

Neben den in Abschnitt 5.1 dargestellten stärker strukturell wirkenden Maßnahmen wird auch vorgeschlagen, eine begrenzte Anzahl von Schlüsselmaßnahmen in die Wege zu leiten, die das Commitment der Bundesregierung zur Förderung von Öko-Innovationen unterstreichen. Diese Maßnahmen sollten in besonderer Art und Weise an die Notwendigkeiten zur Weiterentwicklung der Öko-Innovationspolitik anknüpfen, wie sie in Kapitel 4 in der Stärken-Schwächen-Analyse herausgearbeitet wurden. Wichtige Kriterien, wie sie auch auf der zweiten Beiratssitzung zum Vorhaben diskutiert wurden, sind hier v. a. auch der Querschnittsbezug der Maßnahmen, eine Stärkung von Transformationsbemühungen und sozialen Innovationen sowie eine Integration der sozialen Dimension von Nachhaltigkeit. Hinzu kommen situative Kontextfaktoren, wie Windows of Opportunities in der umweltpolitischen Diskussion oder die Möglichkeit, Öko-Innovationspolitik an Themen der allgemeinen Innovationspolitik anknüpfen zu können. Auf dieser Basis werden fünf Schlüsselmaßnahmen vorgeschlagen, die in den nächsten Abschnitten vorgestellt werden.

5.2.1 Steigerung umweltbezogener F&E

Ein wichtiger Input in den Innovationsprozess sind die zur Verfügung stehenden Mittel für Forschung und Entwicklung. Entsprechend ist die öffentliche Finanzierung von F&E-Ausgaben eine weit verbreitete Maßnahme zur Förderung von Innovationen. Dies gilt auch für Öko-Innovationen. Die Betrachtung des Niveaus und der Entwicklung öffentlich finanzierter F&E-Ausgaben gibt dabei auch Auskunft über die Bedeutung eines Politikfeldes innerhalb der Innovationspolitik eines Landes.

In Kapitel 4.1 wurde herausgearbeitet, dass es im Bereich der Forschungsförderung energiebezogener Innovationen zu einer Steigerung gekommen ist, es andererseits bei den anderen Umweltthemen keine Dynamik gibt, die dem Anspruch einer Transformation hin zu einer Green Economy genügt. Gleichzeitig wurde in Abschnitt 5.1 aus Sicht der Governance die Erforderlichkeit von Zielen betont, die sich speziell auf Öko-Innovationen beziehen. Auch situative Kontextfaktoren sprechen für eine Schlüsselmaßnahme, mit der eine Steigerung der F&E-Ausgaben für Öko-Innovationen in Angriff genommen wird: Mit dem Drei-Prozent-Ziel, das sich auf den Anteil aller Forschungsausgaben am BIP bezieht, besteht eine Zielsetzung, die auch Bestandteil der Nachhaltigkeitsstrategie ist. Gleichzeitig wird bei der Fortschreibung der Nachhaltigkeitsstrategie die Frage aufgeworfen, ob auch Schärfungen der Indikatoren und Zielsetzungen erforderlich sind. Mit einem Ziel für die umweltbezogene F&E-Förderung könnte an diese Diskussion angeknüpft und zugleich die Erforderlichkeit betont werden, nach der energiebezogenen auch die für Öko-Innovationen in weiteren Bereichen relevante Forschungsförderung auszubauen.

In Kapitel 4.1 wurde die aktuelle Forschungsförderung erfasst. Für die Bestimmung der für Öko-Innovationen relevanten F&E-Zielgröße könnte man sowohl den Anteil der staatlich geförderten F&E-Ausgaben an den gesamten staatlich finanzierten zivilen F&E-Ausgaben oder die Intensität staatlich geförderter F&E-Ausgaben, gemessen am BIP, heranziehen. Beim Heranziehen von Anteilen hängt der Indikatorwert auch von der Entwicklung der gesamten staatlichen Ausgaben für F&E ab. Sinken die Ausgaben für die gesamte staatlich finanzierte F&E im gleichen Ausmaß wie die für die betrachteten Forschungsziele, bliebe der Indikator unverändert, obwohl die Förderung absolut sinkt. Andererseits sind beide Einflussgrößen direkter steuerbar als das BIP. Für ein Anknüpfen am BIP spricht, dass hierdurch weniger offensichtlich Verteilungskämpfe zwischen den verschiedenen Förderzwecken ausgelöst werden als bei der Bezugnahme auf Anteile, bei der eine Steigerung in einem Bereich eher ein Zurückschrauben in einem anderen signalisiert.

Tabelle 14: Staatlich finanzierte F&E-Ausgaben für umweltrelevante Teilbereiche in Deutschland, gemessen am BIP (in Preisen von 2010) sowie als Anteil an den gesamten staatlich finanzierten zivilen F&E-Ausgaben

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
F&E-Intensität (gemessen am BIP)									
Umweltschutz	0,023 %	0,023 %	0,023 %	0,026 %	0,025 %	0,024 %	0,025 %	0,025 %	0,025 %
Energie	0,021 %	0,026 %	0,028 %	0,036 %	0,034 %	0,034 %	0,039 %	0,046 %	0,045 %
Transport u. a. Infrastrukturen	0,013 %	0,014 %	0,013 %	0,015 %	0,014 %	0,013 %	0,013 %	0,013 %	0,013 %
Anteil an den staatlich finanzierten zivilen F&E-Ausgaben									
Umweltschutz	3,3 %	3,4 %	3,2 %	3,1 %	2,9 %	2,8 %	3,0 %	2,9 %	2,9 %
Energie	3,1 %	3,8 %	3,9 %	4,3 %	4,0 %	4,0 %	4,6 %	5,4 %	5,3 %
Transport u. a. Infrastrukturen	1,9 %	1,9 %	1,8 %	1,8 %	1,7 %	1,5 %	1,5 %	1,5 %	1,5 %

Quelle: EUROSTAT, Berechnungen des Fraunhofer ISI

Für die Zieldiskussion müsste in beiden Fällen ein Wert für den Indikator festgelegt werden. Im Energiebereich ist es z. B. zwischen 2006 und 2014 in etwa zu einer Verdoppelung der Intensität gekommen (vgl. Tabelle 14). In Anlehnung an diese Entwicklung könnte also als Ziel postuliert werden, die staatlichen Forschungsausgaben für die drei in der Statistik abgrenzbaren Bereiche bis zum Jahr 2020 auf 0,1 % des BIP zu steigern. Entsprechend könnte eine Fortschreibung für 2030 in einer weiteren Steigerung auf eine Größenordnung von 0,15 % des BIP bestehen.

Bei der Diskussion des Drei-Prozent Ziels der F&E-Ausgaben wird bisweilen auf die Möglichkeit eines abnehmenden Grenznutzens steigender F&E-Ausgaben verwiesen (vgl. Schubert und Rammer 2014). Informationen darüber, was eine sinnvolle Größe für die F&E in einzelnen Bereichen ist, ab denen es zu einer Abnahme des Grenznutzens kommt, und ob dieser Zusammenhang für die beispielhaft genannten Zielwerte relevant ist, liegen nicht vor. Allerdings ist darauf zu verweisen, dass bei Öko-Innovationen die Begründung für die Förderung der Innovationstätigkeit gegenüber normalen Innovationen noch stärker ausfällt, da zusätzlich zu der Externalität der Forschungserträge auch Umweltexternalitäten vorliegen. Insofern kann durchaus argumentiert werden, dass gerade bei Öko-Innovationen ein vergleichsweise hohes Ausmaß an staatlicher F&E-Förderung angebracht sein dürfte. Darüber hinaus ist zu bedenken, dass die anvisierten Steigerungen nicht nur der Forschung und Entwicklung, sondern auch der Weiterentwicklung hin zur Marktreife dienen könnten. Schließlich sollten die Mittel auch in die Förderung von transformationsrelevanten, mit neuen Dienstleistungen und sozialen Innovationen verbundene Bereiche fließen, die bisher weniger im Fokus der Forschungsförderung standen (vgl. Abschnitt 5.2.3). Auch dies spricht dafür, dass der Bereich abnehmenden Grenznutzens der Forschungsförderung gerade bei Öko-Innovationen noch nicht erreicht ist.

5.2.2 Grüne Unternehmensgründungen

Neue Ideen und gänzlich neue Strategien erfordern i. d. R. auch neue Akteure. Insofern kommt Unternehmensgründungen im Kontext der Transformation eine besondere Rolle zu. Fichter und Clausen (2012) stellen in ihrer Studie fest, dass zwei Drittel der grundlegenden Öko-Innovationen von neuen Unternehmen am Markt eingeführt wurden, neue Unternehmen also Schlüsselakteure sind. Dem gegenüber spielen etablierte Unternehmen eher bei (inkrementellen) Verbesserungsinnovationen die dominierende Rolle. Dem „Green Economy Gründungsmonitor“ zufolge machen grüne Gründungen bereits einen Anteil von rund 14 % am gesamten Gründungsgeschehen in Deutschland aus (vgl. Abbildung 57).

Das Thema der grünen Gründungen ist eingebettet in den Kontext des allgemeinen Gründungsgeschehens in Deutschland. Auf dieser allgemeinen Ebene ist festzustellen, dass die Gründungsraten in Deutschland – also die Zahl der Gründungen im Verhältnis zum Gesamtbestand der Unternehmen – im internationalen Vergleich relativ gering sind (EFI 2016, s. Abbildung 58). Außerdem ist ein Rückgang der Gründungsrate über die letzten 10 Jahre zu beobachten (Bersch et al. 2016). Mit dem Aufgreifen dieses Themas würde die Öko-Innovationspolitik also an das Thema Gründungsschwäche aus der allgemeinen Innovationspolitik ankoppeln, ohne dabei zwischen verschiedenen Leitmärkten der Green Economy zu unterscheiden.

Abbildung 57: Anzahl und Anteil grüner Gründungen in Deutschland (2006 – 2013)



Quelle: Weiß und Fichter 2015, S. 3

Abbildung 58: Gründungsraten im internationalen Vergleich 2013 (in Prozent)



Quelle: EFI 2016³¹

Zur Förderung der Gründungstätigkeit im Allgemeinen wurden bereits im Koalitionsvertrag 2013 zahlreiche Maßnahmen in Aussicht gestellt (CDU et al. 2013), u. a.

- ▶ Gründercoachings, insbesondere für Gründungen aus Arbeitslosigkeit,
- ▶ Verbesserung der rechtlichen und steuerlichen Rahmenbedingungen für privates Wagniskapital,
- ▶ Erleichterung der Gründung unternehmerischer Initiativen aus bürgerschaftlichem Engagement (z. B. Dorfläden, Kitas, altersgerechtes Wohnen, Energievorhaben).

³¹ http://www.e-fi.de/fileadmin/Abbildungen_2016/Abb_C5-1_2016.zip.

Im Kontext der Digitalisierung wurden im Koalitionsvertrag weitere Initiativen angekündigt. Dazu zählt das Bestreben, einen neuen Gründungsgeist in Deutschland zu wecken und eine Kultur der zweiten Chance zu etablieren. Es werden aber auch konkretere Maßnahmen benannt, wie die Vereinfachung der Prozesse beim Gründen von Unternehmen (One-Stop-Agency) oder die Einführung einer "Gründungszeit" analog dem Modell der Familienpflegezeit, um Gründungen aus der Beschäftigung auch für Arbeitnehmer zu ermöglichen, die weder auf ihr Einkommen verzichten noch das Risiko eines Jobverlusts auf sich nehmen können. Diese Beispiele verdeutlichen die Bedeutung, die neben innovativen Gütern gerade auch innovativen Dienstleistungskonzepten zukommt.

Das o. g. EFI-Gutachten bescheinigt bestimmten bereits verfolgten Ansätzen der staatlichen Förderung von Start-ups eine gute Entwicklung. Dazu zählt der High-Tech-Gründerfonds, der finanzielle Mittel für die Frühphasenfinanzierung zur Verfügung stellt, ebenso wie die EXIST-Gründerstipendien, die Studierende, Absolventen sowie Wissenschaftler aus Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen bei der Realisierung ihrer Gründungsidee unterstützen.

Im Fachgespräch zu dem dieser Studie zugrundeliegenden Projekt wurde die Einschätzung vertreten, dass Öko-Innovationspolitik aus der Nische herauskommen könnte, wenn an die allgemeine Diskussion des Gründungsgeschehens angeknüpft würde, um strukturelle Schwächen zu beheben. Insofern können die folgenden weiteren Maßnahmen, die das EFI-Gutachten fordert, prinzipiell auch grünen Gründungen zu Gute kommen und Gegenstand einer Öko-Innovationspolitik sein:

- ▶ Attrahierung von Gründern aus dem Ausland,
- ▶ Erleichterung der privaten Finanzierung von Unternehmensgründungen durch Verbesserung der rechtlichen Rahmenbedingungen für Wagniskapital (Umsetzung der Ankündigung aus dem Koalitionsvertrag),
- ▶ Einrichtung eines Börsensegments für Wachstumsunternehmen.

Darüber hinaus stellt sich die Frage, inwiefern grüne Gründungen spezifisch gefördert werden sollten. Im EcoAP der EU ist der Förderung von Unternehmensgründungen kein eigenes Aktionsfeld gewidmet (Europäische Kommission 2011). Im Aktionsfelds 4 („Finanzierungs- und Unterstützungsleistungen für KMU“) wird aber eine Initiative seitens der EU-Kommission zur Förderung von Start-ups im Bereich Öko-Innovationen angekündigt. Die Förderung soll über ein Eigenkapitalinstrument für Forschung und Innovation geschehen, das sich auf die Anlauf- und Entwicklungsphase konzentriert, einen thematischen Schwerpunkt bei Öko-Innovationen beinhaltet und Investitionsanreize zur Mobilisierung privater Finanzierung bietet.

In einer deutschen Öko-Innovationspolitik könnte die spezifische Förderung grüner Gründungen einen größeren Raum einnehmen. Dafür haben Fichter und Clausen (2012, S. 302f.) bereits mehrere Ansatzpunkte benannt:

- ▶ Einrichtung eines Gründerfonds für Gründer in den grünen Leitmärkten zur Bereitstellung von Risikokapital – analog zum High-Tech-Gründerfonds,
- ▶ Einrichtung von Gründerzentren, die auf Nachhaltigkeitslösungen spezialisiert sind,
- ▶ Einbeziehung von Nachhaltigkeitskriterien in die Erstellung von Businessplänen und bei der Durchführung von Businessplan-Wettbewerben,
- ▶ Auslobung von nachhaltigkeitsbezogenen Gründerpreisen, z. B. einen nationalen Klimaschutzgründerpreis.

Mit der Gründerinitiative Start-up-4-Climate³² werden hier im Rahmen der NKI, gefördert vom BMUB, bereits wegweisende Schritte unternommen. Weitere Möglichkeiten liegen in der Verbesserung des

³² <http://startup4climate.de/>.

Zusammenspiels zwischen Hochschulinitiativen bei grünen Technologien und dem EXIST-Programm. Als positives Beispiel wurde im Beirat zu dem dieser Studie zugrundeliegenden Projekt die TU Hamburg-Harburg mit ihrem Kompetenzfeld Green Technologies genannt. Darüber hinaus sollte gewährleistet sein, dass grüne Gründer guten Zugang zu den allgemeinen Maßnahmen der Gründungsförderung haben. Sollte der Fall eintreten, dass – zum Beispiel wegen Mittelknappheit – nicht alle förderwürdigen Gründungen in den Genuss einer Förderung kommen, wäre zu überlegen, ob grüne Gründungen bevorzugt gefördert werden sollen. Angesichts der allgemeinen Gründungsschwäche wäre dies allerdings keine wünschenswerte Situation.

5.2.3 Transformationslabore in Stadt und Land

Soziale und ökologische Probleme sowie Ansätze zu ihrer Lösung manifestieren sich vor allem im Siedlungsraum, in dem Menschen leben. Insofern bilden Siedlungen eine Art Labor, in denen sich neue Formen des Wirtschaftens und Zusammenlebens entwickeln können. Aus diesem Grund wird als eine Schlüsselmaßnahme die Etablierung von Transformationslaboren in Stadt und Land vorgeschlagen.

Die Idee der Transformationslabore knüpft an dem Konzept der Reallabore an. Reallabore verknüpfen Wissenschaft im Sinne einer Transformationswissenschaft mit nicht-wissenschaftlichen Akteuren. Sie gehen über Realexperimente wie Transitions Towns hinaus und beschreiben einen Kontext, „in dem Forscherinnen und Forscher Interventionen im Sinne von Realexperimenten durchführen, um über soziale Dynamiken und Prozesse zu lernen“ (Schneidewind 2014, S. 7). Der WBGU (2011) betont, dass komplexe Lernprozesse und umfassende Innovationen hin zu Transformationen erst mit der Etablierung überzeugender neuer Orientierungsangebote und Handlungskonzepte initiiert werden können. Folglich wird mit Reallaboren das Ziel verbunden, Transformationswissen zu generieren, das an andere Orte und in die gesellschaftliche Breite getragen werden kann (Schneidewind und Scheck 2013; Wagner und Grunwald 2015).

In der Diskussion zu Reallaboren werden oftmals der neue Charakter der Wissensgenerierung und die damit verbundenen Probleme der wissenschaftlichen Validierung entsprechender Ergebnisse thematisiert. Aus der Perspektive der Erzielung von Transformationswissen werden Reallaboren drei Vorteile zugewiesen (vgl. Schneidewind und Scheck 2013; Wagner und Grunwald 2015): Erstens befördern sie insbesondere Systeminnovationen, zweitens lassen sich auf dieser Ebene zahlreiche Veränderungsprozesse schneller umsetzen als auf Länderebene, und drittens erhalten durch die Verbindung von Praxisakteuren und Wissenschaft die Pioniere des Wandels sozusagen eine wissenschaftlich reflektierte Außenansicht über ihre Handlungs- und Erfolgsbedingungen. Gleichzeitig adressieren diese Konzepte mehrere der in Kapitel 4 herausgearbeiteten Herausforderungen für die Öko-Innovationspolitik:

- ▶ Bezüglich Governanceaspekten ermöglichen sie eine Einbeziehung der Bevölkerung in Projektgestaltung und Umsetzung.
- ▶ Sie sind explizit auf Transformation und die Etablierung neuer Akteursstrukturen in Nischen und die Einbeziehung sozialer Innovationen ausgerichtet und beinhalten daher auch vielfältige nutzungs- und ergebnisbezogene ökoeffiziente Dienstleistungskonzepte.
- ▶ Auf der gewählten räumlichen Ebene wird die soziale Dimension von Nachhaltigkeit unmittelbar erlebbar, so dass eine Integration sozialer und ökologischer Kriterien der Nachhaltigkeit den Akteuren näher liegt.
- ▶ Aus Sicht situativer Kontextfaktoren bietet dieses Konzept die Möglichkeit der Integration mit den Ansätzen zur Forschung und Entwicklung urbaner und ländlicher Räume.

In Deutschland werden Reallabore z. B. mit einer Initiative von Baden-Württemberg gefördert, bei der in zwei Förderlinien 15 Reallabore mit insgesamt 15 Millionen Euro gefördert werden (Wagner und Ertner 2016). Aber auch im Förderprogramm des Bundes finden sich Projekte mit Reallaborcharakter, z. B. im Rahmen der Förderinitiative Nachhaltiges Wirtschaften des BMBF³³.

Aus Sicht der Etablierung von Handlungswissen werden Reallabore dahingehend charakterisiert, dass ihr Fokus z. T. sehr stark auf der Initiierung durch Wissenschaftler liegt. So waren bei der baden-württembergischen Initiative, die vom Ministerium für Wissenschaft und Bildung vorangetrieben wurde, gerade Hochschulen antragsberechtigt. Gleichzeitig ist es im Rahmen dieser Projekte schwierig, den entsprechenden Spielraum für Praxispartner zu etablieren (Wagner und Grunwald 2015). Gerade in den Schwierigkeiten des Kompetenzaufbaus von NRO wird aber ein Hindernis für den gemeinschaftlichen Aufbau von Transformationswissen durch Wissenschaft und bürgerschaftliches Engagement gesehen (Ober 2014). Daher wird als Schlüsselmaßnahme eine Weiterentwicklung der Reallabore hin zu Transformationslaboren vorgeschlagen, die einerseits den Stellenwert der Generierung von Handlungswissen und die Einbindung von Praxisakteuren stärkt aber andererseits die Reflexion durch die Wissenschaft und ein dadurch geleitetes strukturiertes Vorgehen (vgl. Nevens et al. 2013) nicht über Bord wirft. Gegenüber den gegenwärtig sich in Erprobung befindlichen Reallaboren unterscheiden sich Transformationslabore im Sinne eines Up-scalings auf mehrfache Weise:

- ▶ Dem transformativen Charakter wird im Vergleich zum wissenschaftlichen Erkenntnisinteresse höheres Gewicht beigemessen, ohne die Rolle der Wissenschaft in den Hintergrund zu drängen. Damit verbunden ist auch eine stärkere finanzielle Förderung der Partizipation von Vertretern des bürgerschaftlichen Engagements.
- ▶ Inhaltlich fokussieren sich die Reallabore bisher auf spezielle sektorale Aspekte und Problemfelder, z. B. in den Feldern Mobilität, Space Sharing, aber auch Textilwirtschaft (vgl. Wagner und Ertner 2016). Transformationslabore sollen hier gerade eine Integration der verschiedenen Bereiche vornehmen und daher umfassender angelegt sein.
- ▶ Im Rahmen der bestehenden Förderinitiativen sind Reallabore für einen kurz- bis mittelfristigen Zeitraum angelegt. Die Transformationslabore sollten demgegenüber eine längere Perspektive (ca. 10 Jahre) einnehmen, damit sich neue organisatorische, institutionelle und soziale Innovationen entwickeln und anpassen können. Gleichzeitig wird dadurch begünstigt, dass es zu einer Selektion der Innovationen hinsichtlich Dauerhaftigkeit und Tauglichkeit im Alltag kommt.

Auf Grund der Anzahl der Beteiligten und der Integration verschiedener Themenfelder ist mit einem deutlich höheren finanziellen Förderbedarf pro Transformationslabor zu rechnen als er gegenwärtig pro Reallabor anfällt. Entsprechend ist mit einem längeren Vorlauf zu planen: Nach einer Definitionsphase mit der Auswertung der Erfahrungen von Reallaboren müsste eine Vorphase zur Definition der genauen Zielsetzungen und der Entwicklungen von Konzepten erfolgen. Nur bei einem zügigen Beginn der Arbeiten erscheint es daher realistisch, im Jahr 2020 dann z. B. 10 Transformationslabore für die Förderung zu prämiieren. Bereits diese 10 Transformationslabore könnten auf Grund der damit verbundenen Leuchtturmfunktion bereits eine hohe Relevanz erlangen.

5.2.4 Nationale Plattform „Digitaler Wandel für den Umweltschutz“

Eine Verkettung von Öko-Innovationen mit Innovationsschüben aus anderen Bereichen nutzt im Sinne der politischen Anschlussfähigkeit bestehende „windows of opportunity“ und verspricht erhebliche Potenziale für den Umweltschutz. Das Themenfeld Digitalisierung bietet sich hier besonders an, da der digitale Wandel das Hervorbringen neuer Akteure und Transformationen begünstigt, neue Akteurs-

³³ <https://www.fona.de/de/17399>.

konstellationen und damit Reorganisationen von Wertschöpfungsketten ermöglicht sowie gänzlich neue Geschäftsmodelle hervorbringt.

Um den digitalen Wandel mitzugestalten, hat die Bundesregierung unter gemeinsamer Federführung des BMWi, des BMI und des BMVI bereits 2014 die „Digitale Agenda 2014 – 2017“ (Bundesregierung 2014) beschlossen. Sie umfasst sieben Maßnahmen, die von Aspekten der technologischen Infrastruktur, über Fragen der Datensicherheit und des Datenschutzes, bis hin zu Leitlinien in verschiedenen Anwendungskontexten (z. B. Wirtschaft, Staat, Gesellschaft, Bildung, Kultur, Medien) reichen. Auch in den Infrastruktursektoren Verkehr und Energie formuliert die Digitale Agenda Ansätze, wie die Bundesregierung hier die Chancen des digitalen Wandels fördern will. Mit der auf der CeBIT 2016 vorgestellten Digitalen Strategie 2025 (BMW 2016) soll zusätzlich aufgezeigt werden, wo zukünftig Schwerpunkte gesetzt, Kompetenzen entwickelt und neue Wege beschritten werden, um ein digitales Deutschland zu ermöglichen. Unter dem Begriff „Green IT“ gab es hierzu bereits erste Ansätze, um IT-Komponenten über den gesamten Lebenszyklus (Herstellung, Betrieb und Entsorgung der Geräte) hinweg zu betrachten und möglichst umwelt- und ressourcenschonend zu gestalten. Auch BMUB und UBA setzen sich seit langem für eine energie- und ressourceneffiziente Nutzung der IKT ein. Die Handlungsfelder liegen dabei vor allem in der Verbraucherinformation und Produktkennzeichnung, der Unterstützung von Ökodesignanforderungen an IKT-Produkte, Information und Beratung für das öffentliche Beschaffungswesen und Ressortforschung im Rahmen des Umweltforschungsplanes. Wesentlich weniger thematisiert wurden in der Vergangenheit jedoch Fragen, inwieweit der Einsatz von IT in den vielfältigen Anwenderbranchen zu Umwelteffekten beiträgt (Green durch IT).

Die Schaffung und Etablierung einer Nationalen Plattform „Digitaler Wandel für den Umweltschutz“ verspricht, die vielfältigen Chancen, welche die Digitalisierung dem Umweltschutz zweifelsfrei bietet, bestmöglich nutzen und verwirklichen zu können. Zu den Stärken Deutschlands zählt ein bereits vorhandenes ausdifferenziertes Set von Akteuren aus Wissenschaft und Wirtschaft, die Öko-Innovationen tragen. Zugleich ist die Öko-Innovationspolitik im politischen System horizontal und vertikal ausdifferenziert. Jedoch ist für den Erfolg der Öko-Innovationspolitik auch ein breiter gesellschaftlicher Konsens notwendig. Alle Stakeholder sollten idealerweise gemeinsam an einem Strang ziehen. Um dies zu gewährleisten, müssen geeignete Austauschformen, wie die hier vorgeschlagene Plattform, geschaffen werden.

Als Beispiele und wertvolle Anregung für eine neu zu gründende Nationale Plattform „Digitaler Wandel für den Umweltschutz“ können andere, bereits etablierte, national übergreifende Zusammenschlüsse, wie z. B. die Nationale Plattform „Elektromobilität“, die Nationale Plattform „Zukunftsstadt“, die Nationale Plattform „Bildung für Nachhaltige Entwicklung“ oder auch die Plattform „Industrie 4.0“ herangezogen werden. Eine Nationale Plattform „Digitaler Wandel für den Umweltschutz“ würde regelmäßige und institutionalisierte Treffen von Entscheidungsträgern aus Politik, Wissenschaft, Wirtschaft, Verbänden und Zivilgesellschaft ermöglichen und könnte diese zum strategischen Dialog zusammenbringen. Gemeinsam ergründen die beteiligten Stakeholder die wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Potenziale der Digitalisierung, erstellen eine strategische Forschungs- und Innovationsagenda und sprechen Handlungsempfehlungen für Politik und Wirtschaft aus. Von den Mitgliedern der Nationalen Plattform könnten zudem Expertinnen und Experten für thematisch eindeutige und spezifische Fachforen benannt werden, welche die Plattform unterstützen. Diese Foren würden dann die Fachkompetenzen zum jeweiligen Thema zielgerichtet bündeln. Die Fachforen erstellen Empfehlungen, Positionspapiere und Orientierungshilfen. Es sollten ambitionierte, aber auch realisierbare Handlungsempfehlungen für alle Akteurinnen und Akteure erarbeitet werden, die als Basis für einheitliche und verlässliche Rahmenbedingungen dienen könnten. Konkrete Vorschläge, wie das Thema Digitalisierung und Umweltschutz strukturell verankert werden kann, könnten zudem in einem Nationalen Aktionsplan zusammengefasst werden.

Spezifische Aufgaben einer Nationalen Plattform „Digitaler Wandel für den Umweltschutz“ wären u. a.:

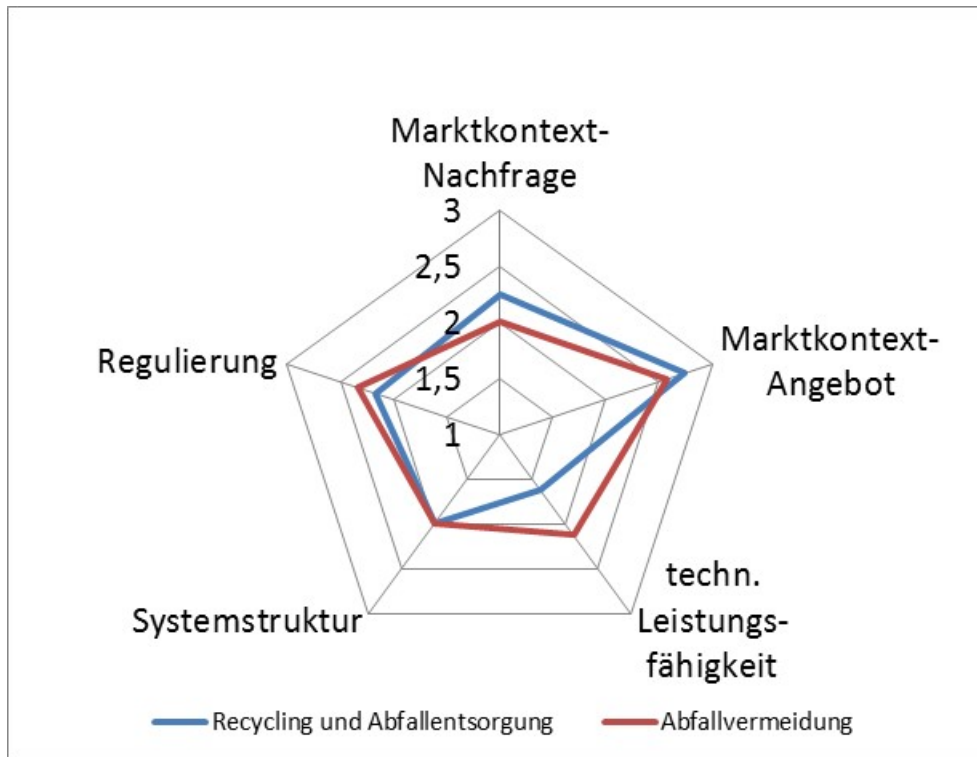
- ▶ Ein aktives Einbringen in die Digitale Agenda und Digitale Strategie der Bundesregierung: Die Digitale Agenda als Top-Down-Ansatz, der alle Bemühungen der Bundesregierung in einem Rahmenkonzept bündeln und umspannen soll, vernachlässigt zum jetzigen Zeitpunkt noch die Mehrheit der vielfältigen umweltrelevanten Aspekte der zunehmenden Digitalisierung. Es werden nur die Energiewende sowie Aspekte von Green IT angesprochen. Hier könnte ange- setzt werden, um die Agenda weiter fortzuführen und geeignet zu erweitern.
- ▶ Ein Ausbau der ressortübergreifenden Zusammenarbeit innerhalb der Bundesregierung: Der digitale Wandel erfordert generell eine Loslösung von Ressortprinzipien und dem Denken in reinen Ressortangelegenheiten. Um dem Thema Digitalisierung gerecht zu werden, muss die Zusammenarbeit und die Koordination der BMUB-Fachbereiche mit anderen Bereichen, wie beispielsweise Verkehr, Energie, Smart Cities, etc. der jeweils zuständigen Ressorts von BMVI, BMWi oder EU intensiviert werden. Nur durch übergreifende Projekte auf Basis technologi- scher Gemeinsamkeiten kann die Digitalisierung passend zu den Vorstellungen des Umwelt- schutzes ausgestaltet werden. Eine Möglichkeit bietet sich z. B. im Rahmen der Förderung von Start-Ups. Der digitale Wandel bietet nachweislich große Chancen für neue technische Ent- wicklungen und darauf aufbauende innovative Geschäftsmodelle. Daher sollten neu gegründe- te Unternehmen (Start-Ups), die z. B. neue Ansätze mit positiven umweltrelevanten Auswir- kungen verfolgen, unterstützt werden. Die Schaffung größerer Nischen könnte diesen Start- Ups den Freiraum geben, um zu lernen, um Raum zu schaffen und Routinen aufzubauen und anzupassen.
- ▶ Eine Begleitung der Industrie-4.0-Debatten: Eine stärkere Begleitung der Industrie-4.0-Debatten erscheint dringlich, da die bisherigen In- dustrie-4.0-Forschungsschwerpunkte vor allem auf Fragen der Technik, Arbeit oder des Rechts liegen. Fragen zu Ökologie und Umwelt sind dagegen bislang nahezu gänzlich ausgeklammert bzw. nicht integriert betrachtet. Die mit Industrie-4.0-Lösungen einhergehenden Veränderun- gen auf der Input-Seite (Erfassung der Material- und Energieflüsse) werden ebenso bislang wenig oder gar nicht beachtet. Ein dezidierter Bezug zu Themen wie Energie, Rohstoffe oder Stadtentwicklung ist daher dringend vonnöten. Die erfolgreiche Synergie von digitalisierter Produktion und Energiewende könnte dann in einem nachfolgenden Schritt sogar globale Vor- bildwirkung erlangen.
- ▶ Eine Beantwortung dringlicher, forschungsrelevanter Fragestellungen: Die Nationale Plattform „Digitaler Wandel für den Umweltschutz“ sollte zudem zur Beantwor- tung aktueller Fragestellungen beitragen, wie z. B.:
 1. Ökologische Nachhaltigkeit
 - Folgen des digitalen Wandels für die Umwelt (z. B. Ressourcenverbrauch, Emis- sionen, nachhaltiger Konsum),
 - Folgen intelligenter Energiesysteme und der Sektorkopplung für die Umwelt,
 - Folgen der zunehmenden Bedeutung der Sharing-Economy für die Umwelt,
 - Folgen des Aufkommens von autonomen Fahrzeugen für die Umwelt.
 2. Soziale Nachhaltigkeit
 - Wirkungen des digitalen Wandels auf soziale Nachhaltigkeit,
 - Sozioökonomische Auswirkungen des digitalen Wandels,
 - Forschung zu Rebound-Effekten fortführen.

5.2.5 Ressourcenwende in den frühen Phasen der Produktlebenszyklen

Die Steigerung der Ressourceneffizienz adressiert eine Vielzahl zentraler Umweltziele. In jüngerer Zeit weist das BMUB unter anderem verstärkt auf die Bedeutung von Ressourceneffizienzstrategien zur Erreichung der Klimaschutzziele und auch der Sustainable Development Goals hin (BMUB 2016b). Als Querschnittsstrategie, die neben verschiedenen Umweltzielen auch quasi alle Wirtschaftsbereiche

erfasst, kommt der Ressourcenwende eine prominente Bedeutung für eine künftige Öko-Innovationspolitik zu. Im Gesamtklang mit den oben dargestellten eher übergreifenden Schlüsselmaßnahmen ergänzt der hier vorgeschlagene Ansatzpunkt mit seiner Leitmarkt-spezifischen Perspektive das Portfolio zusätzlicher Maßnahmen auf sinnvolle Weise.

Abbildung 59: Gesamteinschätzung der Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands im Leitmarkt „Kreislaufwirtschaft“



Quelle: Eigene Darstellung des Fraunhofer ISI

Betrachtet man die gesamte Wertschöpfungskette, von der Rohstoffgewinnung bis zum Recycling, stellen sich die Herausforderungen durchaus unterschiedlich dar. Dies zeigt sich auch im Vergleich der beiden Teilbereiche der Kreislaufwirtschaft in Abbildung 59 (s. auch Abschnitte 4.2.6 und 4.2.7). Der Teilbereich „Recycling und Abfallentsorgung“ schneidet bei den verschiedenen Dimensionen der Wettbewerbsfähigkeit überwiegend mindestens mit „gut“ ab. Nur bei der technologischen Leistungsfähigkeit weisen die Indikatoren auf Defizite hin. Hier gilt es, einen neuen Blick auf die im Allgemeinen als „reif“ eingestuften Technologien zu richten, zu prüfen, ob und wie sie den Anforderungen einer modernen Kreislaufwirtschaft gerecht werden können, und ob die in den letzten 5 – 8 Jahren angelauften Forschungsförderprogramme für Recycling im Rahmen von FONA greifen (vgl. BMBF 2012).

Wichtiger noch scheinen aber Maßnahmen zur Förderung der Kreislaufwirtschaft auf den oberen Stufen der Abfallhierarchie und damit in den frühen Phasen des Produktlebenszyklus zu sein (Abfallvermeidung, u. a. durch richtige Weichenstellungen im Produktdesign, möglichst sparsamen Einsatz materieller Ressourcen, Steigerung von Nutzungsdauern, Erhöhung von Reparierfähigkeit und Wiedernutzung). Die Bundesregierung hatte im Jahr 2015 Ressourceneffizienz erstmals zum Thema eines G7-Gipfels gemacht. Die Studien, die dort beauftragt wurden und die die vielversprechendsten Lösungen und Ansätze für Ressourceneffizienz aufzeigen sollten, liegen nun vor (OECD 2016a, 2016b; UNEP - International Resource Panel 2016). Sie bestätigen die Notwendigkeit, den Fokus stärker auf diese oberen Stufen der Kreislaufwirtschaft zu richten und beklagen einen Mangel an Anreizen für Öko-Design von Produkten und ressourceneffizientes Verbraucherverhalten.

Den Analysen in der vorliegenden Untersuchung zu Folge sollten insbesondere Maßnahmen zur Stärkung der nachfrageseitigen Marktkontextfaktoren ergriffen werden, die eine frühzeitige Marktexpansion (Innovationsfunktion F5) und eine Diffusion in die Breite begünstigen (vgl. Abbildung 59 und die SWOT-Analysen in den Kapiteln 4.2.6 und 4.2.7). Ein Aspekt ist dabei die Formulierung klarer quantitativer Ziele für den effizienten Umgang mit Materialien. Ein weiterer Aspekt ist die Schaffung größerer Nachfrage für Materialien aus Sekundärrohstoffen und für ressourceneffiziente Produkte. Neben dem Abbau verschiedener Hemmnisse aus dem Normungsbereich muss hier angesichts volatiler Energie- und Rohstoffpreise ein Weg gefunden werden, wie die Innovationsrichtung und -geschwindigkeit sowie die preisliche Wettbewerbsfähigkeit ressourceneffizienter Lösungen auch in Niedrigpreisphasen aufrechterhalten werden können. Ökonomische Instrumente könnten diese volatilen Preise adressieren.

Für die Formulierung eines anspruchsvollen Policy Mix' ist auf EU-Ebene mit dem EU Circular Economy Package (European Commission 2015) und auf nationaler Ebene mit ProgRess II und den neu etablierten Institutionen DERA und VDI ZRE eine sehr gute politische Anschlussfähigkeit und auch Sichtbarkeit gegeben. Die Weiterentwicklung der ökologischen Innovationspolitik in diese Richtung wird außerdem durch Synergien mit wirtschafts- und sozialpolitischen Zielen, wie z. B. Kostenreduktionen, der Reduktion der Importabhängigkeit Deutschlands bei Rohstoffen und der Schaffung neuer Arbeitsplätze (Sartorius und Walz 2013; OECD 2016a) erleichtert. Zusätzlich müsste im Sinne lernernder Politiksysteme der ZIMEK-Ansatz verfolgt werden (s. Abschnitt 4.1), um auf Basis solider Analysen und durch stringentes Nachsteuern ehrgeizige Ziele durchzusetzen, so wie das in der Klimapolitik bereits seit längerem praktiziert wird.

6 Quellenverzeichnis

ACS (2016): History of Green Chemistry. Online verfügbar unter <http://www.acs.org/content/acs/en/greenchemistry/what-is-green-chemistry/history-of-green-chemistry.html>, zuletzt geprüft am 02.06.2016.

Aho, Esko; Schwaag Serger, Sylvia; Mönig, Walter; Garmendia, Cristina; Steinberg, Marco; Swieboda, Pawel (2014): Outriders for European Competitiveness. European Innovation Partnerships (EIPs) as a tool for systemic change. Report of the Independent Expert Group. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Online verfügbar unter http://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/outriders_for_european_competitiveness_eip.pdf, zuletzt geprüft am 21.07.2016.

Amable, Bruno; Verspagen, Bart (1995): The role of technology in market shares dynamics. In: *Applied Economics* 27 (2), S. 197–204. DOI: 10.1080/00036849500000024.

Anastas, P. T.; Warner, J. C. (1998): *Green Chemistry: Theory and Practice*. New York: Oxford University Press.

Andersson, Martin; Ejermo, Olof (2008): Technology specialization and the magnitude and quality of exports. In: *Economics of Innovation and New Technology* 17 (4), S. 355–375. DOI: 10.1080/10438590701279714.

Bals, Christoph (2015): Einschätzungen zum KfW-Effizienzhausstandard aus Sicht von Germanwatch e.V. Berlin, 02.10.2015. Diskussionsbeitrag bei der ersten Sitzung des Projektbeirats zum Forschungsprojekt "Erarbeitung der fachlichen Grundlagen für einen deutschen Öko-Innovationsplan". Internes Protokoll der Beiratssitzung.

Bauknecht, Dierk; Brohmann, Bettina; Griebhammer, Rainer; Bach Matthew; Funke, Simon: *Gesellschaftlicher Wandel als Mehrebenenansatz. Transformationsstrategien und Models of Change für nachhaltigen gesellschaftlichen Wandel (Texte, 66/2015)*. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_66_2015_gesellschaftlicher_wandel_als_mehrebenenansatz_3.pdf, zuletzt geprüft am 19.07.2016.

Bayerischer Bauernverband (2016): Offener Brief. Positionierung zu den nationalen Minderungszielen bei Ammoniak. Online verfügbar unter <http://media.repro-mayr.de/80/653480.pdf>, zuletzt geprüft am 01.07.2016.

Beise, Marian (2004): Lead markets. Country-specific drivers of the global diffusion of innovations. In: *Research Policy* 33 (6-7), S. 997–1018. DOI: 10.1016/j.respol.2004.03.003.

Bergek, Anna; Jacobsson, Staffan; Carlsson, Bo; Lindmark, Sven; Rickne, Annika (2008): Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems. A scheme of analysis. In: *Research Policy* 37 (3), S. 407–429. DOI: 10.1016/j.respol.2007.12.003.

Bersch, Johannes; Gottschalk, Sandra; Müller, Bettina; Wagner, Simona; Weiß, Anna (2016): *Unternehmensdynamik in der Wissenswirtschaft in Deutschland 2014. Gründungen und Schließungen von Unternehmen, Gründungsdynamik in den Bundesländern, Internationaler Vergleich, Akquisition von jungen Unternehmen als Innovationsstrategie*. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (Studien zum deutschen Innovationssystem, 3-2016). Online verfügbar unter http://www.efi.de/fileadmin/Innovationsstudien_2016/StuDIS_03_2016.pdf, zuletzt geprüft am 26.07.2016.

Best, Benjamin; Augenstein, Karoline; Fishedick, Manfred; Friege, Jonas; Pietzner, Katja; Schneidewind, Uwe; Vallentin, Daniel (2015): Sachverständigenutachten zur Forschungsförderung der Bundesregierung im Bereich Energie. Hg. v. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. Wuppertal. Online verfügbar unter <http://wupperinst.org/p/wi/p/s/pd/528/>, zuletzt geprüft am 03.08.2016.

Bethge, Jan; Kuhndt, Michael (2010): Exportförderung im Bereich Recycling- und Effizienztechnik. Paper zu Arbeitspaket 3 des Projekts "Materialeffizienz und Ressourcenschonung" (MaRes). Wuppertal. Online verfügbar unter http://www.scp-centre.org/fileadmin/content/files/6_Resources/1_Publications_pdfs/21_Bethge_Kuhndt_2010_-_Exportfoerderung_im_Bereich_Recycling_und_Effizienztechnik_en.pdf, zuletzt geprüft am 23.11.2015.

Beucker, Severin; Clausen, Jens; Fichter, Klaus; Jacob, Klaus; Bär, Holger (2014): *Angebote und Bedarfe von Technologien und Dienstleistungen für Klimaschutz und Klimaanpassung. Studie zur Unterstützung der nationalen Kontaktstelle zur Verbesserung der Zusammenarbeit mit Entwicklungs- und Schwellenländern im Rahmen des Klimatechnologietransfermechanismus sowie des Climate Technology Centre and Network der Vereinten Nationen. Dienstleistungsprojekt Nr. 15/13 im Auftrag des Bundesministeriums*

- für Wirtschaft und Energie, Referat I C4. Berlin. Online verfügbar unter http://www.polsoz.fu-berlin.de/polwiss/forschung/systeme/ffu/aktuell/001-dateien/angebote-und-bedarfe-von-technologien-und-dienstleistungen-fuer-klimaschutz-und-klimaanpassung_property_pdf_bereich_bmwi2012_sprache_de_rwb_true.pdf, zuletzt geprüft am 12.11.2015.
- Biege, Sabine; Schröter, Marcus; Gandenberger, Carsten; Buschak, Daniela; Weißfloch, Ute; Schlummer, Martin et al. (2013): Chancen für die nachhaltige Entwicklung durch neue hybride Wertschöpfungskonzepte. Abschlussbericht des Projekts "HyWert". Stuttgart: Fraunhofer (ISI-Schriftenreihe Innovationspotenziale).
- BIPRO (2014): Chemikalienleasing. Online verfügbar unter www.chemikalienleasing.de, zuletzt aktualisiert am 15.02.2016, zuletzt geprüft am 02.09.2016.
- Blazejczak, Jürgen; Edler, Dietmar; Hemmelskamp, Jens; Jänicke, Martin (1999): Umweltpolitik und Innovation. Politikmuster und Innovationswirkungen im internationalen Vergleich. In: Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht 22 (1), S. 1–32.
- BMBF (2012): Wirtschaftsstrategische Rohstoffe für den Hightech-Standort Deutschland. Forschungs- und Entwicklungsprogramm des BMBF für neue Rohstofftechnologien. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Online verfügbar unter http://www.fona.de/mediathek/pdf/Wirtschaftsstrategische_Rohstoffe_barrierefrei_neu.pdf, zuletzt geprüft am 13.06.2016.
- BMBF (2014a): Bekanntmachung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung von Richtlinien zur Fördermaßnahme "r+Impuls - Innovative Technologien für Ressourceneffizienz - Impulse für die industrielle Ressourceneffizienz". Online verfügbar unter <https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung.php?B=961>, zuletzt geprüft am 24.11.2015.
- BMBF (Hg.) (2014b): Die neue Hightech-Strategie - Innovationen für Deutschland. Berlin. Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/pub_hts/HTS_Broschure_Web.pdf, zuletzt geprüft am 20.07.2016.
- BMBF (2016a): Bundesbericht Forschung und Innovation 2016. Forschungs- und innovationspolitische Ziele und Maßnahmen. Berlin: BMBF. Online verfügbar unter http://www.bundesbericht-forschung-innovation.de/files/bmbf_bufi_2016_hauptband_barrierefrei.pdf, zuletzt geprüft am 26.07.2016.
- BMBF (2016b): Daten und Fakten zum deutschen Forschungs und Innovationssystem. Bundesbericht Forschung und Innovation 2016 (Ergänzungsband I). Berlin: BMBF. Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/pub/Bufi_2016_Ergaenzungsband_1.pdf, zuletzt geprüft am 26.07.2016.
- BMJV (2014): Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2014). Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/BJNR106610014.html, zuletzt geprüft am 05.09.2016.
- BMU (Hg.) (2005): National ETAP Roadmap Germany - Innovationen forcieren - Umwelt schützen. Berlin.
- BMU (Hg.) (2006): Ökologische Industriepolitik. Memorandum für einen "New Deal" von Wirtschaft, Umwelt und Beschäftigung. Berlin.
- BMU (Hg.) (2008): Ökologische Industriepolitik. Nachhaltige Politik für Innovation, Wachstum und Beschäftigung. Berlin. Online verfügbar unter http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/oeip_themenpapier.pdf, zuletzt geprüft am 20.07.2016.
- BMU (Hg.) (2009): Umwelttechnik-Dienstleistungen. Treiber für ökologische Modernisierung und Beschäftigung. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Online verfügbar unter http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/brochure_umwelttechnik_dienstleistungen_bf.pdf, zuletzt geprüft am 29.08.2016.
- BMU; BMBF (Hg.) (2008): Masterplan Umwelttechnologien. 12. November 2008. Online verfügbar unter http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Wirtschaft_und_Umwelt/masterplan_umwelttechnologien.pdf, zuletzt geprüft am 26.07.2016.
- BMUB (2009): Neuartiger Leichtbaustahl hilft Wirtschaft und Verbrauchern beim Energiesparen. Gabriel fördert Klimaschutz-Vorhaben mit 19 Millionen Euro (Pressemitteilung 284/09). Online verfügbar unter <http://www.bmub.bund.de/presse/pressemitteilungen/pm/artikel/neuartiger-leichtbaustahl-hilft-wirtschaft-und-verbrauchern-beim-energiesparen/>, zuletzt geprüft am 24.11.2015.

BMUB (Hg.) (2012): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRes). Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen. 2000. Aufl. Berlin. Online verfügbar unter http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/progress_broschuere_de_bf.pdf, zuletzt geprüft am 26.07.2016.

BMUB (2013a): Materialeffizienz in der Produktion schont Ressourcen und senkt Kosten. Gemeinsame Pressemitteilung mit dem Umweltbundesamt. Online verfügbar unter http://www.bmub.bund.de/presse/pressemitteilungen/pm/artikel/materialeffizienz-in-der-produktion-schont-ressourcen-und-senkt-kosten/?tx_ttnews%5BbackPid%5D=819&cHash=deedd79f4bf25c18ffb9f42ed761641d, zuletzt geprüft am 24.11.2015.

BMUB (2013b): Neue Bahnschwellen aus recyceltem Kunststoff schonen Ressourcen und mindern Lärm (Pressemitteilung, Nr. 032 / 13). Online verfügbar unter <http://www.bmub.bund.de/presse/pressemitteilungen/pm/artikel/neue-bahnschwellen-aus-recyceltem-kunststoff-schonen-ressourcen-und-mindern-laerm/>, zuletzt aktualisiert am 26.11.2015.

BMUB (2013c): Umweltinnovationsprogramm. Online verfügbar unter <http://www.bmub.bund.de/themen/forschung-foerderung/foerderprogramme/umweltinnovationsprogramm/>, zuletzt aktualisiert am 01.08.2013, zuletzt geprüft am 24.11.2015.

BMUB (2014a): Greentech made in Germany: Treiber für umweltverträgliches Wachstum und Arbeitsplätze. Berlin. Online verfügbar unter <http://www.bmub.bund.de/presse/pressemitteilungen/pm/artikel/greentech-made-in-germany-treiber-fuer-umweltvertraegliches-wachstum-und-arbeitsplaetze/>, zuletzt geprüft am 16.11.2015.

BMUB (2014b): Schwarzelühr-Sutter: Unternehmensnetzwerke bei Energieeffizienz besonders erfolgreich. Abschlusskonferenz des Projektes "30-Pilot-Netzwerke" (Pressemitteilung, Nr. 028/14). Online verfügbar unter www.bmub.bund.de/N50639/, zuletzt geprüft am 24.11.2015.

BMUB (2016a): Deutsches Ressourceneffizienzprogramm II. Programm zur nachhaltigen Nutzung und zum Schutz der natürlichen Ressourcen. Hg. v. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Berlin. Online verfügbar unter http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/progress_ii_broschuere_bf.pdf, zuletzt aktualisiert am März 2016, zuletzt geprüft am 04.05.2016.

BMUB (2016b): Hendricks fordert globale Ressourcenwende (Pressemitteilung, 106/16). Online verfügbar unter <http://www.bmub.bund.de/presse/pressemitteilungen/pm/artikel/hendricks-fordert-globale-ressourcenwende/>, zuletzt aktualisiert am 19.07.2016.

BMUB (2016c): Hendricks: Wir brauchen für die Minderung der Stickstoffemissionen eine übergreifende Strategie. Pressemitteilung 150/16 vom 24.06.2016. Online verfügbar unter http://www.bmub.bund.de/presse/pressemitteilungen/pm/artikel/hendricks-wir-brauchen-fuer-die-minderung-der-stickstoffemissionen-eine-uebergreifende-strategie/?tx_ttnews%5BbackPid%5D=4281, zuletzt geprüft am 01.07.2016.

BMWi (Hg.) (2010): Rohstoffstrategie der Bundesregierung. Sicherung einer nachhaltigen Rohstoffversorgung Deutschlands mit nicht-energetischen mineralischen Rohstoffen. Berlin. Online verfügbar unter <http://www.bmwi.de/Dateien/BMWi/PDF/rohstoffstrategie-der-bundesregierung,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, zuletzt geprüft am 01.08.2016.

BMWi (2015a): Bundesbericht Energieforschung 2015. Forschungsförderung für die Energiewende. Berlin: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Online verfügbar unter <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/bundesbericht-energieforschung/>, zuletzt geprüft am 24.06.2016.

BMWi (2015b): EEG in Zahlen. Vergütungen, Differenzkosten und EEG-Umlage 2000 bis 2016 (Stand 15. Oktober 2015). Online verfügbar unter https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/eeg-in-zahlen-pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=6, zuletzt geprüft am 05.09.2016.

BMWi (2015c): EEG-Umlage 2016. Fakten und Hintergründe vom 15.10.2015. Berlin: BMWi. Online verfügbar unter <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/eeg-umlage-2016-fakten-hintergruende,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, zuletzt geprüft am 29.11.2015.

BMWi (2015d): Ausschreibungen / Marktanalyse. Photovoltaik-Dachanlagen. Berlin, 09.02.2015. Online verfügbar unter <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/P-R/plattform-strommarkt-presentation-marktanalyse-photovoltaik-dachanlagen,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, zuletzt geprüft am 05.09.2016.

BMWi (2016): Digitale Strategie 2025. Berlin. Online verfügbar unter <https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/digitale-strategie-2025,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>, zuletzt geprüft am 01.08.2016.

Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND); Deutsche Umwelthilfe; NABU; VCD (2016): Einführung einer blauen Plakette zur Minderung der NO₂-Belastung in Städten. Berlin: Deutsche Umwelthilfe e.V. Online verfügbar unter http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/pdfs/mobilitaet/160406_bund_mobilitaet_verkehr_blaue_plakette_hintergrundpapier.pdf, zuletzt geprüft am 01.07.2016.

Bundesregierung (2014): Digitale Agenda 2014 - 2017. Berlin. Online verfügbar unter https://www.digitale-agenda.de/Content/DE/_Anlagen/2014/08/2014-08-20-digitale-agenda.pdf;jsessionid=BC41C676E29D85B3362E0870211C1BEE.s7t2?__blob=publicationFile&v=6, zuletzt geprüft am 01.08.2016.

Bundesregierung (2015): Umweltbericht der Bundesregierung 2015. Auf dem Weg zu einer modernen Umweltpolitik, 12.10.2015. Berlin. Online verfügbar unter http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Strategien_Bilanzen/umweltbericht_2015_bf.pdf, zuletzt geprüft am 01.08.2016.

Bundesregierung (2016): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie. Neuauflage 2016 (Entwurf, Stand 30. Mai 2016). Online verfügbar unter https://www.bundesregierung.de/Content/DE/StatischeSeiten/Breg/Nachhaltigkeit/0-Buehne/2016-05-31-download-nachhaltigkeitsstrategie-entwurf.pdf?__blob=publicationFile&v=4, zuletzt geprüft am 04.07.2016.

Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI) (2010): BDI-Mittelstandspanel. Ergebnisse der Online-Mittelstandsbefragung Herbst 2010. Berlin.

Bürer, Mary Jean; Wüstenhagen, Rolf (2009): Which renewable energy policy is a venture capitalist's best friend? Empirical evidence from a survey of international cleantech investors. In: *Energy Policy* 37 (12), S. 4997–5006. DOI: 10.1016/j.enpol.2009.06.071.

Campbell, Andrea Louise (2012): Policy Makes Mass Politics. In: *Annual Review of Political Science* 15 (1), S. 333–351. DOI: 10.1146/annurev-polisci-012610-135202.

CDU; CSU; SPD (2013): Deutschlands Zukunft gestalten. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD (18. Legislaturperiode). Berlin.

Clausen, Jens; Fichter, Klaus; Gandenberger, Carsten; Gotsch, Matthias; Lerch, Christian; Jäger, Angela et al. (im Erscheinen): Umweltinnovationen und ihre Diffusion als Treiber der Green Economy. Erster Teilbericht (Forschungskennzahl 37 1414 1000). Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

Clausen, Uwe; Doll, Claus; Franklin, Francis James; Franklin, Gordana Vasic; Heinrichmeyer, Hilmar; Kochsiek, Joachim et al. (2012): Reducing railway noise pollution. Brüssel: European Parliament / Directorate-General for internal Policies. Online verfügbar unter [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2012/474533/IPOL-TRAN_ET\(2012\)474533_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2012/474533/IPOL-TRAN_ET(2012)474533_EN.pdf), zuletzt geprüft am 06.07.2016.

Degenhardt, Anja (2015): Telefonisches Gespräch mit Anja Degenhardt, Projektträger Jülich, zum Thema einer durchgängigen Förderkette für Öko-Innovationen am 26.11.2015, 2015.

Dewald, Ulrich; Achternbosch, Matthias (2016): Why did more sustainable cements failed so far? Disruptive innovations and their barriers in a basic industry. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 19, S. 15–30. DOI: 10.1016/j.eist.2015.10.001.

Doll, Claus; Eichhammer, Wolfgang; Fleiter, Tobias; Jochem, Eberhard; Köhler, Jonathan; Schade, Wolfgang et al. (2012): Ermittlung der Klimaschutzwirkung des Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms der Bundesregierung IEKP und Vorschlag für ein Konzept zur kontinuierlichen Überprüfung der Klimaschutzwirkung des IEKP. Arbeitspaket 1: Qualitative Einschätzung der Instrumente im Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramm (IEKP). Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (Climate change, 01/2012).

Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/ermittlung-klimaschutzwirkung-des-integrierten>, zuletzt geprüft am 26.11.2015.

Dosi, Giovanni; Soete, Luc (1988): Technical change and international trade. In: Giovanni Dosi, Christopher Freeman, Richard Nelson und Luc Soete (Hg.): Technical change and economic theory. London, New York: Pinter Publishers (IFIAS research series, no. 6), S. 401–431. Online verfügbar unter <http://digitalarchive.maastrichtuniversity.nl/fedora/get/guid:eb452af1-e064-4491-ab46-7f887ddce92d/ASSET1>, zuletzt geprüft am 05.09.2016.

EFI (2016): Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation EFI. Online verfügbar unter http://www.e-fi.de/fileadmin/Gutachten_2016/EFI_Gutachten_2016.pdf, zuletzt geprüft am 26.07.2016.

Elander, Maria; Hahn, Miklas (2007): Kreislauf oder Talfahrt? Verpackungsrecycling in der Praxis. Hg. v. Deutsche Umwelthilfe.

EnAW (Hg.) (o. J.): KMU-Modell: Energie-Management für KMU. Online verfügbar unter <https://www.enaw.ch/de/produkte/kmumodell>, zuletzt geprüft am 26.11.2015.

ESF (2015): Neues ESF-Programm zum Umwelt- und Klimaschutz. Hg. v. Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Online verfügbar unter <http://www.esf.de/portal/SharedDocs/Meldungen/DE/2015/2015-05-26-aufruf-bmub-bbne.html>.

Europäische Kommission (2011): Innovation für eine nachhaltige Zukunft - Aktionsplan für Öko-Innovationen (Öko-Innovationsplan). Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Brüssel: Europäische Kommission (KOM (2011) 899 endgültig).

European Commission (2015): Closing the loop - An EU action plan for the Circular economy. Com(2015)614 final. Brussels: European Commission.

Fagerberg, Jan (1988): International competitiveness. In: The Economic Journal 98 (June), S. 355–374.

Fagerberg, Jan; Srholec, Martin; Verspagen, Bart (2010): Innovation and economic development. In: Bronwyn H. Hall und Nathan Rosenberg (Hg.): Handbook of the economics of innovation. Vol. 2. Amsterdam u.a.: Elsevier (Handbooks in economics), S. 833–872.

Fichter, Klaus; Clausen, Jens (2012): Erfolg und Scheitern "grüner" Innovationen. Warum einige Nachhaltigkeitsinnovationen am Markt erfolgreich sind und andere nicht. Marburg: Metropolis.

Fichter, Klaus; Weiß, Ralf; Bergset, Linda; Clausen, Jens; Hain, Alexander; Tiemann, Irina (2014): Analyse des Unterstützungssystems für grüne Unternehmensgründungen in Deutschland. Endbericht zu Arbeitspaket 2.1 im Vorhaben StartUp4Climate. Oldenburg. Online verfügbar unter https://www.uni-oldenburg.de/fileadmin/user_upload/wire/fachgebiete/innovation/download/Fichter-et-al.-Analyse_Unterstuetzungssystem_gruene_Unternehmensgruendungen-2014.pdf, zuletzt geprüft am 01.08.2016.

Finkel, Thomas; Koch, Christian; Roloff, Nikolaus (2013): Evaluierung der Exportinitiative Energieeffizienz 2010 bis 2012. Endbericht. Hg. v. BMWi. Como Consult GmbH. Hamburg.

FNR (2012): Technische Bioöle. Grundlagen - Produkte - Rahmenbedingungen, zuletzt geprüft am 14.06.2016.

Forschungszentrum Jülich GmbH / Programmgruppe Systemforschung und Technologische Entwicklung; Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung -ISI-; Markewitz, Peter; Ziesing, Hans-Joachim (Hg.) (2004): Politiksznarien für den Klimaschutz. Langfristszenarien und Handlungsempfehlungen ab 2012 (Politiksznarien III). Untersuchungen im Auftrag des Umweltbundesamtes. Unter Mitarbeit von Jochen Diekmann, Rainer Hopf, Manfred Kleemann, Volker Krey, Dag Martinsen, Stefan Vögele et al. Jülich: Forschungszentrum Jülich GmbH (Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt, Bd. 50).

Fraunhofer ISI (Hg.) (o. J.): Vergleich der LEEN-Netzwerkmanagementsysteme für größere und kleinere Unternehmen/ Standorte. Online verfügbar unter <http://www.energie-effizienz-netzwerke.de/een-wAssets/docs/Vergleich-LEEN-und-Marie.pdf>, zuletzt geprüft am 19.03.2018.

Fraunhofer ISI (2015a): Bandgießen. Ressourceneffizienz mit dem Bandgießverfahren für die Produktion von HSD-Stählen. Online verfügbar unter <http://www.r-zwei-innovation.de/de/570.php>, zuletzt geprüft am 24.11.2015.

- Fraunhofer ISI (2015b): Energieeffizienz-Netzwerke. Vorteile der Lernenden Energieeffizienz-Netzwerke (LEEN). Online verfügbar unter <https://www.energie-effizienz-netzwerke.de/een-de/netzwerkidee/vorteile.php>, zuletzt aktualisiert am 26.11.2015.
- Fraunhofer ISI (2015c): Fördermaßnahme r2. Innovative Technologien für Ressourceneffizienz - rohstoffintensive Produktionsprozesse. Online verfügbar unter <http://www.r-zwei-innovation.de/>, zuletzt geprüft am 24.11.2015.
- Fraunhofer ISI; LEEN GmbH (Hg.) (2014): 30 Pilotnetzwerke. Online verfügbar unter <https://www.energie-effizienz-netzwerke.de/een-wAssets/docs/Abschlussbroschuere-30-Pilot-Netzwerke.pdf>, zuletzt geprüft am 26.11.2015.
- Fraunhofer ISI; ZSW; Scholtke&Partner; consentec (2014): Sammlung der Beiträge der Zukunftswerkstatt Erneuerbare Energien. Karlsruhe.
- Frietsch, Rainer; Beckert, Bernd; Bierwisch, Antje; Bratan, Tanja; Eichhammer, Wolfgang; Friedewald, Michael et al. (2013): Ökonomische Analyse der Bedarfsfelder der Hightech-Strategie. Abschlussbericht an das BMBF (unveröffentlicht). Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Fujii, H.; Shirakawa, S. (2015): Decomposition analysis of green chemical technology inventions from 1971 to 2010 in Japan. (MPRA Paper No. 62790). Online verfügbar unter <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/62790/>.
- Gawel, Erik; Köck, Wolfgang; Kern, Katharina; Möcke, Stefan; Fälsch, Marcel; Völkner, Thomas; Holländer, Robert (2011): Weiterentwicklung von Abwasserabgabe und Wasserentnahmeentgelten zu einer umfassenden Wassernutzungsabgabe. Texte 67/2011. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau (Texte des Umweltbundesamts). Online verfügbar unter <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/4189.pdf>, zuletzt geprüft am 03.08.2016.
- Geels, F. W. (2014): Regime Resistance against Low-Carbon Transitions. Introducing Politics and Power into the Multi-Level Perspective. In: *Theory, Culture & Society* 31 (5), S. 21–40. DOI: 10.1177/0263276414531627.
- Geels, Frank W. (2011): The multi-level perspective on sustainability transitions. Responses to seven criticisms. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 1 (1), S. 24–40. DOI: 10.1016/j.eist.2011.02.002.
- Geels, Frank W.; Schot, Johan (2007): Typology of sociotechnical transition pathways. In: *Research Policy* 36 (3), S. 399–417. DOI: 10.1016/j.respol.2007.01.003.
- Gehrke, Birgit; Schasse, Ulrich (2015): Die Umweltschutzwirtschaft in Deutschland. Produktion, Umsatz und Außenhandel. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, BMUB (Umwelt, Innovation, Beschäftigung, 04/2015).
- Gehrke, Birgit; Schasse, Ulrich; Leidmann, Marc (2013): Umweltschutzgüter - wie abgrenzen? Methodik und Liste der Umweltschutzgüter 2013. Dessau-Roßlau, Berlin: Umweltbundesamt, BMUB (Umwelt, Innovation, Beschäftigung, 1/2013).
- Gehrke, Birgit; Schasse, Ulrich; Ostertag, Katrin (2014): Wirtschaftsfaktor Umweltschutz. Produktion - Außenhandel - Forschung - Patente: Die Leistungen der Umweltschutzwirtschaft in Deutschland. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA) und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB). Dessau-Roßlau (Umwelt-Innovation-Beschäftigung des BMUB/UBA, 01/2014). Online verfügbar unter http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/ui01_2014_wirtschaftsfaktor_umweltschutz.pdf, zuletzt geprüft am 04.08.2016.
- Gehrke, Birgit; Schasse, Ulrich; Ostertag, Katrin; Marscheider-Weidemann, Frank (2015): Innovationsmotor Umweltschutz. Forschung und Patente in Deutschland und im internationalen Vergleich. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt, BMUB (Umwelt, Innovation, Beschäftigung, 05/2015). Online verfügbar unter <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/innovationsmotor-umweltschutz>, zuletzt geprüft am 04.11.2015.
- German RETech Partnership (RETech) (o. A.): Netzwerk und Kooperationspartner. Online verfügbar unter http://www.retech-germany.net/themen/german_retech_partnership/netzwerk/dok/52.php, zuletzt geprüft am 16.11.2015.
- German Water Partnership (GWP) (2013): Seit fünf Jahren weltweit aktiv. Online verfügbar unter <http://www.germanwaterpartnership.de/news/2013/5-jahre-german-water-partnership/>, zuletzt geprüft am 16.11.2015.
- Gerspacher, Andreas; Jochem, Eberhard (2015): Erfahrungen bei der Initiierung eines KMU Energieeffizienz-Netzwerkes. Online verfügbar unter <http://www.marie.streks.org/meldung/erfahrungen-und-handlungsempfehlungen-bei-der-initiierung-eines-kmu>

energieeffizienz-netzwerkes.html?file=tl_files/projekt-mari-

e/downloads/material/Erfahrungen%20und%20Handlungsempfehlungen%20bei%20der%20Initiierung%20eines%20KMU%20Energieeffizienz-Netzwerkes.pdf.

Glöser, Simon; Soulier, Marcel; Tercero Espinoza, Luis; Faulstich, Martin; Goldmann, Daniel (2014): Dynamische Stoffstrommodellierung von Industriemetallen am Beispiel eines globalen und Europäischen Kupfermodells. In: Ulrich Teipel und Armin Reller (Hg.): Rohstoffeffizienz und Rohstoffinnovationen. 3. Symposium, 05./06. Februar 2014, Neues Museum Nürnberg. Stuttgart: Fraunhofer Verl, S. 252–263. Online verfügbar unter http://www.r-cubed-research.eu/page_support/Dynamische%20Stoffstrommodellierung%20von%20Industriemetallen_Gloeser.pdf.

Greenhalgh, C.; Mayrots, G.; Wilson, R. (1996): Intellectual property, technological advantage and trade performance of UK manufacturing industries. In: *Applied Economics* 28 (5), S. 509–519.

Grossman, Gene M.; Helpman, Elhanan (1991): Trade, knowledge spillovers, and growth. In: *European Economic Review* 35 (2-3), S. 517–526. DOI: 10.1016/0014-2921(91)90153-A.

Gruber, Edelgard; Böde, Ulla (1999): Stoffstrommanagement in der Altbaumodernisierung. Akteurskooperationen im Bereich Bauen und Wohnen. Berlin: Springer (Konzept Nachhaltigkeit: Studienprogramm).

Haas, Reinhard; Resch, Gustav; Panzer, Christian; Busch, Sebastian; Ragwitz, Mario; Held, Anne (2011): Efficiency and effectiveness of promotion systems for electricity generation from renewable energy sources – Lessons from EU countries. In: *Energy* 36 (4), S. 2186–2193. DOI: 10.1016/j.energy.2010.06.028.

Hekkert, Marko P.; Negro, Simona O. (2009): Functions of innovation systems as a framework to understand sustainable technological change. Empirical evidence for earlier claims. In: *Technological Forecasting and Social Change* 76 (4), S. 584–594. DOI: 10.1016/j.techfore.2008.04.013.

Hess, David J. (2014): Sustainability transitions. A political coalition perspective. In: *Research Policy* 43 (2), S. 278–283. DOI: 10.1016/j.respol.2013.10.008.

Hillenbrand, Thomas; Hiessl, Harald; Klug, Stefan; Freiherr von Lüninck, Benedikt; Niederste-Hollenberg, Jutta; Sartorius, Christian; Walz, Rainer (2013): Herausforderungen einer nachhaltigen Wasserwirtschaft. Innovationsreport. TAB– Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag. Berlin (Arbeitsbericht des TAB– Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag, 158).

Jacob, Klaus; Volkery, Axel (2007): Umweltpolitikintegration und Selbstregulierung. Ein Vergleich von Instrumenten zur Umweltpolitikintegration in den OECD-Ländern. In: *Politische Vierteljahresschrift (Sonderheft 39)*, S. 360–381.

Jacobs, Alan M.; Weaver, R. Kent (2015): When Policies Undo Themselves. Self-Undermining Feedback as a Source of Policy Change. In: *Governance* 28 (4), S. 441–457. DOI: 10.1111/gove.12101.

Jaffe, Adam B.; Newell, Richard G.; Stavins, Robert N. (2002): Environmental Policy and Technological Change. In: *Environmental and Resource Economics* 22 (1/2), S. 41–70. DOI: 10.1023/A:1015519401088.

Jakl, Th.; Joas, R.; Nolte, R.; Schott, R.; Windsperger, A. (2003): Chemikalien-Leasing. Ein intelligentes und integriertes Geschäftsmodell als Perspektive zur nachhaltigen Entwicklung in der Stoffwirtschaft. Wien, New York: Springer.

Jänicke, Martin (2010): Die Akzeleration von technischem Fortschritt in der Klimapolitik: Lehren aus Erfolgsfällen. In: *Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht* (33 (4)), S. 367–389.

Jänicke, Martin; Kunig, Philip; Stitzel, Michael (1999): Lern- und Arbeitsbuch Umweltpolitik. Politik, Recht und Management des Umweltschutzes in Staat und Unternehmen. Bonn: J.H.W. Dietz, zuletzt geprüft am 08.08.2016.

Jänicke, Martin; Lindemann, Stefan (2010): Governing environmental innovations. In: *Environmental Politics* 19 (1), S. 127–141. DOI: 10.1080/09644010903396150.

Joas, A.; Hecker, J.; Dollhofer, M.; Abraham, V. (2016): Evaluierung der Möglichkeiten für eine stärkere Einbindung des Chemiesektors in die Green Economy. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (Texte, 46/2016), zuletzt geprüft am 14.06.2016.

Jochem, Eberhard; Bradke, Harald; Marscheider-Weidemann, Frank; Som, Oliver; Mannsbart, Wilhelm; Cremer, Clemens, Dreher, Carsten et al. (2009): Improving the efficiency of R & D and the market diffusion of energy technologies. Dordrecht, London: Physica.

Jofra Sora, Marta (2013): Incineration overcapacity and wasteshipping in Europe: the end of the proximity principle? Hg. v. Global Alliance for Incineration Alternatives. Online verfügbar unter <http://www.noburn.org/downloads/Incineration%20overcapacity%20and%20waste%20shipping%20in%20Europe%20the%20end%20of%20the%20proximity%20principle%20-January%202013-1.pdf>, zuletzt geprüft am 04.05.2016.

Jordan, Andrew; Matt, Elah (2014): Designing policies that intentionally stick. Policy feedback in a changing climate. In: Policy Sci 47 (3), S. 227–247. DOI: 10.1007/s11077-014-9201-x.

Kaltschmitt, Martin; Schebek, Liselotte (Hg.) (2015): Umweltbewertung für Ingenieure. Methoden und Verfahren. Berlin: Springer-Verlag.

Kastrup, Julia; Kuhlmeier, Werner; Reichwein, Wilko (2014): Der Transfer der Ergebnisse des Förderschwerpunkts „Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung“ (BBNE): Erfahrungen, Modelle und Empfehlungen. In: Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Modellversuche 2010–2013: Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Ausblicke. Unter Mitarbeit von Werner Kuhlmeier, Andrea Mohorič und Thomas Vollmer. Bielefeld: Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG.

KfW (2015a): Energieeffizient Bauen. Für Bau oder Ersterwerb eines neuen KfW-Effizienzhauses. Online verfügbar unter [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Bauen-\(153\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Neubau/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Bauen-(153)/), zuletzt aktualisiert am 26.11.2015.

KfW (2015b): Energieeffizient Sanieren – Kredit. Für die Sanierung zum KfW-Effizienzhaus oder energetische Einzelmaßnahmen. Online verfügbar unter [https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilien/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Sanieren-Kredit-\(151-152\)/](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilien/Finanzierungsangebote/Energieeffizient-Sanieren-Kredit-(151-152)/), zuletzt aktualisiert am 26.11.2015.

KfW (2015c): KfW-Energieeffizienzprogramm - Energieeffizient Bauen und Sanieren. Energiekosten im Gewerbegebäude senken. Online verfügbar unter <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Förderprodukte/EE-Bauen-und-Sanieren-Unternehmen-276-277-278/>, zuletzt aktualisiert am 26.11.2015.

Klöpffer, Walter; Grahl, Birgit (2009): Ökobilanz (LCA). Ein Leitfaden für Ausbildung und Beruf. Weinheim: Wiley-VCH, zuletzt geprüft am 08.08.2016.

Köder, Lea; Burger, Andreas; Eckermann, Frauke (2014): Umweltschädliche Subventionen in Deutschland. Aktualisierte Ausgabe 2014. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau (Fachbroschüre). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/umweltschaedliche_subventionen_2014_0.pdf, zuletzt geprüft am 08.08.2016.

Köhler, Jonathan; Walz, Rainer; Marscheider-Weidemann, Frank; Thedieck, Benjamin (2014): Lead markets in 2nd generation bio-fuels for aviation. A comparison of Germany, Brazil and the USA. In: Environmental Innovation and Societal Transitions 10, S. 59–76. DOI: 10.1016/j.eist.2013.10.003.

Koschorke, Wolfgang; Bünger, Ulrich; Marscheider-Weidemann, Frank (2005): Anforderungen an das Handwerk durch die Innovation Brennstoffzelle. Berufsbilder des Handwerks, Qualifikation/Fort- und Weiterbildung, Arbeitsmarkt ; Schlussbericht ; [Abschlussdatum des Vorhabens: 13.12.2004]. Hannover: Heinz-Piast-Inst. für Handwerkstechnik an der Univ.

Kristof, Kora (2010): Wege zum Wandel. Wie wir gesellschaftliche Veränderungen erfolgreicher gestalten können. München: Oekom, zuletzt geprüft am 08.08.2016.

Krugman, Paul R. (1979): Increasing returns, monopolistic competition and international trade. In: Journal of International Economics 9, S. 469–479. Online verfügbar unter https://www.princeton.edu/pr/pictures/g-k/krugman/krugman-increasing_returns_1978.pdf, zuletzt geprüft am 05.09.2016.

Linscheidt, Bodo (2000): Umweltinnovationen durch Abgaben. Die Wirkung von Preisimpulsen im institutionellen Handlungsrahmen privater und öffentlicher Akteure. Berlin: Duncker & Humblot (Finanzwissenschaftliche Forschungsarbeiten, n.F., Heft 68), zuletzt geprüft am 08.08.2016.

Lo, Vivien (2015): Einschätzungen zum KfW-Effizienzhausstandard aus Sicht der KfW. Berlin, 02.10.2015. Diskussionsbeitrag bei der ersten Sitzung des Projektbeirats zum Forschungsprojekt "Erarbeitung der fachlichen Grundlagen für einen deutschen Öko-Innovationsplan". Internes Protokoll der Beiratssitzung.

Lucas, Robert E. (1988): On the mechanics of economic development. In: *Journal of Monetary Economics* 22 (1), S. 3–42. DOI: 10.1016/0304-3932(88)90168-7.

Lundvall, Bengt-Åke; Borrás, Susana (2005): Science, Technology, and Innovation Policy. In: Jan Fagerberg, David C. Mowery und Richard R. Nelson (Hg.): *The Oxford handbook of innovation*. Reprinted 2011. Oxford: Oxford Univ. Press, S. 599–631.

Madsen, J. B. (2008): Innovations and manufacturing export performance in the OECD countries. In: *Oxford Economic Papers* 60 (1), S. 143–167. DOI: 10.1093/oep/gpm014.

Markard, Jochen (2011): Infrastructure sector characteristics and implications for innovation and sectoral change. In: *Journal of Infrastructure Systems* (17 (3)), S. 107–117, zuletzt geprüft am 08.08.2016.

Matthes, Felix C.; Busche, Julia; Döring, Ulrike; Emele, Lukas; Gores, Sabine; Harthan, Ralph O. et al. (2013a): Politiksznarien für den Klimaschutz VI. Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (Climate change, 04/2013). Online verfügbar unter URL=<http://fachliteratur.isi.fraunhofer.de/isipubl-intern/politiksznarien-klimaschutz-treibhausgas-2050.pdf>.

Matthes, Felix C.; Busche, Julia; Döring, Ulrike; Emele, Lukas; Gores, Sabine; Harthan, Ralph O. et al. (2013b): Politiksznarien für den Klimaschutz VI. Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt (Climate change, 04/2013). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/politiksznarien-fuer-den-klimaschutz-vi>, zuletzt geprüft am 26.11.2015.

Matthes, Felix C.; Gores, Sabine; Graichen, Verena; Harthan, Ralph O.; Markewitz, Peter; Hansen, Patrick et al. (2008): Politiksznarien für den Klimaschutz IV. Szenarien bis 2030. Forschungsbericht 205 46 434, UBA-FB 001097. Hg. v. Öko-Institut. Institut für Angewandte Ökologie e.V., Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung - DIW - und Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung -ISI-. Berlin: Umweltbundesamt (Climate change / Umweltbundesamt, 01/08).

Matthes, Felix C.; Gores, Sabine; Harthan, Ralph O.; Mohr, Lennart; Penninger, Gerhard; Markewitz, Peter et al. (2009): Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030: Politiksznarien für den Klimaschutz V - auf dem Weg zum Strukturwandel. Förderkennzeichen 306 16 025, UBA-FB 001308. Hg. v. Öko-Institut. Institut für Angewandte Ökologie e.V., Forschungszentrum Jülich / Institut für Energieforschung - Systemforschung und Technologische Entwicklung - IEF-STE -, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung - DIW - und Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung -ISI-. Berlin: Umweltbundesamt (Climate change / Umweltbundesamt, 16/2009).

Mazzucato, Mariana; Cimoli, Mario; Dosi, Giovanni; Stiglitz, Joseph E.; Landesmann, Michael A.; Pianta, Mario et al. (2015): Which industrial policy does Europe need? In: *Intereconomics* 50 (3), S. 120–155. DOI: 10.1007/s10272-015-0535-1.

Michaelis, Peter (1996): *Ökonomische Instrumente in der Umweltpolitik. Eine anwendungsorientierte Einführung*. Heidelberg: Physica-Verlag (PhysicaLehrbuch), zuletzt geprüft am 08.08.2016.

Mohorič, Andrea (2014): Der Modellversuchsförderschwerpunkt „Berufliche Bildung für eine nachhaltige Entwicklung“ (BBNE) am Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB). In: *Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Modellversuche 2010–2013: Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Ausblicke*. Unter Mitarbeit von Werner Kuhlmeier, Andrea Mohorič und Thomas Vollmer. Bielefeld: Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG.

Mont, Oksana; Singhal, Pranshu; Fadeeva, Zinaida (2006): Chemical Management Services in Sweden and Europe. Lessons for the Future. In: *Journal of Industrial Ecology* 10 (1-2), S. 279–292. DOI: 10.1162/108819806775545295.

Moser, Heidrun (2015): Spitzentechnologie im Umweltbereich schaffen. Das Umweltinnovationsprogramm. Informationsveranstaltung zum UIP, Dessau-Roßlau, 29.01.2015, 2015. Online verfügbar unter

- http://www.umweltinnovationsprogramm.de/sites/default/files/benutzer/36/dokumente/spitzentechnologie_im_umweltbereich_schaffen_-_das_umweltinnovationsprogramm.pdf, zuletzt geprüft am 24.11.2015.
- Nameroff, T. J.; Garant, R. J.; Albert, M. B. (2004): Adoption of green chemistry: an analysis based on US patents. In: *Research Policy* 33, S. 959–974.
- Nevens, Frank; Frantzeskaki, Niki; Gorissen, Leen; Loorbach, Derk (2013): Urban Transition Labs. Co-creating transformative action for sustainable cities. In: *Journal of Cleaner Production* 50, S. 111–122. DOI: 10.1016/j.jclepro.2012.12.001.
- Noll, Christian (2015): Einschätzungen zu LEEN aus Sicht der DENEFF. Berlin, 02.10.2015. Diskussionsbeitrag bei der ersten Sitzung des Projektbeirats zum Forschungsprojekt "Erarbeitung der fachlichen Grundlagen für einen deutschen Öko-Innovationsplan". Internes Protokoll der Beiratssitzung.
- Ober, Steffi (2014): Partizipation in der Wissenschaft. Zum Verhältnis von Forschungspolitik und Zivilgesellschaft am Beispiel der Hightechstrategie. München: oekom verlag (Hochschulschriften zur Nachhaltigkeit, 64).
- Ober, Steffi (2015): Motoren der Transformation. Zivilgesellschaftliche Organisationen in der Forschung. In: *politische ökologie* 140, S. 99–104. Online verfügbar unter <https://www.weltbild.de/media/txt/pdf/9783865817181-114454010-forschungswende.pdf>, zuletzt geprüft am 08.08.2016.
- OECD (2011): *Invention and Transfer of Environmental Technologies*,. OECD Publishing (OECD Studies on Environmental Innovation). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1787/9789264115620-en>, zuletzt geprüft am 02.06.2016.
- OECD (2016a): *Policy guidance on resource efficiency. Policy highlights*. Paris: OECD Publishing. Online verfügbar unter <http://www.oecd.org/environment/waste/Resource-Efficiency-G7-2016-Policy-Highlights-web.pdf>, zuletzt geprüft am 19.07.2016.
- OECD (2016b): *Policy Guidance on Resource Efficiency*. Paris: OECD Publishing. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1787/9789264257344-en>, zuletzt geprüft am 19.07.2016.
- OECD; World Bank Group (2015): *Inclusive Global Value Chains. Policy options in trade and complementary areas for GVC Integration by small and medium enterprises and low-income developing countries*. Report prepared for submission to G20 Trade Ministers Meeting, Istanbul, Turkey, 6 October 2015. Online verfügbar unter <https://www.oecd.org/trade/OECD-WBG-g20-gvc-report-2015.pdf>, zuletzt geprüft am 19.03.2018.
- Ostertag, Katrin; Marscheider-Weidemann, Frank; Niederste-Hollenberg, Jutta; Paitz, Patrick; Sartorius, Christian; Walz, Rainer et al. (2013): Ergebnisse der r2-Begleitforschung. Potenziale von Innovationen in rohstoffintensiven Produktionsprozessen. In: Jörg Woidasky (Hg.): *Innovative Technologien für Ressourceneffizienz in rohstoffintensiven Produktionsprozessen*. Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse der Fördermaßnahme "r2-innovative Technologien für Ressourceneffizienz - rohstoffintensive Produktionsprozesse" des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Stuttgart: Fraunhofer-Verl., S. 356–394. Online verfügbar unter <http://fachliteratur.isi.fraunhofer.de/isipubl-extern/Ergebnisse-r2-Begleitforschung-Potenziale-von-Innovationen.pdf>, zuletzt geprüft am 08.08.2016.
- Ostertag, Katrin; Sartorius, Christian; Tercero Espinoza, Luis A. (2010): Innovationsdynamik in rohstoffintensiven Produktionsprozessen. In: *Chemie Ingenieur Technik* 82 (11), S. 1893–1901. DOI: 10.1002/cite.201000120.
- PAV (o. J.): *Neuigkeiten. Aktuelles RPT® IV*. Online verfügbar unter <http://www.pav-recyclate.de/de/neuigkeiten.php>, zuletzt aktualisiert am 26.11.2015.
- PricewaterhouseCoopers (PwC) (2013): *Stand und Bewertung der Exportinitiative Erneuerbare Energien für die Jahre 2010 und 2011*. Unterrichtung durch die Bundesregierung. Hg. v. Deutscher Bundestag. Deutscher Bundestag. Berlin (Drucksache 17/12772).
- Prognos AG (2010): *Ergebnisse und Empfehlung aus der Evaluierung des BMU-Innovationsprogramms 1999 - 2008*. für den Workshop "Innovation als Wachstumsmotor" in der KfW Berlin, 6.Mai 2010. Berlin, 2010. Online verfügbar unter http://www.prognos.com/fileadmin/pdf/aktuelles/100506_EvalUIP_Workshop_KfW_fuer_BMU.pdf, zuletzt geprüft am 24.11.2015.

Quitrow, Rainer; Walz, Rainer; Köhler, Jonathan; Rennings, Klaus (2014): The concept of "lead markets" revisited. Contribution to environmental innovation theory. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 10, S. 4–19. DOI: 10.1016/j.eist.2013.11.002.

Ragwitz, Mario; Huber, Claus; Resch, Gustav (2007): Promotion of Renewable Energy Sources. Effects on Innovation. In: *International Journal of Public Policy* 2 (1/2), S. 32–56.

Range, Claire (2014): Prüfung der bestehenden Beratungsprogramme für Exportförderung hinsichtlich der Berücksichtigung von RE-Technologien. Projekt PolRes, Kurzanalyse 8. Berlin. Online verfügbar unter http://www.diss.fu-berlin.de/docs/servlets/MCRFileNodeServlet/FUDOCs_derivate_00000003405/PolResxAP2_Kurzanalyse8-BeratungsprogrammexfxrExportfxrderung_ffu.pdf, zuletzt geprüft am 12.11.2015.

Rave, Tilmann; Triebswetter, Ursula; Wackerbauer, Johann (2013): Koordination von Innovations-, Energie- und Umweltpolitik. Hg. v. Expertenkommission Forschung + Innovation (EFI). München (Studien zum deutschen Innovationssystem). Online verfügbar unter http://www.e-fi.de/fileadmin/Innovationsstudien_2013/StuDIS_10_2013_ifo.pdf, zuletzt geprüft am 09.08.2016.

Rennings, Klaus (2000): Redefining innovation — eco-innovation research and the contribution from ecological economics. In: *Ecological Economics* 32 (2), S. 319–332. DOI: 10.1016/S0921-8009(99)00112-3.

Rodrik, Dani (2014): Green industrial policy. In: *Oxford review of economic policy* 30 (3), S. 469–491. DOI: 10.1093/oxrep/gru025.

Romer, Paul M. (1986): Increasing Returns and Long Run Growth. In: *Journal of Political Economy* 94, S. 1002–1037.

Rückert-John, Jana; Jaeger-Erben, Melanie; Schäfer, Martina (2014): Soziale Innovationen im Aufwind. Ein Leitfaden zur Förderung sozialer Innovationen für nachhaltigen Konsum. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/soziale_innovationen_im_aufwind_bf_1.pdf, zuletzt geprüft am 11.08.2016.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2011): Ökologische Leitplanken setzen, natürliche Lebensgrundlagen schützen. Empfehlungen zum Fortschrittsbericht 2012 zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie (Kommentar zur Umweltpolitik). Online verfügbar unter http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/05_Kommentare/2008_2012/2011_KzU_09_Nachhaltigkeitsstrategie.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 11.08.2016.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2012): Umweltgutachten 2012. Verantwortung in einer begrenzten Welt. Berlin: Erich Schmidt Verlag. Online verfügbar unter http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2012_06_04_Umweltgutachten_HD.pdf;jsessionid=E88B1C17D4D1C9EF0D3ED2C05AF1E5BB.1_cid335?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 13.06.2016.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2014a): Fluglärm reduzieren. Reformbedarf bei der Planung von Flughäfen und Flugrouten (Kurzfassung). Berlin: SRU. Online verfügbar unter http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2012_2016/2014_03_KF_Fluglaerm.pdf;jsessionid=7728D508E573BC84291F0729EF102681.1_cid325?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 04.07.2016.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2014b): Fluglärm reduzieren. Reformbedarf bei der Planung von Flughäfen und Flugrouten (Sondergutachten). Berlin: SRU. Online verfügbar unter http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2012_2016/2014_SG_Fluglaerm_HD.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 04.07.2016.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2015a): Kurzkomentar zu ProgRes II. Kommentar zur Umweltpolitik Nr. 19. Online verfügbar unter http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/05_Kommentare/2012_2016/2015_09_KzU_16.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 02.06.2016.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2015b): Stickstoff: Lösungsstrategien für ein dringendes Umweltproblem. Kurzfassung. Berlin: SRU. Online verfügbar unter

http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/02_Sondergutachten/2012_2016/2015_01_SG_Stickstoff_KF.pdf?__blob=publicationFile.

Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) (2016): Umweltgutachten 2016. Impulse für eine integrative Umweltpolitik. Berlin: Geschäftsstelle des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU). Online verfügbar unter http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_Umweltgutachten_HD.pdf?__blob=publicationFile, zuletzt geprüft am 02.06.2016.

Sartorius, Christian; Walz, Rainer (2013): Gesamtwirtschaftliche Wirkungen des potenziellen Produktivitätsanstiegs der Fördermassnahme r2. Arbeitspapier im Rahmen des r2-Integrations- und Transferprojektes. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Scherer, F.M; Harhoff, Dietmar (2000): Technology policy for a world of skew-distributed outcomes. In: *Research Policy* 29 (4-5), S. 559–566. DOI: 10.1016/S0048-7333(99)00089-X.

Schleich, Joachim; Walz, Rainer; Ragwitz, Mario (2016): Effects of policies on patenting in wind power technologies. Karlsruhe: Fraunhofer ISI (Working Papers Sustainability and Innovation, No. 02/2016). Online verfügbar unter http://publica.fraunhofer.de/eprints/urn_nbn_de_0011-n-3891671.pdf, zuletzt geprüft am 15.07.2016.

Schneidewind, Uwe (2014): Urbane Reallabore. Ein Blick in die aktuelle Forschungswerkstatt. In: *Planung neu denken online* (3). Online verfügbar unter urn:nbn:de:bsz:wup4-opus-57068, zuletzt geprüft am 01.08.2016.

Schneidewind, Uwe; Scheck, H. (2013): Die Stadt als "Reallabor" für Systeminnovationen. In: Jana Rückert-John (Hg.): *Soziale Innovation und Nachhaltigkeit. Perspektiven sozialen Wandels*. Wiesbaden: Springer VS (Innovation und Gesellschaft), S. 229–248.

Schubert, Torben; Rammer, Christian (2014): Wohlstandsmotor Forschung und entwicklung. Fokusthema "Forschung und Entwicklung" im Rahmen des Innovationsindikators, August 2014. Online verfügbar unter http://www.innovationsindikator.de/fileadmin/2015/PDF/fokusthema_forschungundentwicklung_08-14.pdf, zuletzt geprüft am 01.08.2016.

Sensfuß, Frank; Ragwitz, Mario; Genoese, Massimo (2008): The merit-order effect. A detailed analysis of the price effect of renewable electricity generation on spot market prices in Germany. In: *Energy Policy* 36 (8), S. 3086–3094. DOI: 10.1016/j.enpol.2008.03.035.

Smink, Magda M.; Hekkert, Marko P.; Negro, Simona O. (2015): Keeping sustainable innovation on a leash? Exploring incumbents' institutional strategies. In: *Bus. Strat. Env.* 24 (2), S. 86–101. DOI: 10.1002/bse.1808.

Smith, Adrian; Raven, Rob (2012): What is protective space? Reconsidering niches in transitions to sustainability. In: *Research Policy* 41 (6), S. 1025–1036. DOI: 10.1016/j.respol.2011.12.012.

Smits, Ruud; Kuhlmann, Stefan (2004): The rise of systemic instruments in innovation policy. In: *IJFIP* 1 (1/2), S. 4. DOI: 10.1504/IJFIP.2004.004621.

Soete, Luc (2007): From Industrial to Innovation Policy. In: *J Ind Compet Trade* 7 (3-4), S. 273–284. DOI: 10.1007/s10842-007-0019-5.

Statista (2014): Umsatzstärkste Chemiekonzerne weltweit im Jahr 2014 (in Milliarden US-Dollar). Online verfügbar unter <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/184392/umfrage/umsatz-der-top-10-chemiekonzerne-weltweit/>, zuletzt geprüft am 13.06.2016.

Steinbach, Jan; Schultmann, Frank (Hg.) (2015): Sanierung des deutschen Gebäudebestandes auf unterschiedliche Effizienzstandards – gesamtwirtschaftliche Investitionen und Energieeinsparungen. Präsentation auf der IEWT 2015, 9. Internationale Energiewirtschaftstagung "Energiesysteme im Wandel: Evolution oder Revolution?", 11.-13.02.2015, Wien, Österreich. Wien: TU Wien.

STREKS (Hg.) (2014): Projektbeschreibung Mari:e. Online verfügbar unter http://www.marie.streks.org/materialien.html?file=tl_files/projekt-marie/downloads/material/Projektbeschreibung-Marie-STREKS.pdf.

STREKS (Hg.) (2015): Projekt-Website Mari:e. Online verfügbar unter <http://www.marie.streks.org/willkommen.html>, zuletzt geprüft am 26.11.2015.

- Strobel, Bernd (Hg.) (1997): Politikszenerarien für den Klimaschutz. Untersuchungen im Auftrag des Umweltbundesamtes. Unter Mitarbeit von Gottfried Stein. Jülich: Forschungszentrum Jülich GmbH (Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt).
- Tuschinski, Melita (o. J.): EnEV Online. Online verfügbar unter <http://enev-online.de/>, zuletzt aktualisiert am 26.11.2015.
- UBA (2009): Nachhaltige Chemie. Positionen und Kriterien des Umweltbundesamtes. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3734.pdf>, zuletzt geprüft am 14.06.2016.
- Umweltbundesamt (2015a): Emissionshöchstmengen der NEC-Richtlinie und Emissionen im Jahr 2013. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/2_tab_emissionshoechstmengen_2015-07-10.pdf, zuletzt geprüft am 01.07.2016.
- Umweltbundesamt (2015b): Umweltinnovationsprogramm. Online verfügbar unter <http://www.umweltinnovationsprogramm.de/>, zuletzt geprüft am 24.11.2015.
- Umweltbundesamt (2015c): Umweltinnovationsprogramm. Materialeffizienz in der Produktion. Online verfügbar unter <http://www.umweltinnovationsprogramm.de/foerderschwerpunkte/materialeffizienz-in-der-produktion>, zuletzt geprüft am 24.11.2015.
- UNEP - International Resource Panel (2016): Ressource efficiency: Potential and economic implications. Summary for Policy-Makers. Nairobi: UNEP. Online verfügbar unter http://apps.unep.org/publications/index.php?option=com_pub&task=download&file=012050_en, zuletzt geprüft am 19.07.2016.
- Unruh, Gregory C. (2000): Understanding carbon lock-in. In: *Energy Policy* 28 (12), S. 817–830. DOI: 10.1016/S0301-4215(00)00070-7.
- Vanner, Robin; Bicket, Martha; Hestin, Mathieu; Tan, Adrian; Guilcher, Sarah; Withana, Sirini et al. (2014): Scoping study to identify potential circular economy actions, priority sectors, material flows and value chains. Funded under DG Environments's Framework contract for economic analysis ENV.F.1/FRA/2010/0044. Luxemburg: Publication Office of the European Union.
- VCI (2015): Chemische Industrie 2015. Online verfügbar unter <https://www.vci.de/services/publikationen/broschueren-faltblaetter/chemische-industrie-auf-einen-blick.jsp>, zuletzt geprüft am 02.06.2016.
- VDMA (2015): Effizienzfabrik. Innovationsplattform für die Produktion. Online verfügbar unter <http://www.effizienzfabrik.de/de/>, zuletzt geprüft am 24.11.2015.
- Vollmers, Burkhard; Reichwein, Wilko; Effertz, Philipp (2014): Die wissenschaftliche Begleitung des Förderprogramms BBNE: Evaluation, Moderation und Dokumentation eines Innovationsnetzwerkes in der beruflichen Bildung. In: *Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung. Modellversuche 2010–2013: Erkenntnisse, Schlussfolgerungen und Ausblicke*. Unter Mitarbeit von Werner Kuhlmeier, Andrea Mohorič und Thomas Vollmer. Bielefeld: Bertelsmann Verlag GmbH & Co. KG.
- Wagner, Felix; Ertner, Stephan (2016): Reallabore für nachhaltiges Wissen. Forschung für und mit Zukunft. In: *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society* 25 (1), S. 57–58. DOI: 10.14512/gaia.25.1.12.
- Wagner, Felix; Grunwald, Armin (2015): Reallabore als Forschungs- und Transformationsinstrument. Die Quadratur des hermeneutischen Zirkels. In: *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society* 24 (1), S. 26–31. DOI: 10.14512/gaia.24.1.7.
- Wakelin, Katharine (1997): *Trade and innovation. Theory and evidence*. Cheltenham [England], Northampton, MA: Edward Elgar Pub.
- Walz, Rainer (2007): The Role of Regulation for Sustainable Infrastructure Innovations: The Case of Wind Energy. In: *International Journal of Public Policy* 2 (1/2), S. 57–88. Online verfügbar unter <http://fachliteratur.isi.fraunhofer.de/isipublica-archiv-intern/isi07p05/Regulation-wind-energy-Walz.pdf>, zuletzt geprüft am 15.08.2016.
- Walz, Rainer (2015): Green Industrial Policy in Europe. In: *Intereconomics* 50 (3), S. 145–152. DOI: 10.1007/s10272-015-0535-1.
- Walz, Rainer (2016): Indikatorik von Innovationen im Kontext der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie - Reflexion bisheriger Erfahrungen und Überlegungen zur Weiterentwicklung. Kurzgutachten im Auftrag des Rates für Nachhaltige Entwicklung. Karlsruhe: Fraunhofer ISI. Online verfügbar unter <http://www.isi.fraunhofer.de/isi->

wAssets/docs/n/de/publikationen/20160313_Fraunhofer_ISI_RNE_Studie_Indikatorik_von_Innovationen.pdf, zuletzt geprüft am 01.08.2016.

Walz, Rainer; Gotsch, Matthias; Gandenberger, Carsten; Peters, Anja; Bodenheimer, Miriam; Günther, Edeltraud (2017a): Nachhaltiges Wirtschaften - Stand der Transformation zu einer Green Economy. Karlsruhe: Fraunhofer ISI (Working Paper Sustainability and Innovation, S 03/2017). Online verfügbar unter <http://fachliteratur.isi.fraunhofer.de/isipubl-extern/WP03-2017-Nachhaltiges-Wirtschaften.pdf>, zuletzt geprüft am 19.03.2018.

Walz, Rainer; Köhler, Jonathan (2014): Using lead market factors to assess the potential for a sustainability transition. In: Environmental Innovation and Societal Transitions 10, S. 20–41. DOI: 10.1016/j.eist.2013.12.004.

Walz, Rainer; Ostertag, Katrin; Doll, Claus; Eichhammer, Wolfgang; Frietsch, Rainer; Helfrich, Nicki et al. (2008a): Innovationsdynamik und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in grünen Zukunftsmärkten. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes (Förderkennzeichen 206 14 132/05). UBA-FB 001084. Dessau: Umweltbundesamt (Umwelt, Innovation, Beschäftigung, 03/08).

Walz, Rainer; Ostertag, Katrin; Doll, Claus; Eichhammer, Wolfgang; Frietsch, Rainer; Helfrich, Nicki; Marscheider-Weidemann, Frank; Sartorius, Christian (2008b): Innovationsdynamik und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in grünen Zukunftsmärkten. Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes (Förderkennzeichen 206 14 132/05). UBA-FB 001084. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA) und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) (Umwelt, Innovation, Beschäftigung, 03/08). Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3690.pdf>, zuletzt geprüft am 15.08.2016.

Walz, Rainer; Pfaff, Matthias; Marscheider-Weidemann, Frank; Glöser-Chahoud, Simon (2017b): Innovations for reaching the green sustainable development goals - where will they come from? In: International Economics and Economic Policy 14 (3), 449-480. DOI: 10.1007/s10368-017-0386-2.

Walz, Rainer; Ragwitz, Mario (2011): Erneuerbare Energien aus Sicht der Innovationsforschung. Konzeptionelle und empirische Grundlagen einer innovationsorientierten Ausgestaltung der Politik zur Förderung erneuerbarer Energietechnologien. Stuttgart: Fraunhofer-Verlag (ISI-Schriftenreihe "Innovationspotenziale"). Online verfügbar unter <http://fachliteratur.isi.fraunhofer.de/volltext2012/erneuerbare-energien-sicht-innovationsforschung.pdf>, zuletzt geprüft am 15.08.2016.

WBGU (2011): Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine große Transformation (Hauptgutachten). Berlin: WBGU. Online verfügbar unter http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/hauptgutachten/jg2011/wbgu_jg2011.pdf, zuletzt geprüft am 01.08.2016.

Weber, K. Matthias; Rohrer, Harald (2012): Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change. In: Research Policy 41 (6), S. 1037–1047. DOI: 10.1016/j.respol.2011.10.015.

Weiß, Ralf; Fichter, Klaus (2015): Green Economy Gründungsmonitor 2014. Grüne Wirtschaft als Gründungs- und Beschäftigungsmotor in Deutschland. Berlin: Borderstep Institut. Online verfügbar unter <http://startup4climate.de/wp-content/uploads/2014/11/Green-Economy-Gründungsmonitor-2014.pdf>, zuletzt geprüft am 28.07.2016.

Zhang, Fang; Gallagher, Kelly Sims (2016): Innovation and technology transfer through global value chains. Evidence from China's PV industry. In: Energy Policy 94, S. 191–203. DOI: 10.1016/j.enpol.2016.04.014.

Ziesing, Hans-Joachim; Diekmann, Jochen; Hopf, Rainer; Kleemann, Manfred; Kraft, Armin; Markewitz, Peter et al. (1999): Politikenszenarien für den Klimaschutz - II. Szenarien und Maßnahmen zur Minderung von CO₂-Emissionen in Deutschland bis 2020 (Abschlussbericht). Berlin, Jülich, Karlsruhe: DIW/Forschungszentrum Jülich/Fraunhofer ISI/Öko-Institut. Online verfügbar unter <http://www.oeko.de/oekodoc/711/1999-009-de.pdf>, zuletzt geprüft am 03.06.2016.

Ziesing, Joachim (2015): Einschätzungen zum KfW-Effizienzhausstandard. Berlin, 02.10.2015. Diskussionsbeitrag bei der ersten Sitzung des Projektbeirats zum Forschungsprojekt "Erarbeitung der fachlichen Grundlagen für einen deutschen Öko-Innovationsplan". Internes Protokoll der Beiratssitzung.

ZSW; IfnE; ifeu; bosch&partner (2014): Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichts 2014 gemäß §65 EEG. Stuttgart.

7 Anhänge

7.1 Anhang 1: Maßnahme "Normungsaktivitäten"

Normen und technische Vorschriften stellen einen wichtigen Koordinationsmechanismus entlang des gesamten Innovationsprozesses dar. In einem eigenen Arbeitsschritt hat die TU Berlin deshalb im Rahmen eines Unterauftrags den Sachstand für solche Maßnahmen im Bereich Normung und technische Vorschriften untersucht. Grundlage der Normenanalyse bildet die Datenbank Perinorm, die alle in Deutschland gültigen Normen enthält. Anhand der ICS (International Classification for Standards) wurden relevante Normen für die oben genannten grünen Leitmärkte – einschließlich übergeordneter umweltinnovationsrelevanter Normen – recherchiert. Neben der relevanten ICS-Klassifikation wurden die Suchergebnisse durch das Filtern mit umweltrelevanten Schlüsselwörtern eingeschränkt. Um Normen am aktuellen technologischen Rand zu erfassen und den Bezug der Normen zur Innovationsfähigkeit herzustellen, wurden nur Normen herausgefiltert, die innerhalb der letzten zehn Jahre ausgegeben wurden. Zur Unterscheidung der EcoAP-Aktionsfelder 1 und 3 wurden nur freiwillige Normen aus der Perinorm-Datenbank herausgefiltert. Die nach der Anwendung dieses Suchalgorithmus verbleibenden Normen wurden einzeln manuell durchgesehen und hinsichtlich ihres Umwelt- und Innovationsbezugs bewertet. Sodann wurden die relevanten Normen in Gruppen eingeteilt, die in den Fact Sheets dargestellt werden.

Ein Großteil der Normen in Deutschland ist auf europäischem oder internationalem Niveau harmonisiert, d. h. die gleichlautenden Normen gelten auch in anderen Ländern. Bei diesen Normen ist es im Nachhinein nicht möglich nachzuvollziehen, in welchem Land der Prozess angestoßen wurde, um die Norm zu entwerfen. Deutschlands Beitrag zu Umweltinnovationen im Rahmen harmonisierter Normen lässt sich also schwer erfassen. Stattdessen wurden bei der Analyse nur Normen einbezogen, die keine Harmonisierung erfahren haben. Dies bringt allerdings mit sich, dass Leitmärkte, in denen alle (bei der Recherche identifizierten) Normen supranational harmonisiert sind, nicht in die Fact Sheets aufgenommen wurden. Dies betrifft folgende zwei Leitmärkte:

Leitmarkt Grünes Energieangebot

Es wurden anhand der ICS-Klassifikationen 118 Normen zu diesem Leitmarkt in der Datenbank Perinorm identifiziert. Nach Ausschluss von verbindlichen Rechtsvorschriften und Normen, die älter als 10 Jahre sind, wurden die Normen manuell nach ihrer thematischen Relevanz gefiltert. Es verblieben 57 relevante Normen. Alle Normen sind supranational harmonisiert, so dass in diesem Leitmarkt keine Aussage über die Relevanz deutscher Normung getroffen werden kann.

Leitmarkt Nachhaltige Chemie

Es wurden anhand der ICS-Klassifikationen 617 Normen zu diesem Leitmarkt in der Datenbank Perinorm identifiziert. Nach Ausschluss von verbindlichen Rechtsvorschriften und Normen, die älter als 10 Jahre sind, wurden die Normen manuell nach ihrer thematischen Relevanz gefiltert. Es verblieben 14 relevante Normen. Alle Normen sind supranational harmonisiert, so dass in diesem Leitmarkt keine Aussage über die Relevanz deutscher Normung getroffen werden kann.

Bei der Auswahl der unten detaillierter dargestellten Normungsbereiche wurde sichergestellt, zumindest beispielhaft solche Bereiche aufzuzeigen, in denen durch deutsche Normung Umweltinnovationen angestoßen werden können. Dabei wurde aus jedem Leitmarkt ein Beispiel gewählt. Die Auswahl-schritte sind im Folgenden erläutert. Die Ergebnisse wurden in der Maßnahmen-Datenbank unter der Maßnahme „Normungsaktivitäten“ mit Einzelmaßnahmen entsprechend der für jeden Leitmarkt ausgewählten Bereiche dokumentiert.

Leitmarkt-übergreifend

Zu dieser Kategorie wurden anhand der ICS-Klassifikationen 533 Normen in der Datenbank Perinorm identifiziert. Nach Ausschluss von verbindlichen Rechtsvorschriften und von Normen, die älter als 10 Jahre sind, wurden die Normen manuell nach ihrer thematischen Relevanz gefiltert. Es verblieben 181 relevante Normen. Nach Ausschluss aller supranational harmonisierten Normen wurden die Vergabegrundlagen für das Umweltzeichen Blauer Engel als repräsentativ für die Kategorie „Leitmarkt-übergreifend“ ausgewählt. Andere relevante Normen bilden eher Spezialfälle ab wie „Produktionsintegrierter Umweltschutz“ in gewissen Industrien oder „Biologische Verfahren zur Erfassung von Umweltbelastungen“. Die Umweltzeichen sind somit eines der Hauptinstrumente für leitmarktübergreifende Normung.

Leitmarkt Energieeffizienz

Es wurden anhand der ICS-Klassifikationen 118 Normen zu diesem Leitmarkt in der Datenbank Perinorm identifiziert. Nach Ausschluss von verbindlichen Rechtsvorschriften und Normen, die älter als 10 Jahre sind, wurden die Normen manuell nach ihrer thematischen Relevanz gefiltert. Es verblieben 57 relevante Normen. Nach Ausschluss aller supranational harmonisierten Normen wurden die Normen zur energetischen Bewertung von Gebäuden als repräsentativ für den Leitmarkt Energieeffizienz ausgewählt. Diese Normen stellen im thematischen Vergleich mit anderen Normen ein typisches Anwendungsgebiet von Normung im Leitmarkt Energieeffizienz dar. Andere mögliche, jedoch ähnliche, Normen sind „Gebrauchseigenschaften von Zentralspeichern für Warmwasserheizung“, „Energetische Bewertung heiz- und raumluftechnischer Anlagen“ oder „Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden“. Die getroffene Auswahl ist hier als ein Beispiel unter mehreren ähnlichen Normengruppen zu verstehen, wie technische Regeln und Messvorschriften zu höherer Energieeffizienz führen können.

Leitmarkt Nachhaltige Mobilität

Es wurden anhand der ICS-Klassifikationen 264 Normen zu diesem Leitmarkt in der Datenbank Perinorm identifiziert. Nach Ausschluss von verbindlichen Rechtsvorschriften und Normen, die älter als 10 Jahre sind, wurden die Normen manuell nach ihrer thematischen Relevanz gefiltert. Es verblieben 17 relevante Normen. Nach Ausschluss aller supranational harmonisierten Normen wurden die Normen zu den technischen Spezifikationen von Komponenten von Elektrofahrzeugen als repräsentativ für den Leitmarkt Nachhaltige Mobilität ausgewählt. Alle verbliebenen 17 Normen befassen sich mit diesem Thema. Zehn der Normen sind auf europäischem Niveau harmonisiert. Sie wurden aufgrund der großen Relevanz des Automobilmarktes für die deutsche Wirtschaft trotzdem mit betrachtet. Die Normung dient hier der Herstellung von Kompatibilität zwischen Komponenten, die in verschiedenen Elektrofahrzeugen eingesetzt werden können. Als solches sind alle Normen in diesem Leitmarkt essenziell für die praktische Einführung von nachhaltiger Mobilität.

Leitmarkt Nachhaltige Wasserwirtschaft

Es wurden anhand der ICS-Klassifikationen 991 Normen zu diesem Leitmarkt in der Datenbank Perinorm identifiziert. Nach Ausschluss von verbindlichen Rechtsvorschriften und Normen, die älter als 10 Jahre sind, wurden die Normen manuell nach ihrer thematischen Relevanz gefiltert. Es verblieben 210 relevante Normen. Nach Ausschluss aller supranational harmonisierten Normen wurden die Normen zu Konzeptionierung und Management der Wasserwirtschaft als repräsentativ für den Leitmarkt Nachhaltige Wasserwirtschaft ausgewählt. Diese Normen illustrieren besonders gut die übergreifenden Bemühungen zur Förderung einer nachhaltigen Wasserwirtschaft. Die hier ausgewählten Normen veranschaulichen, dass Normung über die rein technische Beschreibung hinausgehen und durch übergeordnete Verfahren umweltrelevante Ziele fördern kann. Eher technische Normen in die-

sem Bereich betreffen etwa die „Aufbereitung von Schwimm- und Badebeckenwasser“ oder die „Indirekteinleitungen nicht häuslichen Abwassers“. Die Auswahl der Normen im Bereich des Wassermanagements soll jedoch verdeutlichen, dass durch solch übergreifende Maßnahmen Innovationen in mehreren untergeordneten Bereichen angestoßen werden können.

Leitmärkte Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz

Es wurden anhand der ICS-Klassifikationen 333 Normen zum Leitmarkt Kreislaufwirtschaft und 1212 Normen zu dem Teil des Leitmarkts Ressourceneffizienz, der über Abfallwirtschaft und Recycling hinausgeht, in der Datenbank Perinorm identifiziert. Nach Ausschluss von verbindlichen Rechtsvorschriften und Normen, die älter als 10 Jahre sind, wurden die Normen manuell nach ihrer thematischen Relevanz gefiltert. Es verblieben 138 relevante Normen im Leitmarkt Kreislaufwirtschaft und 5 relevante Normen im Leitmarkt Ressourceneffizienz. Nach Ausschluss aller supranational harmonisierten Normen wurden die Normen zum Recycling elektrischer und elektronischer Geräte als repräsentativ für die beiden Leitmärkte ausgewählt. Diese Normen zeigen ein Beispiel dafür, wie durch genormte Verfahren Effizienz erzielt werden kann. Die ausgewählten Normen veranschaulichen beispielhaft, wie umweltrelevante Normung Einfluss auf bereits vorhandene Systeme (bspw. die Entsorgung) nehmen kann und diese umweltgerecht verbessert. Andere relevante Normen in diesen Leitmärkten betreffen ähnliche Themenfelder und haben somit eine vergleichbare Innovationswirkung. Hierbei handelt es sich beispielsweise um Normen zu „Kreislaufverpackungen aus Vollpappe“, „Rückproduktion von Kühlgeräten“ oder „Materialien aus Altreifen“.

Flächensparen

Wegen der besonderen Relevanz für das Thema Bauen wurde der Aspekt der Flächeninanspruchnahme als Teilbereich der Ressourceneffizienz gesondert betrachtet. Es wurden anhand der ICS-Klassifikationen 185 Normen zu diesem Leitmarkt in der Datenbank Perinorm identifiziert. Nach Ausschluss von verbindlichen Rechtsvorschriften und Normen, die älter als 10 Jahre sind, wurden die Normen manuell nach ihrer thematischen Relevanz gefiltert. Es verblieb eine relevante Norm. Die Normungsaktivität im Bereich Flächensparen ist demnach äußerst gering. Dennoch wurde die Norm zur Wiedernutzbarmachung kleiner Grundstücke als Beispiel im Fact Sheet aufgenommen. Diese Situation verdeutlicht, dass in manchen Umweltbereichen Normung noch unterrepräsentiert ist und ausgebaut werden kann.

Leitmarkt Lärminderung

Es wurden anhand der ICS-Klassifikationen 767 Normen zu diesem Leitmarkt in der Datenbank Perinorm identifiziert. Nach Ausschluss von verbindlichen Rechtsvorschriften und Normen, die älter als 10 Jahre sind, wurden die Normen manuell nach ihrer thematischen Relevanz gefiltert. Es verblieben 85 relevante Normen. Nach Ausschluss aller supranational harmonisierten Normen wurden die Normen zu den Geräuschen von Schienenfahrzeugen im ÖPNV als repräsentativ für den Leitmarkt Lärminderung ausgewählt. Diese Normen stellen im thematischen Vergleich mit anderen Normen ein typisches Anwendungsgebiet von Normung im Leitmarkt Lärminderung dar. Alternative, ähnliche Normungsbereiche sind „Verbesserung des Lärmschutzes an bestehenden Bundesfernstraßen im Rahmen der Lärmsanierung“ oder „Wirkung von Verkehrsgeräuschen“. Ein Großteil der Normen im Leitmarkt Lärminderung befasst sich auch mit akustischen Messverfahren, die als weniger anschaulich für die Demonstration umweltrelevanter Normung beurteilt wurden. Die normierte Betrachtung der Geräusche von Schienenfahrzeugen ist deshalb als Beispiel zu sehen, wie Normung die Lärmbelastung reduzieren kann.

Leitmarkt Luftreinhaltung

Es wurden anhand der ICS-Klassifikationen 900 Normen zu diesem Leitmarkt in der Datenbank Perinorm identifiziert. Nach Ausschluss von verbindlichen Rechtsvorschriften und Normen, die älter als 10 Jahre sind, wurden die Normen manuell nach ihrer thematischen Relevanz gefiltert. Es verblieben 425 relevante Normen. Nach Ausschluss aller supranational harmonisierten Normen wurden die Normen zur Emissionsminderung und Abgasreinigung als repräsentativ für den Leitmarkt Luftreinhaltung ausgewählt. Diese Normen stellen im thematischen Vergleich mit anderen Normen ein typisches Anwendungsgebiet von Normung im Leitmarkt Luftreinhaltung dar. Andere Normen in diesem Leitmarkt beschreiben technische Messverfahren der Luftverschmutzung und deren Klassifikation oder Verfahren zur biologischen Abgasreinigung. Die ausgewählten Normen dienen also als Beispiel für den Einsatz von Normung mit dem Ziel der Luftreinhaltung.

Im Folgenden werden die Normen, die den Einzelmaßnahmen (u. a. Umweltzeichen Blauer Engel) hinterlegt sind, aufgelistet und die Einzelmaßnahme in einem Fact Sheet beschrieben, auf dessen Basis die Übernahme in die Maßnahmendatenbank erfolgte.

Einzelmaßnahme: Konzeptionierung und Management der Wasserwirtschaft

Kurzbeschreibung:

Es handelt sich um verschiedene Normen, die Konzeptionierung, Leitlinien, Management, Bauhinweise, Gebührenordnungserstellung und Benchmarking in der Wasserwirtschaft regeln.

Grüner Leitmarkt: Nachhaltige Wasserwirtschaft

Tabelle 15: Der Einzelmaßnahme „Konzeptionierung und Management der Wasserwirtschaft“ hinterlegte Normen

Kennziffer	Titel
DVGW W 1100	Benchmarking in der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung
DWA-A 100*ISiE	Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE)
DWA-A 133	Wertermittlung von Abwasseranlagen - Systematische Erfassung, Bewertung und Fortschreibung
DWA-A 138	Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
DWA-A 201	Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Abwasserteichanlagen
DWA-A 262	Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Pflanzenkläranlagen mit bepflanzten Bodenfiltern zur biologischen Reinigung kommunalen Abwassers
DWA-M 1100	Benchmarking in der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung
DWA-M 221	Grundsätze für Bemessung, Bau und Betrieb von Kleinkläranlagen mit aerober biologischer Reinigungsstufe
DWA-M 607	Altgewässer - Ökologie, Sanierung und Neuanlage
DWA-M 611	Fluss und Landschaft - Ökologische Entwicklungskonzepte
DWA-M 619	Ökologische Baubegleitung bei Gewässerunterhaltung und -ausbau
DWA-M 801	Integriertes Qualitäts- und Umweltmanagementsystem für Betreiber von Abwasseranlagen
DWA-M 803	Kostenstrukturen in der Abwassertechnik

Einzelmaßnahme: DIN-Normen für Elektrofahrzeuge

Kurzbeschreibung:

Die Normen beschreiben die technischen Spezifikationen von Steckern, Steckverbindungen, konduktiven Ladesystemen, Akkuzellen u. a. in Elektrofahrzeugen.

Grüner Leitmarkt: Nachhaltige Mobilität

Tabelle 16: Der Einzelmaßnahme „DIN-Normen für Elektrofahrzeuge“ hinterlegte Normen

Kennziffer	Titel
DIN CLC/TS 50457-1*VDE V 0122-2-3	Konduktive Ladung von Elektrofahrzeugen - Teil 1: Gleichstrom-Ladestation
DIN CLC/TS 50457-2*VDE V 0122-2-4	Konduktive Ladung von Elektrofahrzeugen - Teil 2: Kommunikationsprotokoll zwischen externem Ladegerät und Elektrofahrzeug
DIN EN 15194	Fahrräder - Elektromotorisch unterstützte Räder - EPAC-Fahrräder
DIN EN 61851-24*VDE 0122-2-4	Konduktive Ladesysteme für Elektrofahrzeuge - Teil 24: Digitale Kommunikation zur Steuerung des Gleichstromladevorgangs zwischen einer Gleichstromladestation für Elektrofahrzeuge und dem Elektrofahrzeug
DIN EN 62196-1*VDE 0623-5-1	Stecker, Steckdosen, Fahrzeugkupplungen und Fahrzeugstecker - Konduktives Laden von Elektrofahrzeugen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN EN 62196-2*VDE 0623-5-2	Stecker, Steckdosen, Fahrzeugkupplungen und Fahrzeugstecker - Konduktives Laden von Elektrofahrzeugen - Teil 2: Anforderungen und Hauptmaße für die Kompatibilität und Austauschbarkeit von Stift- und Buchsensteckvorrichtungen für Wechselstrom
DIN EN 62196-3*VDE 0623-5-3	Stecker, Steckdosen und Fahrzeugsteckvorrichtungen - Konduktives Laden von Elektrofahrzeugen - Teil 3: Anforderungen an und Hauptmaße für Stifte und Buchsen für die Austauschbarkeit von Fahrzeugsteckvorrichtungen zum dedizierten Laden mit Gleichstrom und als kombinierte Ausführung zum Laden mit Wechselstrom/Gleichstrom
DIN EN 62660-1*VDE 0510-33	Lithium-Ionen-Sekundärzellen für den Antrieb von Elektrostraßenfahrzeugen - Teil 1: Prüfung des Leistungsverhaltens
DIN EN 62660-2*VDE 0510-34	Lithium-Ionen-Sekundärzellen für den Antrieb von Elektrostraßenfahrzeugen - Teil 2: Zuverlässigkeits- und Missbrauchsprüfung
DIN SPEC 70121	Elektromobilität - Digitale Kommunikation zwischen einer Gleichstrom-Ladestation und einem Elektrofahrzeug zur Regelung der Gleichstromladung im Verbund-Ladesystem
DIN VDE 0100-722*VDE 0100-722	Errichten von Niederspannungsanlagen - Teil 7-722: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art - Stromversorgung von Elektrofahrzeugen

Einzelmaßnahme: VDI-Blätter Emissionsminderung und Abgasreinigung

Kurzbeschreibung:

Die Normen beschreiben Möglichkeiten für emissionsintensive Industrien, die Emissionen durch technische Maßnahmen zu reduzieren. Zusätzlich werden Messverfahren für Emissionen beschrieben, die die Vergleichbarkeit von Messergebnissen gewährleisten.

Grüner Leitmarkt: Luftreinhaltung

Tabelle 17: Der Einzelmaßnahme „VDI-Blätter Emissionsminderung und Abgasreinigung“ hinterlegte Normen

Kennziffer	Titel
VDI 2066 Blatt 1	Messen von Partikeln - Staubmessungen in strömenden Gasen - Gravimetrische Bestimmung der Staubbelastung
VDI 2095 Blatt 1	Emissionsminderung - Behandlung von mineralischen Bau- und Abbruchabfällen - Stationäre und mobile Bauschuttzubereitungsanlagen
VDI 2095 Blatt 2	Emissionsminderung - Lagerung, Umschlag und Behandlung von gemischten Bau- und Abbruchabfällen, Sperrmüll sowie Gewerbeabfällen
VDI 2100 Blatt 2	Messen gasförmiger Verbindungen in der Außenluft - Messen von Innenraumluftverunreinigungen - Gaschromatografische Bestimmung organischer Verbindungen - Aktive Probenahme durch Anreicherung auf Aktivkohle - Lösemittelextraktion
VDI 2100 Blatt 3	Messen gasförmiger Verbindungen in der Außenluft - Messen von Innenraumluftverunreinigungen - Gaschromatografische Bestimmung organischer Verbindungen - Aktive Probenahme durch Anreicherung auf Adsorbentien - Thermodesorption
VDI 2100 Blatt 4	Messen gasförmiger Verbindungen in der Außenluft - Messen von Innenraumluftverunreinigungen; Gaschromatografische Bestimmung organischer Verbindungen - Herstellungsverfahren von Kalibriergasen und Kalibrierlösungen
VDI 2100 Blatt 5	Messen gasförmiger Verbindungen in der Außenluft - Messen von Innenraumluftverunreinigungen - Gaschromatographische Bestimmung organischer Verbindungen - Messen von leicht flüchtigen organischen Verbindungen, insbesondere Ozon-Vorläufersubstanzen
VDI 2100 Blatt 6	Messen gasförmiger Verbindungen in der Außenluft - Messen von Innenraumluftverunreinigungen - Gaschromatografische Bestimmung organischer Verbindungen - Praktische Anleitung zur Bestimmung der Messunsicherheit
VDI 2102 Blatt 1	Emissionsminderung - Sekundärkupferhütten
VDI 2102 Blatt 2	Emissionsminderung - Kupfer- und Kupferlegierungsschmelzanlagen
VDI 2267 Blatt 1	Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft - Messen der Elementkonzentration nach Filterprobenahme - Bestimmung von Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Tl, V und Zn mithilfe von Grafitrohr-Atomabsorptionsspektrometrie (GF-AAS), optischer Emissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-OES) und der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS)
VDI 2267 Blatt 12	Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft - Messen der Massenkonzentration von As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb und Zn mit Hilfe der energiedispersiven Röntgenfluoreszenzanalyse (edRFA)

Kennziffer	Titel
VDI 2267 Blatt 15	Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft - Messen der Massenkonzentration von Al, As, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, K, Mn, Ni, Pb, Sb, V, Zn als Bestandteile des Staubbiederschlages mit Hilfe der Massenspektrometrie (ICP-MS)
VDI 2267 Blatt 16	Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft - Messen der Massenkonzentration von As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sb, V und Zn als Bestandteile des Staubbiederschlages mit Hilfe der Atomabsorptionsspektrometrie (AAS)
VDI 2280	Ableitbedingungen für organische Lösemittel
VDI 2283	Emissionsminderung - Aufbereitungsanlagen für Asphaltmischgut (Asphaltmischanlagen)
VDI 2286 Blatt 1	Emissionsminderung - Aluminiumschmelzflusselektrolyse
VDI 2286 Blatt 2	Emissionsminderung - Aluminiumschmelzanlagen
VDI 2290	Emissionsminderung - Kennwerte für dichte Flanschverbindungen
VDI 2293	Emissionsminderung - Aufbereitungsanlagen für Steinkohlen einschließlich Trocknungsanlagen
VDI 2308 Blatt 1	Abschätzung des gesundheitlichen Risikos im Immissionsschutz
VDI 2310 Blatt 1	Maximale Immissions-Werte - Zielsetzung und Bedeutung der Richtlinienreihe VDI 2310
VDI 2310 Blatt 3	Maximale Immissions-Werte zum Schutz der Vegetation - Maximale Immissions-Konzentrationen für Fluorwasserstoff
VDI 2310 Blatt 30	Maximale Immissions-Werte - Maximale Immissions-Werte für Nickel zum Schutz der landwirtschaftlichen Nutztiere
VDI 2310 Blatt 31	Maximale Immissions-Werte - Maximale Immissions-Werte für Zink zum Schutz der landwirtschaftlichen Nutztiere
VDI 2310 Blatt 35	Maximale Immissions-Werte - Maximale Immissions-Werte für Arsen zum Schutz der landwirtschaftlichen Nutztiere und der von ihnen stammenden Lebensmittel
VDI 2310 Blatt 38	Maximale Immissions-Werte - Maximale Immissions-Werte für Kupfer zum Schutz der landwirtschaftlichen Nutztiere und der von ihnen stammenden Lebensmittel
VDI 2310 Blatt 39	Maximale Immissions-Werte - Maximale Immissions-Werte für Chrom zum Schutz der landwirtschaftlichen Nutztiere und der von ihnen stammenden Lebensmittel
VDI 2310 Blatt 41	Maximale Immissions-Werte - Maximale Immissions-Werte für Selen zum Schutz der landwirtschaftlichen Nutztiere und der von ihnen stammenden Lebensmittel
VDI 2310 Blatt 44	Maximale Immissions-Werte - Maximale Immissions-Werte für Aluminium zum Schutz der landwirtschaftlichen Nutztiere
VDI 2310 Blatt 45	Maximale Immissions-Werte - Maximale Immissions-Werte für Lithium zum Schutz der landwirtschaftlichen Nutztiere
VDI 2310 Blatt 46	Maximale Immissions-Werte - Maximale Immissions-Werte für Dioxine zum Schutz der landwirtschaftlichen Nutztiere
VDI 2310 Blatt 6	Maximale Immissions-Werte zum Schutz der Vegetation - Maximal zulässige Immissions-Konzentrationsbereiche für Ozon
VDI 2442	Abgasreinigung - Verfahren und Technik der thermischen Abgasreinigung
VDI 2446	Emissionsminderung - Vinylchlorid - Herstellung von Dichlorethan (EDC), Vi-

Kennziffer	Titel
	nylchlorid (VC) und Polyvinylchlorid (PVC)
VDI 2447	Emissionsminderung - Anlagen zur Herstellung und Verarbeitung von Acrylnitril (AN)
VDI 2462 Blatt 2	Messen gasförmiger Emissionen - Bestimmung von Schwefeltrioxid in wasserdampfhaltigen Abgasen - Kondensationsverfahren
VDI 2463 Blatt 7	Messen von Partikeln - Probenahmegerät zur Erfassung von Schwebstaub und gasförmigen chemischen Verbindungen in der Außenluft und Innenraumluf - Aktive Probenahme mittels Low-Volume-Sampler (LVS)
VDI 2463 Blatt 8	Messen von Partikeln - Nicht fraktionierendes Probenahmesystem zur Erfassung von Schwebstaub in der Außenluft und Innenraumluf für Low-Volume-Sampler (LVS)
VDI 2464 Blatt 1	Messen von Immissionen - Messen von Innenraumluf - Messen von polychlorierten Biphenylen (PCB) - GC/MS-Verfahren für PCB 28, 52, 101,138, 153, 180
VDI 2464 Blatt 2	Messen von Immissionen - Messen von Innenraumluf - Messen von polychlorierten Biphenylen (PCB) - HR-GC/HR-MS-Verfahren für coplanare PCB
VDI 2464 Blatt 3	Messen von Immissionen - Messen von Innenraumluf - Messen von polybromierten Diphenylethern, Hexabromcyclododecan und Hexabrombenzol mit GC/MS
VDI 2468 Blatt 7	Messen gasförmiger Immissionen - Messen von Peroxiacetylnitrat (PAN) - Gaschromatographisches Verfahren
VDI 2468 Blatt 8	Messen gasförmiger Immissionen - Messen von Peroxiacetylnitrat (PAN) - Herstellen von PAN Prüfgas
VDI 2469 Blatt 1	Messen gasförmiger Emissionen - Messen von Distickstoffmonoxid - Manuelles gaschromatographisches Verfahren
VDI 2576	Emissionsminderung - Carbo- und metallothermische Erzeugung von Ferrolegierungen und Siliciummetall
VDI 2579	Emissionsminderung - Feuerverzinkungsanlagen
VDI 2580	Emissionsminderung - Anlagen zur Herstellung von Industrierußen (Carbon Black)
VDI 2584	Emissionsminderung - Aufbereitungsanlagen zur Herstellung von Gesteinskörnungen und ungebundenen Baustoffgemischen
VDI 2585	Emissionsminderung - Keramische Industrie
VDI 2590	Emissionsminderung - Anlagen zur Verarbeitung tierischer Nebenprodukte
VDI 2592 Blatt 1	Emissionsminderung - Ölmühlen zur Gewinnung pflanzlicher Öle und Schrote durch Vorpress- und/oder Extraktionsanlagen
VDI 2594	Emissionsminderung - Schnitzeltrocknungsanlagen der Zuckerindustrie
VDI 2595 Blatt 1	Emissionsminderung - Räucheranlagen - Lebensmittel (außer Fisch)
VDI 2595 Blatt 2	Emissionsminderung - Fischräuchereien
VDI 2596	Emissionsminderung - Schlachtbetriebe
VDI 3454 Blatt 1	Emissionsminderung - Claus-Anlagen
VDI 3454 Blatt 2	Emissionsminderung - Claus-Anlagen - Messen der Emissionen
VDI 3454 Blatt 3	Emissionsminderung - Claus-Anlagen - Ermittlung des Schwefelemissionsgrads
VDI 3455	Emissionsminderung - Anlagen zur Serienlackierung von Automobilkarosserien

Kennziffer	Titel
VDI 3456	Emissionsminderung - Reparaturlackierung und Lackierung von Fahrzeugen
VDI 3462 Blatt 1	Emissionsminderung - Holzbearbeitung und -verarbeitung - Rohholzbearbeitung und -verarbeitung
VDI 3462 Blatt 2	Emissionsminderung - Holzbearbeitung und -verarbeitung - Holzwerkstoffherstellung
VDI 3462 Blatt 4	Emissionsminderung - Holzbearbeitung und -verarbeitung - Verbrennen von Holz und Holzwerkstoffen ohne Holzschutzmittel, ohne halogenorganische und ohne schwermetallhaltige Beschichtungen
VDI 3462 Blatt 5	Emissionsminderung - Holzbearbeitung und -verarbeitung - Verbrennen von Holz und Holzwerkstoffen mit Holzschutzmitteln, halogenorganischen oder schwermetallhaltigen Beschichtungen
VDI 3462 Blatt 6	Emissionsminderung - Holzbearbeitung und -verarbeitung - Anlagenbezogene messtechnische Anleitung
VDI 3464	Emissionsminderung - Lagerung von Holzpellets beim Verbraucher - Anforderungen an das Lager unter Sicherheitsaspekten
VDI 3467	Emissionsminderung - Herstellung von Werkstoffen aus Kohlenstoff und Elektrographit
VDI 3469 Blatt 1	Emissionsminderung - Herstellung und Verarbeitung von faserhaltigen Materialien - Faserförmige Stäube - Grundlagen, Überblick
VDI 3469 Blatt 3	Emissionsminderung - Herstellung und Verarbeitung von faserhaltigen Materialien - Textilien aus organischen und anorganischen Fasern
VDI 3469 Blatt 4	Emissionsminderung - Herstellung und Verarbeitung von faserhaltigen Materialien - Reibbeläge
VDI 3469 Blatt 5	Emissionsminderung - Herstellung und Verarbeitung von faserhaltigen Materialien - Hochtemperaturwollen
VDI 3469 Blatt 6	Emissionsminderung - Herstellung und Verarbeitung von faserhaltigen Materialien - Mineralwolle-Dämmstoffe
VDI 3469 Blatt 7	Emissionsminderung - Herstellung und Verarbeitung von faserhaltigen Materialien - Packungen
VDI 3469 Blatt 8	Emissionsminderung - Herstellung und Verarbeitung von faserhaltigen Materialien - Flachdichtungen auf Faserbasis
VDI 3475 Blatt 2	Emissionsminderung - Biologische Abfallbehandlungsanlagen - Kompostierung und (Co-)Vergärung - Anlagenkapazität bis ca. 6000 Mg/a
VDI 3475 Blatt 3	Emissionsminderung - Anlagen zur mechanisch-biologischen Behandlung von Siedlungsabfällen
VDI 3475 Blatt 3 Berichtigung	Emissionsminderung - Anlagen zur mechanisch-biologischen Behandlung von Siedlungsabfällen - Berichtigung zur Richtlinie VDI 3475 Blatt 3:2006-12
VDI 3475 Blatt 4	Emissionsminderung - Biogasanlagen in der Landwirtschaft - Vergärung von Energiepflanzen und Wirtschaftsdünger
VDI 3475 Blatt 5	Emissionsminderung - Biologische Abfallbehandlungsanlagen - Vergärung und Nachbehandlung
VDI 3476 Blatt 1	Abgasreinigung - Verfahren der katalytischen Abgasreinigung - Grundlagen
VDI 3476 Blatt 2	Abgasreinigung - Verfahren der katalytischen Abgasreinigung - Oxidative Verfahren

Kennziffer	Titel
	ren
VDI 3476 Blatt 3	Abgasreinigung - Verfahren der katalytischen Abgasreinigung - Selektive katalytische Reduktion
VDI 3478 Blatt 1	Biologische Abgasreinigung - Biowäscher
VDI 3478 Blatt 2	Biologische Abgasreinigung - Biorieselbettreaktoren
VDI 3479	Emissionsminderung - Raffineriefürne Mineralöltankläger
VDI 3481 Blatt 4	Messen gasförmiger Emissionen - Messen der Konzentrationen von Gesamt-C und Methan-C mit dem Flammenionisationsdetektor (FID)
VDI 3491 Blatt 1	Messen von Partikeln - Herstellungsverfahren für Prüfaerosole - Grundlagen und Übersicht
VDI 3492	Messen von Innenraumlftverunreinigungen - Messen von Immissionen - Messen anorganischer faserförmiger Partikel - Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren
VDI 3674	Abgasreinigung durch Adsorption - Prozessgas- und Abgasreinigung
VDI 3677 Blatt 1	Filternde Abscheider - Oberflächenfilter
VDI 3677 Blatt 3	Filternde Abscheider - Heißgasfiltration
VDI 3678 Blatt 1	Elektrofilter - Prozessgas- und Abgasreinigung
VDI 3678 Blatt 2	Elektrofilter - Prozessluft- und Raumlftreinigung
VDI 3679 Blatt 1	Nassabscheider - Grundlagen, Abgasreinigung von partikelförmigen Stoffen
VDI 3679 Blatt 2	Nassabscheider - Abgasreinigung durch Absorption (Wäscher)
VDI 3679 Blatt 3	Nassabscheider - Tropfenabscheider
VDI 3679 Blatt 4	Nassabscheider - Abgasreinigung durch oxidierende Gaswäsche
VDI 3782 Blatt 1	Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Gauß'sches Fahrenmodell zur Bestimmung von Immissionskenngrößen
VDI 3783 Blatt 10	Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle - Gebäude- und Hindernisumströmung
VDI 3783 Blatt 13	Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz - Ausbreitungsrechnung gemäß TA Luft
VDI 3783 Blatt 14	Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung - Kraftfahrzeugbedingte Immissionen
VDI 3783 Blatt 4 Berichtigung	Umweltmeteorologie - Akute Stofffreisetzungen in die Atmosphäre - Anforderungen an ein optimales System zur Bestimmung und Bewertung der Schadstoffbelastung in der Atmosphäre, Berichtigung zur Richtlinie VDI 3783 Blatt 4:2004-10
VDI 3783 Blatt 9	Umweltmeteorologie - Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung
VDI 3785 Blatt 1	Umweltmeteorologie - Methodik und Ergebnisdarstellung von Untersuchungen zum planungsrelevanten Stadtklima
VDI 3785 Blatt 2	Umweltmeteorologie - Methoden bodengebundener Stadt- und Standortklimatemessungen mit mobilen Messsystemen
VDI 3786 Blatt 1	Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen - Grundlagen

Kennziffer	Titel
VDI 3786 Blatt 3	Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen - Lufttemperatur
VDI 3786 Blatt 4	Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen - Luftfeuchte
VDI 3786 Blatt 7	Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen - Niederschlag
VDI 3786 Blatt 13	Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen - Messstation
VDI 3786 Blatt 16	Umweltmeteorologie - Meteorologische Messungen - Luftdruck
VDI 3786 Blatt 18	Umweltmeteorologie - Bodengebundene Fernmessung der Temperatur - Radioakustische Sondierungssysteme (RASS)
VDI 3786 Blatt 20	Umweltmeteorologie - Bodengebundene Fernmessung des Niederschlags - Wetterradar
VDI 3787 Blatt 10	Umweltmeteorologie - Human-biometeorologische Anforderungen im Bereich Erholung, Prävention, Heilung und Rehabilitation
VDI 3790 Blatt 1	Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Grundlagen
VDI 3790 Blatt 3	Umweltmeteorologie - Emissionen von Gasen, Gerüchen und Stäuben aus diffusen Quellen - Lagerung, Umschlag und Transport von Schüttgütern
VDI 3794 Blatt 1	Bestimmung von Immissions-Raten - Bestimmung der Immissions-Raten atmosphärischer Fluoride, Chloride und Schwefeloxide (SO _x) mithilfe des IRMA-Verfahrens
VDI 3794 Blatt 2	Bestimmung von Immissions-Raten - Bestimmung der Immissions-Rate von Ammoniak und Ammonium-Verbindungen mithilfe des IRMA-Verfahrens
VDI 3794 Blatt 3	Bestimmung von Immissions-Raten - Bestimmung der Immissions-Rate atmosphärischer Stickstoffoxide (NO _x) mithilfe des IRMA-Verfahrens
VDI 3857 Blatt 2	Beurteilungswerte für immissionsbedingte Stoffanreicherungen in standardisierten Graskulturen - Orientierungswerte für maximale Hintergrundgehalte ausgewählter anorganischer Luftverunreinigungen
VDI 3861 Blatt 2	Messen von Emissionen - Messen anorganischer faserförmiger Partikel im strömenden Reingas - Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren
VDI 3867 Blatt 1	Messen von Partikeln in der Außenluft - Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahl-Größenverteilung von Aerosolen - Grundlagen
VDI 3867 Blatt 2	Messen von Partikeln in der Außenluft - Charakterisierung von Prüfaerosolen - Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung - Kondensationspartikelzähler (CPC)
VDI 3867 Blatt 3	Messen von Partikeln in der Außenluft - Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen - Elektrisches Mobilitätsspektrometer
VDI 3867 Blatt 4	Messen von Partikeln in der Außenluft - Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen - Optisches Aerosolspektrometer
VDI 3867 Blatt 5	Messen von Partikeln in der Außenluft - Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen - Flugzeitspektrometer
VDI 3867 Blatt 6	Messen von Partikeln in der Außenluft - Bestimmung der Partikelanzahlkonzentration und Anzahlgrößenverteilung von Aerosolen - Elektrischer Niederdruckimpaktor (ELPI)

Kennziffer	Titel
VDI 3869 Blatt 3	Messen von Ammoniak in der Außenluft - Probenahme mit beschichteten Diffusionsabscheidern (Denudern) - Fotometrische oder ionenchromatografische Analyse
VDI 3869 Blatt 4	Messen von Ammoniak in der Außenluft - Probenahme mit Passivsammlern - Fotometrische oder ionenchromatografische Analyse
VDI 3874	Messen von Emissionen - Messen von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH) - GC/MS-Verfahren
VDI 3877 Blatt 1	Messen von Innenraumverunreinigungen - Messen von auf Oberflächen abgelagerten Faserstäuben - Probennahme und Analyse (REM/EDXA)
VDI 3877 Blatt 2	Messen von Innenraumverunreinigungen - Messen von auf Oberflächen abgelagerten Faserstäuben - Probennahmestrategie und Bewertung der Ergebnisse
VDI 3880	Olfaktometrie - Statische Probenahme
VDI 3883 Blatt 1	Wirkung und Bewertung von Gerüchen - Erfassung der Geruchsbelästigung - Fragebogentechnik
VDI 3883 Blatt 3	Wirkung und Bewertung von Gerüchen - Konfliktmanagement im Immissionschutz - Grundlagen und Anwendung am Beispiel von Gerüchen
VDI 3884 Blatt 1	Olfaktometrie - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie - Ausführungshinweise zur DIN EN 13725
VDI 3891	Emissionsminderung - Anlagen zur Humankremation
VDI 3892	Emissionsminderung - Röstkaffee produzierende Industrie - Anlagen mit einer Tagesproduktion von mindestens 0,5 Tonnen Röstkaffee
VDI 3893	Emissionsminderung - Anlagen zum Rösten von Kakao und zur Herstellung von Schokoladenmassen
VDI 3894 Blatt 1	Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen - Haltungsverfahren und Emissionen - Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde
VDI 3894 Blatt 2	Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen - Methode zur Abstandsbestimmung - Geruch
VDI 3895 Blatt 2	Emissionsminderung - Anlagen zum Garen und Wärmebehandeln von Lebensmitteln - Verarbeiten von Kartoffeln zu Halbfertig- und Fertigprodukten
VDI 3897	Emissionsminderung - Anlagen zur Bodenluftabsaugung und zum Grundwasserstrippen
VDI 3898	Emissionsminderung - Trockenmechanische, physikalisch-chemische, thermische und biologische Bodenbehandlungsanlagen
VDI 3927 Blatt 1	Abgasreinigung - Abscheidung von Schwefeloxiden, Stickstoffoxiden und Halogeniden aus Abgasen von Verbrennungsprozessen (Rauchgasen)
VDI 3927 Blatt 2	Abgasreinigung - Abscheidung von anorganischen und organischen Spurenstoffen aus Abgasen von Verbrennungsprozessen (Rauchgasen)
VDI 3940 Blatt 1	Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen - Bestimmung der Immissionshäufigkeit von erkennbaren Gerüchen - Rastermessung
VDI 3940 Blatt 1 Berichtigung	Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen - Bestimmung der Immissionshäufigkeit von erkennbaren Gerüchen - Rastermessung, Berichtigung zur Richtlinie VDI 3940 Blatt 1:2006-02
VDI 3940 Blatt 2	Bestimmung von Geruchsstoffimmission durch Begehungen - Bestimmung der

Kennziffer	Titel
	Immissionshäufigkeit von erkennbaren Gerüchen - Fahnenmessung
VDI 3940 Blatt 3	Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen - Ermittlung von Geruchsintensität und hedonischer Geruchswirkung im Feld
VDI 3940 Blatt 3 Berichtigung 1	Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehungen - Ermittlung von Geruchsintensität und hedonischer Geruchswirkung im Feld - Berichtigung zur Richtlinie VDI 3940 Blatt 3:2010-01
VDI 3940 Blatt 4	Bestimmung der hedonischen Geruchswirkung - Polaritätenprofile
VDI 3950	Emissionen aus stationären Quellen - Qualitätssicherung für automatische Mess- und elektronische Auswerteeinrichtungen
VDI 3951	Übersicht über wesentliche Regelungen zur Durchführung von Emissionsmessungen
VDI 3957 Blatt 1	Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) - Grundlagen und Zielsetzung
VDI 3957 Blatt 11	Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) - Probenahme von Blättern und Nadeln zum Biomonitoring von immissionsbedingten Stoffanreicherungen (passives Biomonitoring)
VDI 3957 Blatt 12	Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen (Bioindikation) - Kartierung der Diversität epiphytischer Moose als Indikatoren für die Luftqualität
VDI 3957 Blatt 13	Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen mit Flechten (Bioindikation) - Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten als Indikator für Luftgüte
VDI 3957 Blatt 13 Berichtigung	Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen mit Flechten (Bioindikation) - Kartierung der Diversität epiphytischer Flechten als Indikator für Luftgüte - Berichtigung zur Richtlinie VDI 3957 Blatt 13:2005-12
VDI 3957 Blatt 14	Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) - Phytotoxische Wirkungen von Immissionen anorganischer Fluorverbindungen - Verfahren der Standardisierten Gladiolen-Exposition
VDI 3957 Blatt 15	Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigung auf Pflanzen (Bioindikation) - Untersuchungsstrategie nach Schadensereignissen (passives Biomonitoring)
VDI 3957 Blatt 16	Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) - Nachweis genotoxischer Effekte mit dem Tradescantia-Kleinkern-Test
VDI 3957 Blatt 17	Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen (Bioindikation) - Aktives Monitoring der Schwermetallbelastung mit Torfmoosen (Sphagnum-bag-technique)
VDI 3957 Blatt 19	Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen (Bioindikation) - Nachweis von regionalen Stickstoffdepositionen mit den Laubmoosen Scleropodium purum und Pleurozium schreberi
VDI 3957 Blatt 2	Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) - Verfahren der standardisierten

Kennziffer	Titel
	Graskultur
VDI 3957 Blatt 3	Biologische Messverfahren zur Ermittlung und Beurteilung der Wirkung von Luftverunreinigungen auf Pflanzen (Bioindikation) - Verfahren der standardisierten Exposition von Grünkohl
VDI 3959 Blatt 1	Vegetation als Indikator für Stickstoffeinträge - Bewertung der Stickstoffverfügbarkeit durch Ellenberg-Zeigerwerte der Waldbodenvegetation
VDI 4201 Blatt 1	Mindestanforderungen an automatische Mess- und elektronische Auswerteeinrichtungen zur Überwachung der Emissionen - Digitale Schnittstelle - Allgemeine Anforderungen
VDI 4201 Blatt 2	Mindestanforderungen an automatische Mess- und elektronische Auswerteeinrichtungen zur Überwachung der Emissionen - Digitale Schnittstelle - Spezifische Anforderungen für Profibus
VDI 4201 Blatt 3	Mindestanforderungen an automatische Mess- und elektronische Auswerteeinrichtungen zur Überwachung der Emissionen - Digitale Schnittstelle - Spezifische Anforderungen für Modbus
VDI 4201 Blatt 4	Mindestanforderungen an automatische Mess- und elektronische Auswerteeinrichtungen zur Überwachung der Emissionen - Digitale Schnittstelle - Spezifische Anforderungen für OPC
VDI 4202 Blatt 1	Mindestanforderungen an automatische Immissionsmeseinrichtungen bei der Eignungsprüfung - Punktmessverfahren für gas- und partikelförmige Luftverunreinigungen
VDI 4203 Blatt 3	Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für Messeinrichtungen zur punktförmigen Messung von gas- und partikelförmigen Immissionen
VDI 4203 Blatt 4	Prüfpläne für automatische Messeinrichtungen - Prüfprozeduren für optische Fernmesseinrichtungen zur Messung von gasförmigen Immissionen
VDI 4206 Blatt 1	Mindestanforderungen und Prüfpläne für Messgeräte zur Überwachung der Emissionen an Kleinf Feuerungsanlagen - Messgeräte zur Messung von gasförmigen Emissionen und Abgasparametern
VDI 4206 Blatt 2	Mindestanforderungen und Prüfpläne für Messgeräte zur Überwachung der Emissionen an Kleinf Feuerungsanlagen - Messgeräte zur Ermittlung von partikelförmigen Emissionen
VDI 4206 Blatt 3	Mindestanforderungen und Prüfpläne für Messgeräte zur Überwachung der Emissionen an Kleinf Feuerungsanlagen - Messgeräte zur Ermittlung der Rußzahl
VDI 4206 Blatt 4	Mindestanforderungen und Prüfpläne für Messgeräte zur Überwachung der Emissionen an Kleinf Feuerungsanlagen - Messgeräte zur Ermittlung der Feuchte von stückigem Holz
VDI 4208 Blatt 2	Anforderungen an Stellen bei der Überwachung von Emissionen an Kleinf Feuerungsanlagen - Stellen für wiederkehrende Überprüfungen von eignungsgeprüften Messgeräten
VDI 4212 Blatt 1	Fernmessverfahren - Messungen in der bodennahen Atmosphäre nach dem DOAS-Prinzip - Messen gasförmiger Emissionen und Immissionen - Grundlagen
VDI 4219	Ermittlung der Unsicherheit von Emissionsmessungen mit diskontinuierlichen Messverfahren

Kennziffer	Titel
VDI 4220	Qualitätssicherung - Anforderungen an Stellen für die Ermittlung luftverunreinigender Stoffe an stationären Quellen und in der Außenluft
VDI 4230 Blatt 2	Biologische Verfahren zur Erfassung der Wirkung von Luftverunreinigungen (Bioindikation) - Passives Biomonitoring mit Regenwürmern als Akkumulationsindikatoren
VDI 4230 Blatt 3	Biologische Verfahren zur Erfassung der Wirkung von Luftverunreinigungen (Bioindikation) - Passives Biomonitoring mit Vogeleiern als Akkumulations- und Reaktionsindikatoren
VDI 4230 Blatt 4	Biologische Verfahren zur Erfassung von Umweltbelastungen (Bioindikation) - Passives Biomonitoring mit Fischen als Akkumulationsindikatoren - Probenahme
VDI 4250 Blatt 1	Bioaerosole und biologische Agenzien - Umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosol-Immissionen - Wirkungen mikrobieller Luftverunreinigungen auf den Menschen
VDI 4250 Blatt 1 Berichtigung	Bioaerosole und biologische Agenzien - Umweltmedizinische Bewertung von Bioaerosol-Immissionen - Wirkungen mikrobieller Luftverunreinigungen auf den Menschen, Berichtigung zur Richtlinie VDI 4250 Blatt 1:2011-11
VDI 4251 Blatt 1	Erfassen luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft - Planung von anlagenbezogenen Immissionsmessungen - Fahnenmessung
VDI 4251 Blatt 1 Berichtigung	Erfassen luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft - Planung von anlagenbezogenen Immissionsmessungen - Fahnenmessung; Berichtigung zur Richtlinie VDI 4251 Blatt 1:2007-02
VDI 4251 Blatt 3	Erfassen luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft - Anlagenbezogene Ausbreitungsmodellierung von Bioaerosolen
VDI 4253 Blatt 3	Erfassen luftgetragener Mikroorganismen und Viren in der Außenluft - Verfahren zum quantitativen kulturellen Nachweis von Bakterien in der Luft - Verfahren nach Abscheidung in Flüssigkeiten
VDI 4255 Blatt 1	Bioaerosole und biologische Agenzien - Emissionsquellen und -minderungsmaßnahmen - Übersicht
VDI 4255 Blatt 2	Bioaerosole und biologische Agenzien - Emissionsquellen und -minderungsmaßnahmen in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung - Übersicht
VDI 4256 Blatt 1	Bioaerosole und biologische Agenzien - Ermittlung von Verfahrenskenngrößen - Zählverfahren basierend auf kulturellem Nachweis
VDI 4257 Blatt 2	Bioaerosole und biologische Agenzien - Messen von Emissionen - Probenahme von Bioaerosolen und Abscheidung in Flüssigkeiten
VDI 4280 Blatt 1	Planung von Immissionsmessungen - Allgemeine Regeln für Untersuchungen der Luftbeschaffenheit
VDI 4280 Blatt 4	Planung von Immissionsmessungen - Ersetzung von Fehlwerten in Messreihen zur Ermittlung der Luftqualität
VDI 4280 Blatt 5	Planung von Immissionsmessungen - Ermittlung der Unsicherheit räumlicher Beurteilungen der Luftqualität
VDI 4285 Blatt 1	Messtechnische Bestimmung der Emissionen diffuser Quellen - Grundlagen
VDI 4285 Blatt 2	Messtechnische Bestimmung der Emissionen diffuser Quellen - Industriehallen und Tierhaltungsanlagen
VDI 4285 Blatt 3	Messtechnische Bestimmung der Emissionen diffuser Quellen - Quantifizierung

Kennziffer	Titel
	von diffusen Feinstaubemissionen aus industriellen Anlagen einschließlich landwirtschaftlicher Quellen
VDI 4300 Blatt 10	Messen von Innenraumluchtverunreinigungen - Messstrategien zum Nachweis von Schimmelpilzen im Innenraum
VDI 4300 Blatt 11	Messen von Innenraumluchtverunreinigungen - Messstrategie für die Erfassung von luftgetragenen Partikeln im Innenraum - PM _{2,5} -Fraktion
VDI 4302 Blatt 1	Geruchsprüfung von Innenraumlucht und Emissionen aus Innenraummaterialien - Grundlagen
VDI 4302 Blatt 2	Geruchsprüfung von Innenraumlucht und Emissionen aus Innenraummaterialien - Prüfstrategie für Geruchsprüfungen von Innenraumlucht
VDI 4320 Blatt 1	Messung atmosphärischer Depositionen - Probenahme mit Bulk- und Wet-only-Sammlern - Grundlagen
VDI 4320 Blatt 2	Messung atmosphärischer Depositionen - Bestimmung des Staubniederschlags nach der Bergerhoff-Methode
VDI 6022 Blatt 3	Raumlufttechnik - Raumluftqualität - Beurteilung der Raumluftqualität
VGB-S-302-00	Anleitung zur Prüfung von DeNO _x -Katalysatoren

Einzelmaßnahme: DIN-Normen zur energetischen Bewertung von Gebäuden

Kurzbeschreibung:

Die Normen regeln die Berechnung des Energiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Warmwasser und Beleuchtung in Gebäuden.

Grüner Leitmarkt Energieeffizienz

Tabelle 18: Der Einzelmaßnahme „DIN-Normen zur energetischen Bewertung von Gebäuden“ hinterlegte Normen

Kennziffer	Titel
DIN EN 15193	Energetische Bewertung von Gebäuden - Energetische Anforderungen an die Beleuchtung
DIN V 18599 Beiblatt 1	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Beiblatt 1: Bedarfs-/Verbrauchsabgleich
DIN V 18599-1	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
DIN V 18599-1 Berichtigung 1	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger, Berichtigung zu DIN V 18599-1:2011-12
DIN V 18599-2	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
DIN V 18599-3	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung
DIN V 18599-4	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
DIN V 18599-5	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen
DIN V 18599-5 Berichtigung 1	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen, Berichtigung zu DIN V 18599-5:2011-12
DIN V 18599-6	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 6: Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau
DIN V 18599-7	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 7: Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesysteme

Kennziffer	Titel
	men für den Nichtwohnungsbau; mit CD-ROM
DIN V 18599-8	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen
DIN V 18599-8 Berichtigung 1	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen, Berichtigung zu DIN V 18599-8:2011-12
DIN V 18599-9	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
DIN V 18599-9 Berichtigung 1	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen, Berichtigung zu DIN V 18599-9:2011-12
DIN V 18599-10	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten
DIN V 18599-11	Energetische Bewertung von Gebäuden - Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung - Teil 11: Gebäudeautomation

Einzelmaßnahme: VDI-Blätter Recycling elektrischer und elektronischer Geräte

Kurzbeschreibung:

Die Normen regeln die Demontage, Logistik, Aufbereitung, Wiederverwertung sowie stoffliche und energetische Verwertung und Beseitigung beim Recycling elektrischer und elektronischer Geräte.

Grüner Leitmarkt: Kreislaufwirtschaft, Ressourceneffizienz

Tabelle 19: Der Einzelmaßnahme „VDI-Blätter Recycling elektrischer und elektronischer Geräte“ hinterlegte Normen

Kennziffer	Titel
VDI 2343 Blatt 2	Recycling elektrischer und elektronischer Geräte - Logistik
VDI 2343 Blatt 3	Recycling elektrischer und elektronischer Geräte - Demontage
VDI 2343 Blatt 4	Recycling elektrischer und elektronischer Geräte - Aufbereitung
VDI 2343 Blatt 5	Recycling elektrischer und elektronischer Geräte - Stoffliche und energetische Verwertung und Beseitigung
VDI 2343 Blatt 7	Recycling elektrischer und elektronischer Geräte - Re-use

Einzelmaßnahme: Geräusche von Schienenfahrzeugen im ÖPNV

Kurzbeschreibung:

Die Normen regeln die Messung der Geräusche und des Lärms von Schienenfahrzeugen im ÖPNV. Zudem werden Handlungsempfehlungen zu ihrer Verhinderung gegeben.

Grüner Leitmarkt: Lärminderung

Tabelle 20: Der Einzelmaßnahme „Geräusche von Schienenfahrzeugen im ÖPNV“ hinterlegte Normen

Kennziffer	Titel
VDV 154	Geräusche von Schienenfahrzeugen des Öffentlichen Personen-Nahverkehrs (ÖPNV)
VDV 611	Geräusche in Gleisbögen des schienengebundenen ÖPNV - Handlungsempfehlungen zu ihrer Verminderung

Einzelmaßnahme: Wiedernutzbarmachung kleiner Grundstücke (DWA-M 303)

Kurzbeschreibung:

Die Norm regelt Abbruch, Rückbau und geordnete Entsorgung bei der Wiedernutzbarmachung kleiner Grundstücke.

Grüner Leitmarkt: Ressourceneffizienz: Flächensparen

Tabelle 21: Der Einzelmaßnahme „Wiedernutzbarmachung kleiner Grundstücke“ hinterlegte Normen

Kennziffer	Titel
DWA-M 303	Wiedernutzbarmachung von kleinen Grundstücken - Abbruch, Rückbau und geordnete Entsorgung

Einzelmaßnahme: Umweltzeichen „Blauer Engel“

Kurzbeschreibung:

Umweltzeichen werden auf Produkten angebracht, um die Umweltfreundlichkeit der Produkte zu zeigen. Zum einen dient dies der Vereinfachung der Kaufentscheidung für den Kunden, zum anderen bietet es für Produzenten die Möglichkeit, ihre umweltfreundliche Produktionsweise darzustellen.

Grüner Leitmarkt: übergreifend

Tabelle 22: Der Einzelmaßnahme „Umweltzeichen „Blauer Engel“ hinterlegte Normen

Kennziffer	Titel
RAL-UZ 2	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Mehrwegflaschen und Mehrweggläser
RAL-UZ 5	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Hygienepapier
RAL-UZ 12a	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Schadstoffarme Lacke
RAL-UZ 13	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Salzfrie, abstumpfende Streumittel
RAL-UZ 14	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Recyclingpapier
RAL-UZ 17	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Kompostierbare Pflanzentöpfe und andere Formteile
RAL-UZ 21	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Lärmarme Altglas-Container für lärmempfindliche Bereiche
RAL-UZ 24	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Umweltfreundliche Rohrreiniger
RAL-UZ 27	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Mehrweg-Transportverpackungen
RAL-UZ 30a	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Produkte aus Recycling-Kunststoffen
RAL-UZ 32	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Wassersparende Spülkästen
RAL-UZ 34	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Abwehr und Bekämpfung von Schädlingen in Innenräumen ohne giftige Wirkstoffe
RAL-UZ 35	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Tapeten und Raufaser überwiegend aus Papier-Recycling
RAL-UZ 38	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Emissionsarme Produkte aus Holz und Holzwerkstoffen
RAL-UZ 47	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Mechanisch betriebene Uhren und Leuchten
RAL-UZ 48	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Biologisch schnell abbaubare Ketten-schmierstoffe für Motorsägen
RAL-UZ 53	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Lärmarme Baumaschinen
RAL-UZ 54	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Lärmarme Komposthäcksler
RAL-UZ 55	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Wiederaufbereitete Druckmodule mit Toner
RAL-UZ 56	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Recyclingkarton
RAL-UZ 57	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Thermische Verfahren (Heißluftverfahren) zur Bekämpfung holz-zerstörender Insekten
RAL-UZ 59	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Lärmarme und schadstoffarme Kommunalfahrzeuge und Omnibusse

Kennziffer	Titel
RAL-UZ 61	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Emissionsarme und energiesparende Gas-Brennwertgeräte
RAL-UZ 64	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Biologisch schnell abbaubare Schmierstoffe und Schälöle
RAL-UZ 65	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Ungebleichte Koch- und Heißfilterpapiere
RAL-UZ 67	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Bleifreie Produkte
RAL-UZ 72	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Druck- und Pressepapiere überwiegend aus Altpapier
RAL-UZ 73	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Sonnenkollektoren
RAL-UZ 76	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Emissionsarme Holzwerkstoffplatten
RAL-UZ 77	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - System Stoffhandtuchrollen im Stoffhandtuchspender
RAL-UZ 78a	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Arbeitsplatzcomputer (Desktop Computer, Integrierte Desktop Computer, Workstations, Thin Clients)
RAL-UZ 78b	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Tastaturen
RAL-UZ 78c	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Computerbildschirme
RAL-UZ 78d	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Tragbare Computer
RAL-UZ 79	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Biologisch schnell abbaubare Hydraulikflüssigkeiten
RAL-UZ 81	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Elektronische Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen
RAL-UZ 82	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Abfallarme Wechselkopf-Bürsten
RAL-UZ 84a	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Kläranlagenverträgliche Sanitärzusätze
RAL-UZ 84b	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Kläranlagenverträgliche Spülwasserzusätze
RAL-UZ 78a	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Arbeitsplatzcomputer (Desktop Computer, Integrierte Desktop Computer, Workstations, Thin Clients)
RAL-UZ 87	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Energiesparende Warmluft-Händetrockner
RAL-UZ 89	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Lärmarme und kraftstoffsparende Reifen
RAL-UZ 92	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Wiederaufladbare Alkali/Mangan-Batterien
RAL-UZ 99	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Bewegungsflächenenteiser für Flugplätze
RAL-UZ 100	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Car Sharing
RAL-UZ 102	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Emissionsarme Wandfarben
RAL-UZ 104	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Nassreinigungsdienstleistung
RAL-UZ 106	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Mobiltelefone
RAL-UZ 108	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Klein-Blockheizkraftwerke
RAL-UZ 110	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Umweltschonender Schiffsbetrieb
RAL-UZ 111	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Holzpelletöfen

Kennziffer	Titel
RAL-UZ 112	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Holzpellet- und Holzhackschnitzelheizkessel
RAL-UZ 113	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Emissionsarme Bodenbelagsklebstoffe und andere Verlegewerkstoffe
RAL-UZ 115	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Lösemittelarme Bitumenanstriche und -kleber
RAL-UZ 116	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Solarbetriebene Produkte
RAL-UZ 117	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Emissionsarme Polstermöbel
RAL-UZ 118	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Energiesparende Wärmepumpen
RAL-UZ 119	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Matratzen
RAL-UZ 120	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Elastische Fußbodenbeläge
RAL-UZ 122	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Bürogeräte mit Druckfunktion (Drucker, Kopierer, Multifunktionsgeräte)
RAL-UZ 123	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Emissionsarme Dichtstoffe für den Innenraum
RAL-UZ 124	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Energiesparende Warmwasserspeicher
RAL-UZ 125	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Babyüberwachungsgeräte
RAL-UZ 126	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Kohlendioxidreinigungsdienstleistung
RAL-UZ 127	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Digitalprojektoren ("Beamer")
RAL-UZ 128	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Emissionsarme textile Bodenbeläge
RAL-UZ 129	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Lärmarme und schadstoffarme Gartengeräte
RAL-UZ 131	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Digitale Schnurlostelefone
RAL-UZ 132	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Emissionsarme Wärmedämmstoffe und Unterdecken für die Anwendung in Gebäuden
RAL-UZ 133	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Wasserkocher für den Hausgebrauch
RAL-UZ 134	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Steckdosenleiste und Steckdosenadapter mit Abschaltautomatik
RAL-UZ 136	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Espressomaschinen/Kaffeemaschinen mit hohem Druck
RAL-UZ 137	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Waschmaschinen für den Hausgebrauch
RAL-UZ 138	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Kühl- und Gefriergeräte
RAL-UZ 139	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Gasherde und gasbeheizte Kochstellen für den Hausgebrauch
RAL-UZ 140	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Wärmedämmverbundsysteme
RAL-UZ 141	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Umweltfreundliches Schiffsdesign
RAL-UZ 142	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Energiemessgeräte für den Haushalt
RAL-UZ 143	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Elektrische Backöfen für den Hausgebrauch
RAL-UZ 144	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - DVD-Rekorder, DVD-Player, Blu-ray Disk-

Kennziffer	Titel
	Player
RAL-UZ 145	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Fernsehgeräte
RAL-UZ 146	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Kompakte HiFi-Anlagen
RAL-UZ 147	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Dunstabzugshauben für den Hausgebrauch
RAL-UZ 148	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Emissionsarme Polsterleder
RAL-UZ 149	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Mikrowellenkochgeräte für den Hausgebrauch
RAL-UZ 150	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Schnurgebundene Voice over IP-Telefone
RAL-UZ 151	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Lampen
RAL-UZ 152	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Geschirrspülmaschinen für den Hausgebrauch
RAL-UZ 153	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Technisch getrocknete Holzhackschnitzel/Holzpellets
RAL-UZ 154	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Textilien
RAL-UZ 155	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Schuhe
RAL-UZ 156	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Emissionsarme Verlegeunterlagen für Bodenbeläge
RAL-UZ 157	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Energie- und wassersparende Hand- und Kopfbrausen
RAL-UZ 158	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - E-Book Reader
RAL-UZ 159	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Textiles Spielzeug
RAL-UZ 160	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Router
RAL-UZ 161	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Energiebewusster Rechenzentrumsbetrieb
RAL-UZ 162	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Externe Festplatten
RAL-UZ 163	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Photovoltaik Wechselrichter
RAL-UZ 164	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Klingel- und Gegensprechanlagen und zugehörige Netzgeräte
RAL-UZ 166	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Interaktive Weißwandtafeln (Interaktive Whiteboards)
RAL-UZ 167	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Toaster
RAL-UZ 168	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Programmierbare Heizkörperthermostate
RAL-UZ 169	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Brotbackautomaten für den Hausgebrauch
RAL-UZ 170	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Energiedienstleistungen mit Energiespar-Garantie-Verträgen
RAL-UZ 171	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Bürogeräte mit Druckfunktion (Drucker, Kopierer, Multifunktionsgeräte)
RAL-UZ 172	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Wiederaufladbare Batterien in Standardgrößen

Kennziffer	Titel
RAL-UZ 173	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Waschsalon
RAL-UZ 174	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Datenträgervernichter
RAL-UZ 175	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Haartrockner
RAL-UZ 176	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Emissionsarme Bodenbeläge, Paneele und Türen aus Holz und Holzwerkstoffen für Innenräume
RAL-UZ 179	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Klimafreundliche Verkaufsmärkte des Lebensmitteleinzelhandels
RAL-UZ 180	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Sanitärarmaturen
RAL-UZ 181	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Wäschetrockner für den Hausgebrauch
RAL-UZ 182	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Unterbrechungsfreie Stromversorgungen
RAL-UZ 183	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Telefonanlagen
RAL-UZ 186	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Kleine Netzwerkspeicher
RAL-UZ 191	Vergabegrundlage für Umweltzeichen - Videokonferenzsysteme

7.2 Anhang 2: Europäische Innovationspartnerschaften mit Bezug zu Öko-Innovationen

7.2.1 Europäische Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP-AGRI)

7.2.1.1 Kurzbeschreibung

Die EIP-AGRI ist eine neuartige Initiative, um die europäische Land- und Forstwirtschaft produktiver und gleichzeitig nachhaltiger zu gestalten. Dabei sollen aktuelle Herausforderungen, wie etwa verschärfter Wettbewerb, volatile Marktpreise, Klimawandel und striktere Umweltvorschriften, bewältigt werden. Die EIP-AGRI wurde von der Europäischen Kommission im Jahr 2012 ins Leben gerufen. Sie zielt auf die Bildung neuer Partnerschaften und die Einbindung verschiedener Akteure innerhalb von Netzwerken ab. Zielgruppe sind unterschiedliche Akteure im Bereich Innovation und Landwirtschaft wie etwa Landwirte, Beratungs- und Forschungsinstitutionen, Agrarunternehmen, Nicht-Regierungsorganisationen und andere.

Eine interaktive Web-Plattform bietet Möglichkeiten zur Vernetzung und zum Wissensaustausch zwischen Experten sowie zum Austausch von Projektinformationen. Dies kann zur Entwicklung neuer Projekte und Konsortien führen.

Der Service Point, der von der DG Landwirtschaft und Ländliche Entwicklung gestellt wird, koordiniert die Partnerschaft und ermöglicht Netzwerkaktivitäten, Kommunikation und Wissensaustausch zum Beispiel durch Konferenzen, Workshops, Seminare und die so genannten Fokusgruppen, d. h. die thematischen Arbeitsgruppen innerhalb der EIP-AGRI.

Es ist zu beachten, dass zwar das Thema Nachhaltigkeit, aber nicht Öko-Innovation per se im Mittelpunkt der EIP-AGRI steht. Themen rund um Öko-Innovation werden natürlich in einigen der Unterthemen angesprochen, wie zum Beispiel ökologische Landwirtschaft oder Abfallmanagement in der Landwirtschaft, jedoch ist ansonsten kein expliziter Fokus auf Öko-Innovation vorhanden, und entsprechende Themen werden eher indirekt behandelt.

Eine der Aktivitäten der EIP ist es, die Arbeit der thematischen Fokusgruppen zu unterstützen. Diese haben die Aufgabe, aktuelle landwirtschaftliche Probleme und Herausforderungen zu analysieren, Empfehlungen zu neuem Forschungsbedarf auf dem Gebiet abzugeben, und neue Projektideen zu entwickeln. Jede Gruppe ist interdisziplinär zusammengestellt und besteht aus Wissenschaftlern, Landwirtschaftsunternehmen, Beratern und anderen.

Folgende Fokusgruppen bestehen derzeit in der EIP-AGRI:

1. Tierzucht,
2. Ökologische Schwerpunktbereiche,
3. Düngeneffizienz,
4. Genetische Ressourcen,
5. Wertvolle Kulturlandschaften (High Nature Value),
6. Integrierter Pflanzenschutz für Kreuzblütengewächse/Kohl,
7. Neue Marktteilnehmer in der Landwirtschaft,
8. Ökologischer Landbau,
9. Dauergrünland,
10. Präzisionslandwirtschaft,
11. Eiweißpflanzen,
12. Kurze Lebensmittelversorgungsketten (Fokus auf Logistik),
13. Organische Bodensubstanz,

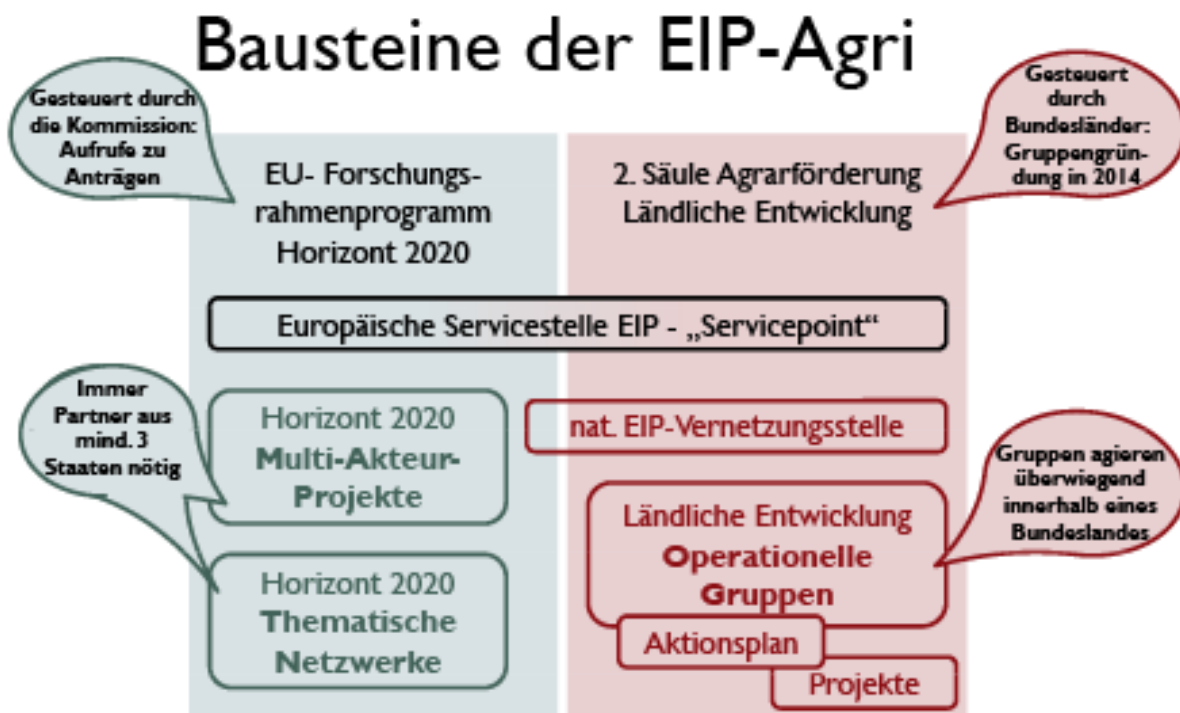
14. Bodenbezogene Krankheiten,
15. Wasser & Landwirtschaft.

Die EIP-AGRI selbst verfügt über keine bedeutsamen Mittel für Innovationsprojekte. Es gibt jedoch die Möglichkeit für EIP-Mitglieder, sich auf EU-Fördergelder (z. B. Horizont2020 oder den europäischen Regionalentwicklungsfonds) zu bewerben, um Vorhaben in bestimmten Regionen finanzieren zu können. Abbildung 60 gibt einen Überblick zu Fördermaßnahmen der EIP-AGRI bezogen auf Deutschland. Die Verknüpfung mit folgenden Förderprogrammen ist möglich³⁴:

- ▶ **ELER:** Im Rahmen der EU-Politik zur Entwicklung des ländlichen Raums 2014-2020 werden nationale oder regionale Entwicklungspläne für den ländlichen Raum (EPLR) umgesetzt. Sowohl die projektbasierten Operationellen Gruppen (Operational Groups - OGs) der EIP-AGRI als auch so genannte Innovationsdienstleister können dabei im Rahmen der EPLR gefördert werden. Dabei entscheiden die EU-Mitgliedsstaaten oder Regionen über die konkreten Förderkonditionen und Höhe der Fördergelder bei der Förderung von durch die OGs umgesetzten Projekten; es kann auch nur der Aufbau einer OG durch ein EPLR gefördert werden, u. a. Identifizierung von Partnern zur Bildung einer Operational Group oder Identifizierung von Projektideen. Die OGs haben zum Ziel, eine bestimmte, ganz konkrete Problemstellung anzugehen, und dabei eine Innovation zu entwickeln oder zu sonstigen Zielen der EIP -AGRI beizutragen (z. B. Entwicklung neuer innovativer Produkte, Prozesse, Technologien oder Vorgehensweisen in den Sektoren Landwirtschaft, Lebensmittelproduktion und Forstwirtschaft oder sektorenübergreifend).
- ▶ **Horizont 2020 (H2020):** Alle Schwerpunktbereiche von H2020 bieten Fördermöglichkeiten für Forschung und Innovation in der Landwirtschaft, insbesondere die "gesellschaftlichen Herausforderungen". Die wichtigsten H2020- Instrumente zur Finanzierung von Projekten in den Bereichen Land- und Forstwirtschaft sowie Nahrungsmittelindustrie sind Forschungs- und Innovationsmaßnahmen (multinationale Projekte für Wissenserwerb und Innovation), Koordinierungs- und Unterstützungsmaßnahmen (multinationale Netzwerkprojekte), das KMU-Instrument (KMU-geführte Innovationsprojekte mit einem Teilnehmer), Marie-Skłodowska-Curie-Maßnahmen (Stipendienprogramme) sowie „Der schnelle Weg zur Innovation“(Pilotprojekte).
- ▶ **Weitere EU-Strategien:** Viele EU-Strategien sind auch für Forschung und Innovation in der Land- und Forstwirtschaft von Bedeutung, zum Beispiel LIFE+, ERASMUS+, COSME und ERASMUS für junge Unternehmer, Eurostars und die Maßnahmen der Kohäsionspolitik.

³⁴ <http://ec.europa.eu/eip/agriculture/node/161> sowie Telefoninterview mit einem Fokusgruppenmitglied der EIP-AGRI.

Abbildung 60: Überblick zu Fördermaßnahmen der EIP-AGRI (bezogen auf Deutschland)



Quelle: Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume (DVS)³⁵

7.2.1.2 Die Rolle von Deutschland im Programm

Fokusgruppen

Insgesamt sind deutsche Akteure recht aktiv in der EIP-AGRI, da sie an insgesamt 14 der 15 Fokusgruppen beteiligt sind. Innerhalb der Fokusgruppen behandelt jedoch nur die Gruppe 8 „Ökologischer Landbau“ Öko-Innovationsfragestellungen ausgiebig. Die anderen Gruppen befassen sich vorwiegend mit Themen wie Produktivität, Anpassung, Lebensmittelsicherheit, Logistik etc. Es gibt drei deutsche Akteure innerhalb des Teams von 20 Personen bzw. Organisationen der Gruppe „Ökologischer Landbau“³⁶.

Die Gruppe hat bereits eine Reihe von Vorschlägen zur Optimierung des organischen Landbaus gemacht, sowohl im Sinne verbesserter Produktionsbedingungen und -qualität als auch bezogen auf Ökosystemdienstleistungen. So hat die Gruppe folgendes entwickelt³⁷: (1) eine kohärente Sammlung von neuen Maßnahmenvorschlägen, einschließlich Vorschlägen für Themen, die von lokalen Gruppen bearbeitet werden können, zur Identifizierung innovativer Lösungen; (2) eine Liste mit praktischen Lösungen, die bereits umgesetzt wurden und anderen als Leitlinien dienen können; (3) konkrete Vorschläge für die Einrichtung von OGs, die sich auf die Entwicklung neuer Methoden und praktischer Elemente konzentrieren; (4) Empfehlungen für zukünftige Forschungsthemen und Methoden und (5) Vorschläge zur Verbreitung und Kommunikation der Ergebnisse sowie zur Etablierung von Trainings-, Aus- und Weiterbildungsprogrammen.

³⁵ <http://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/themen/eip-agri/>, zuletzt geprüft am 26.11.2015.

³⁶ <http://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/content/organic-farming-optimising-arable-yields>.

³⁷ Siehe Endbericht der Gruppe: <http://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/content/organic-farming-optimising-arable-yields>.

Operationelle Gruppen³⁸

Die Umsetzung von ELER in Deutschland liegt in der Verantwortung der Bundesländer. Somit wird auch die EIP-AGRI durch die „Entwicklungspläne für den ländlichen Raum“ (EPLR) der einzelnen Bundesländer programmiert und umgesetzt. Operationelle Gruppen sollen thematisch an einem oder mehreren Projekten arbeiten und die Zelle des Innovationsgeschehens im Rahmen von EIP-AGRI in Deutschland sein. Gemäß ELER-VO³⁹ müssen die Gruppen einen Aktionsplan erstellen, der ihre künftige Projektarbeit beschreibt. Da die ELER-VO in Deutschland durch die EPLR in den einzelnen Bundesländern umgesetzt wird, wird durch diese auch der Rahmen vorgegeben, innerhalb dessen eine Gruppe arbeitet. Die Anerkennung einer Operationellen Gruppe erfolgt durch die für EIP-AGRI zuständige Verwaltungsbehörde des Bundeslandes, in dem die Gruppe ihren Sitz hat. Die Anerkennung einer Gruppe ist Voraussetzung ihrer Förderbarkeit mit ELER-Mitteln (oder mit Mitteln aus Horizont 2020). OGs arbeiten thematisch, daher ist es einer Gruppe auch möglich, bundeslandweit oder auch -übergreifend zu arbeiten. Tabelle 23 gibt einen Überblick darüber, welche Bundesländer die Einrichtung Operationeller Gruppen der EIP in ihren ELER-Programmen vorgesehen haben⁴⁰.

Tabelle 23: Unterstützung Operationeller Gruppen durch die Bundesländer

Bundesland	Unterstützung für die Einrichtung und Tätigkeit Operationeller Gruppen der EIP (laut ELER-Antrag)
Baden-Württemberg	x
Bayern	x
Berlin	
Brandenburg	x
Bremen	
Hamburg	
Hessen	x
Mecklenburg-Vorpommern	x
Niedersachsen	x
Nordrhein-Westfalen	x
Rheinland-Pfalz	x
Saarland	
Sachsen	x
Sachsen-Anhalt	x
Schleswig-Holstein	x
Thüringen	x

³⁸ Siehe Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume (dvs) in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung. EIP-Agri in Deutschland: <http://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/themen/eip-agri/eip-agri-in-deutschland/>.

³⁹ <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:347:0487:0548:de:PDF>.

⁴⁰ Die endgültige Genehmigung dieser Programme durch die EU-Kommission fand in den meisten Fällen spätestens im Mai 2015 statt. Einen Überblick verschafft die Länderprogrammübersicht zu ELER: http://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/fileadmin/sites/ELER/Dateien/01_Hintergrund/ELER/L%C3%A4nderprogramm%C3%BCbersicht%20kurz%20001.pdf.

Die DVS ist die nationale Vernetzungsstelle für EIP-AGRI. Sie begleitet auf Bundesebene die Aktivitäten in den Bundesländern und beobachtet sie auf EU-Ebene. Ihre Aufgabe ist, über EIP-AGRI zu informieren und Veranstaltungen zu Themen mit Relevanz für Innovationen im Agrarbereich anzubieten. In Abstimmung mit Bund und Ländern ist die DVS zurzeit damit befasst, eine EIP-Datenbank aufzubauen. Die Datenbank soll den künftigen EIP-Akteuren eine Übersicht über die in Deutschland bestehenden OGs und ihre Projekte bieten.

Das bundesweite EIP-AGRI-Netzwerk ist zurzeit im Aufbau. Akteure sind die mit EIP befassten Verwaltungsbehörden in den Bundesländern sowie die mit Innovation im Agrarbereich befassten Personen und Institutionen. Dazu gehören Landwirtschaftskammern, Landwirtschaftsverwaltung, Maschinenringe, landwirtschaftliche Interessenverbände, die Agrarforschung, klein- und mittelständische Unternehmen des vor- und nachgelagerten Bereichs sowie vor allem die landwirtschaftlichen Unternehmer. Die in Zukunft noch vollständig zu bildenden OGs werden sich überwiegend aus den zuvor genannten Akteursgruppen zusammensetzen und im Zentrum der Netzwerkarbeit der DVS stehen.

Wie in obiger Tabelle dargestellt, haben die meisten Bundesländer einen Rahmen der von ihnen gewünschten und förderfähigen Themenfelder vorgegeben, innerhalb derer sie Projekte von OGs fördern wollen. Innerhalb von Interessenbekundungsverfahren können potenzielle OGs im Vorfeld zur eigentlichen Bewerbung ihr angedachtes Innovationsprojekt der zuständigen EIP-Verwaltungsbehörde kundtun. Die Verwaltungsbehörde kann so erfahren, welche künftigen EIP-Akteure im Bundesland zu welchen Themenfeldern aktiv werden möchten. Die Bundesländer, die ein Wettbewerbsverfahren zur Auswahl durchführen, haben ein Gremium eingerichtet, das auf Grundlage der vom Land vorgegebenen Themenfelder die Förderwürdigkeit der vorgeschlagenen Projekte prüft und Empfehlungen ausspricht. Diese Empfehlung dient der zuständigen Verwaltungsbehörde dann als Hilfe bei der Ernennung der OGs und ihrer Projekte. Aus welchen Personen und Institutionen die Gruppe zusammengesetzt sein soll, ist je nach Bundesland unterschiedlich. So sieht beispielsweise Niedersachsen vor, dass eine Gruppe aus mindestens drei Mitgliedern aus Niedersachsen bzw. Bremen bestehen muss. Die Mitglieder können aus landwirtschaftlichen Unternehmen, Unternehmen des vor- und nachgelagerten landwirtschaftlichen Bereichs der Landwirtschaft, Verbänden, Forschung und Beratern bestehen. Die OG muss rechtsfähig und dadurch förderfähig sein, mindestens in Form einer Gesellschaft bürgerlichen Rechts. In Mecklenburg-Vorpommern muss eine OG dagegen aus mindestens zwei Personen oder Unternehmen bestehen, wobei mindestens ein Mitglied ein land- oder forstwirtschaftliches Unternehmen sein muss und mindestens die Hälfte der Mitglieder der Gruppe ihren Sitz in Mecklenburg-Vorpommern haben muss.

Viele Bundesländer richten eine Institution ein, die im jeweiligen Land die Arbeit der OGs bei der Planung, Umsetzung und Abwicklung ihrer Projektideen unterstützt. Die Bezeichnungen für diese Institutionen reichen von Innovationsdienstleister (IDL), Innovationsbüro oder EIP-Vernetzungsstelle bis zu EIP-Desk. Die Institutionen übernehmen eine Schnittstellenfunktion zwischen Verwaltung, Verbänden, Forschungseinrichtungen, Agro-Business im weitesten Sinne sowie zur DVS.

Aktuell rufen mehrere der obigen Bundesländer zur Einreichung von Projektbeschreibungen für die Förderung von OGs im Rahmen der Fördermaßnahme EIP-AGRI und der Umsetzung des Maßnahmen- und Entwicklungsplans Ländlicher Raum 2014-2020 (MEPL III) auf⁴¹. So hat beispielsweise die Sächsische Vernetzungsstelle für EIP-AGRI ihren ersten Aufruf bereits mit Frist zum April 2015 gestartet und geht derzeit in die zweite Runde⁴². In Baden-Württemberg⁴³ wie auch in mehreren anderen Bundesländern läuft derzeit die erste Ausschreibungsrunde.

⁴¹ EIP-AGRI in den Ländern, Webseite der DVS: <http://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/themen/eip-agri/eip-agri-in-deutschland/in-den-laendern/>.

⁴² <http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/32446.htm>.

Finanziell betrachtet werden im Programmplanungszeitraum 2014-2020 16,9 Milliarden Euro bzw. 2,5 Milliarden Euro pro Jahr aus öffentlichen Mitteln für die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums bereitgestellt. Dieses Budget wird wie folgt aufgeteilt⁴⁴:

- ▶ Landwirtschaft (einschließlich Hochwasser/Küstenschutz): etwa 23 %,
- ▶ Umwelt/Klimawandel/Forstwirtschaft: etwa 47 %,
- ▶ Ländliche Entwicklung: 16 %,
- ▶ LEADER-Programm: etwa 12 %,
- ▶ Technische Unterstützung: etwa 2 %.

Es ist jedoch schwer zu sagen, wie viel davon in Projekte investiert wird, die Öko-Innovationen beforschen. Die derzeit auf der Webplattform gelisteten Projekte erhalten, wie oben beschrieben, finanzielle Förderung von verschiedenen EU-, nationalen oder regionalen Programmen. Nur wenige Projekte mit deutscher Beteiligung beziehen sich direkt auf Öko-Innovationen; so kommt eines der bestehenden Projekte aus dem sächsischen Freiberg und behandelt das Thema „Biodiversität, Ökosystemdienstleistungen und Funktionalität des Bodens“. Daneben gibt es das Projekt für „dezentrale Erzeugung von Protein und Öl aus Ölsaaten für die Energieversorgung in der Landwirtschaft im Erzgebirge“.

7.2.1.3 Merkmale für die Maßnahmen-Datenbank

Grüner Leitmarkt:

- ▶ Nachhaltige Wasserwirtschaft
- ▶ Ressourceneffizienz
- ▶ Luftreinhaltung
- ▶ Nachhaltige Chemie

Umweltproblem(e)

- ▶ Versauerung
- ▶ Eutrophierung
- ▶ toxische Kontamination
- ▶ Klima
- ▶ Ressourcenverbrauch
 1. Wasserverbrauch
 2. Materialverbrauch (biotisch/abiotisch)
 3. Flächeninanspruchnahme
- ▶ Biodiversität

Akteur:

- ▶ Europäische Kommission, DG Landwirtschaft und Ländliche Entwicklung

Adressaten:

⁴³ <https://www.landwirtschaft-bw.info/pb/site/lel/node/3094746/Lde/index.html>.

⁴⁴ http://www.bmel.de/DE/Laendliche-Raeume/03_Foerderung/Europa/texte/Foerderung2014-2020.html?docId=5493798.

- ▶ Öffentliche Einrichtungen im Bereich Land- und Forstwirtschaft, Raumplanung und Umweltpolitik
- ▶ Unternehmen aus der Landwirtschaft sowie aus vor- und nachgelagerten Bereichen
- ▶ Universitäten und Forschungseinrichtungen
- ▶ Beratungseinrichtungen und individuelle Experten

Links

- ▶ <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en>
- ▶ http://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/outriders_for_european_competitiveness_eip.pdf#view=fit&pagemode=none

7.2.2 Europäische Innovationspartnerschaft Wasser

7.2.2.1 Kurzbeschreibung

Die Europa-2020-Leitinitiative für eine Innovationsunion hat Wasser als eine der wichtigsten gesellschaftlichen Herausforderungen erkannt. In diesem Rahmen wurde die Einrichtung der Europäischen Innovationspartnerschaft für Wasser („EIP Water“) vorangetrieben. Die Rolle der EIP Wasser ist es, alle relevanten Akteure in Politik und Forschung zusammen zu bringen, um wasserbezogene Innovationen zu beschleunigen, die die größten Herausforderungen angehen und gleichzeitig das Wirtschaftswachstum unterstützen. Die EIP Wasser hat fünf thematische Prioritätsbereiche (priority areas):

1. Wasserwiederverwertung und -recycling,
2. Wasser- und Abwasserbehandlung, einschließlich der Rückgewinnung von Ressourcen,
3. Verknüpfung von Wasser und Energie,
4. Risikomanagement von Hochwasser und Dürre,
5. Ökosystemdienstleistungen,

sowie die Querschnittsthemen:

- ▶ Bewirtschaftung von Wasserressourcen,
- ▶ Entscheidungsunterstützungssysteme und Monitoring,
- ▶ Finanzierung von Innovationen,

identifiziert.

Freiwillige Multi-Stakeholder-Aktionsgruppen bilden das zentrale Element der EIP Wasser. Momentan arbeiten 29 Aktionsgruppen (action groups, in anderen EIPs als „Commitment“ bezeichnet) an Entwicklung, Test und Übertragbarkeit öko-innovativer wasserbezogener Lösungen. Die EIP Wasser wird von einem Lenkungsausschuss (Steering Group) geleitet, welcher zusammen mit der EU-Kommission das Führungsorgan der EIP Wasser darstellt. Er besteht aus 27 hochrangigen Vertretern der relevanten Interessengruppen und wird von einer Task Force unterstützt, in der weitere 45 Vertreter der Interessengruppen zusammenkommen. Die Task Force unterstützt die Lenkungsgruppe mit technischer Beratung und Know-how. Die Lenkungsgruppe trifft sich zweimal jährlich, um strategische Leitlinien und Empfehlungen für die Europäische Kommission zu formulieren.

Die EIP Wasser veranstaltet jährlich internationale Konferenzen zu verschiedenen Aspekten von Wasserinnovation, an denen Unternehmen, Forschungseinrichtungen, politische Entscheidungsträger und andere im Innovationsbereich aktive Organisationen teilnehmen⁴⁵.

⁴⁵ <http://www.eip-water.eu/events>.

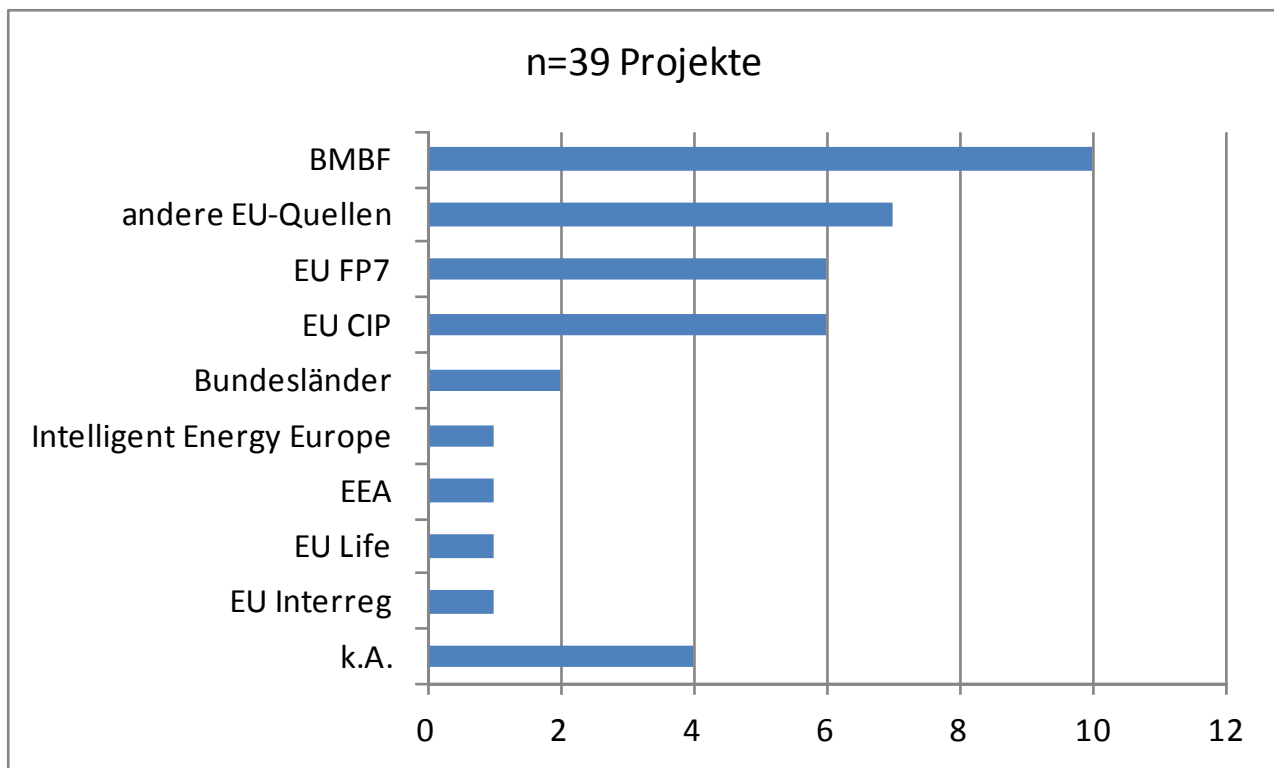
7.2.2.2 Die Rolle von Deutschland im Programm

Deutsche Organisationen sind an 7 der 29 Aktionsgruppen beteiligt⁴⁶ und in allen fünf Prioritätsbereichen repräsentiert. Zusätzlich ist Deutschland auch im Querschnittsthema „Finanzierung von Innovationen“ aktiv.

Deutsche Organisationen beteiligen sich mit insgesamt 39 Projekten und 13 Aktivitäten in der Kategorie „Produkte & Dienstleistungen“⁴⁷ an der EIP Wasser. Von den 39 Projekten sind einige bereits abgeschlossen; 15 davon zielen direkt auf Öko-Innovationen ab und fokussieren auf Themen wie zum Beispiel integrierte Abwasserbehandlung und Energiegewinnung oder Erneuerbare Energien in Entsalzungsanlagen.

Wie in anderen Europäischen Innovationspartnerschaften auch werden von der EIP Wasser keine Fördermittel bereitgestellt. Die Aktionsgruppen erhalten jedoch oft insofern indirekt Förderung, als es sich um bereits etablierte Horizont 2020, FP7 oder LIFE+ Projekte (oder auch national oder regional geförderte Projekte) handelt, die sich im Nachhinein auf den EIP-Plattformen registrieren (oder um gescheiterte Projektanträge, die hiermit ihr Anliegen aufrechterhalten und in einer nächsten Runde wieder an den Start gehen). Abbildung 61 stellt die Finanzierungsquellen der registrierten Projekte mit deutschen Projektpartnern dar.

Abbildung 61: Finanzierungsquellen der registrierten Projekte mit deutschen Projektpartnern



Quelle: Daten der EIP Water⁴⁸; Berechnungen des Fraunhofer ISI

⁴⁶ <http://www.eip-water.eu/action-groups>.

⁴⁷ Die Liste an Projekten und Dienstleistungen wird ständig aktualisiert, siehe <http://www.eip-water.eu/my-market-place/projects>. Die Auswertung basiert auf dem Stand vom 02.08.2016.

⁴⁸ Siehe u. a. <http://www.eip-water.eu/my-market-place/projects>.

Durch die Interaktion und den Austausch im Rahmen der EIP-Wasser kamen bisher zwei neue Projekte zustande, die sich beide erfolgreich um Horizont 2020-Förderung bemüht haben. Während das Projekt MASLOWATEN keine deutsche Beteiligung aufweist, stellen deutsche Organisationen im Projekt POWERSTEP die Hälfte der Projektpartner (7 von insgesamt 14). Das Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH ist Konsortialleiter. Das Projekt hat die Energiegewinnung in Kläranlagen zum Ziel. Darüber hinaus sind Vertreter aus deutschen Ministerien und Forschungsinstitutionen an den strategischen Aktivitäten der Partnerschaft beteiligt und unterstützen damit die Politikgestaltung auf EU-Ebene (s. Tabelle 24).

Tabelle 24: Deutsche Beteiligung an der Steering Group der EIP Wasser⁴⁹

Gesamtzahl Vertreter	Vertretung DE	Bezeichnung
27	3	Hansgrohe SE, Schiltach (Hersteller von sanitärtechnischen Produkten) First Climate AG, Bad Vilbel (Beratungsfirma) BMBF, Staatssekretär Dr. Georg Schütte

7.2.2.3 Merkmale für die Maßnahmen-Datenbank

Grüner Leitmarkt

- ▶ Nachhaltige Wasserwirtschaft
- ▶ grünes Energieangebot
- ▶ Kreislaufwirtschaft
- ▶ Ressourceneffizienz
- ▶ Luftreinhaltung

Umweltproblem(e)

- ▶ Eutrophierung
- ▶ toxische Kontamination
- ▶ Ressourcenverbrauch
 1. Wasserverbrauch
 2. Materialverbrauch (biotisch/abiotisch)
- ▶ Biodiversität
- ▶ Klima

Akteur

- ▶ Europäische Kommission, Generaldirektion Umwelt
- ▶ Das Sekretariat der EIP Wasser wird von einer Consultingfirma geleitet (Fresh Thoughts Consulting GmbH, Wien)

Adressat

- ▶ Öffentliche Einrichtungen im Bereich Wasserwirtschaft und Umweltpolitik
- ▶ Unternehmen (Industrie und Sonstige Wirtschaft)
- ▶ Universitäten und Forschungseinrichtungen
- ▶ Beratungseinrichtungen und individuelle Experten

⁴⁹ Des Weiteren ist das Fraunhofer ISI in der Task Force vertreten.

Links

- ▶ <http://www.eip-water.eu>
- ▶ <http://www.eip-water.eu/action-groups>
- ▶ http://ec.europa.eu/research/innovation-union/pdf/outriders_for_european_competitiveness_eip.pdf#view=fit&pagemode=none
- ▶ EIP Water monitoring and evaluation report 2014, <http://www.eip-water.eu/eip-water-monitoring-evaluation-report-2014>

7.2.3 Europäische Innovationspartnerschaft Smart Cities and Communities

7.2.3.1 Kurzbeschreibung

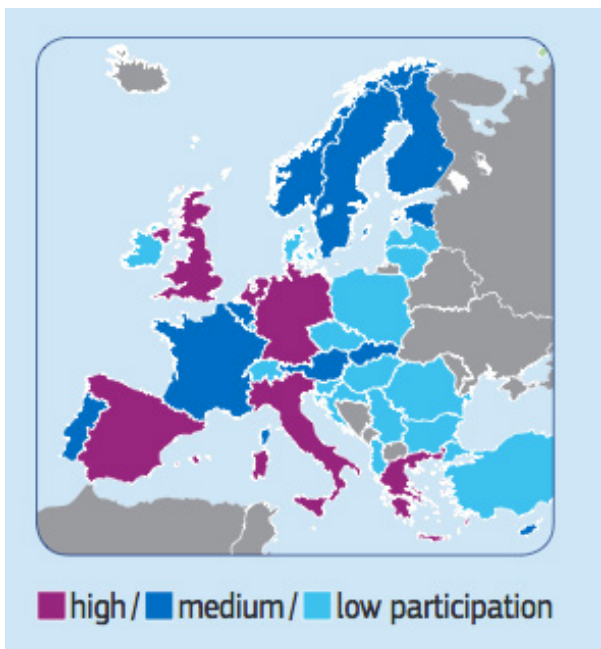
Der Marktplatz („Marketplace“) der Europäischen Innovationspartnerschaft „Smart Cities and Communities“ wurde von der EU-Kommission für lokale und kommunale Akteure geschaffen, die sich für Smart Cities interessieren und Wissen austauschen möchten. Der Marktplatz, zuvor als „Plattform“ bezeichnet, bietet Vernetzungsmöglichkeiten für Akteure aus ganz Europa, die sich dazu verpflichten, sich aktiv am Erfahrungs- und Wissensaustausch zu beteiligen und ihre Zeit zu investieren (dies wird als „Commitment“ bezeichnet; Commitments können entweder Initiativen einer einzigen Organisation sein, aber oft entspricht ein Commitment auch einem EU-geförderten Projekt, z. B. einem FP7, H2020 oder Life+ Projekt. D. h. ein bereits bestehendes Projekt wird als Commitment bezeichnet, um von den Vorteilen wie etwa Netzwerkmöglichkeiten, zu profitieren. Als Gegenleistung erhalten die Partner bessere Sichtbarkeit, können neue Projektideen mit anderen diskutieren und testen, Projektpartner für neue Vorhaben finden und sich über Fördermöglichkeiten im kommunalen Bereich informieren. Die EIP Smart Cities and Communities ist in elf so genannten Prioritätsbereichen (Priority Areas) aktiv, die - bis auf die zuletzt genannten zwei - alle auch einen klar erkennbaren Umweltbezug haben:

1. Nachhaltige städtische Mobilität,
2. nachhaltige Stadtviertel und bebaute Umwelt,
3. Integrierte Infrastruktur und Prozesse in den Bereichen Energie, IKT und Mobilität,
4. Fokus auf Bürger (z. T. bezieht sich dies auf nachhaltigen Konsum, nachhaltiges Bauen und nachhaltige Mobilität),
5. Policy und Regulierung (z. T. bezieht sich dies auf umweltrelevante Gesetzgebung),
6. Wissensaustausch (u. a. zu öko-innovativen Lösungsansätzen),
7. Bestandsaufnahme (Baseline), Prozess – und Ergebnisindikatoren: vorwiegend bezieht sich dies auf Indikatoren zur Messung der Entwicklung von Energieeffizienz, Nutzung erneuerbarer Energien, Verminderung von Treibhausgasemissionen,
8. Technische Standards (z. T. bezieht sich dies auf multimodale Verkehrsdaten oder Einspeisedaten von Erneuerbaren ins Netz),
9. Geschäftsmodelle, Finanzierungs- und Beschaffungsmodelle (auch für Investitionen zur Förderung von Öko-Innovationen),
10. Integrierte Planung und Organisation: Raumplanung, Zeit- und technologische Planung,
11. Open Data Governance (Verwaltung öffentlich zugänglicher Datenbanken inkl. Verwaltung von Big Data).

7.2.3.2 Rolle von Deutschland im Programm

Derzeit besteht die EIP Smart Cities and Communities aus fast 370 Commitments, an denen insgesamt über 3000 Partnerorganisationen beteiligt sind. Deutsche Organisationen sind an 17 % aller Commitments beteiligt. Im Vergleich zu anderen Europäischen Mitgliedsstaaten ist die deutsche Beteiligung hoch (vgl. Abbildung 62).

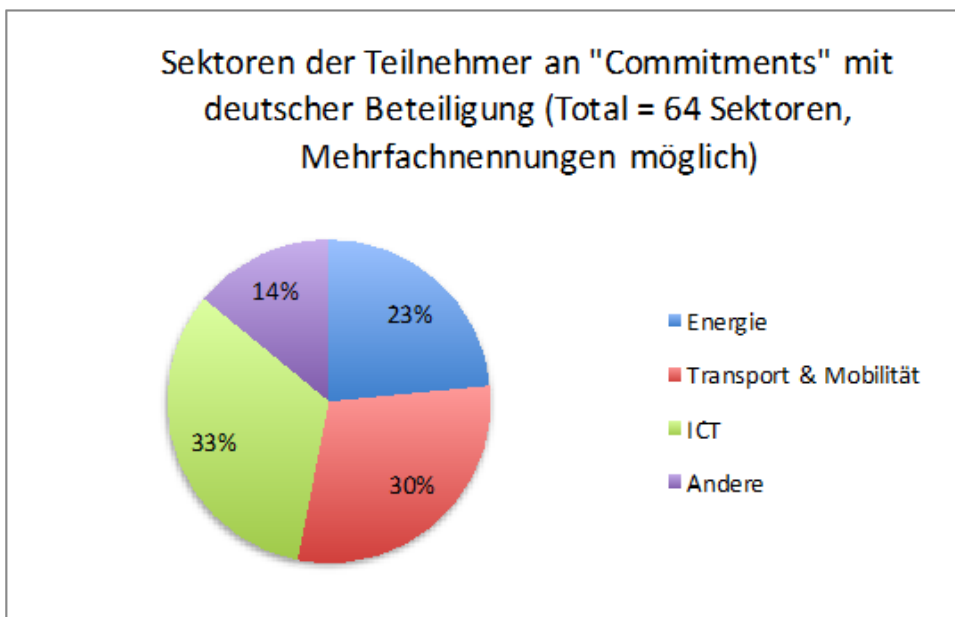
Abbildung 62: Intensität der Teilnahme an der EIP nach Ländern



Quelle: <http://ec.europa.eu/eip/smartcities/files/eip-ifc-infographic.pdf>

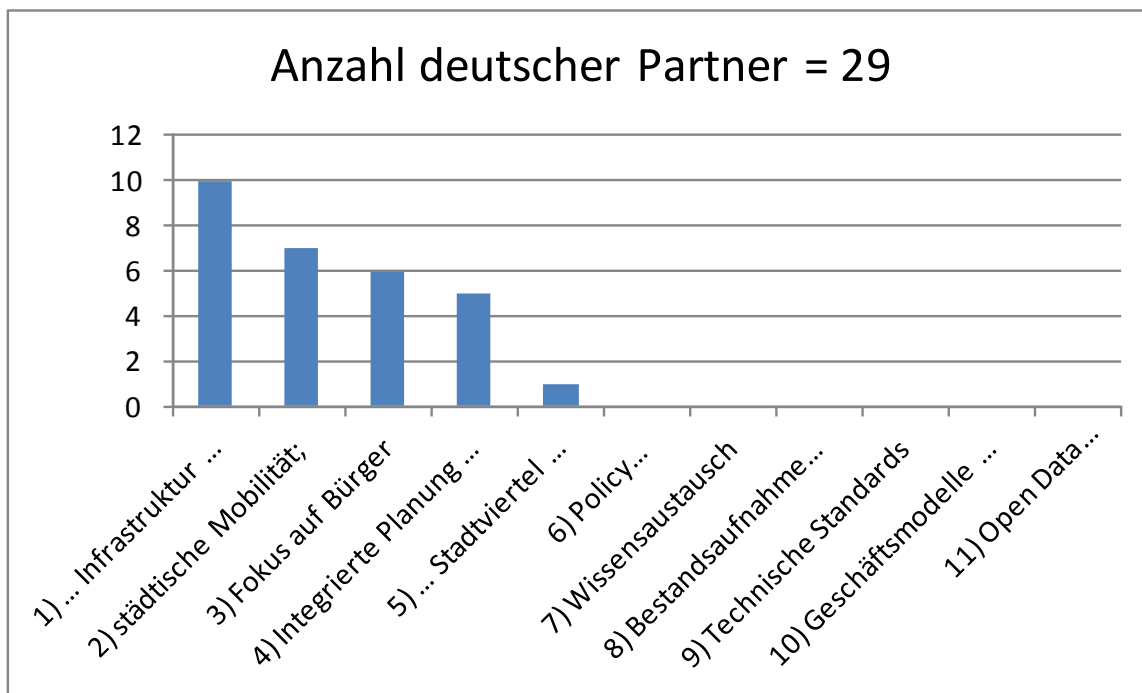
Abbildung 63 zeigt die Sektoren, welchen die an Commitments beteiligten Organisationen der Mehrheit nach angehören. Die Aufteilung der Commitments mit deutscher Beteiligung in die Prioritätsbereiche stellt sich wie folgt dar (vgl. Abbildung 64): Ein Drittel aller deutschen Partner ist im Bereich "Integrierte Infrastruktur und Prozesse in den Bereichen Energie, IKT und Mobilität" aktiv, gefolgt von Mobilitätsthemen sowie Bürgerfokus und Integrierte Planung und Organisation. An einigen Prioritätsbereichen sind deutsche Organisationen überhaupt nicht beteiligt.

Abbildung 63: Sektorale Herkunft der Partner in Commitments mit deutscher Beteiligung



Quelle: <https://eu-smartcities.eu/>, Berechnungen der Technopolis Group

Abbildung 64: Aufteilung der Commitments mit deutscher Beteiligung auf Prioritätsbereiche



Quelle: <https://eu-smartcities.eu/>, Berechnungen der Technopolis Group

Beispielhaft werden konkrete deutsche Akteure in Commitments im Folgenden beschrieben. So haben sich bereits die Städte München, Berlin, Stuttgart, Köln und Dresden im Bereich der Nachhaltigen Mobilität zur Mitarbeit im Smart City Marktplatz verpflichtet. Dresden beispielsweise bringt Erfahrung zur Verwendung von Mikrochips im Mobilitätsbereich mit. Entsprechende Vorhaben, zu denen sich die Stadt verpflichtet hat, sind bereits in der ersten Testphase, zum Beispiel das Verkehrsmanagementsystem "VAMOS". Dresden erwartet vom Austausch auf dem Marktplatz, seinen Verkehr zukünftig noch intelligenter zu gestalten, beispielsweise durch Einrichtung eines „Smart Parking“-Systems oder durch die stärkere Verwendung von erneuerbaren Energien.

Im Prioritätsbereich „Integrierte Infrastruktur und Prozesse in den Bereichen Energie, IKT und Mobilität“ sind unter anderem Berlin, Darmstadt, Mannheim, Aachen, Jena und Dortmund, aber auch mehrere Mittel- und Kleinstädte beteiligt. Dortmund zum Beispiel erwartet vom Networking auf dem Smart City Marktplatz wertvolle Unterstützung bei seinem Vorhaben, bis 2016 etwa 30.000 Quadratmeter seiner bebauten Stadtfläche energetisch zu sanieren.

7.2.3.3 Merkmale für die Maßnahmen-Datenbank

Grüner Leitmarkt

- ▶ übergreifend

Umweltproblem(e)

- ▶ übergreifend

Akteur

- ▶ Europäische Kommission: Generaldirektion Energie; Generaldirektion Mobilität und Verkehr; Generaldirektion Kommunikationsnetze, Inhalte und Technologien

Adressat

- ▶ Privatwirtschaft (Industrie, Sonstige Wirtschaft, KMU)
- ▶ öffentliche Verwaltungen
- ▶ Forschungsinstitute/Universitäten
- ▶ zivilgesellschaftliche Organisationen in Europa

7.2.4 Europäische Innovationspartnerschaft zu Rohstoffen

7.2.4.1 Kurzbeschreibung

Die Europäische Innovationspartnerschaft zu Rohstoffen ist eine Stakeholder-Plattform, in der Vertreter von Industrie, öffentlicher Verwaltung, Forschung, und Nichtregierungsorganisationen zusammenkommen. Ziel ist es, der Europäischen Kommission, Europäischen Mitgliedsstaaten und privaten Akteuren qualitativ hochwertige Beratung bezüglich innovativer Rohstoffstrategien zukommen zu lassen.

Übergreifendes Ziel der EIP-Rohstoffe ist es, den industriellen Beitrag am BIP der EU um rund 20 % bis zum Jahr 2020 zu steigern, und eine leitende Rolle bei der Erfüllung der übergeordneten Ziele der Europäischen Kommission zu spielen, wie etwa bei den Flagship-Initiativen „Innovationsunion“ und „Ressourcenschonendes Europa“. Dies erfolgt durch Sicherstellung einer nachhaltigen Versorgung der europäischen Wirtschaft mit Rohstoffen.

Die EIP-Rohstoffe ist kein Förderinstrument. Ziel ist es, alle Beteiligten zusammenzuführen, um Ideen zu entwickeln und auszutauschen, und Partner für zukünftige Projekte zu finden, in denen konkrete Ergebnisse entwickelt werden können. Die Plattform bietet Vernetzungsmöglichkeiten für Akteure aus ganz Europa, die sich dazu verpflichten, sich aktiv am Erfahrungs- und Wissensaustausch zu beteiligen und ihre Zeit zu investieren. Dies wird als „Raw Material Commitment“ (RMC) bezeichnet.

Ein Beispiel für eine Fördermaßnahme aus Deutschland, die relevant (aber keine Bedingung) für die Teilnahme an der EIP Rohstoffe ist, ist die Fördermaßnahme „r⁴ – Innovative Technologien für Ressourceneffizienz – Forschung zur Bereitstellung wirtschaftsstrategischer Rohstoffe“. Dies ist eine Konkretisierung der Hightech-Strategie 2020 der Bundesregierung im Bedarfsfeld Klima/Energie. Sie ist eingebettet in das BMBF-Programm „Wirtschaftsstrategische Rohstoffe für den Hightech-Standort Deutschland“.

Die übergeordneten Aktionsbereiche der EIP Rohstoffe sind wie folgt:

- I.A. Koordinierung von Forschung und Innovation
- I.B. Technologie zur primären und sekundären Rohstoffproduktion
- I.C. Substitution von Rohstoffen
- II.A. Verbesserung der Rohstoffsituation in Europa
- II.B. Verbesserung von Rahmenbedingungen und Expertise im Abfallmanagement
- II.C. Kenntnisse, Fähigkeiten und Rohstoffströme
- III. Internationale Kooperation

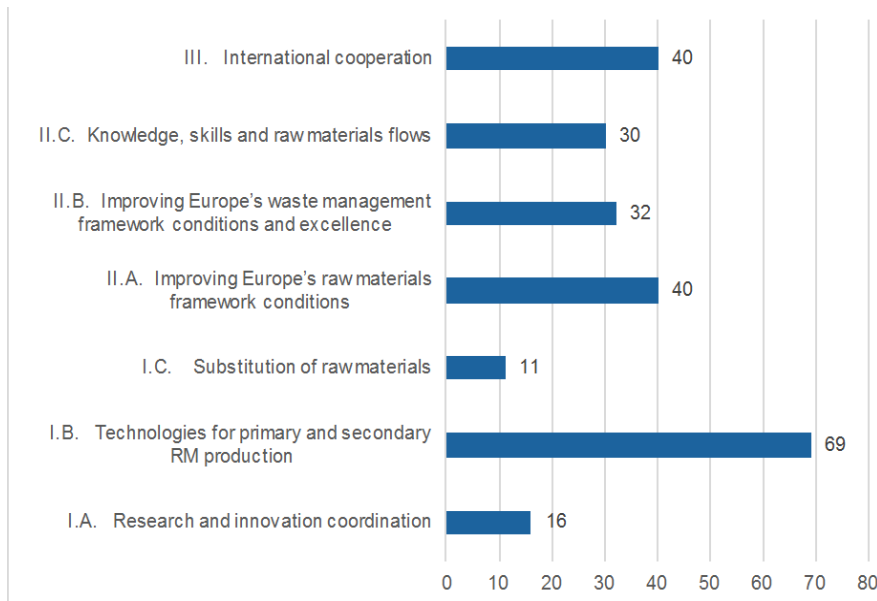
7.2.4.2 Die Rolle von Deutschland im Programm

Laut jährlichem Monitoring Report⁵⁰ wurden im Jahr 2014 80 neue „Commitments“ beschlossen, welche bis dato aktuell sind. Deutschland ist an 43, also über der Hälfte aller Commitments beteiligt. Ab-

⁵⁰ EIP Secretariat (2015): Annual Monitoring Report 2014 for the European Innovation Partnership on Raw Materials. Brüssel. Online verfügbar unter <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/eip-raw->

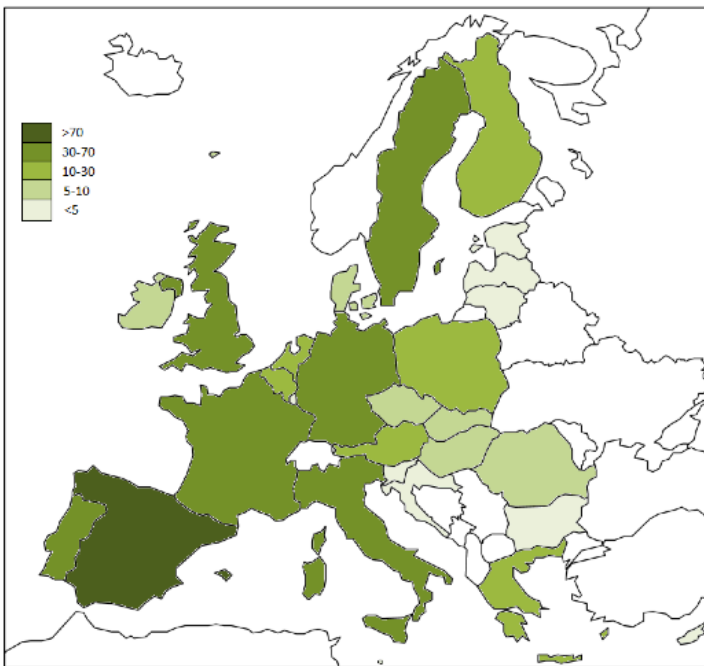
Abbildung 65 zeigt, wie sich diese 80 Commitments auf die in der Innovationspartnerschaft bestehenden Aktionsbereiche („action areas“) aufteilen. Dabei kann ein Commitment mehreren Aktionsbereichen angehören (jedes Commitment kann im Durchschnitt drei verschiedenen Aktionsbereichen zugeordnet werden).

Abbildung 65: Anzahl der Commitments nach Aktionsbereich



Quelle: Berechnungen der Technopolis Group auf Basis der Commitments (s. <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/eip-raw-materials/en/call-commitments>)

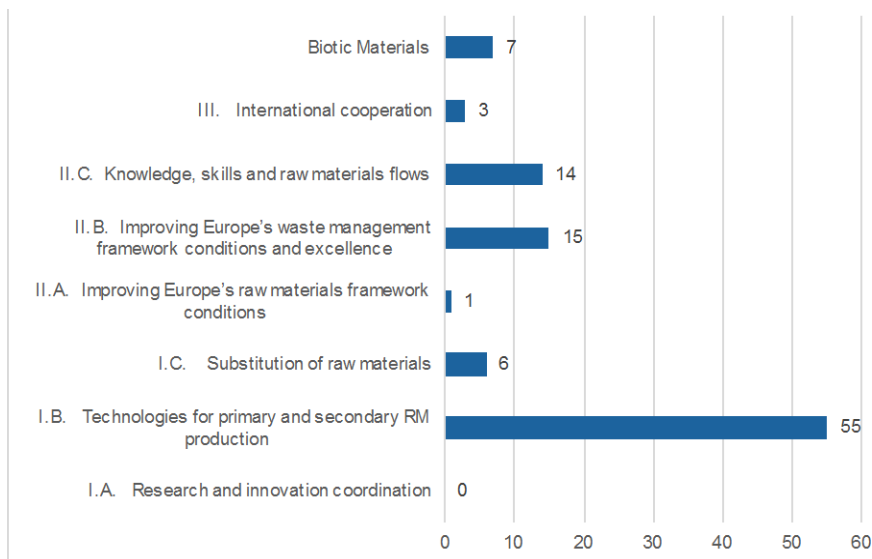
Abbildung 66: Anzahl beteiligter Partner an RMCs in den Mitgliedsstaaten



Quelle: EIP Sekretariat 2015, S. 5

Insgesamt sind über 700 Partner an allen Commitments beteiligt. Mit ca. 70 Organisationen gehört Deutschland zusammen mit Spanien, das mit fast 100 individuellen Organisationen die meisten Partner stellt, Frankreich und Italien zu den aktivsten Ländern in der EIP Rohstoffe (s. Abbildung 66).

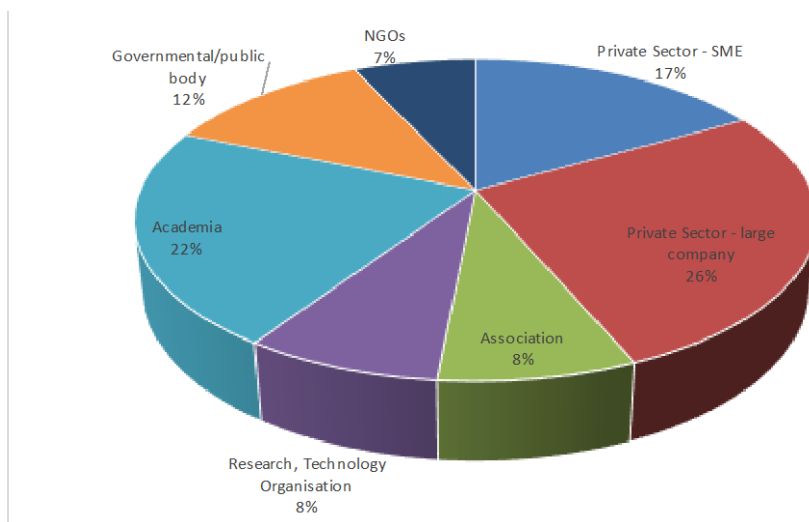
Abbildung 67: Anzahl deutscher Partnerorganisation pro Aktionsbereich



(n=101 deutsche Beteiligungen)

Quelle: Berechnungen der Technopolis Group auf Basis der Commitments (s. <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/eip-raw-materials/en/call-commitments>)

Abbildung 68: Typologie deutscher Partnerorganisationen in RMCs



Quelle: Berechnungen der Technopolis Group auf Basis der Commitments (s. <https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/eip-raw-materials/en/call-commitments>)

Die Aufteilung der Beteiligung deutscher Institutionen auf die Aktionsbereiche ist in Abbildung 67 dargestellt. Abbildung 68 beinhaltet eine Typologie deutscher Partner, die die aktuell bestehenden „Commitments“ in 2014 eingegangenen sind. Die Typologie deutscher Partnerorganisationen entspricht weitestgehend derjenigen aller Teilnehmer. Eine Organisation kann an mehreren Commitments und Aktionsbereichen beteiligt sein. Die Beteiligung deutscher Institutionen auf die Aktionsbereiche ist in Abbildung 67 dargestellt.

Tabelle 25: Zusammensetzung der High Level Steering Group (ursprünglich, Stand 2014)

Organisationseinheit	Gesamtanzahl	Vertretung Deutschlands
EU-Kommissar	3	0
Minister	8	1 (Sigmar Gabriel)
Forschungsinstitutionen	6	0
NGOs	1	0
Industrie	20	3 (Aurubis AG, Nehlsen AG, ElingKlingerAG)
Extra Sherpa Mitglieder	8	0

Quelle: <https://ec.europa.eu/eip/raw-materials/sites/rawmaterials/files/Approved%20List.pdf> (18.12.2017)

Zwei Commitments werden von deutschen Organisationen geleitet. Beim Commitment „Blue Atlantis“⁵¹ geht es um Tiefseebergbau (Aktionsbereich I.B.: Technologien für primäre und sekundäre Rohstoffproduktion). Es hat insgesamt 45 Partnerorganisationen und wird von der Arbeitsgruppe Marine Mineralische Rohstoffe der Gesellschaft für Maritime Technik e. V. geleitet. Dies ist ein FP7-Projekt. Beim Commitment „MaCooP“⁵² geht es um Materialverarbeitung und -aufbereitung (ebenfalls Akti-

⁵¹ <https://ec.europa.eu/eip/raw-materials/en/content/innovative-mining-marine-mineral-resources-%E2%80%93-european-pilot-mining-test-atlantic-tools>.

⁵² <https://ec.europa.eu/eip/raw-materials/en/content/waste-product-magnesium-chloride-innovative-manufacturing-process-solid-magnesium-chloride>.

onsbereich I.B.). Es hat insgesamt drei Partner, wird von der K+S Aktiengesellschaft geleitet und ist an kein EU-Projekt angekoppelt. In der Verwaltungsgruppe, der „High-Level Steering Group“ der EIP Rohstoffe ist Deutschland folgendermaßen vertreten⁵³:

7.2.4.3 Merkmale für die Maßnahmen-Datenbank

Grüner Leitmarkt:

- ▶ Kreislaufwirtschaft,
- ▶ Ressourceneffizienz

Umweltproblem(e)

- ▶ Ressourcenverbrauch (Materialverbrauch)

Akteur

- ▶ Europäische Kommission, Generaldirektion Binnenmarkt, Industrie, Unternehmertum und KMU

Adressaten:

- ▶ Privatwirtschaft (Industrie, Sonstige Wirtschaft, KMU),
- ▶ öffentliche Verwaltungen,
- ▶ Forschungsinstitute/Universitäten,
- ▶ zivilgesellschaftliche Organisationen in Europa.

⁵³ <https://ec.europa.eu/eip/raw-materials/sites/rawmaterials/files/Approved%20List.pdf>.

7.3 Anhang 3

Liste der Maßnahmen sortiert nach Aktionsfeldern des EcoAP

Aktionsfeld 1: Umweltpolitik und Rechtsvorschriften zur Förderung von Öko-Innovationen

Maßnahme: **Bepreisung Wasserressourcen**

Kurzbeschreibung: Ziel der Bepreisung von Wasserressourcen ist die Förderung der effizienten Nutzung von Wasser sowie die Reduktion der Einleitung von Schadstoffen. Die Bepreisung zielt auf effiziente Wassernutzung und die einschließlich der Schließung von Wasserkreisläufen, bspw. in der industriellen Wasserwirtschaft ab, und setzt Anreize für den Einsatz weitergehender Reinigungstechnologien. Nach Wasserrahmenrichtlinie sind kostendeckende Wasserpreise zu erheben einschließlich der Umwelt- und Ressourcenkosten.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Abwasserabgabe	BMUB	nachhaltige Wasserwirtschaft	IND; WIRT; LW; WAWI	WAS; EUT; TOX
Wassernutzungsentgelte	Bundesländer	nachhaltige Wasserwirtschaft	IND; PRIV; LW	WAS

Maßnahme: **Chemikaliensicherheit**

Kurzbeschreibung: Durch die Ratifizierung internationaler Abkommen und die Teilnahme an internationalen Programmen werden international anerkannte Maßnahmen zu Chemikaliensicherheit und -management anerkannt und umgesetzt. Diese werden weiterhin durch nationale Instrumente, wie z. B. Zulassungsverfahren und Stoffbewertungen, ergänzt.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Durchführung REACH-Stoffbewertung	UBA	nachhaltige Chemie	IND	TOX
Ratifizierung internationaler Abkommen: POP-Konvention	UBA	nachhaltige Chemie	IND	TOX
Ratifizierung internationaler Abkommen: PIC-Konvention	BMUB	nachhaltige Chemie	IND; AUSL	TOX; BIODIV
Ratifizierung internationaler Abkommen: Minamata-Abkommen	BMUB	nachhaltige Chemie	IND	TOX
Teilnahme an internationalen Programme: Chemikalienprogramm d. OECD	BMUB	nachhaltige Chemie	ÖFF	TOX
Teilnahme an internationalen Programmen: UNEP-SAICM	UBA	nachhaltige Chemie	ÖFF; AUSL	TOX
Zulassungsverfahren PSM	BMEL	nachhaltige Chemie	IND; LW	TOX; BIODIV

Maßnahme: Flächensparen

Kurzbeschreibung: Um Flächen möglichst effizient und umweltfreundlich zu nutzen, schaffen Raumordnungs- bzw. Landesplanungsrechte und die kommunale Bauleitplanung einen geregelten Rahmen für die städtebauliche und überörtliche Entwicklung.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Bauleitplanung (Erleichterung Innenentwicklung, kommunaler Freiraumschutz)	BMUB	Ressourceneffizienz	KOM	FLÄCHE; BIODIV
Landesplanungsrecht	Bundesländer	Ressourceneffizienz	KOM	FLÄCHE; BIODIV
Raumordnungsrecht	BMUB	Ressourceneffizienz	KOM; BL	FLÄCHE; BIODIV

Maßnahme: Förderung alternativer Fahrzeug-Antriebe

Kurzbeschreibung: Durch die von der Regierung unterstützte verstärkte Einführung von Hybridbussen in Verkehrsbetrieben sowie die Befreiung der Elektroautos von der KfZ-Steuer soll die Nutzung alternativer Fahrzeug-Antriebe gefördert werden.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Befreiung Elektroauto Kfz-Steuer	BMVI	nachhaltige Mobilität	PRIV	KLİ; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV
NKI: Hybridbusse	BMUB	nachhaltige Mobilität; Luftreinhaltung; Lärminderung	KOM	KLİ; VERS; EUT; TOX; LÄRM; ENER; BIODIV

Maßnahme: Förderung effizienter Fahrzeuge

Kurzbeschreibung: Die verstärkte Nutzung effizienter Fahrzeuge wird durch eine Reihe von anreizbasierten Instrumenten gefördert. Hierzu zählen u. a. die Lkw-Maut, die Berücksichtigung des CO2-Ausstoßes bei der Festlegung der KfZ-Steuer und die Pkw-Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Ausgestaltung Lkw-Maut	BMVI	nachhaltige Mobilität	IND	KLİ; TOX; ENER; BIODIV
Kfz-Steuer entsprechend CO2	BMVI	nachhaltige Mobilität	IND; PRIV	KLİ; VERS; EUT; ENER; BIODIV
Pkw-EnvKV	BMVI	nachhaltige Mobilität	IND	KLİ; VERS; EUT; ENER; BIODIV

Maßnahme: Förderung erneuerbarer Energien im Strommarkt

Kurzbeschreibung: Um den Anteil von erneuerbaren Energien im Strommarkt zu steigern, sieht das EEG vor, dass die Betreiber von Anlagen zur Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien feste Einspeisevergütungen erhalten. Die Höhe der Einspeisevergütungen wird regelmäßig überprüft und angepasst. Damit sollen der Zubau erneuerbarer Energien besser gesteuert und Anreize für weitere kostensenkende Innovationen vermittelt werden. Um gleichzeitig die Verbreitung von Energiemanagementsystemen voranzutreiben, können stromkostenintensive Unternehmen, die ein zertifiziertes Energie- oder Umweltmanagementsystem betreiben, eine Reduzierung der EEG-Umlage beantragen.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
EEG	BMUB	grünes Energieangebot	EVU; IND; PRIV; WIRT	KLI; VERS; EUT; TOX; BIODIV
Energiemanagementsysteme im Kontext von besonderer Ausgleichsregelung nach §40 EEG	BMWi	grünes Energieangebot; Energieeffizienz	IND; WIRT	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV

Maßnahme: Förderung von Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Kommunen

Kurzbeschreibung: Die Bundesregierung stellt Industrie, Gewerbe und Kommunen im Rahmen diverser Förderprogramme, wie bspw. der Nationalen Klimaschutzinitiative, Zuschüsse und Fördergelder zur Verfügung, um ihre Energieeffizienz zu steigern und klimaschonende Maßnahmen durchzuführen.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
NKI: Gewerbliche Kälte	BMUB	Energieeffizienz	IND; WIRT	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
NKI: Kommunalrichtlinie	BMUB	grünes Energieangebot; nachhaltige Mobilität; Energieeffizienz	KOM	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
Förderung energieeffizienter und klimaschonender Produktionsprozesse	BMWi	Energieeffizienz	IND	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV

Maßnahme: Förderung von Energieeffizienz und Einsatz erneuerbarer Energien in Gebäuden und Quartieren

Kurzbeschreibung: Gebäude und Quartiersstrukturen sind ein maßgeblicher Treiber von Energieverbrauch und Treibhausgasemissionen. Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Reduktion der THG-Emissionen in diesem Bereich haben deshalb einen besonderen Stellenwert. Durch finanzielle Förderung und ordnungsrechtliche Vorgaben werden die Energieeffizienz von Gebäuden und der Einsatz erneuerbarer Energien im Wärmebereich gesteigert.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
KfW-Programm Energetische Stadtsanierung	BMUB	grünes Energieangebot; Energieeffizienz	PRIV; WIRT; KOM	KLI; EUT; ENER; BIODIV
Energieeinsparungsgesetz (EnEG) und EnergieeinsparVO	BMUB	Energieeffizienz	IND; PRIV; WIRT; KOM	KLI; EUT; TROP; ENER; BIODIV
Erneuerbare-Energien-WärmeG (EEwärmeG)	BMWi	grünes Energieangebot	IND; PRIV; WIRT; ÖFF	KLI; TROP; ENER; BIODIV
Förderprogramme für Nicht-Wohngebäude	BMWi	grünes Energieangebot; Energieeffizienz	IND; WIRT; KOM	KLI; EUT; ENER; BIODIV

Maßnahme: Förderung von Energiespeichern

Kurzbeschreibung: Je nach Art des Speichers wird der Strombezug und die Rückspeisung von Energie über einen befristeten Zeitraum von Netzentgelten befreit. Ähnliches gilt für die EEG-Umlage, wenn die Speicherung der Wiedereinspeisung von Strom ins Netz dient. Durch verstärkten Energiespeichereinsatz wird die Netzbeanspruchung reduziert und damit indirekt die Möglichkeiten der Nutzung erneuerbarer Energien erhöht.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Befreiung Netzentgelt/EEG-Umlage	BMWi	grünes Energieangebot	EVU	KLI; VERS; EUT; FLÄCHE; BIODIV

Maßnahme: Kreislaufführung und Recycling

Kurzbeschreibung: Durch eine Reihe von Gesetzen und Verordnungen wird die ordnungsgemäße und umweltverträgliche Behandlung von Abfall sichergestellt. Kreislaufführung und Recycling haben hierbei die oberste Priorität. Soweit möglich wird auf eine möglichst hochwertige und vollständige Wiederverwertung abgezielt.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Kreislaufwirtschaftsgesetz	BMUB	Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	IND; PRIV; KOM	KLI; MAT; BIODIV
Klärschlammverordnung	BMUB	nachhaltige Wasserwirtschaft; Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	WAWI; KOM	EUT; TOX; MAT; BIODIV

Bioabfallverordnung	BMUB	Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	WIRT; LW; KOM	EUT; TOX; MAT
Altfahrzeugverordnung	BMUB	nachhaltige Mobilität; Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	IND; WIRT	TOX; MAT
Abfallvermeidungsprogramm des Bundes unter Beteiligung der Bundesländer	BMUB	Ressourceneffizienz	IND; PRIV; ÖFF; FOR	Ü; MAT
Batteriegesetz	BMUB	Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	IND	TOX; MAT
Verpackungsverordnung / ggf. Verpackungsgesetz	BMUB	Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	IND; WIRT	MAT
Altölverordnung	BMUB	Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	IND; WIRT	TOX; MAT
Gewerbeabfallverordnung	BMUB	Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	IND	MAT
Elektro- und Elektronikgeräte-Gesetze	BMUB	Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft; nachhaltige Chemie	IND; PRIV; WIRT; KOM	TOX; MAT

Maßnahme: Lärmschutz und Lärminderung

Kurzbeschreibung: Die Vielzahl von Lärmquellen im öffentlichen Raum kann zu Gesundheits- und Umweltbelastungen führen. Daher gibt es verschiedene Rechtsvorschriften und Bestimmungen, die Richt- oder Grenzwerte zur Minderung der Lärmbelastung enthalten.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Novelliertes Fluglärmschutzgesetz	BMUB	nachhaltige Mobilität; Lärminderung	WIRT	LÄRM
Maßnahmen Lärmsanierung Schienenwege	BMVI	nachhaltige Mobilität; Lärminderung	PRIV; WIRT; ÖFF	LÄRM
Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV)	BMVI	nachhaltige Mobilität; Lärminderung	WIRT; KOM; BL	LÄRM
TA Lärm	BMUB	Lärminderung	IND; KOM	LÄRM
Umsetzung der EU-Umgebungslärmrichtlinie	BMUB	Lärminderung	ÖFF; KOM	LÄRM

Sportanlagenlärmenschutzverordnung (18. BImSchV)	BMUB	Lärminderung	PRIV; WIRT	LÄRM
Maschinen- und GerätelärmenschutzVO (32. BImSchV)	BMUB	Lärminderung	IND	LÄRM

Maßnahme: Luftreinhaltung

Kurzbeschreibung: Eine Reihe von Abkommen, Gesetzen und Verordnungen schaffen durch die Vorgabe von länder-, anlagen- bzw. produktspezifischen Grenzwerten den rechtlichen Rahmen zur Reinhaltung der Luft, sowohl im Verkehrs- als auch im industriellen und gewerblichen Bereich und bei Kraftwerken.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
TA Luft	BMUB	Luftreinhaltung	IND	VERS; EUT; TOX; TROP; BIODIV
Genfer Luftreinhaltkonvention (UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution)	Bundesregierung	Luftreinhaltung	IND; ÖFF	VERS; EUT; TOX; BIODIV
GroßfeuerungsanlagenVO (13. BImSchV)	BMUB	Luftreinhaltung	EVU; IND	VERS; EUT; BIODIV
"TÜV" (Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO, Anlage VIIIa: Durchführung HU))	BMVI	Luftreinhaltung	IND; PRIV; WIRT; ÖFF	VERS; EUT; TOX; TROP
35. BImSchV ("FeinstaubVO")	BMUB	Luftreinhaltung	PRIV; KOM	TOX
39. BImSchV (Umsetzung NEC-Richtlinie)	UBA	Luftreinhaltung	IND	VERS; EUT; TOX; TROP; BIODIV

Maßnahme: Ökologische Steuerreform

Kurzbeschreibung: Die meist Ökosteuern genannte Abgabe ist eine Verbrauchssteuer, durch die Mineralölprodukte, Erdgas sowie Strom besteuert werden. Durch einen Nachweis über die effiziente Energienutzung im Betrieb kann unter bestimmten Voraussetzungen im Verarbeitenden Gewerbe eine Steuerentlastung ermöglicht werden.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Strom- und Energiesteuer	BMWi	nachhaltige Mobilität; Luftreinhaltung; Energieeffizienz	IND; PRIV; WIRT; ÖFF	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
Energiemanagementsysteme in Verbindung mit Spitzenausgleich i. R. d. Strom- und Energiesteuer (Entlastung in Sonderfällen)	BMWi	Luftreinhaltung; Energieeffizienz	IND; WIRT	KLI; ENER; BIODIV

Maßnahme: Politikstrategien

Kurzbeschreibung: In den Politikstrategien der Bundesregierung zu Klima-, Umwelt- und Nachhaltigkeitsthemen werden zukunftsweisende Ziele, Maßnahmen und Aktionsprogramme beschlossen, die einen strategischen mittelfristigen Rahmen festlegen und daher zur Orientierung von Innovatoren bei der Entwicklung neuer Lösungen beitragen.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie	BMVI	nachhaltige Mobilität	IND; PRIV; WIRT	KLI; TROP; ENER; BIODIV
NAPE - Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz	BMWi	Energieeffizienz	IND; PRIV; WIRT; KOM	KLI; ENER; BIODIV
Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung	BMUB	übergreifend	IND; PRIV; ÖFF; FOR	Ü
Nationale Klimaschutzinitiative (NKI)	BMUB	grünes Energieangebot; nachhaltige Mobilität; Energieeffizienz	IND; PRIV; FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
Nachhaltigkeits- und Innovationsstrategien der Bundesländer	Bundesländer	übergreifend	IND; PRIV; FOR; KOM	Ü
Biodiversitätsstrategie	BMUB	übergreifend	PRIV; ÖFF; KOM	BIODIV
Aktionsprogramm Klimaschutz 2020	BMUB	grünes Energieangebot; nachhaltige Mobilität; Energieeffizienz	EVU; IND; PRIV; WIRT; ÖFF; FOR; LW; WAWI; KOM; BIL	KLI; BIODIV
ProgRess	BMUB	Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	IND; PRIV; WIRT; ÖFF; FOR; KOM	Ü; MAT; FLÄCHE

Maßnahme: Ressourcen- und energieeffiziente Produkte

Kurzbeschreibung: Sowohl im öffentlichen als auch im privaten Bereich sollen Ressourcen- und Energieeffizienz bei der Beschaffung eine wichtige Rolle einnehmen. Um dieses Ziel zu unterstützen, gibt es vielfältige Instrumente, von einer stärkeren Markt- bzw. Produktüberwachung über eine entsprechende Ausgestaltung der Vergabeverordnung bis hin zu Verbraucherkennzeichnungen.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Vergabe-Verordnung	BMWi	nachhaltige Mobilität; nachhaltige Wasserwirtschaft; Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft; Energieeffizienz	IND; ÖFF	KLI; VERS; EUT; LÄRM; ENER; BIODIV
Top-Runner Strategie	BMWi	Energieeffizienz	IND; PRIV; WIRT	KLI; ENER; BIODIV
Kennzeichnung im E-Commerce	UBA	übergreifend	WIRT	Ü
Energieverbrauchskennzeichnung	BMWi	Energieeffizienz	IND; PRIV; WIRT; ÖFF	KLI; VERS; EUT; ENER;

Stärkung der Marktüberwachung bzgl. Produktkennzeichnung (Vollzug)	UBA	Ressourceneffizienz; Energieeffizienz; nachhaltige Chemie	PRIV; WIRT	BIODIV KLI; WAS; TOX; TROP; Ü; ENER; MAT; BIODIV
--	-----	--	------------	--

Maßnahme: Umbau Stromversorgung

Kurzbeschreibung: Im Zuge der Energiewende sind Anpassungen auf Energiesystemebene erforderlich. Insbesondere muss die Netzentwicklung an den Ausbau der Erneuerbaren Energien und die stärker dezentrale Energieerzeugung angepasst werden.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Netzausbaubeschleunigungsgesetz/ Netzentwicklungsplan	BMWi	grünes Energieangebot	WIRT; ÖFF	KLI; VERS; EUT; TOX; BIODIV
Weiterentwicklung des Strommarktes	BMWi	grünes Energieangebot	EVU; IND	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV
NKI: Mini-KWK	BMUB	grünes Energieangebot; Energieeffizienz	PRIV; KMU	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV
Novelle KWK-Gesetz	BMWi	grünes Energieangebot; Energieeffizienz	EVU; IND; PRIV; WIRT; KMU	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV

Maßnahme: Verminderung der Emissionen prioritärer Stoffe und von Spurenstoffen

Kurzbeschreibung: Vor dem Hintergrund der zu erwartenden verschärften Anforderungen für Spurenstoffe werden Innovationsimpulse zur Entwicklung neuer Reinigungsverfahren über die Abwasserverordnung und Oberflächengewässerverordnung gesetzt. Für beide Verordnungen laufen bereits aktuelle Diskussionen zu möglichen zukünftigen Anpassungen. Allerdings ist der Stand der Diskussion zwischen den beiden Verordnungen derzeit noch unterschiedlich, da die Novelle der Oberflächengewässerverordnung bereits verabschiedet ist.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Abwasserverordnung	BMUB	nachhaltige Wasserwirtschaft	IND; WAWI	EUT; TOX; BIODIV
Prioritäre Stoffe Richtlinie und Umsetzung durch Oberflächengewässerverordnung	BMUB	nachhaltige Wasserwirtschaft	WAWI	TOX; BIODIV

Maßnahme: Verminderung der Emissionen von Nährstoffen in Gewässer

Kurzbeschreibung: Noch bestehen hohe Nährstoffbelastungen der Gewässer in Deutschland, die im Wesentlichen durch Einträge aus der Landwirtschaft verursacht werden. Durch Begrenzung bzw. Verringerung der eingesetzten Düngemittel mit dem Ziel des Gewässerschutzes werden Anreize für Precision Farming bzw. Öko-Landwirtschaft gesetzt.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Umsetzung der Anforderungen der Oberflächengewässerverordnung hinsichtlich Nährstoffbelastung in Bewirtschaftungspläne inkl. Regenwassermanagement und Gewässerrandstreifen	BMUB	nachhaltige Wasserwirtschaft	LW	EUT; BIODIV
Düngemittelverordnung	BMEL	nachhaltige Wasserwirtschaft	IND	EUT; TOX
Landwirtschaftliche Subventionen (GAP)	BMEL	nachhaltige Wasserwirtschaft; Ressourceneffizienz; nachhaltige Chemie	LW; KOM	KLI; VERS; EUT; TOX; BIODIV

Aktionsfeld 2: Demonstrationsprojekte und Partnerschaften für Öko-Innovationen

Maßnahme: Elektromobilität

Kurzbeschreibung: Durch die Nationale Plattform Elektromobilität wurde 2010 ein Beratungsgremium der Bundesregierung geschaffen, das wesentliche Akteure aus dem Bereich der Elektromobilität zu einem strategischen Dialog zusammenführt und aktuelle Entwicklungen beobachtet und analysiert. Auf Ebene der Bundesländer gibt es zahlreiche Demonstrationsvorhaben im Bereich der Mobilitätsprojekte, in denen innovative Lösungen im Mobilitätsbereich erprobt und weiterentwickelt werden.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Zahlreiche Mobilitätsprojekte der BL (Demonstrationsvorhaben)	Bundesländer	nachhaltige Mobilität	IND; PRIV; WIRT; KOM	KLI; TOX; ENER; BIODIV
Nationale Plattform Elektromobilität	BMUB	nachhaltige Mobilität	IND; ÖFF; FOR; GORG	KLI; TOX; ENER; BIODIV

Maßnahme: Energieforschungsprogramme

Kurzbeschreibung: Die Energiewende erfordert innovative, umweltfreundliche und effiziente Technologien im Bereich der Energieversorgung. Um diese Entwicklung voranzutreiben, werden Unternehmen und Forschungseinrichtungen im Rahmen der Energieforschungsprogramme bei der Entwicklung solcher Lösungen und Technologien unterstützt.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Länderinitiativen	Bundesländer	grünes Energieangebot; Energieeffizienz	IND; FOR	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV
Energieforschungsprogramm	BMWi	grünes Energieangebot; Energieeffizienz	IND; FOR	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV

Maßnahme: Finanzierung für Umwelt- und Energieprojekte

Kurzbeschreibung: Um zusätzliche Anreize für die Durchführung von Umwelt- und Energieprojekte zu schaffen, stehen Privatpersonen, Unternehmen und Kommunen im Rahmen von KfW-Kreditprogrammen Zinsverbilligungen und z. T. Tilgungszuschüsse für Projekte zur Verfügung, die der Umwelt oder Energiewende zu Gute kommen.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
KfW-Kreditprogramme	KfW	übergreifend	IND; PRIV; WIRT; KOM	Ü

Maßnahme: FONA

Kurzbeschreibung: Mit FONA3 läuft das dritte Rahmenprogramm zur Forschung für Nachhaltige Entwicklung, in dem innovative Lösungen für eine nachhaltige Gesellschaft erarbeitet werden sollen. Die zentralen Themen von FONA3 sind die Bereiche Green Economy, Zukunftsstadt und Energiewende. Abgedeckt werden sowohl Projekte der Grundlagenforschung als auch angewandte Forschungsthemen.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
FONA	BMBF	übergreifend	FOR	Ü

Maßnahme: Förderung landwirtschaftlicher und agrarwissenschaftlicher Innovationen

Kurzbeschreibung: Die Förderung landwirtschaftlicher und agrarwissenschaftlicher Innovationen erfolgt sowohl auf Forschungs- als auch auf Umsetzungsebene. Letzteres erfolgt durch das Angebot von Beratung und gezielten Versuchen, agrarwissenschaftliche Innovationen in der landwirtschaftlichen Praxis umzusetzen.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
BÖLN	BMEL	nachhaltige Wasserwirtschaft; Ressourceneffizienz; nachhaltige Chemie	FOR; LW	VERS; EUT; TOX; BIODIV
NAP zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Fokus auf Innovationen	BMEL	nachhaltige Wasserwirtschaft; Ressourceneffizienz; nachhaltige Chemie	LW	TOX; BIODIV
BMEL-Programm zur Innovationsförderung	BMEL	nachhaltige Wasserwirtschaft; Ressourceneffizienz; nachhaltige Chemie	FOR; LW	VERS; EUT; TOX; MAT; BIODIV
Deutsche Innovationspartnerschaft Agrar (DIP)	BMEL	nachhaltige Wasserwirtschaft; Ressourceneffizienz; nachhaltige Chemie	LW	WAS; VERS; EUT; TOX; FLÄCHE; BIODIV

Maßnahme: Forschung zu Bioökonomie

Kurzbeschreibung: Die Bioökonomie basiert auf einem Ansatz der modernen, nachhaltigen und bio-basierten Wirtschaft, der durch ein vielfältiges Angebot gekennzeichnet wird und den globalen Bedarf an hochwertiger und gesunder Nahrung durch die Nutzung nachwachsender Rohstoffe ausreichend decken kann. Eine Reihe von Fördermaßnahmen des BMEL und BMBF trägt dazu bei, diesen Ansatz zu erforschen und weiterzuentwickeln.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Einzelne Fördermaßnahmen BMBF und BMEL	BMBF	Ressourceneffizienz; nachhaltige Chemie	FOR	MAT
Bioraffinerie-Forschungszentrum Leuna	BMBF	Ressourceneffizienz; nachhaltige Chemie	FOR	MAT
Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030	BMBF	Ressourceneffizienz	FOR	KLI; MAT; BIODIV

Maßnahme: Forschungsprogramme und Demonstrationsprojekte in den Bereichen Raumordnung, Wohnungswesen, Städtebau

Kurzbeschreibung: Auch im Kontext von Raumordnung, Wohnungswesen und Städteplanung/-bau spielen ökologische Themen eine zunehmend wichtige Rolle. Durch die Förderung von Demonstrationsprojekten und Forschungsprogrammen in diesen Bereichen können neue innovative Lösungen entwickelt und erprobt werden.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Förderung innovativer Vorhaben durch Bundesländer	BMUB	nachhaltige Mobilität; Ressourceneffizienz; Energieeffizienz	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; FLÄCHE; BIODIV
MORO	BMUB	nachhaltige Mobilität; Ressourceneffizienz; Energieeffizienz	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; MAT; FLÄCHE; BIODIV
ExWoSt	BMUB	nachhaltige Mobilität; Ressourceneffizienz; Energieeffizienz	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; MAT; FLÄCHE; BIODIV
Forschungsinitiative Zukunft Bau (inkl. Effizienzhaus Plus)	BMUB	grünes Energieangebot; nachhaltige Mobilität; Ressourceneffizienz; Energieeffizienz	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; MAT; FLÄCHE; BIODIV

Maßnahme: High-Tech-Strategie

Kurzbeschreibung: Die High-Tech-Strategie ist dem Leitbild eines innovativen Deutschlands verpflichtet und prägt die Forschungs- und Innovationspolitik der Bundesregierung. Sechs prioritäre Zukunftsfelder präzisieren dieses Leitbild und tragen dadurch zur Orientierung von Wissenschaft und Forschung bei der Entwicklung neuer Lösungen bei. Im Zukunftsfeld „Nachhaltiges Wirtschaften und Energie“ wird verdeutlicht, dass Produktion und Konsum in Deutschland ressourcenschonender, umweltfreundlicher, sozialverträglicher und damit nachhaltiger werden sollen.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
High-Tech-Strategie	BMBF	übergreifend	FOR	Ü

Maßnahme: Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

Kurzbeschreibung: Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien könnten zukünftig eine Alternative zu Öl und Gas darstellen, insbesondere in den Bereichen nachhaltige Mobilität und Energieversorgung. Das Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie treibt diese Entwicklung voran, indem es die Marktvorbereitung von brennstoffzellenbasierten Produkten und Anwendungen unterstützt.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Zahlreiche Länderaktivitäten für Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie	Bundesländer	grünes Energieangebot; nachhaltige Mobilität	IND; PRIV; WIRT; FOR	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV
Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie	BMVI	nachhaltige Mobilität	IND; FOR	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV

Maßnahme: Institutionelle Förderung der außeruniversitären angewandten Forschung

Kurzbeschreibung: Das BMBF unterstützt die angewandte, außeruniversitäre Forschung in Deutschland durch institutionelle Förderung. Die drei genannten Forschungsorganisationen tragen durch die vielfältige Arbeit an ihren Instituten regelmäßig zu ökologischen Innovationen bei.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Fraunhofer Gesellschaft	BMBF	übergreifend	FOR	Ü
Leibniz Institute	BMBF	übergreifend	FOR	Ü
Helmholtz-Zentren	BMBF	übergreifend	FOR	Ü

Maßnahme: Nationale Plattform Zukunftsstadt

Kurzbeschreibung: Die Experten der Nationalen Plattform Zukunftsstadt haben Empfehlungen für eine strategische Forschungs- und Innovationsagenda erstellt, die die großen gesellschaftlichen Herausforderungen der Zukunft (z. B. Energiewende, Klimaanpassung, Ressourcenschonung) für Städte und Kommunen berücksichtigt. Hierbei wurden auch die Handlungsansätze der High-Tech-Strategie weiterentwickelt.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Nationale Plattform Zukunftsstadt	BMBF	grünes Energieangebot; nachhaltige Mobilität; nachhaltige Wasserwirtschaft; Ressourceneffizienz; Energieeffizienz	FOR	Ü

Maßnahme: PPP für Human-Biomonitoring

Kurzbeschreibung: Durch Human-Biomonitoring kann die Belastung einzelner Bevölkerungsgruppen mit Schadstoffen aus der Umwelt überprüft werden. Public-Private Partnerships sollen diese Möglichkeiten weiter untersuchen und ausloten.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Kooperation zum Human-Biomonitoring zwischen BMUB und VCI	BMUB	nachhaltige Chemie	FOR	TOX
HBM-Kommission des UBA	BMUB	nachhaltige Chemie	ÖFF; FOR	TOX

Maßnahme: Umweltpreise

Kurzbeschreibung: Umweltpreise werden genutzt, um besonders innovative Umweltprojekte auszuzeichnen, teils mit einer finanziellen Dotierung, teils nur als Anerkennung. Durch die öffentliche Bekanntmachung der Auszeichnung sollen Multiplikatoreffekte bewirkt werden.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
IKU - Innovationspreis für Klima und Umwelt	BMUB	übergreifend	IND; PRIV; FOR	Ü
Bundespreis Ecodesign	BMUB	Ressourceneffizienz	IND; WIRT	MAT
Wettbewerb "Kommunaler Klimaschutz"	BMUB	grünes Energieangebot; Energieeffizienz	KOM; GORG	KLI; BIODIV
Umweltpreis der Bayerischen Landesstiftung	Bundesländer	übergreifend	IND; PRIV; WIRT; ÖFF; FOR	Ü
StartGreen-Award	BMUB	übergreifend	KMU	Ü

Deutscher Rohstoffeffizienz-Preis	BMWi	Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	FOR; KMU	MAT
Leitmarktwettbewerb "EnergieUmweltwirtschaft.NRW"	Bundesländer	grünes Energieangebot; nachhaltige Wasserwirtschaft; Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft; Luftreinhaltung; Lärminderung; Energieeffizienz	IND; FOR; KMU	Ü
Deutscher Gefahrstoffpreis	BMAS	nachhaltige Chemie	IND; FOR	TOX
Umwelttechnikpreis Baden-Württemberg	Bundesländer	Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft; Luftreinhaltung; Energieeffizienz	IND	Ü
Werkstatt N	Rat für Nachhaltige Entwicklung	übergreifend	IND; PRIV; WIRT; ÖFF	Ü

Maßnahme: Unterstützung für Demonstrationsprojekte und Diffusion im Umweltbereich

Kurzbeschreibung: Durch Demonstrationsprojekte erhalten Umweltinnovationen die Möglichkeit der systematischen Weiterentwicklung unter realen Einsatzbedingungen. Bei manchen dieser Projekte erhalten kleine und mittlere Unternehmen Vorrang bei der Förderung, wie z. B. bei der DBU-Förderung, im Kompetenzzentrum Ressourceneffizienz und beim BMUB "Programm zur Förderung von Investitionen mit Demonstrationscharakter zur Verminderung von Umweltbelastungen – Pilotprojekte Inland", kurz: Umweltinnovationsprogramm (UIP). In letzterem werden Unternehmen bei innovativen großtechnischen Pilotvorhaben mit Umweltentlastungspotenzial und Vorbildcharakter unterstützt, die so bisher nicht am Markt umgesetzt wurden. In den Projekten werden vor allem integrierte Umweltschutzmaßnahmen unterstützt.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
NKI: Service- und Kompetenzzentrum Kommunalen Klimaschutzes SK:KK	BMUB	grünes Energieangebot; nachhaltige Mobilität; Energieeffizienz	KOM	KLI; BIODIV
DBU-Förderung	DBU	übergreifend	IND; WIRT; FOR; KMU; KOM	Ü
BMUB-Umweltinnovationsprogramm	BMUB	übergreifend	IND; WAWI; KOM	Ü
Kompetenzzentrum Ressourceneffizienz	BMUB	Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	IND; WIRT	WAS; MAT; FLÄCHE

NKI: Förderung von innovativen Klimaschutz-Einzelprojekten	BMUB	grünes Energieangebot; nachhaltige Mobilität; Energieeffizienz	IND; WIRT; KOM; BIL; GORG	KLI; BIODIV
--	------	--	------------------------------	-------------

Maßnahme: Unterstützung zur Umsetzung von REACH

Kurzbeschreibung: Durch das Betreiben eines Info-Portals sowie Fortbildungsreihen werden Informationen zu REACH bereitgestellt und die Umsetzung unterstützt.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Fachworkshop-Reihe "REACH in der Praxis"	UBA	nachhaltige Chemie	IND; WIRT; FOR; KMU	TOX

Maßnahme: WING

Kurzbeschreibung: In den Handlungsfeldern des Programms Werkstoffinnovationen für Industrie und Gesellschaft geht es um die Entwicklung und Erforschung von Werkstoffen und Materialien mit neuen, klar definierten Eigenschaften. Diese könnten zukünftig neue Produktlösungen für aktuelle Herausforderungen der Nachhaltigkeit ermöglichen, sowohl im Bereich der Ressourceneffizienz wie auch bei Klima- und Energiethemen. Wichtige Fördermaßnahmen, in denen öko-innovationsrelevante Vorhaben gefördert werden, sind z. B. "MatRessource – Materialien für eine ressourceneffiziente Industrie und Gesellschaft", die Begleitforschung DaNa 2.0 und NanoCare.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
WING	BMBF	nachhaltige Mobilität; Ressourceneffizienz; nachhaltige Chemie	FOR	KLI; ENER; MAT; BIODIV

Aktionsfeld 3: Normen und Leistungsziele für wichtige Güter, Prozesse und Dienstleistungen zur Verringerung ihrer Umweltbelastung

Maßnahme: Eignungsprüfung und Zertifizierung von Messeinrichtungen für Emissionen und Immissionen

Kurzbeschreibung: In Deutschland werden besonders in den Umweltbereichen Luft, Lärm und Wasser routinemäßige Messungen durchgeführt, die sicherstellen sollen, dass die Qualität der Medien kontrolliert wird und Maßnahmen zur Sicherung und Verbesserung der Qualität beurteilt werden können. Die Ausstellung von Zertifikaten und Bekanntgabe geeigneter Messeinrichtungen erfolgt im Bundesanzeiger.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Ausstellung von Zertifikaten und Bekanntgabe geeigneter Messeinrichtungen im Bundesanzeiger	UBA	Luftreinhaltung	WIRT	KLI; VERS; EUT; TOX; BIODIV

Maßnahme: Emissionsinventare

Kurzbeschreibung: Emissionsinventare, wie bspw. thru.de in Deutschland, stellen Umweltinformationen aus Industriebetrieben sowie Emissionen aus diversen Quellen transparent und frei zugänglich zur Verfügung. Diese können daraufhin z. B. für Forschungszwecke oder als Wegweiser für Innovationen verwendet werden.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Umsetzung PRTR in Deutschland mit Thru.de	BMUB	nachhaltige Wasserwirtschaft; Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft; Luftreinhaltung	IND; PRIV	KLI; VERS; EUT; TOX; TROP; BIODIV

Maßnahme: Label und Zertifizierungen

Kurzbeschreibung: Label und Zertifizierungen dienen der Identifizierung, Auswahl, Auszeichnung und breiteren Kommunikation von Vorreiterprodukten. Den Herstellern dieser Produkte bieten sie einen Vorteil im Wettbewerb, den Kunden eine Orientierungshilfe bei der Kaufentscheidung.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Umweltzeichen "Blauer Engel"	BMUB	übergreifend	IND; PRIV; WIRT; ÖFF; GORG	Ü
Label "Good Practice Energieeffizienz"	BMWi	Energieeffizienz	IND; ÖFF	KLI; ENER; BIODIV

Maßnahme: **Leistungsziele bei Kreditvergabe und Beschaffung**

Kurzbeschreibung: Vorgaben für Leistungsziele (öffentliche Beschaffung) bzw. vorteilhafte Konditionen bei Erreichung bestimmter Leistungsziele (Kreditvergabe) schaffen verstärkte Anreize für die Einhaltung und Anwendung umweltfreundlicher und effizienter Standards, bspw. mit Bezug auf Energieeinsparung, Bauvorhaben oder Umweltmanagementsysteme.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
KfW-Effizienzhaus-Standards	KfW	Energieeffizienz	PRIV; WIRT	KLI; ENER; BIODIV
www.siegelklarheit.de	BMZ	übergreifend	PRIV	Ü
Kompetenzstelle nachhaltige Beschaffung (KNB)	BMI	übergreifend	ÖFF; KOM	Ü
KfW-Premiumstandard	KfW	Energieeffizienz	IND; WIRT; AUSL	KLI; ENER; BIODIV
Kompetenzzentrum Innovative Beschaffung KOINNO	BMW i	übergreifend	ÖFF	Ü
Vorteile für EMAS-Teilnehmer	BMUB	übergreifend	IND; WIRT	Ü
Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit der Bundesregierung	Bundesregierung	übergreifend	IND; WIRT	Ü
www.kompass-nachhaltigkeit.de	BMZ	übergreifend	ÖFF; KMU	Ü

Maßnahme: **Normungsaktivitäten**

Kurzbeschreibung: Durch Normungsaktivitäten können Berechnungs- und Messverfahren, technische Spezifikationen von Produktgruppen, Prozesse und weitere Sachverhalte mit Bezug zu Umwelt- und Klimathemen einheitlich geregelt werden.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Konzeptionierung und Management der Wasserwirtschaft	DWA	nachhaltige Wasserwirtschaft	WAWI	WAS
VDI-Blätter Emissionsminderung und Abgasreinigung	VDI	Luftreinhaltung	IND	VERS; EUT; TOX; TROP
DIN-Normen für Elektrofahrzeuge	DIN	nachhaltige Mobilität	IND	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
Geräusche von Schienenfahrzeugen im ÖPNV	VDV	nachhaltige Mobilität; Lärminderung	WIRT	LÄRM
Wiedernutzbarmachung kleiner Grundstücke (DWA-M 303)	DWA	Ressourceneffizienz	PRIV; WIRT; ÖFF	TOX; FLÄCHE
DIN-Normen zur energetischen Bewertung von Gebäuden	DIN	Energieeffizienz	WIRT	KLI; ENER; BIODIV
VDI-Blätter Recycling elektrischer und elektronischer Geräte	VDI	Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	IND; PRIV; WIRT	TOX; MAT

Aktionsfeld 4: Finanzierungs- und Unterstützungsleistungen für KMU

Maßnahme: Förderung der Internationalisierung von KMU

Kurzbeschreibung: Eine Reihe von Beratungsangeboten für KMU, von der Markterkundung bis zur Einkäuferreise, unterstützt kleine und mittlere Unternehmen bei der Erschließung neuer Märkte und kann somit auch zur internationalen Diffusion von Innovationen beitragen, die eine Reduktion von Umweltbelastungen mit sich bringen.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
BMW-Markterschließungsprogramm	BMW	übergreifend	KMU	Ü

Maßnahme: Forschungsförderung für KMU

Kurzbeschreibung: KMU werden finanziell und z. T. auch durch Beratung bei ihren umweltbezogenen F&E Vorhaben unterstützt.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
ERP-Innovationsprogramm Technologietransfer "Hochschule/Forschungseinrichtung-KMU"	KfW	übergreifend	KMU	Ü
KMU-innovativ	BMBF	nachhaltige Wasserwirtschaft; Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft; Energieeffizienz	KMU	WAS; ENER; MAT
ZIM	BMW	übergreifend	KMU	Ü

Maßnahme: Sonderkonditionen für KMU bei Kapitalbeschaffung

Kurzbeschreibung: Weil KMU im Rahmen der ökologischen Innovationsleistung einen wichtigen Beitrag leisten, gibt es sowohl von Seiten der KfW als auch der Deutschen Umweltstiftung Sonderkonditionen bei der Kapitalbeschaffung und dazugehörigen Beratung.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Crowd-Funding "Ecocrowd"	Deutsche Umweltstiftung	übergreifend	KMU	Ü
KfW Umweltprogramm / Erneuerbare Energien - Premium Programm (Sonderkonditionen für KU)	BMW	grünes Energieangebot	KMU	KLI; ENER; BIODIV

Maßnahme: Unterstützung zur Umsetzung von REACH

Kurzbeschreibung: Durch das Betreiben eines Info-Portals sowie Fortbildungsreihen werden Informationen zu REACH bereitgestellt und die Umsetzung unterstützt.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Info-Portal www.reach-info.de	UBA	nachhaltige Chemie	IND	TOX

Maßnahme: Zuschüsse für KMU zu Investitionen und Beratung

Kurzbeschreibung: Durch eine Reihe von Zuschuss- und Förderprogrammen für KMU werden diese dabei unterstützt, ihren Energie- und Ressourcenverbrauch zu verringern, um damit einen positiven Beitrag sowohl zum Firmenergebnis als auch zur Umweltentlastung zu leisten.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Förderung einzelbetrieblicher Beratung zur Steigerung der Rohstoff- und Materialeffizienz auf Länderebene	Bundesländer	Ressourceneffizienz	IND; WIRT; KMU	KLI; MAT; BIODIV
Sonderfonds Energieeffizienz in KMU	KfW	Energieeffizienz	KMU	KLI; ENER; BIODIV
Lernende Energie-Effizienz-Netzwerke - Mari:e	BMUB	Energieeffizienz	IND; FOR	KLI; ENER; BIODIV
Förderprogramm "Investitionszuschüsse zum Einsatz hocheffizienter Querschnittstechnologien im Mittelstand"	BMWi	Energieeffizienz	KMU	KLI; ENER; BIODIV
Programm "Energieberatung Mittelstand"	BMWi	Energieeffizienz	KMU	KLI; ENER; BIODIV
Go-effizient	BMWi	Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	KMU	MAT

Aktionsfeld 5: Internationale Zusammenarbeit

Maßnahme: Entwicklungszusammenarbeit (technisch und finanziell)

Kurzbeschreibung: Die GIZ und die KfW-Entwicklungsbank führen zahlreiche technische und finanzielle EZ-Projekte durch. Bei grob geschätzt 30 % davon spielen Umwelt- und Klimathemen eine wesentliche Rolle. Dabei gilt es zu beachten, dass es sich hier in begrenztem Umfang um technologische Innovation handelt, und der Innovationsgrad sich eher am jeweiligen länderspezifischen Kontext als an internationalen Vergleichsmöglichkeiten bemisst.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Zahlreiche Projekte weltweit technischer Natur	GIZ	übergreifend	AUSL	Ü
Zahlreiche Projekte weltweit finanzieller Natur	KfW	übergreifend	AUSL	Ü

Maßnahme: Exportinitiativen

Kurzbeschreibung: Unterstützung der deutschen Wirtschaft, um deutsche Technik in wachsende Märkte wie aber auch in Schwellenländer zu exportieren. Umweltwirkungen können dadurch erzielt werden, dass fortschrittliche Technologien in den unterschiedlichen grünen Leitmärkten verstärkt im Ausland genutzt werden.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Exportinitiativen Erneuerbare Energien	BMWi	grünes Energieangebot	IND	KLI; ENER; BIODIV
German Water Partnership	Industrie	nachhaltige Wasserwirtschaft	IND; FOR; WAWI; KOM; AUSL	KLI; WAS; EUT; TOX; BIODIV
Exportinitiative Energieeffizienz	BMWi	Energieeffizienz	IND	KLI; ENER; BIODIV
German RETech Partnership Recycling + Waste Management	Industrie	Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	IND; AUSL	Ü

Maßnahme: Umweltauflagen in Außenwirtschaftsförderung

Kurzbeschreibung: Zur Unterstützung, insbesondere der Versorgungssicherheit der deutschen Wirtschaft, gibt es zahlreiche Programme zur Außenwirtschaftsförderung. Je nach Programm werden Umweltauflagen explizit thematisiert.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Explorationsförderprogramm	BMWi	Ressourceneffizienz	IND	MAT; FLÄCHE
UFK-Garantien	BMWi	übergreifend	IND; AUSL	Ü
Rohstoffpartnerschaft	BMWi	Ressourceneffizienz	IND	MAT

Hermes-Deckung

BMWi

übergreifend

IND

Ü

Maßnahme: **Umweltorientierte Aus- und Weiterbildung im internationalen Kontext**

Kurzbeschreibung: Durch die Förderung von internationalen, umweltorientierten Studiengängen bzw. Maßnahmen zur umweltrelevanten Personalentwicklung wird ein Schwerpunkt auf ökologische Themen in der internationalen Aus- und Weiterbildung vorangetrieben.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Carl Duisberg Gesellschaft	BMZ	übergreifend	PRIV; AUSL	Ü
UNEP/UNESCO/BMUB International Post-graduate Studies of Environmental Management for Developing and Emerging Countries	BMUB	übergreifend	ÖFF; KOM; AUSL;	Ü

Maßnahme: **Wissenschaftsaustausch**

Kurzbeschreibung: Förderung von Auslandsaufenthalten von Wissenschaftlern aus Deutschland bzw. von Deutschlandaufenthalten von ausländischen Wissenschaftlern mit Fokus auf Umweltthematiken durch die Vergabe von Stipendien bzw. Einbindung dieser Themen in bilaterale wissenschaftliche Zusammenarbeit.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Deutsche Bundesstiftung Umwelt MOE-Austauschstipendienprogramm	DBU	übergreifend	PRIV; AUSL	Ü
Internationales Klimaschutzstipendium	AvH Stiftung	grünes Energieangebot; Energieeffizienz	PRIV; FOR	KLI; BIODIV
Carlo-Schmid-Programm für Praktika bei Internationalen Organisationen, EU-Institutionen und NGOs	BMBF	übergreifend	FOR	Ü
CLIENT - Internationale Partnerschaften für nachhaltige Klima- und Umweltschutztechnologien und -dienstleistungen	BMBF	nachhaltige Wasserwirtschaft; Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	FOR	Ü
Umweltthemen in der bilateralen wissenschaftlich-technologischen Zusammenarbeit	BMBF	übergreifend	FOR; AUSL	Ü

Maßnahme: **Zusammenarbeit mit anderen Staaten im Umweltschutz**

Kurzbeschreibung: Viele der größten Herausforderungen im Klima- und Umweltschutz sind globaler Natur und können nicht ausschließlich von einzelnen Staaten bekämpft werden. Vor dem Hintergrund dieser Tatsache spielt die internationale Zusammenarbeit im Umweltschutz, vor allem mit Entwicklungs- und Schwellenländern, eine besonders wichtige Rolle und wird entsprechend in mehreren Initiativen und Programmen explizit adressiert.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Twinning i. R. d. European Neighbourhood-Instrument	BMUB	übergreifend	ÖFF; KOM; AUSL	Ü
Beratungshilfeprogramm	BMUB	übergreifend	AUSL	Ü
Internationale Klimaschutzinitiative (IKI)	BMUB	grünes Energieangebot; Energieeffizienz	AUSL	KLI; ENER; FLÄCHE; BIODIV

Aktionsfeld 6: Neue Kompetenzen und Arbeitsplätze

Maßnahme: Ausrichtung der Berufsausbildung auf Öko-Innovationen

Kurzbeschreibung: In vielen Ausbildungsgängen hat die Umweltthematik seit vielen Jahren Eingang gefunden. Der Anteil variiert zwischen den Ausbildungsgängen. Es ist nicht beabsichtigt "Umwelt-spezifische Ausbildungsgänge zu etablieren", da in der Ausbildung die Vermittlung des fundamentalen Wissens das oberste Ziel ist. Wie stark "Umwelt" im Fokus ist, hängt stark vom Ausbildungsgang und dann auch vom Ausbildungsbetrieb ab. Im Bereich der Weiterbildung können jedoch spezifische Ausbildungen mit starkem Umweltfokus gemacht werden.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
ESF-Programm "Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung befördern - Über grüne Schlüsselkompetenzen zu klima- und ressourcenschonendem Handeln im Beruf (BBNE)"	BMUB	Ressourceneffizienz; Energieeffizienz	BIL	KLI; ENER; MAT; BIODIV
Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE)	BMBF	übergreifend	PRIV	Ü

Maßnahme: Ausrichtung der tertiären Bildung auf Öko-Innovationen

Kurzbeschreibung: In zahlreichen Studiengängen sind inzwischen umweltrelevante Sachverhalte integriert: In der Datenbank "FINDER" sind 165 Bachelor-Studiengänge und 193 Master-Studiengänge mit "Umweltbezug" aufgeführt. Die meisten dieser Studiengänge weisen einen natur- und ingenieurwissenschaftlichen Schwerpunkt auf.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Etablierung von Ökodesign in der akademischen Ausbildung von Produktentwicklern	BMUB	Ressourceneffizienz	BIL	MAT

Maßnahme: Netzwerke zur Kompetenzbildung

Kurzbeschreibung: Durch das Zusammenkommen in Netzwerken können sich Akteure, die sich mit ähnlichen Themen befassen, finden und austauschen. Dies kann sowohl zur Kompetenzbildung führen als auch Anstoß für neue Innovationen geben. Im Rahmen diverser Initiativen und Wettbewerbe werden solche Netzwerke auch von staatlicher Seite unterstützt.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
BMBF-Wettbewerb lokale Kompetenznetzwerke für Nachhaltigkeit	BMBF	übergreifend	EVU; IND; WIRT; ÖFF; KOM; BIL; GORG	Ü
Initiative "boden:ständig"	Bundesländer	nachhaltige Wasserwirtschaft; Ressourceneffizienz	LW; KOM	WAS; EUT; TOX; FLÄCHE
diverse Netzwerke auf Länderebene	Bundesländer	übergreifend	IND; ÖFF; FOR; LW; KMU; KOM	Ü

Maßnahme: Weiterbildungsmaßnahmen

Kurzbeschreibung: Weiterbildungsmaßnahmen leisten einen wichtigen Beitrag zur Berücksichtigung umweltrelevanter Themen in der beruflichen Praxis. Mit der Entwicklung von spezifischen Weiterbildungskonzepten für Arbeitnehmer, Führungskräfte und Multiplikatoren im Bildungssektor kann die Vermittlung umweltrelevanten Wissens gezielt verstärkt und auf für Öko-Innovationen relevantes Know-how ausgerichtet werden.

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
Stärkung von Multiplikatoren (Lehrkräfte, Verbraucherzentralen) im Bildungssektor	BMUB	übergreifend	ÖFF; GORG	Ü

Aktionsfeld 7: Europäische Innovationspartnerschaften (EIP)

Maßnahme: EIP Agricultural Sustainability and Productivity

Kurzbeschreibung: s. Anhang 4

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
EIP Agricultural Sustainability and Productivity	EU	nachhaltige Wasserwirtschaft; Ressourceneffizienz; Luftreinhaltung; nachhaltige Chemie	IND; WIRT; ÖFF; FOR; LW	KLI; WAS; VERS; EUT; TOX; MAT; FLÄCHE; BIODIV

Maßnahme: EIP Raw Materials

Kurzbeschreibung: s. Anhang 4

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
EIP Raw Materials	EU	Ressourceneffizienz; Kreislaufwirtschaft	IND; WIRT; ÖFF; FOR; KMU; GORG	MAT

Maßnahme: EIP Smart Cities and Communities

Kurzbeschreibung: s. Anhang 4

Einzelmaßnahme	Hauptakteur	Leitmarkt	Adressat	Umweltproblem
EIP Smart Cities and Communities	EU	übergreifend	IND; WIRT; ÖFF; FOR; KMU; GORG	Ü

Maßnahme: EIP Water

Kurzbeschreibung: s. Anhang 4

Einzelmaßnahme

EIP Water

Hauptakteur

EU

Leitmarkt

grünes Energieangebot;
nachhaltige Wasserwirtschaft;
Ressourceneffizienz;
Kreislaufwirtschaft;
Luftreinhaltung

Adressat

IND; WIRT; ÖFF; FOR

Umweltproblem

KLI; WAS; EUT; TOX;
MAT; BIODIV

7.4 Anhang 4

Liste der Maßnahmen sortiert nach Leitmärkten

Leitmarkt: Energieeffizienz

Maßnahme:	Ausrichtung der Berufsausbildung auf Öko-Innovationen			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
ESF-Programm "Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung befördern - Über grüne Schlüsselkompetenzen zu klima- und ressourcenschonendem Handeln im Beruf (BBNE)"	BMUB	6	BIL	KLI; ENER; MAT; BIODIV
Maßnahme:	Energieforschungsprogramme			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Länderinitiativen	Bundesländer	2	IND; FOR	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV
Energieforschungsprogramm	BMWi	2	IND; FOR	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV
Maßnahme:	Exportinitiativen			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Exportinitiative Energieeffizienz	BMWi	5	IND	KLI; ENER; BIODIV
Maßnahme:	Förderung erneuerbarer Energien im Strommarkt			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Energiemanagementsysteme im Kontext von besonderer Ausgleichsregelung nach § 40 EEG	BMWi	1	IND; WIRT	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
Maßnahme:	Förderung von Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Kommunen			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Förderung energieeffizienter und klimaschonender Produktionsprozesse	BMWi	1	IND	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
NKI: Gewerbliche Kälte	BMUB	1	IND; WIRT	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
NKI: Kommunalrichtlinie	BMUB	1	KOM	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV

Maßnahme: Förderung von Energieeffizienz und Einsatz erneuerbarer Energien in Gebäuden und Quartieren

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Energieeinsparungsgesetz (EnEG) und EnergieeinsparVO	BMUB	1	IND; PRIV; WIRT; KOM	KLI; EUT; TROP; ENER; BIODIV
Förderprogramme für Nicht-Wohngebäude	BMWi	1	IND; WIRT; KOM	KLI; EUT; ENER; BIODIV
KfW-Programm Energetische Stadtsanierung	BMUB	1	PRIV; WIRT; KOM	KLI; EUT; ENER; BIODIV

Maßnahme: Forschungsförderung für KMU

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
KMU-innovativ	BMBF	4	KMU	WAS; ENER; MAT

Maßnahme: Forschungsprogramme und Demonstrationsprojekte in den Bereichen Raumordnung, Wohnungswesen, Städtebau

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Förderung innovativer Vorhaben durch Bundesländer	BMUB	2	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; FLÄCHE; BIODIV
Forschungsinitiative Zukunft Bau (inkl. Effizienzhaus Plus)	BMUB	2	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; MAT; FLÄCHE; BIODIV
MORO	BMUB	2	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; MAT; FLÄCHE; BIODIV
ExWoSt	BMUB	2	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; MAT; FLÄCHE; BIODIV

Maßnahme: Label und Zertifizierungen

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Label "Good Practice Energieeffizienz"	BMWi	3	IND; ÖFF	KLI; ENER; BIODIV

Maßnahme: Leistungsziele bei Kreditvergabe und Beschaffung

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
KfW-Premiumstandard	KfW	3	IND; WIRT; AUSL	KLI; ENER; BIODIV
KfW-Effizienzhaus-Standards	KfW	3	PRIV; WIRT	KLI; ENER; BIODIV

Maßnahme:				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Nationale Plattform Zukunftsstadt				
Nationale Plattform Zukunftsstadt	BMBF	2	FOR	Ü
Normungsaktivitäten				
DIN-Normen zur energetischen Bewertung von Gebäuden	DIN	3	WIRT	KLI; ENER; BIODIV
Ökologische Steuerreform				
Energiemanagementsysteme in Verbindung mit Spitzenausgleich i. R. d. Strom- und Energiesteuer (Entlastung in Sonderfällen)	BMWi	1	IND; WIRT	KLI; ENER; BIODIV
Strom- und Energiesteuer	BMWi	1	IND; PRIV; WIRT; ÖFF	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
Politikstrategien				
NAPE - Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz	BMWi	1	IND; PRIV; WIRT; KOM	KLI; ENER; BIODIV
Nationale Klimaschutzinitiative (NKI)	BMUB	1	IND; PRIV; FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
Aktionsprogramm Klimaschutz 2020	BMUB	1	EVU; IND; PRIV; WIRT; ÖFF; FOR; LW; WAWI; KOM; BIL	KLI; BIODIV
Ressourcen- und energieeffiziente Produkte				
Energieverbrauchskennzeichnung	BMWi	1	IND; PRIV; WIRT; ÖFF	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
Stärkung der Marktüberwachung bzgl. Produktkennzeichnung (Vollzug)	UBA	1	PRIV; WIRT	KLI; WAS; TOX; TROP; Ü; ENER; MAT; BIODIV
Vergabe-Verordnung	BMWi	1	IND; ÖFF	KLI; VERS; EUT; LÄRM; ENER; BIODIV

Top-Runner-Strategie	BMWi	1	IND; PRIV; WIRT	KLI; ENER; BIODIV	
Maßnahme:	Umbau Stromversorgung				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem	
NKI: Mini-KWK	BMUB	1	PRIV; KMU	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV	
Maßnahme:	Umweltpreise				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem	
Wettbewerb "Kommunaler Klimaschutz"	BMUB	2	KOM; GORG	KLI; BIODIV	
Umwelttechnikpreis Baden-Württemberg	Bundesländer	2	IND	Ü	
Leitmarktwettbewerb "EnergieUmweltwirtschaft.NRW"	Bundesländer	2	IND; FOR; KMU	Ü	
Maßnahme:	Unterstützung für Demonstrationsprojekte und Diffusion im Umweltbereich				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem	
NKI: Förderung von innovativen Klimaschutz-Einzelprojekten	BMUB	2	IND; WIRT; KOM; BIL; GORG	KLI; BIODIV	
NKI: Service- und Kompetenzzentrum Kommunaler Klimaschutz SK:KK	BMUB	2	KOM	KLI; BIODIV	
Maßnahme:	Wissenschaftsaustausch				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem	
Internationales Klimaschutzstipendium	AvH Stiftung	5	PRIV; FOR	KLI; BIODIV	
Maßnahme:	Zusammenarbeit mit anderen Staaten im Umweltschutz				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem	
Internationale Klimaschutzinitiative (IKI)	BMUB	5	AUSL	KLI; ENER; FLÄCHE; BIODIV	

Maßnahme: Zuschüsse für KMU zu Investitionen und Beratung

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Förderprogramm "Investitionszuschüsse zum Einsatz hocheffizienter Querschnittstechnologien im Mittelstand"	BMWi	4	KMU	KLI; ENER; BIODIV
Programm "Energieberatung Mittelstand"	BMWi	4	KMU	KLI; ENER; BIODIV
Sonderfonds Energieeffizienz in KMU	KfW	4	KMU	KLI; ENER; BIODIV
Lernende Energie-Effizienz-Netzwerke - Mari:e	BMUB	4	IND; FOR	KLI; ENER; BIODIV

Leitmarkt: Grünes Energieangebot

Maßnahme:	EIP Water				
Einzelmaßnahmen:		Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
EIP Water		EU	7	IND; WIRT; ÖFF; FOR	KLI; WAS; EUT; TOX; MAT; BIODIV
Maßnahme:	Energieforschungsprogramme				
Einzelmaßnahmen:		Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Länderinitiativen		Bundesländer	2	IND; FOR	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV
Energieforschungsprogramm		BMWi	2	IND; FOR	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV
Maßnahme:	Exportinitiativen				
Einzelmaßnahmen:		Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Exportinitiativen Erneuerbare Energien		BMWi	5	IND	KLI; ENER; BIODIV
Maßnahme:	Förderung erneuerbarer Energien im Strommarkt				
Einzelmaßnahmen:		Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Energiemanagementsysteme im Kontext von besonderer Ausgleichsregelung nach §40 EEG		BMWi	1	IND; WIRT	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
EEG		BMUB	1	EVU; IND; PRIV; WIRT	KLI; VERS; EUT; TOX; BIODIV
Maßnahme:	Förderung von Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Kommunen				
Einzelmaßnahmen:		Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
NKI: Kommunalrichtlinie		BMUB	1	KOM	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
Maßnahme:	Förderung von Energieeffizienz und Einsatz erneuerbarer Energien in Gebäuden und Quartieren				
Einzelmaßnahmen:		Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
KfW-Programm Energetische Stadtsanierung		BMUB	1	PRIV; WIRT; KOM	KLI; EUT; ENER; BIODIV

Erneuerbare-Energien-WärmeG (EEwärmeG)	BMWi	1	IND; PRIV; WIRT; ÖFF	KLI; TROP; ENER; BIODIV
Förderprogramme für Nicht-Wohngebäude	BMWi	1	IND; WIRT; KOM	KLI; EUT; ENER; BIODIV

Maßnahme: Förderung von Energiespeichern

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Befreiung Netzentgelt/EEG-Umlage	BMWi	1	EVU	KLI; VERS; EUT; FLÄCHE; BIODIV

Maßnahme: Forschungsprogramme und Demonstrationsprojekte in den Bereichen Raumordnung, Wohnungswesen, Städtebau

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Forschungsinitiative Zukunft Bau (inkl. Effizienzhaus Plus)	BMUB	2	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; MAT; FLÄCHE; BIODIV

Maßnahme: Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Zahlreiche Länderaktivitäten für Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie	Bundesländer	2	IND; PRIV; WIRT; FOR	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV

Maßnahme: Nationale Plattform Zukunftsstadt

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Nationale Plattform Zukunftsstadt	BMBF	2	FOR	Ü

Maßnahme: Politikstrategien

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Aktionsprogramm Klimaschutz 2020	BMUB	1	EVU; IND; PRIV; WIRT; ÖFF; FOR; LW; WAWI; KOM; BIL	KLI; BIODIV
Nationale Klimaschutzinitiative (NKI)	BMUB	1	IND; PRIV; FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV

Maßnahme: Sonderkonditionen für KMU bei Kapitalbeschaffung

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
KfW Umweltprogramm / Erneuerbare Energien - Premium	BMWi	4	KMU	KLI; ENER; BIODIV

Programm (Sonderkonditionen für KU)

Maßnahme: Umbau Stromversorgung

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Weiterentwicklung des Strommarktes	BMWi	1	EVU; IND	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV
Netzausbaubeschleunigungsgesetz/Netzentwicklungsplan	BMWi	1	WIRT; ÖFF	KLI; VERS; EUT; TOX; BIODIV
NKI: Mini-KWK	BMUB	1	PRIV; KMU	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV

Maßnahme: Umweltpreise

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Wettbewerb "Kommunaler Klimaschutz"	BMUB	2	KOM; GORG	KLI; BIODIV
Leitmarktwettbewerb "EnergieUmweltwirtschaft.NRW"	Bundesländer	2	IND; FOR; KMU	Ü

Maßnahme: Unterstützung für Demonstrationsprojekte und Diffusion im Umweltbereich

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
NKI: Service- und Kompetenzzentrum Kommunaler Klimaschutz SK:KK	BMUB	2	KOM	KLI; BIODIV
NKI: Förderung von innovativen Klimaschutz-Einzelprojekten	BMUB	2	IND; WIRT; KOM; BIL; GORG	KLI; BIODIV

Maßnahme: Wissenschaftsaustausch

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Internationales Klimaschutzstipendium	AvH Stiftung	5	PRIV; FOR	KLI; BIODIV

Maßnahme: Zusammenarbeit mit anderen Staaten im Umweltschutz

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Internationale Klimaschutzinitiative (IKI)	BMUB	5	AUSL	KLI; ENER; FLÄCHE; BIODIV

Leitmarkt: Kreislaufwirtschaft

Maßnahme: Einzelmaßnahmen:	EIP Raw Materials EIP Raw Materials	Hauptakteur EU	Aktionsfeld 7	Adressat IND; WIRT; ÖFF; FOR; KMU; GORG	Umweltproblem MAT
Maßnahme: Einzelmaßnahmen:	EIP Water EIP Water	Hauptakteur EU	Aktionsfeld 7	Adressat IND; WIRT; ÖFF; FOR	Umweltproblem KLI; WAS; EUT; TOX; MAT; BIODIV
Maßnahme: Einzelmaßnahmen:	Emissionsinventare Umsetzung PRTR in Deutschland mit Thru.de	Hauptakteur BMUB	Aktionsfeld 3	Adressat IND; PRIV	Umweltproblem KLI; VERS; EUT; TOX; TROP; BIODIV
Maßnahme: Einzelmaßnahmen:	Exportinitiativen German RETech Partnership Recycling + Waste Management	Hauptakteur Industrie	Aktionsfeld 5	Adressat IND; AUSL	Umweltproblem Ü
Maßnahme: Einzelmaßnahmen:	Forschungsförderung für KMU KMU-innovativ	Hauptakteur BMBF	Aktionsfeld 4	Adressat KMU	Umweltproblem WAS; ENER; MAT
Maßnahme: Einzelmaßnahmen:	Kreislaufführung und Recycling Batteriegesezt Altölverordnung Verpackungsverordnung / ggf. Verpackungsgesezt	Hauptakteur BMUB BMUB BMUB	Aktionsfeld 1 1 1	Adressat IND IND; WIRT IND; WIRT	Umweltproblem TOX; MAT TOX; MAT MAT

Kreislaufwirtschaftsgesetz	BMUB	1	IND; PRIV; KOM	KLI; MAT; BIODIV
Klärschlammverordnung	BMUB	1	WAWI; KOM	EUT; TOX; MAT; BIODIV
Altfahrzeugverordnung	BMUB	1	IND; WIRT	TOX; MAT
Elektro- und Elektronikgeräte-Gesetze	BMUB	1	IND; PRIV; WIRT; KOM	TOX; MAT
Bioabfallverordnung	BMUB	1	WIRT; LW; KOM	EUT; TOX; MAT
Gewerbeabfallverordnung	BMUB	1	IND	MAT

Maßnahme: Normungsaktivitäten

Einzelmaßnahmen:

VDI-Blätter Recycling elektrischer und elektronischer Geräte

Hauptakteur

VDI

Aktionsfeld

3

Adressat

IND; PRIV; WIRT

Umweltproblem

TOX; MAT

Maßnahme: Politikstrategien

Einzelmaßnahmen:

ProgRess

Hauptakteur

BMUB

Aktionsfeld

1

Adressat

IND; PRIV; WIRT; ÖFF;
FOR; KOM

Umweltproblem

Ü; MAT; FLÄCHE

Maßnahme: Ressourcen- und energieeffiziente Produkte

Einzelmaßnahmen:

Vergabe-Verordnung

Hauptakteur

BMWi

Aktionsfeld

1

Adressat

IND; ÖFF

Umweltproblem

KLI; VERS; EUT; LÄRM; ENER; BIODIV

Maßnahme: Umweltpreise

Einzelmaßnahmen:

Leitmarkt Wettbewerb "EnergieUmweltwirtschaft.NRW"

Hauptakteur

Bundesländer

Aktionsfeld

2

Adressat

IND; FOR; KMU

Umweltproblem

Ü

Deutscher Rohstoffeffizienz-Preis

BMWi

2

FOR; KMU

MAT

Umwelttechnikpreis Baden-Württemberg

Bundesländer

2

IND

Ü

Maßnahme: Unterstützung für Demonstrationsprojekte und Diffusion im Umweltbereich

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Kompetenzzentrum Ressourceneffizienz	BMUB	2	IND; WIRT	WAS; MAT; FLÄCHE

Maßnahme: Wissenschaftsaustausch

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
CLIENT - Internationale Partnerschaften für nachhaltige Klima- und Umweltschutztechnologien und -dienstleistungen	BMBF	5	FOR	Ü

Maßnahme: Zuschüsse für KMU zu Investitionen und Beratung

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Go-effizient	BMWi	4	KMU	MAT

Leitmarkt: Lärminderung

Maßnahme: Förderung alternativer Fahrzeug-Antriebe

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
NKI: Hybridbusse	BMUB	1	KOM	KLI; VERS; EUT; TOX; LÄRM; ENER; BIODIV

Maßnahme: Lärmschutz und Lärminderung

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
TA Lärm	BMUB	1	IND; KOM	LÄRM
Umsetzung der EU-Umgebungslärmrichtlinie	BMUB	1	ÖFF; KOM	LÄRM
Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV)	BMVI	1	WIRT; KOM; BL	LÄRM
Maßnahmen Lärmsanierung Schienenwege	BMVI	1	PRIV; WIRT; ÖFF	LÄRM
Sportanlagenlärmschutzverordnung (18. BImSchV)	BMUB	1	PRIV; WIRT	LÄRM
Maschinen- und GerätelärmschutzVO (32. BImSchV)	BMUB	1	IND	LÄRM
Novelliertes Fluglärmschutzgesetz	BMUB	1	WIRT	LÄRM

Maßnahme: Normungsaktivitäten

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Geräusche von Schienenfahrzeugen im ÖPNV	VDV	3	WIRT	LÄRM

Maßnahme: Umweltpreise

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Leitmarkt Wettbewerb "EnergieUmweltwirtschaft.NRW"	Bundesländer	2	IND; FOR; KMU	Ü

Leitmarkt: Luftreinhaltung

Maßnahme: Eignungsprüfung und Zertifizierung von Messeinrichtungen für Emissionen und Immissionen

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Ausstellung von Zertifikaten und Bekanntgabe geeigneter Messeinrichtungen im Bundesanzeiger	UBA	3	WIRT	KLI; VERS; EUT; TOX; BIODIV

Maßnahme: EIP Agricultural Sustainability and Productivity

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
EIP Agricultural Sustainability and Productivity	EU	7	IND; WIRT; ÖFF; FOR; LW	KLI; WAS; VERS; EUT; TOX; MAT; FLÄCHE; BIODIV

Maßnahme: EIP Water

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
EIP Water	EU	7	IND; WIRT; ÖFF; FOR	KLI; WAS; EUT; TOX; MAT; BIODIV

Maßnahme: Emissionsinventare

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Umsetzung PRTR in Deutschland mit Thru.de	BMUB	3	IND; PRIV	KLI; VERS; EUT; TOX; TROP; BIODIV

Maßnahme: Förderung alternativer Fahrzeug-Antriebe

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
NKI: Hybridbusse	BMUB	1	KOM	KLI; VERS; EUT; TOX; LÄRM; ENER; BIODIV

Maßnahme: Luftreinhaltung

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
TA Luft	BMUB	1	IND	VERS; EUT; TOX; TROP; BIODIV
Genfer Luftreinhaltkonvention (UNECE Convention on	Bundesregierung	1	IND; ÖFF	VERS; EUT; TOX; BIODIV

	Long-range Transboundary Air Pollution)				
	GroßfeuerungsanlagenVO (13. BImSchV)	BMUB	1	EVU; IND	VERS; EUT; BIODIV
"	TÜV" (Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO, Anlage VIIIa: Durchführung HU))	BMVI	1	IND; PRIV; WIRT; ÖFF	VERS; EUT; TOX; TROP
	35. BImSchV ("FeinstaubVO")	BMUB	1	PRIV; KOM	TOX
	39. BImSchV (Umsetzung NEC-Richtlinie)	UBA	1	IND	VERS; EUT; TOX; TROP; BIODIV

Maßnahme: Normungsaktivitäten

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
VDI-Blätter Emissionsminderung und Abgasreinigung	VDI	3	IND	VERS; EUT; TOX; TROP

Maßnahme: Ökologische Steuerreform

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Energiemanagementsysteme in Verbindung mit Spitzenausgleich i. R. d. Strom- und Energiesteuer (Entlastung in Sonderfällen)	BMWi	1	IND; WIRT	KLI; ENER; BIODIV
Strom- und Energiesteuer	BMWi	1	IND; PRIV; WIRT; ÖFF	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV

Maßnahme: Umweltpreise

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Leitmarkt Wettbewerb "EnergieUmweltwirtschaft.NRW"	Bundesländer	2	IND; FOR; KMU	Ü
Umwelttechnikpreis Baden-Württemberg	Bundesländer	2	IND	Ü

Leitmarkt: Nachhaltige Chemie

Maßnahme: Chemikaliensicherheit

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Durchführung REACH-Stoffbewertung	UBA	1	IND	TOX
Ratifizierung internationaler Abkommen: PIC-Konvention	BMUB	1	IND; AUSL	TOX; BIODIV
Ratifizierung internationaler Abkommen: Minamata-Abkommen	BMUB	1	IND	TOX
Teilnahme an internationalen Programmen: Chemikalienprogramm der OECD	BMUB	1	ÖFF	TOX
Zulassungsverfahren PSM	BMEL	1	IND; LW	TOX; BIODIV
Teilnahme an internationalen Programmen: UNEP-SAICM	UBA	1	ÖFF; AUSL	TOX
Ratifizierung internationaler Abkommen: POP-Konvention	UBA	1	IND	TOX

Maßnahme: EIP Agricultural Sustainability and Productivity

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
EIP Agricultural Sustainability and Productivity	EU	7	IND; WIRT; ÖFF; FOR; LW	KLI; WAS; VERS; EUT; TOX; MAT; FLÄCHE; BIODIV

Maßnahme: Förderung landwirtschaftlicher und agrarwissenschaftlicher Innovationen

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
BMEL-Programm zur Innovationsförderung	BMEL	2	FOR; LW	VERS; EUT; TOX; MAT; BIODIV
NAP zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Fokus auf Innovationen	BMEL	2	LW	TOX; BIODIV
Deutsche Innovationspartnerschaft Agrar (DIP)	BMEL	2	LW	WAS; VERS; EUT; TOX; FLÄCHE; BIODIV
BÖLN	BMEL	2	FOR; LW	VERS; EUT; TOX; BIODIV

Maßnahme: Forschung zu Bioökonomie

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Bioraffinerie-Forschungszentrum Leuna	BMBF	2	FOR	MAT
Einzelne Fördermaßnahmen BMBF und BMEL	BMBF	2	FOR	MAT

Maßnahme: Kreislaufführung und Recycling

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Elektro- und Elektronikgeräte-Gesetze	BMUB	1	IND; PRIV; WIRT; KOM	TOX; MAT

Maßnahme: PPP für Human-Biomonitoring

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Kooperation zum Human-Biomonitoring zwischen BMUB und VCI	BMUB	2	FOR	TOX
HBM-Kommission des UBA	BMUB	2	ÖFF; FOR	TOX

Maßnahme: Ressourcen- und energieeffiziente Produkte

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Stärkung der Marktüberwachung bzgl. Produktkennzeichnung (Vollzug)	UBA	1	PRIV; WIRT	KLI; WAS; TOX; TROP; Ü; ENER; MAT; BIODIV

Maßnahme: Umweltpreise

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Deutscher Gefahrstoffpreis	BMAS	2	IND; FOR	TOX

Maßnahme: Unterstützung zur Umsetzung von REACH

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Info-Portal www.reach-info.de	UBA	4	IND	TOX
Fachworkshop-Reihe "REACH in der Praxis"	UBA	2	IND; WIRT; FOR; KMU	TOX

Maßnahme: Verminderung der Emissionen von Nährstoffen in Gewässer

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Landwirtschaftliche Subventionen (GAP)	BMEL	1	LW; KOM	KLI; VERS; EUT; TOX; BIODIV

Maßnahme: WING

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
WING	BMBF	2	FOR	KLI; ENER; MAT; BIODIV

Leitmarkt: Nachhaltige Mobilität

Maßnahme: Elektromobilität

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Nationale Plattform Elektromobilität	BMUB	2	IND; ÖFF; FOR; GORG	KLI; TOX; ENER; BIODIV
Zahlreiche Mobilitätsprojekte der BL (Demonstrationsvorhaben)	Bundesländer	2	IND; PRIV; WIRT; KOM	KLI; TOX; ENER; BIODIV

Maßnahme: Förderung alternativer Fahrzeug-Antriebe

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
NKI: Hybridbusse	BMUB	1	KOM	KLI; VERS; EUT; TOX; LÄRM; ENER; BIODIV
Befreiung Elektroauto Kfz-Steuer	BMVI	1	PRIV	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV

Maßnahme: Förderung effizienter Fahrzeuge

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Kfz-Steuer entsprechend CO2	BMVI	1	IND; PRIV	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
Ausgestaltung Lkw-Maut	BMVI	1	IND	KLI; TOX; ENER; BIODIV
Pkw-EnvKV	BMVI	1	IND	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV

Maßnahme: Förderung von Energieeffizienz in Industrie, Gewerbe, Kommunen

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
NKI: Kommunalrichtlinie	BMUB	1	KOM	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV

Maßnahme: Forschungsprogramme und Demonstrationsprojekte in den Bereichen Raumordnung, Wohnungswesen, Städtebau

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
ExWoSt	BMUB	2	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; MAT; FLÄCHE; BIODIV
Förderung innovativer Vorhaben durch Bundesländer	BMUB	2	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; FLÄCHE; BIODIV
MORO	BMUB	2	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; MAT; FLÄCHE; BIODIV

Forschungsinitiative Zukunft Bau (inkl. Effizienzhaus Plus)	BMUB	2	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; MAT; FLÄCHE; BIODIV
Maßnahme: Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Zahlreiche Länderaktivitäten für Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologie	Bundesländer	2	IND; PRIV; WIRT; FOR	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV
Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie	BMVI	2	IND; FOR	KLI; VERS; EUT; TOX; ENER; BIODIV
Maßnahme: Kreislaufführung und Recycling				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Altfahrzeugverordnung	BMUB	1	IND; WIRT	TOX; MAT
Maßnahme: Lärmschutz und Lärminderung				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Verkehrslärmschutzverordnung (16. BlmschV)	BMVI	1	WIRT; KOM; BL	LÄRM
Maßnahmen Lärmsanierung Schienenwege	BMVI	1	PRIV; WIRT; ÖFF	LÄRM
Novelliertes Fluglärmschutzgesetz	BMUB	1	WIRT	LÄRM
Maßnahme: Nationale Plattform Zukunftsstadt				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Nationale Plattform Zukunftsstadt	BMBF	2	FOR	Ü
Maßnahme: Normungsaktivitäten				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
DIN-Normen für Elektrofahrzeuge	DIN	3	IND	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
Geräusche von Schienenfahrzeugen im ÖPNV	VDV	3	WIRT	LÄRM
Maßnahme: Ökologische Steuerreform				

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Strom- und Energiesteuer	BMWi	1	IND; PRIV; WIRT; ÖFF	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV

Maßnahme: Politikstrategien

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Nationale Klimaschutzinitiative (NKI)	BMUB	1	IND; PRIV; FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; BIODIV
Aktionsprogramm Klimaschutz 2020	BMUB	1	EVU; IND; PRIV; WIRT; ÖFF; FOR; LW; WAWI; KOM; BIL	KLI; BIODIV
Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie	BMVI	1	IND; PRIV; WIRT	KLI; TROP; ENER; BIODIV

Maßnahme: Ressourcen- und energieeffiziente Produkte

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Vergabe-Verordnung	BMWi	1	IND; ÖFF	KLI; VERS; EUT; LÄRM; ENER; BIODIV

Maßnahme: Unterstützung für Demonstrationsprojekte und Diffusion im Umweltbereich

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
NKI: Förderung von innovativen Klimaschutz-Einzelprojekten	BMUB	2	IND; WIRT; KOM; BIL; GORG	KLI; BIODIV
NKI: Service- und Kompetenzzentrum Kommunaler Klimaschutz SK:KK	BMUB	2	KOM	KLI; BIODIV

Maßnahme: WING

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
WING	BMBF	2	FOR	KLI; ENER; MAT; BIODIV

Leitmarkt: Nachhaltige Wasserwirtschaft

Maßnahme:	Bepreisung Wasserressourcen				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem	
Abwasserabgabe	BMUB	1	IND; WIRT; LW; WAWI	WAS; EUT; TOX	
Wassernutzungsentgelte	Bundesländer	1	IND; PRIV; LW	WAS	
Maßnahme:	EIP Agricultural Sustainability and Productivity				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem	
EIP Agricultural Sustainability and Productivity	EU	7	IND; WIRT; ÖFF; FOR; LW	KLI; WAS; VERS; EUT; TOX; MAT; FLÄCHE; BIODIV	
Maßnahme:	EIP Water				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem	
EIP Water	EU	7	IND; WIRT; ÖFF; FOR	KLI; WAS; EUT; TOX; MAT; BIODIV	
Maßnahme:	Emissionsinventare				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem	
Umsetzung PRTR in Deutschland mit Thru.de	BMUB	3	IND; PRIV	KLI; VERS; EUT; TOX; TROP; BIODIV	
Maßnahme:	Exportinitiativen				
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem	
German Water Partnership	Industrie	5	IND; FOR; WAWI; KOM; AUSL	KLI; WAS; EUT; TOX; BIODIV	

Maßnahme: Förderung landwirtschaftlicher und agrarwissenschaftlicher Innovationen

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
BÖLN	BMEL	2	FOR; LW	VERS; EUT; TOX; BIODIV
Deutsche Innovationspartnerschaft Agrar (DIP)	BMEL	2	LW	WAS; VERS; EUT; TOX; FLÄCHE; BIODIV
NAP zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Fokus auf Innovationen	BMEL	2	LW	TOX; BIODIV
BMEL-Programm zur Innovationsförderung	BMEL	2	FOR; LW	VERS; EUT; TOX; MAT; BIODIV

Maßnahme: Forschungsförderung für KMU

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
KMU-innovativ	BMBF	4	KMU	WAS; ENER; MAT

Maßnahme: Kreislaufführung und Recycling

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Klärschlammverordnung	BMUB	1	WAWI; KOM	EUT; TOX; MAT; BIODIV

Maßnahme: Nationale Plattform Zukunftsstadt

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Nationale Plattform Zukunftsstadt	BMBF	2	FOR	Ü

Maßnahme: Netzwerke zur Kompetenzbildung

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Initiative "boden:ständig"	Bundesländer	6	LW; KOM	WAS; EUT; TOX; FLÄCHE

Maßnahme: Normungsaktivitäten

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Konzeptionierung und Management der Wasserwirtschaft	DWA	3	WAWI	WAS

Maßnahme: Ressourcen- und energieeffiziente Produkte

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Vergabe-Verordnung	BMW i	1	IND; ÖFF	KLI; VERS; EUT; LÄRM; ENER; BIODIV

Maßnahme: Umweltpreise

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Leitmarkt Wettbewerb "EnergieUmweltwirtschaft.NRW"	Bundesländer	2	IND; FOR; KMU	Ü

Maßnahme: Verminderung der Emissionen prioritärer Stoffe und von Spurenstoffen

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Prioritäre Stoffe Richtlinie und Umsetzung durch Oberflächengewässerverordnung	BMUB	1	WAWI	TOX; BIODIV
Abwasserverordnung	BMUB	1	IND; WAWI	EUT; TOX; BIODIV

Maßnahme: Verminderung der Emissionen von Nährstoffen in Gewässern

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Düngemittelverordnung	BMEL	1	IND	EUT; TOX
Umsetzung der Anforderungen der Oberflächengewässerverordnung hinsichtlich Nährstoffbelastung in Bewirtschaftungspläne inkl. Regenwassermanagement und Gewässerrandstreifen	BMUB	1	LW	EUT; BIODIV
Landwirtschaftliche Subventionen (GAP)	BMEL	1	LW; KOM	KLI; VERS; EUT; TOX; BIODIV

Maßnahme: Wissenschaftsaustausch

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
CLIENT - Internationale Partnerschaften für nachhaltige Klima- und Umweltschutztechnologien und -dienstleistungen	BMBF	5	FOR	Ü

Leitmarkt: Ressourceneffizienz

Maßnahme: Ausrichtung der Berufsausbildung auf Öko-Innovationen

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
ESF-Programm "Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung befördern - Über grüne Schlüsselkompetenzen zu klima- und ressourcenschonendem Handeln im Beruf (BBNE)"	BMUB	6	BIL	KLI; ENER; MAT; BIODIV

Maßnahme: Ausrichtung der tertiären Bildung auf Öko-Innovationen

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Etablierung von Ökodesign in der akademischen Ausbildung von Produktentwicklern	BMUB	6	BIL	MAT

Maßnahme: EIP Agricultural Sustainability and Productivity

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
EIP Agricultural Sustainability and Productivity	EU	7	IND; WIRT; ÖFF; FOR; LW	KLI; WAS; VERS; EUT; TOX; MAT; FLÄCHE; BIODIV

Maßnahme: EIP Raw Materials

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
EIP Raw Materials	EU	7	IND; WIRT; ÖFF; FOR; KMU; GORG	MAT

Maßnahme: EIP Water

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
EIP Water	EU	7	IND; WIRT; ÖFF; FOR	KLI; WAS; EUT; TOX; MAT; BIODIV

Maßnahme:	Emissionsinventare				
Einzelmaßnahmen:		Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Umsetzung PRTR in Deutschland mit Thru.de		BMUB	3	IND; PRIV	KLI; VERS; EUT; TOX; TROP; BIODIV
Maßnahme:	Exportinitiativen				
Einzelmaßnahmen:		Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
German RETech Partnership Recycling + Waste Management		Industrie	5	IND; AUSL	Ü
Maßnahme:	Flächensparen				
Einzelmaßnahmen:		Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Landesplanungsrecht		Bundesländer	1	KOM	FLÄCHE; BIODIV
Raumordnungsrecht		BMUB	1	KOM; BL	FLÄCHE; BIODIV
Bauleitplanung (Erleichterung Innenentwicklung, kommunaler Freiraumschutz)		BMUB	1	KOM	FLÄCHE; BIODIV
Maßnahme:	Förderung landwirtschaftlicher und agrarwissenschaftlicher Innovationen				
Einzelmaßnahmen:		Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
BMEL-Programm zur Innovationsförderung		BMEL	2	FOR; LW	VERS; EUT; TOX; MAT; BIODIV
Deutsche Innovationspartnerschaft Agrar (DIP)		BMEL	2	LW	WAS; VERS; EUT; TOX; FLÄCHE; BIODIV
NAP zur nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln im Fokus auf Innovationen		BMEL	2	LW	TOX; BIODIV
BÖLN		BMEL	2	FOR; LW	VERS; EUT; TOX; BIODIV
Maßnahme:	Forschung zu Bioökonomie				
Einzelmaßnahmen:		Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Einzelne Fördermaßnahmen BMBF und BMEL		BMBF	2	FOR	MAT
Bioraffinerie-Forschungszentrum Leuna		BMBF	2	FOR	MAT
Nationale Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030		BMBF	2	FOR	KLI; MAT; BIODIV

Maßnahme: Forschungsförderung für KMU

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
KMU-innovativ	BMBF	4	KMU	WAS; ENER; MAT

Maßnahme: Forschungsprogramme und Demonstrationsprojekte in den Bereichen Raumordnung, Wohnungswesen, Städtebau

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
ExWoSt	BMUB	2	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; MAT; FLÄCHE; BIODIV
Förderung innovativer Vorhaben durch Bundesländer	BMUB	2	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; FLÄCHE; BIODIV
Forschungsinitiative Zukunft Bau (inkl. Effizienzhaus Plus)	BMUB	2	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; MAT; FLÄCHE; BIODIV
MORO	BMUB	2	FOR	KLI; VERS; EUT; ENER; MAT; FLÄCHE; BIODIV

Maßnahme: Kreislaufführung und Recycling

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Bioabfallverordnung	BMUB	1	WIRT; LW; KOM	EUT; TOX; MAT
Altfahrzeugverordnung	BMUB	1	IND; WIRT	TOX; MAT
Gewerbeabfallverordnung	BMUB	1	IND	MAT
Altölverordnung	BMUB	1	IND; WIRT	TOX; MAT
Batteriegesezt	BMUB	1	IND	TOX; MAT
Verpackungsverordnung / ggf. Verpackungsgesezt	BMUB	1	IND; WIRT	MAT
Elektro- und Elektronikgeräte-Gesezt	BMUB	1	IND; PRIV; WIRT; KOM	TOX; MAT
Abfallvermeidungsprogramm des Bundes unter Beteiligung der Bundesländer	BMUB	1	IND; PRIV; ÖFF; FOR	Ü; MAT
Kreislaufwirtschaftsgesezt	BMUB	1	IND; PRIV; KOM	KLI; MAT; BIODIV
Klärschlammverordnung	BMUB	1	WAWI; KOM	EUT; TOX; MAT; BIODIV

Maßnahme:	Nationale Plattform Zukunftsstadt			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Nationale Plattform Zukunftsstadt	BMBF	2	FOR	Ü
Maßnahme:	Netzwerke zur Kompetenzbildung			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Initiative "boden:ständig"	Bundesländer	6	LW; KOM	WAS; EUT; TOX; FLÄCHE
Maßnahme:	Normungsaktivitäten			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Wiedernutzbarmachung kleiner Grundstücke (DWA-M 303)	DWA	3	PRIV; WIRT; ÖFF	TOX; FLÄCHE
VDI-Blätter Recycling elektrischer und elektronischer Geräte	VDI	3	IND; PRIV; WIRT	TOX; MAT
Maßnahme:	Politikstrategien			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
ProgRess	BMUB	1	IND; PRIV; WIRT; ÖFF; FOR; KOM	Ü; MAT; FLÄCHE
Maßnahme:	Ressourcen- und energieeffiziente Produkte			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Vergabe-Verordnung	BMWi	1	IND; ÖFF	KLI; VERS; EUT; LÄRM; ENER; BIODIV
Stärkung der Marktüberwachung bzgl. Produktkennzeichnung (Vollzug)	UBA	1	PRIV; WIRT	KLI; WAS; TOX; TROP; Ü; ENER; MAT; BIODIV
Maßnahme:	Umweltauflagen in Außenwirtschaftsförderung			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Rohstoffpartnerschaft	BMWi	5	IND	MAT
Explorationsförderprogramm	BMWi	5	IND	MAT; FLÄCHE

Maßnahme: Umweltpreise

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Leitmarkt Wettbewerb "EnergieUmweltwirtschaft.NRW"	Bundesländer	2	IND; FOR; KMU	Ü
Deutscher Rohstoffeffizienz-Preis	BMWi	2	FOR; KMU	MAT
Bundespreis Ecodesign	BMUB	2	IND; WIRT	MAT
Umwelttechnikpreis Baden-Württemberg	Bundesländer	2	IND	Ü

Maßnahme: Unterstützung für Demonstrationsprojekte und Diffusion im Umweltbereich

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Kompetenzzentrum Ressourceneffizienz	BMUB	2	IND; WIRT	WAS; MAT; FLÄCHE

Maßnahme: Verminderung der Emissionen von Nährstoffen in Gewässer

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Landwirtschaftliche Subventionen (GAP)	BMEL	1	LW; KOM	KLI; VERS; EUT; TOX; BIODIV

Maßnahme: WING

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
WING	BMBF	2	FOR	KLI; ENER; MAT; BIODIV

Maßnahme: Wissenschaftsaustausch

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
CLIENT - Internationale Partnerschaften für nachhaltige Klima- und Umweltschutztechnologien und -dienstleistungen	BMBF	5	FOR	Ü

Maßnahme: Zuschüsse für KMU zu Investitionen und Beratung

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Förderung einzelbetrieblicher Beratung zur Steigerung der Rohstoff- und Materialeffizienz auf Länderebene	Bundesländer	4	IND; WIRT; KMU	KLI; MAT; BIODIV
Go-effizient	BMWi	4	KMU	MAT

Leitmarkt: Übergreifend

Maßnahme:	Ausrichtung der Berufsausbildung auf Öko-Innovationen			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Berufliche Bildung für nachhaltige Entwicklung (BBNE)	BMBF	6	PRIV	Ü
Maßnahme:	EIP Smart Cities and Communities			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
EIP Smart Cities and Communities	EU	7	IND; WIRT; ÖFF; FOR; KMU; GORG	Ü
Maßnahme:	Entwicklungszusammenarbeit (technisch und finanziell)			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Zahlreiche Projekte weltweit finanzieller Natur	KfW	5	AUSL	Ü
Zahlreiche Projekte weltweit technischer Natur	GIZ	5	AUSL	Ü
Maßnahme:	Finanzierung für Umwelt- und Energieprojekte			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
KfW-Kreditprogramme	KfW	2	IND; PRIV; WIRT; KOM	Ü
Maßnahme:	FONA			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
FONA	BMBF	2	FOR	Ü
Maßnahme:	Förderung der Internationalisierung von KMU			
Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
BMW-Markterschließungsprogramm	BMW	4	KMU	Ü

Maßnahme: Forschungsförderung für KMU

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
ZIM	BMWi	4	KMU	Ü
ERP-Innovationsprogramm Technologietransfer "Hochschule/Forschungseinrichtung-KMU"	KfW	4	KMU	Ü

Maßnahme: High-Tech-Strategie

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
High-Tech-Strategie	BMBF	2	FOR	Ü

Maßnahme: Institutionelle Förderung der außeruniversitären angewandten Forschung

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Fraunhofer-Gesellschaft	BMBF	2	FOR	Ü
Leibniz-Institute	BMBF	2	FOR	Ü
Helmholtz-Zentren	BMBF	2	FOR	Ü

Maßnahme: Label und Zertifizierungen

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Umweltzeichen "Blauer Engel"	BMUB	3	IND; PRIV; WIRT; ÖFF; GORG	Ü

Maßnahme: Leistungsziele bei Kreditvergabe und Beschaffung

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Kompetenzzentrum Innovative Beschaffung KOINNO	BMWi	3	ÖFF	Ü
Maßnahmenprogramm Nachhaltigkeit der Bundesregierung	Bundesregierung	3	IND; WIRT	Ü
www.kompass-nachhaltigkeit.de	BMZ	3	ÖFF; KMU	Ü
Kompetenzstelle nachhaltige Beschaffung (KNB)	BMI	3	ÖFF; KOM	Ü

www.siegelklarheit.de	BMZ	3	PRIV	Ü
Vorteile für EMAS-Teilnehmer	BMUB	3	IND; WIRT	Ü

Maßnahme: Netzwerke zur Kompetenzbildung

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
diverse Netzwerke auf Länderebene	Bundesländer	6	IND; ÖFF; FOR; LW; KMU; KOM	Ü
BMBF-Wettbewerb lokale Kompetenznetzwerke f. Nachhaltigkeit	BMBF	6	EVU; IND; WIRT; ÖFF; KOM; BIL; GORG	Ü

Maßnahme: Politikstrategien

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Biodiversitätsstrategie	BMUB	1	PRIV; ÖFF; KOM	BIODIV
Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung	BMUB	1	IND; PRIV; ÖFF; FOR	Ü
Nachhaltigkeits- und Innovationsstrategien der Bundesländer	Bundesländer	1	IND; PRIV; FOR; KOM	Ü

Maßnahme: Ressourcen- und energieeffiziente Produkte

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Kennzeichnung im E-Commerce	UBA	1	WIRT	Ü

Maßnahme: Sonderkonditionen für KMU bei Kapitalbeschaffung

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Crowd-Funding "Ecocrowd"	Deutsche Umweltstiftung	4	KMU	Ü

Maßnahme: Umweltauflagen in Außenwirtschaftsförderung

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
UFK-Garantien	BMWi	5	IND; AUSL	Ü
Hermes-Deckung	BMWi	5	IND	Ü

Maßnahme: Umweltorientierte Aus- und Weiterbildung im internationalen Kontext

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Carl Duisberg Gesellschaft	BMZ	5	PRIV; AUSL	Ü
UNEP/UNESCO/BMUB International Post-graduate Studies of Environmental Management for Developing and Emerging Countries	BMUB	5	ÖFF; KOM; AUSL	Ü

Maßnahme: Umweltpreise

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Umweltpreis der Bayerischen Landesstiftung	Bundesländer	2	IND; PRIV; WIRT; ÖFF; FOR	Ü
StartGreen-Award	BMUB	2	KMU	Ü
Werkstatt N	Rat für Nachhaltige Entwicklung	2	IND; PRIV; WIRT; ÖFF	Ü
IKU - Innovationspreis für Klima und Umwelt	BMUB	2	IND; PRIV; FOR	Ü

Maßnahme: Unterstützung für Demonstrationsprojekte und Diffusion im Umweltbereich

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
DBU-Förderung	DBU	2	IND; WIRT; FOR; KMU; KOM	Ü
BMUB-Umweltinnovationsprogramm	BMUB	2	IND; WAWI; KOM	Ü

Maßnahme: Weiterbildungsmaßnahmen

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Stärkung von Multiplikatoren (Lehrkräfte, Verbraucherzentralen) im Bildungssektor	BMUB	6	ÖFF; GORG	Ü

Maßnahme: Wissenschaftsaustausch

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Carlo-Schmid-Programm für Praktika bei Internationalen Organisationen, EU-Institutionen und NGOs	BMBF	5	FOR	Ü
Umweltthemen in der bilateralen wissenschaftlich-technologischen Zusammenarbeit	BMBF	5	FOR; AUSL	Ü
Deutsche Bundesstiftung Umwelt MOE-Austauschstipendienprogramm	DBU	5	PRIV; AUSL	Ü

Maßnahme: Zusammenarbeit mit anderen Staaten im Umweltschutz

Einzelmaßnahmen:	Hauptakteur	Aktionsfeld	Adressat	Umweltproblem
Beratungshilfeprogramm	BMUB	5	AUSL	Ü
Twinning i. R. d. European Neighbourhood-Instrument	BMUB	5	ÖFF; KOM; AUSL	Ü