

# Instrumente zur Förderung von Umweltinnovationen

Bestandsaufnahme, Bewertung und Defizitanalyse



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

Umwelt  
Bundes  
Amt   
Für Mensch und Umwelt



# **Instrumente zur Förderung von Umweltinnovationen**

## **Bestandsaufnahme, Bewertung und Defizitanalyse**

Forschungsprojekt im Auftrag des Umweltbundesamtes

Förderkennzeichen (UFOPLAN) 206 14 132/01

Durchgeführt von

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) GmbH, Mannheim und  
Freie Universität Berlin, Forschungsstelle für Umweltpolitik (FFU)

Autoren:

Klaus Rennings

Christian Rammer

Ulrich Oberndorfer

Klaus Jacob

Georg Boie

Susanne Brucksch

Jesko Eisgruber

Rüdiger Haum

Paul Mußler

Christian Schossig

Henrik Vagt

## Impressum

Herausgeber: Umweltbundesamt (UBA)  
Postfach 1406, 06844 Dessau-Roßlau  
E-Mail: [info@umweltbundesamt.de](mailto:info@umweltbundesamt.de)  
[www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit  
Referat Öffentlichkeitsarbeit  
11055 Berlin  
E-Mail: [service@bmu.bund.de](mailto:service@bmu.bund.de)  
[www.bmu.de](http://www.bmu.de)

ISSN: 1865-0538

Projektbetreuung: Michael Golde  
Umweltbundesamt (UBA)

Peter Franz  
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

Autoren: Dr. K. Rennings (Projektleiter), Dr. C. Rammer, Dipl.-Vw. U. Oberndorfer (ZEW, Mannheim)

Dr. Klaus Jacob (Projektleiter), Georg Boie, Susanne Brucksch, Jesko Eisgruber,  
Rüdiger Haum, Paul Mußler, Christian Schossig und Henrik Vagt (FFU, Berlin)

Titelfotos: Q-Cells AG, BMU / Rupert Oberhäuser, ccvision GmbH

Stand: März 2008

## Inhaltsübersicht:

<b>Verzeichnis der Abkürzungen .....</b>	<b>IX</b>
<b>Verzeichnis der Maßeinheiten .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>XIV</b>
<b>Summary.....</b>	<b>XVIII</b>
<b>1 Einführung.....</b>	<b>1</b>
<b>2 Innovationsaktivitäten in umweltrelevanten Handlungsfeldern in Deutschland.....</b>	<b>3</b>
2.1 <i>Lead Märkte – Konzept und Politik.....</i>	3
2.2 <i>Ökologische Industriepolitik und ihre Handlungsfelder .....</i>	7
2.3 <i>Innovationsaktivitäten von Umweltschutzanbietern nach Handlungsfeldern.....</i>	16
2.4 <i>Innovationswirkung Energie-/Materialeffizienz.....</i>	23
2.5 <i>Instrumente der Umwelt- und Innovationspolitik in verschiedenen Innovationsphasen.....</i>	32
<b>3 Überblick über Instrumente der Innovationspolitik .....</b>	<b>37</b>
3.1 <i>Programme zur Technologieförderung (direkte Projektförderung).....</i>	37
3.2 <i>Verbesserung der Rahmenbedingungen für Innovationen .....</i>	57
3.3 <i>Zwischenergebnis.....</i>	66
<b>4 Überblick über umweltpolitische Instrumente .....</b>	<b>69</b>
4.1 <i>Marktbasierte Instrumente zur Beeinflussung der Richtung des technischen Fortschritts .....</i>	69
4.2 <i>Instrumente zur Förderung spezifischer Umweltinnovationen.....</i>	78
4.3 <i>Zusätzliche angebots- und nachfrageseitige Instrumente zur Diffusionsförderung von Umwelttechnologien.....</i>	89
4.4 <i>Zwischenergebnis.....</i>	95
<b>5 Einschätzung der Effektivität innovations- und umweltpolitischer Instrumente einschließlich einer Lücken- und Defizitanalyse .....</b>	<b>97</b>
5.1 <i>Kriterien.....</i>	97
5.2 <i>Anreize für Innovationsphasen.....</i>	98
5.3 <i>Anreize für KMU.....</i>	100
5.4 <i>Bewertung der Instrumente hinsichtlich der Handlungsfelder.....</i>	104
5.5 <i>Bewertung der Förderpolitik hinsichtlich Produktgruppen aus Unternehmenssicht .....</i>	124
5.6 <i>Erfolgsfaktoren.....</i>	134
5.7 <i>Gemischter Instrumenteneinsatz .....</i>	137
5.8 <i>Forschungsbedarf.....</i>	138

<b>6</b>	<b>Darstellung ausländischer Best Practice Beispiele (Instrumente und umweltpolitische Ansätze) ...</b>	<b>140</b>
6.1.	<i>Kalifornische Luftreinhaltepolitik</i> .....	142
6.2	<i>Abgas- und Verbrauchsstandards für Kfz in China</i> .....	151
6.3.	<i>Japan: Top Runner-Ansatz</i> .....	160
6.4.	<i>Niederlande: Transitionsmanagement</i> .....	169
6.5.	<i>Das 3R- Programm in Japan</i> .....	178
6.6	<i>Exportförderung für Umwelttechnologien und erneuerbare Energien</i> .....	192
<b>7</b>	<b>Vorschläge für prioritäre umweltpolitische Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung des Instrumentariums und Aufzeigen weiteren Forschungsbedarfs .....</b>	<b>200</b>
7.1	<i>Innovationsorientierte Umweltpolitik</i> .....	200
7.2	<i>Innovationspolitische Maßnahmen</i> .....	201
7.3	<i>Wie wirkt Umweltpolitik auf die Innovationstätigkeit?</i> .....	202
7.4	<i>Preisentwicklung und Umweltinnovationen</i> .....	204
7.5	<i>Strategische Ansatzpunkte einer innovationsorientierten Umweltpolitik</i> .....	205
7.6	<i>Schlussfolgerungen aus der Analyse ausländischer Best Practice Beispiele</i> .....	208
7.7	<i>Vorschläge für einen Policy Mix</i> .....	214
7.8	<i>Forschungsbedarf</i> .....	215
<b>8</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>217</b>
<b>9.</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>231</b>

# Inhaltsverzeichnis:

Verzeichnis der Abkürzungen .....	IX
Verzeichnis der Maßeinheiten .....	XIII
Zusammenfassung.....	XIV
Summary.....	XVIII
<b>1 Einführung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Innovationsaktivitäten in umweltrelevanten Handlungsfeldern in Deutschland.....</b>	<b>3</b>
2.1 <i>Lead Märkte – Konzept und Politik</i> .....	3
2.1.1 Das Lead Markt-Konzept .....	3
2.1.2 Lead Märkte für Umweltinnovationen .....	6
2.1.3 Politik zur Entwicklung von Lead Märkten .....	7
2.2 <i>Ökologische Industriepolitik und ihre Handlungsfelder</i> .....	7
2.2.1 Handlungsfeld Energieerzeugung und Speicherung.....	7
2.2.2 Handlungsfeld Energieeffizienz .....	9
2.2.3 Handlungsfeld Rohstoff- und Materialeffizienz.....	10
2.2.4 Handlungsfeld Nachhaltige Mobilität .....	11
2.2.5 Handlungsfeld Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling .....	12
2.2.6 Handlungsfeld Nachhaltige Wasserwirtschaft.....	13
2.2.7 Handlungsfeld Biotechnologie .....	14
2.2.8 Handlungsfeld Nanotechnologie .....	15
2.3 <i>Innovationsaktivitäten von Umweltschutzanbietern nach Handlungsfeldern</i> .....	16
2.3.1 Methodische Vorbemerkungen .....	16
2.3.2 Unterschiede im Innovationsverhalten nach Handlungsfeldern .....	18
2.3.3 Bedeutung öffentlicher Innovationsförderung für Anbieter im Umweltschutzmarkt.....	21
2.4 <i>Innovationswirkung Energie-/Materialeffizienz</i> .....	23
2.4.1 Methodische Vorbemerkungen .....	23
2.4.2 Verbreitung nach Branchen.....	24
2.4.3 Kennzeichen der Innovationsprozesse von „Umwelteffizienzinnovatoren“ .....	27
2.4.4 Bedeutung von Umwelteffizienzinnovationen im internationalen Vergleich .....	29
2.5 <i>Instrumente der Umwelt- und Innovationspolitik in verschiedenen Innovationsphasen</i> .....	32
<b>3 Überblick über Instrumente der Innovationspolitik .....</b>	<b>37</b>
3.1 <i>Programme zur Technologieförderung (direkte Projektförderung)</i> .....	37
3.1.1 Laufende Förderprogramme (Stand: November 2006) .....	37
3.1.2 Direkte Projektförderung 1999 bis 2006: Auswertung der Datenbank PROFI .....	43
3.1.3 Die High-Tech-Strategie 2006 - 2009 .....	53
3.1.3.1 Übersicht.....	53
3.1.3.2 Umweltrelevanz.....	54
3.2 <i>Verbesserung der Rahmenbedingungen für Innovationen</i> .....	57
3.2.1 Förderung von technologiebasierten Unternehmen .....	57
3.2.2 Förderung von Forschungsk Kooperationen und Innovationsnetzwerken .....	61
3.3 <i>Zwischenergebnis</i> .....	66
3.3.1 Direkte Projektförderung.....	66
3.3.2 Verbesserung der Rahmenbedingungen für Innovationen .....	68

<b>4</b>	<b>Überblick über umweltpolitische Instrumente .....</b>	<b>69</b>
4.1	<i>Marktbasierte Instrumente zur Beeinflussung der Richtung des technischen Fortschritts .....</i>	69
4.1.1	Abgaben .....	69
4.1.1.1	Das Instrument.....	69
4.1.1.2	Innovationswirkungen .....	70
4.1.1.3	Bewertung.....	72
4.1.2	Handelbare Nutzungsrechte .....	72
4.1.2.1	Das Instrument.....	72
4.1.2.2	Innovationswirkungen .....	73
4.1.2.3	Bewertung.....	75
4.1.3	Haftungsrecht .....	76
4.1.3.1	Das Instrument.....	76
4.1.3.2	Innovationswirkungen .....	77
4.1.3.3	Bewertung.....	77
4.2	<i>Instrumente zur Förderung spezifischer Umweltinnovationen.....</i>	78
4.2.1	Ordnungsrecht.....	78
4.2.1.1	Das Instrument.....	78
4.2.2.2	Innovationswirkungen .....	79
4.2.2.3	Bewertung.....	81
4.2.2	Selbstverpflichtungen.....	84
4.2.2.1	Das Instrument.....	84
4.2.2.2	Innovationswirkungen .....	85
4.2.2.3	Bewertung.....	86
4.2.3	Fördermaßnahmen am Beispiel Erneuerbare Energien Gesetz .....	86
4.2.3.1	Das Instrument.....	86
4.2.3.2	Innovationswirkungen .....	87
4.2.3.3	Bewertung.....	88
4.3	<i>Zusätzliche angebots- und nachfrageseitige Instrumente zur Diffusionsförderung von Umwelttechnologien.....</i>	89
4.3.1	Umweltmanagementsysteme.....	89
4.3.1.1	Das Instrument.....	89
4.3.1.2	Innovationswirkungen .....	89
4.3.1.3	Bewertung.....	91
4.3.2	Öko-Label .....	91
4.3.2.1	Das Instrument.....	91
4.3.2.2	Innovationswirkungen .....	92
4.3.2.3	Bewertung.....	93
4.3.3	Grüne öffentliche Beschaffung .....	94
4.3.3.1	Das Instrument.....	94
4.3.3.2	Innovationswirkungen .....	94
4.3.3.3	Bewertung.....	95
4.4	<i>Zwischenergebnis.....</i>	95
<b>5</b>	<b>Einschätzung der Effektivität innovations- und umweltpolitischer Instrumente einschließlich einer Lücken- und Defizitanalyse .....</b>	<b>97</b>
5.1	<i>Kriterien.....</i>	97
5.2	<i>Anreize für Innovationsphasen.....</i>	98
5.3	<i>Anreize für KMU.....</i>	100
5.4	<i>Bewertung der Instrumente hinsichtlich der Handlungsfelder.....</i>	104
5.4.1	Innovationspolitische Instrumente .....	104
5.4.2	Umweltregulierungen.....	105
5.4.2.1	Methodische Vorbemerkung.....	105
5.4.2.2	Umweltpolitische Regulierungen als Auslöser von unternehmerischen Innovationen.....	108
5.4.2.3	Branchenverteilung der Innovationsimpulse aus der Umweltpolitik.....	111
5.4.2.4	Einfluss von umweltpolitisch angestoßenen Innovationen auf den Innovations- und Unternehmenserfolg der Unternehmen.....	114

5.4.3	Resultate Unternehmensbefragung Roland Berger .....	122
5.5	<i>Bewertung der Förderpolitik hinsichtlich Produktgruppen aus Unternehmenssicht</i> .....	124
5.5.1	Handlungsfeld Energie- und Ressourceneffizienz .....	125
5.5.2	Erneuerbare Energien .....	127
5.5.3	Nachhaltige Mobilität .....	130
5.5.4	Nachhaltige Wasserwirtschaft .....	132
5.5.5	Zwischenergebnis .....	134
5.6	<i>Erfolgsfaktoren</i> .....	134
5.7	<i>Gemischter Instrumenteneinsatz</i> .....	137
5.8	<i>Forschungsbedarf</i> .....	138
<b>6</b>	<b>Darstellung ausländischer Best Practice Beispiele (Instrumente und umweltpolitische Ansätze) ...</b>	<b>140</b>
6.1.	<i>Kalifornische Luftreinhaltepolitik</i> .....	142
6.1.1	Kurzbeschreibung des Ansatzes .....	142
6.1.2	Innovationsorientierung .....	145
6.1.3	Exportorientierung .....	148
6.1.4	Interessen .....	149
6.1.5	Übertragbarkeit .....	149
6.2	<i>Abgas- und Verbrauchsstandards für Kfz in China</i> .....	151
6.2.1	Kurzbeschreibung des Ansatzes .....	152
6.2.2	Schadstoffgrenzwerte für Abgase .....	154
6.2.3	Treibstoffverbrauch .....	155
6.2.4	Innovationsorientierung .....	156
6.2.5	Abgasnormen .....	156
6.2.6	Treibstoffverbrauch .....	157
6.2.7	Exportorientierung .....	158
6.2.8	Interessen .....	158
6.2.9	Übertragbarkeit .....	159
6.2.10	Ergebnisse und Prognosen der Kfz Politik .....	159
6.3.	<i>Japan: Top Runner-Ansatz</i> .....	160
6.3.1	Kurzbeschreibung des Ansatzes .....	160
6.3.2	Innovationsorientierung .....	162
6.3.3	Exportorientierung .....	165
6.3.4	Interessen .....	166
6.3.5	Übertragbarkeit .....	167
6.4.	<i>Niederlande: Transitionsmanagement</i> .....	169
6.4.1	Kurzbeschreibung des Ansatzes .....	169
6.4.2	Akteurskonfiguration und Umsetzung .....	171
6.4.3	Exkurs: Transitionsmanagement im Bereich Energie .....	172
6.4.4	Inwieweit gehen von der Akteurskonfiguration, dem Politikstil und der Instrumentierung Innovationseffekte aus? .....	174
6.4.5	Inwieweit ist der Ansatz auf europäische/deutsche Verhältnisse übertragbar? .....	177
6.5.	<i>Das 3R- Programm in Japan</i> .....	178
6.5.1	Kurzbeschreibung des Ansatzes .....	178
6.5.2	Ökonomische Anreizstrukturen des 3R-Programms .....	181
6.5.3	Innovationsorientierung .....	184
6.5.4	Exportorientierung .....	187
6.5.5	Leitmärkte .....	189
6.5.6	Übertragbarkeit auf deutsche Verhältnisse .....	190
6.5.7	Fazit .....	191
6.6	<i>Exportförderung für Umwelttechnologien und erneuerbare Energien</i> .....	192
6.6.1	USA .....	192
6.6.1.1	Zusammenfassung .....	192
6.6.1.2	Beispiele für US-Exportmarktanalysen und US-Exportperformanz .....	193
6.6.1.3	Entstehungsgeschichte .....	193
6.6.1.4	Die wichtigsten Elemente der CETE-Strategie .....	194

6.6.2	Großbritannien .....	196
6.6.3	Japan.....	197
6.6.3.1	Übertragbarkeit auf europäische und deutsche Verhältnisse .....	197
6.6.3.2.	Konkrete Maßnahmen Institutionalisierung und Vernetzung .....	198
<b>7</b>	<b>Vorschläge für prioritäre umweltpolitische Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung des Instrumentariums und Aufzeigen weiteren Forschungsbedarfs .....</b>	<b>200</b>
7.1	<i>Innovationsorientierte Umweltpolitik.....</i>	<i>200</i>
7.2	<i>Innovationspolitische Maßnahmen.....</i>	<i>201</i>
7.3	<i>Wie wirkt Umweltpolitik auf die Innovationstätigkeit? .....</i>	<i>202</i>
7.4	<i>Preisentwicklung und Umweltinnovationen.....</i>	<i>204</i>
7.5	<i>Strategische Ansatzpunkte einer innovationsorientierten Umweltpolitik.....</i>	<i>205</i>
7.6	<i>Schlussfolgerungen aus der Analyse ausländischer Best Practice Beispiele .....</i>	<i>208</i>
7.7	<i>Vorschläge für einen Policy Mix.....</i>	<i>214</i>
7.8	<i>Forschungsbedarf .....</i>	<i>215</i>
<b>8</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>217</b>
<b>9.</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>231</b>

## Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Das internationale Diffusionsmuster eines Innovationsdesigns .....	4
Abbildung 2: Indikatoren zum Innovationsverhalten von Anbietern im Umweltschutzmarkt in Deutschland .....	19
Abbildung 3: Verbreitung öffentlicher Innovationsförderung von Anbietern im Umweltschutzmarkt in Deutschland .....	22
Abbildung 4: Verbreitung öffentlicher Innovationsförderung von Anbietern im Umweltschutzmarkt in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen .....	22
Abbildung 5: Verbreitung von „Umwelteffizienzinnovatoren“ nach Branchengruppen in Deutschland 2004 .....	25
Abbildung 6: Verteilung von „Umwelteffizienzinnovatoren“ nach Branchengruppen in Deutschland 2004 .....	26
Abbildung 7: Umwelteffizienzinnovatoren im Vergleich .....	29
Abbildung 8: Anteil von Umwelteffizienzinnovatoren an allen Unternehmen in ausgewählten Ländern, differenziert nach Branchengruppen .....	30
Abbildung 9: Handlungsfelder und Gesamtförderung PROFI .....	46
Abbildung 10: Anzahl geförderter Vorhaben in den Produktgruppen laut Datenbank PROFI von 1999 bis 2006 (zuzügl. Kohle und Nuklear) .....	48
Abbildung 11: Gesamtübersicht Fördermittel und Anzahl der Vorhaben sowie durchschnittliche Förderung auf Ebene der Handlungsfelder (zuzügl. Kohle und Nuklear) .....	50
Abbildung 12: Durchschnittliche Förderung der Forschungsvorhaben für einzelne Produktgruppen (zuzügl. Kohle und Nuklear) .....	51
Abbildung 13: Förderung in den Bereichen Nachhaltige BioProduktion und Umweltbiotechnologie im Vergleich mit der Gesamtförderung für Biotechnologie zwischen 1999 und 2006 aus der Datenbank PROFI .....	52
Abbildung 14: Auswertung der Technologiefelder des ERP-Innovationsprogramms: Vergleich der Berichtsperioden 2003 und 2005 .....	60
Abbildung 15: Technologiefelder der von PRO INNO geförderten Projekte .....	63
Abbildung 16: Verteilung der Fördermittel nach Technologiefeldern .....	65
Abbildung 17: Welthandelsanteile der größten Anbieter von potenziellen Umweltschutzgütern 1993 bis 2004 .....	83
Abbildung 18: Beteiligung verschiedener Funktionsbereiche und Hierarchiestufen an der Weiterentwicklung von EMAS .....	90
Abbildung 19: Hemmnisse für die Umsetzung von energiesparenden Maßnahmen in Unternehmen nach Umsatzgrößenklassen (Anteile in %) .....	102
Abbildung 20: Gewünschte Instrumente zur Erschließung von Energieeffizienzpotenzialen (Anteile in %) .....	103
Abbildung 21: Frage zu Gesetze/Regulierungen als Innovationsquelle .....	107
Abbildung 22: Verteilung von umweltregulierungsgetriebenen Innovatoren nach Handlungsfeldern .....	109
Abbildung 23: Verbreitung von umweltregulierungsgetriebenen Innovatoren nach Branchen .....	112
Abbildung 24: Bedeutung von umweltregulierungsgetriebenen Innovationen am gesamten Innovationsgeschehen nach Branchen .....	113
Abbildung 25: Verteilung von umweltregulierungsgetriebenen Innovatoren nach Branchen im verarbeitenden Gewerbe und in den Dienstleistungen .....	114
Abbildung 26: Einfluss der Nutzung der Innovationsquelle Umweltregulierung auf den Innovationserfolg von Produktinnovatoren: Schätzergebnisse von Tobit-Modellen .....	116
Abbildung 27: Einfluss der Nutzung der Innovationsquelle Umweltregulierung auf den Innovationserfolg von Prozessinnovatoren: Schätzergebnisse von Tobit-Modellen .....	117
Abbildung 28: Einfluss der Nutzung der Innovationsquelle Umweltregulierung auf den Exporterfolg: Schätzergebnisse von Tobit- bzw. Probit-Modellen .....	119
Abbildung 29: Einfluss der Nutzung der Innovationsquelle Umweltregulierung auf die Umsatzrentabilität: Schätzergebnisse von geordneten Probit-Modellen .....	121
Abbildung 30: Marktanteile verschiedener Automobilhersteller .....	154
Abbildung 31: Stoffströme von Kunststoffen zwischen Japan, China und Hongkong (2004) .....	188

## Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Handlungsfeld Energieerzeugung und Speicherung .....	8
Tabelle 2: Handlungsfeld Energieeffizienz.....	9
Tabelle 3: Handlungsfeld Rohstoff- und Materialeffizienz.....	10
Tabelle 4: Handlungsfeld Nachhaltige Mobilität .....	11
Tabelle 5: Handlungsfeld Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling .....	12
Tabelle 6: Handlungsfeld Nachhaltige Wasserwirtschaft .....	13
Tabelle 7: Handlungsfeld Biotechnologie.....	15
Tabelle 8: Handlungsfeld Nanotechnologie.....	16
Tabelle 9: Untersuchte Förderprogramme (Förderdatenbank BMWi, Cleaner Production Germany, DBU).....	39
Tabelle 10: Wichtige Förderprogramme im Spannungsverhältnis mit einer Ökologischen Industriepolitik .....	42
Tabelle 11: Handlungsfelder und Produktgruppen in PROFI Datenbank.....	45
Tabelle 12: Gesamtförderung für einzelne Produktgruppen nach der Datenbank PROFI zwischen 1999 und 2006 (zuzügl. Kohle und Nuklear).....	47
Tabelle 13: Mittel für die High-Tech-Strategie 2006 – 2009 in Mio. € .....	54
Tabelle 14: Förderprogramme für technologieorientierte Unternehmen.....	58
Tabelle 15: Förderung von Kooperationen und Unternehmensnetzwerken .....	62
Tabelle 16: Technologiefelder der bewilligten Anträge von PRO INNO II .....	64
Tabelle 17: Synopsis der Analyse bzgl. aktueller Fördermöglichkeiten und Förderung 1999-2006 bzw. in der High-Tech-Strategie auf Handlungsfeldebene .....	67
Tabelle 18: Wärmeschutzverordnung und Entwicklung der Fenstertechnik.....	81
Tabelle 19: Verwendung von Umweltzeichen unter Umweltproduktinnovatoren.....	92
Tabelle 20: Größter Handlungsbedarf in Handlungsfeldern aus Unternehmenssicht .....	123
Tabelle 21: Handlungsbedarf im Handlungsfeld Energie- und Rohstoffeffizienz aus Unternehmenssicht .....	126
Tabelle 22: Handlungsbedarf im Handlungsfeld Erneuerbare Energien aus Unternehmenssicht .....	128
Tabelle 23: Handlungsbedarf im Handlungsfeld Nachhaltige Mobilität aus Unternehmenssicht.....	130
Tabelle 24: Handlungsbedarf im Handlungsfeld Nachhaltige Wasserwirtschaft aus Unternehmenssicht .....	133
Tabelle 25: PKW Joint-Ventures in China.....	153
Tabelle 26: Handlungsebenen und –felder.....	174
Tabelle 27: Ausgaben der Zentralregierung im Bereich „Abfall und Recycling“ (2005) .....	179
Tabelle 28: Zielgrößen des 3R-Programms für das Jahr 2010 (¥ = Yen).....	179
Tabelle 29: Ausgewählte Indikatoren des 3R-Programmes für das Jahr 2010.....	180
Tabelle 30: Recyclingraten ausgewählter Beispiele.....	185
Tabelle 31: Veränderungen des Marktvolumens und der Beschäftigtenzahlen im Handlungsfeld „Kreiswirtschaft, Abfall, Recycling“ in Japan .....	187
Tabelle 32: Vermarktungsbarrieren von umweltfreundlichen Produktinnovationen .....	205

## Verzeichnis der Abkürzungen

3R- Programm	(reduce, reuse, recycle)- Programm
AIST	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
AltFzgG	Altfahrzeuggesetz
APEC	Asia-Pacific Economic Cooperation
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BEGiN-Netzwerk	Brandenburger Existenzgründer im Netzwerk
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BMW	Bayerische Motoren Werke
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
BT	Biotechnologie
CaC	Command and Control Policy
CARB	California Air Resource Board
CCS	Carbon Dioxide Capture and Storage
CDG	Carl-Duisberg-Gesellschaft
CDM	Clean Development Mechanism
CEC	California Energy Commission
CETE	Clean Energy Technology Exports Initiative
CIM	Computer Integrated Manufacturing
CIS4	Fourth Community Innovation Survey
CMS	Chemical Management Systems
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
CPUC	California Public Utilities Commission
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DECHEMA	Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie eV.
DEG	Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft
Dena	Deutsche Energie Agentur GmbH
DFLR	Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V.
DFM	Dongfeng Motor Corporation
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung Berlin
DMI	Direct Material Input
DoC	Department of Commerce
DoE	United States Department of Energy
DSD	Dualen System Deutschlands
DVD	Digital Versatile Disc
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EE	Erneuerbare Energien
EEB	Europäisches Umweltbüro
EEG	Erneuerbare Energien Gesetz
EG	Europäische Gemeinschaft

EIF	Europäischer Investitions- Fonds
EIQ	Energieeffiziente industrielle Querschnittstechnologien
EL	Entwicklungsländer
EMAS	Environmental Management and Audit Scheme
EnEV	Energieeinsparverordnung
EnWG	Energiewirtschaftsgesetz
EPR	Extended Producer Responsibility
ERP- Innovationsprogramm	Innovationsprogramm der KfW
ERV	Emissionsreduktion im Verkehr
EST	Energiespeichertechnologien
ETAP	Environmental Technology Action Plan
ETP	European Technology Platform
ETTF	Energy Transition Task Force
EU	Europäische Union
EVP	Energieeffiziente Verfahren und Produktionsprozesse
EWEA	European Wind Energy Association
ExIm	Export/ Import
EXIST	Existenzgründungen aus der Wissenschaft, High-Tech- Gründerfonds
FAW	First Automotive Works
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoff
FD	Fahrzeugdesign
FFU	Forschungsstelle für Umweltpolitik
FIAT	Fabbrica Italiana Automobili Torino
FILP	Fiscal Investment and Loan Program
FNR	Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V.
FRA	Frankreich
FTAA	Free Trade Area of the Americas
FuE	Forschung und Entwicklung
GBR	Großbritannien
GDP	Gross Domestic Product
GER	Deutschland
GHG	Greenhouse Gas
GM	General Motors
GT	Gebäudetechnik
GuD	Gas und Dampfturbine
HC	Kohlenwasserstoff
IBL	International Business Linkages
ICLEI	International Council for Local Enviromental Initiatives
IEA	International Energy Agency
IGCC	Integrated Gasification Combined Cycle
IGF	Industrielle Gemeinschaftsforschung
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
IMA AW	Interministerieller Ausschuss Außenwirtschaft
InnoNet	Programm zur Förderung innovativer Netzwerke
INNO-WATT	Programm zur Förderung innovativer Wachstumsträger
IO	International Organisation
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change

IPM	Interdepartmental Programme Management
ISL	Improved Service Life
ISO 14001	Norm zur Definition des Bereichs Umweltmanagement
ITA	Italien
IuK	Information und Kommunikation
JDB	Japan Development Bank
JI	Joint Implementation
JPN	Japan
KfW	Förderbank Kreditanstalt für Wiederaufbau
KfZ	Kraftfahrzeug
KIA	koreanischer Kraftfahrzeughersteller
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KPMG	Wirtschaftsprüfungs- und Beratungsunternehmen
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
KWT	Kraftwerktechnologie
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
LEV II	Low Emission Vehicle II
LKW	Lastkraftwagen
LR	Landwirtschaftliche Rentenbank
METI	Ministry of Economy, Trade and Industry
MIP	Mannheimer Innovationspanel
MoE	Ministry of Environment
MSR	Messen, Steuern, Regeln
NEDO	New Energy oder Industrial Technology Development Organization
NEMO	Netzwerkmanagement Ost
NGO	Non-Governmental Organization
NITE	National Institute of Technology and Innovation
NMP4	Nationaler Umweltplan
NO	Stickstoffmonoxid
NPO	Non Profit Organization
NT	Nanotechnologie
NW	Nachhaltige Wasserwirtschaft
OECD	Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
OICA	Organisation Internationale des Constructeurs d'Automobiles
PE	Polyethylen
PEFCO	Private Export Funding Corporation
PET	Polyethylenterephthalat
PIT	Projekt zur Implementierung des Transitionsmanagement
PPP	Public Private Partnerships
PRO INNO	Programms Innovationskompetenz mittelständischer Unternehmen
PROFI	Datenbank des ZEW zu Förderprogrammen
PS	Polystyrol
PSS	Product Service System
PtJ	Projekträger Jülich

PV	Photovoltaik
PVC	Polyvinylchlorid
REA	Renewable Energy Access
RECLAIM	Regional Clean Air Incentives Program
REEEP	Renewable Energy & Energy Efficiency Partnership
RETPS	Renewable Energy Trade Promotion Service
RGGI	Regional Greenhouse Gas Initiative
SAIC	Shanghai Automotive Industry Corporation
SB 1	Senator Bill
SBA	Small Business Administration
SO <sub>2</sub>	Schwefeldioxid
SRU	Sachverständigenrat für Umweltfragen
SUV	Sports Utility Vehicle
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
TAIC	Tianjin Automotive Industry Corporation
TAP	Transition Action Plan
TASi	Technische Anleitung Siedlungsabfall
TEGEWA	Textilhilfsmittel-, Lederhilfsmittel-, Gerbstoff und Waschrohstoff-Industrie e.V
THG	Treibhausgase
TLF	Technologische Leistungsfähigkeit
TOP	Technologieorientiertes Besuchs- und Informationsprogramm
TV	Television
UBA	Umweltbundesamt
UCS	Union of Concerned Scientists
UIB	Umwelt, Innovation, Beschäftigung
UK	Vereinigtes Königreich
UMFIS	Umweltfirmen- Informationssystem
UMS	Umweltmanagementsystem
UmweltHG	Umwelthaftungsgesetzes
UN	United Nations
USA	Vereinigte Staaten von Amerika
USAID	United States Agency for International Development
VDA	Verband der Automobilindustrie
VHS	Video Home System
VI	Verkehrsinfrastruktur
VK	Verkehrskonzepte
VM	Verkehrsmanagement
VW	Volkswagen
Vzbv	Verbraucherzentrale Bundesverband
WB	Weltbank
WCGI	West Coast Governors Global Warming Initiative
WRI	World Resources Institute
WschV	Wärmeschutzverordnung
WTO	World Trade Organization
WZ	Wirtschaftszweige
ZEV	Zero Emission Vehicles

ZEW	Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH
ZUTECH	Zukunftstechnologie für KMU
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie

## Verzeichnis der Maßeinheiten

€	Euro
K	Kelvin
K	Ältere Bezeichnung für den Wärmedurchgangs-Koeffizienten
m <sup>2</sup>	Quadratmeter
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
W	Watt
¥	Yen

## **Zusammenfassung**

Umweltinnovationen können entlang der Innovationsphasen von der Invention über die Markteinführung bis hin zur Diffusion durch eine Reihe von Maßnahmen stimuliert und gefördert werden. Die Inventionsphase dient der Schaffung eines möglichst breiten Lösungsvorrats für zukünftige Umweltprobleme. Hierbei ist eine Diversität konkurrierender Innovationsdesigns zuzulassen, um so ein breites Lösungsspektrum für zukünftige ungewisse Probleme zur Verfügung zu stellen. Die Diffusionsphase spielt für ökoeffiziente Technologien eine wichtige Rolle, da eine Marktdurchdringung häufig aufgrund von Preisnachteilen gegenüber herkömmlichen Konkurrenzprodukten unterbleibt oder nur auf vergleichsweise enge Nischen beschränkt ist. Um die neuen Technologien konkurrenzfähig zu machen, sind daher in der Regel besondere finanzielle Anreize oder andere Regulierungen erforderlich.

Eine effektive und effiziente innovationsorientierte Umweltpolitik erfordert, dass die Förderung in den drei Innovationsphasen koordiniert abläuft. Erstens ist zu verhindern, dass Technologien gefördert werden und zur Marktreife gebracht werden, die sich dann aber – mangels einer Unterstützung durch umweltpolitische Maßnahmen – niemals im Markt durchsetzen. Zweitens sollte die Umweltpolitik z.B. durch entsprechende preispolitische Maßnahmen oder durch dynamische Standardsetzung dafür sorgen, dass die Richtung des technischen Fortschritts sich tatsächlich hin zu mehr Öko-Effizienz bewegt und die Nachfrage nach umweltfreundlichen Gütern und Dienstleistungen steigt. Dafür kommen vor allem preispolitische Instrumente, eine dynamische Standardsetzung oder staatliche Förderinstrumente in Frage.

Es bleibt zu bedenken, dass die Aufteilung von Innovation in drei Phasen (Invention, Markteinführung, Diffusion) ein stark idealisiertes Modell darstellt, dessen scharfe Abgrenzung der einzelnen Phasen keineswegs uneingeschränkt für sämtliche Innovationen gilt. Darüber hinaus ist bei der Innovationsförderung sowie der Festsetzung von Standards immer auch die wirtschaftliche Zumutbarkeit bzw. das jeweilige Kosten-Nutzen-Verhältnis zu berücksichtigen. Dies zeigt, dass die Ausgestaltung innovationsorientierter Umweltpolitik von der jeweiligen Technologie, den Zielgruppen und der Innovationsphase abhängig ist, sowie ein hohes Maß der Politikkoordination zwischen verschiedenen Ressorts und Politikebenen erfordert.

Ausgehend von acht technologischen Handlungsfeldern, deren Förderung besonders vielversprechend erscheint, erfolgt in diesem Gutachten eine Analyse, inwieweit diese Handlungsfelder von der Innovationsförderung des Bundes abgedeckt sind und inwieweit noch Lücken oder Defizite bei der Förderung bestehen. Im Jahr 2005 erhielten 51 Prozent der Anbieter auf

dem Umweltschutzmarkt, die umweltinnovative Maßnahmen durchführten, eine Innovationsförderung aus öffentlichen Mitteln. Damit profitieren umweltinnovative Unternehmen überproportional von der öffentlichen Finanzierung der Innovationen. Im Durchschnitt erhalten in der Gesamtheit der innovativen Unternehmen lediglich 35 Prozent eine Förderung. Der Großteil dieser Förderung stammt aus Bundesmitteln.

Die Analyse der High-Tech-Strategie in Bezug auf die Berücksichtigung der Handlungsfelder lässt für die explizit auftauchenden Zukunftsfelder Fahrzeug- und Verkehrstechnologien, Biotechnologien und Nanotechnologien vermuten, dass nur recht kleine Fördermengen in ökologisch relevante Felder fließen und damit weiterer Handlungsbedarf für eine Verbesserung des Umweltbezugs besteht.

Bezüglich der Innovationsförderung durch das Bundeswirtschaftsministerium ist zu überlegen, ob neben den technologieoffenen Programmausschreibungen zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für Innovation auch spezifische Umweltnetzwerke gefördert werden sollen. Ein Anfang wird bereits durch ein Netzwerk Materialeffizienz im Rahmen der High-Tech-Strategie oder das Netzwerk Ressourceneffizienz vom BMU gemacht.

Die Daten des Mannheimer Innovationspanels aus dem Jahre 2003 zeigen, dass sich umweltpolitische Maßnahmen in unterschiedlicher Weise auf die Innovationstätigkeit der Unternehmen der verschiedenen Handlungsfelder auswirken. In einigen Feldern führten umweltpolitische Maßnahmen zu einer verstärkten Innovationstätigkeit und hatten durchaus positive Folgen für Exportmöglichkeiten und Unternehmensgewinne. Für die meisten Handlungsfelder konnten jedoch keine überdurchschnittlichen positiven Auswirkungen ausgemacht werden, welches möglicherweise aber auch durch Verzögerungseffekte bei der Marktdiffusion zu erklären ist.

Ein wichtiges Instrument zur Steuerung des umwelttechnischen Fortschritts sind preispolitische Maßnahmen. Die Verteuerung relativer Faktorpreise führt zu einer Beschleunigung technischen Fortschritts. Zahlreiche Studien zeigen beispielsweise eine sehr enge positive Korrelation zwischen Energiepreisen und energiebezogenen Patentanmeldungen. Dennoch gilt es zu berücksichtigen, dass Ressourcenpreise alleine keine hinreichende Erklärung für das umweltrelevante Innovationsverhalten sind, sondern vor allem in frühen Innovationsphasen weitere Faktoren wie zum Beispiel der Einsatz von Förderprogrammen oder die technologische Kompetenz der Branche von Bedeutung sind.

Umweltpolitische Instrumente beschränkten sich in der Vergangenheit weitestgehend darauf, die Phase der Diffusion von Umweltinnovationen zu beeinflussen. Strategisches Ziel einer innovationsorientierten Umweltpolitik sollte es darüber hinaus jedoch sein, verstärkt Einfluss

auf die Inventionsphase bzw. die generelle Richtung des technologischen Fortschritts zu nehmen. Weder preispolitische Maßnahmen noch das Ordnungsrecht haben bislang eine erkennbare Lenkungsfunktion in dieser Richtung ausgeübt. Sie können jedoch künftig zu entsprechenden Instrumenten ausgebaut werden, indem preispolitische Maßnahmen weiterentwickelt werden sowie ordnungsrechtliche Maßnahmen Gebrauch von einer dynamischen Standardsetzung machen. Zudem besteht auch die Möglichkeit, nach dem Vorbild des EEG die gewünschten Umweltinnovationen finanziell zu fördern. Dies kann durchaus zu positiven Innovationseffekten führen, wenn es wie im EEG gelingt, durch die Ausgestaltung des Gesetzes die Probleme von Subventionen zu reduzieren (vor allem Mitnahmeeffekte, Bedenken gegen zeitliche Unbefristetheit von Subventionen). Ergänzend ist es sinnvoll, diese Maßnahmen einer innovationsorientierten Umweltpolitik mit zusätzlichen angebots- und nachfrageseitigen Instrumenten zur Diffusionsförderung von Umwelttechnologien zu flankieren, welche die Funktionsfähigkeit der Umweltmärkte verbessern (Umweltmanagementsystem wie EMAS, Umweltkennzeichen) oder die Nachfragemacht des Staates nutzen (Grüne Beschaffung).

Die in dieser Studie untersuchten Best-Practice Studien aus dem Ausland beziehen sich auf

- Kalifornische Luftreinhaltepolitik,
- Abgas- und Verbrauchsstandards für Kfz in China,
- Japan: Top Runner-Ansatz,
- Niederlande: Transitionsmanagement,
- das 3R-Programm in Japan sowie
- die Exportförderung für Umwelttechnologien in den USA, Großbritannien und Japan.

Bei der Analyse der ausländischen Best-Practice-Beispiele wird deutlich, dass ein verstärktes Engagement nicht-europäischer Regionen für europäische Unternehmen sowohl Chancen als auch Risiken birgt. Zum einen orientieren sich die untersuchten Beispiele in weiten Teilen an deutschen oder europäischen Richtlinien und verbessern somit die Exportchancen für hiesige Produkte, allerdings besteht durch einen Konvergenzprozess die Gefahr, die Rolle des Trendsetters zu verlieren. Um diesen technologischen Vorsprung gegenüber nachziehenden Regionen aufrecht zu erhalten, müsste auch in Zukunft für ein hohes europäisches Regulierungsniveau gesorgt werden. Bei einem Nachlassen europäischer Anstrengungen würde der Vorsprung zu den Konkurrenten in den übrigen Wirtschaftsregionen schnell verloren gehen.

Die Best-Practices Beispiele verweisen auf Entwicklungspotentiale hiesiger Umweltpolitik gleich in mehrfacher Hinsicht:

- Verbesserung der Politikintegration,
- Langfristigkeit und Planbarkeit der Politiken,

- Verbesserung des Einbezugs von Interessensgruppen,
- Stärkung der Kerninstrumente sowie
- Nutzung von Synergieeffekten mit vorhandener Regulierung.

Die Analyse der Best-Practice-Beispiele aus dem Ausland zeigt, dass es weitergehende Potentiale der ressortübergreifenden Kooperation gibt als diese hierzulande genutzt werden. Das japanische Top-Runner-Programm entwickelt positive Wirkungen durch eine Kombination von „harten“ Elementen wie ordnungsrechtlichen Ansätzen und „weicheren“ Instrumenten wie Selbstregulierung und Förderung. Darüber hinaus zeichnen sich erfolgreiche Förderungen von Umweltinnovationen durch eine ausgesprochen langfristige Orientierung aus. Durch Innovationsnetzwerke könnten die verschiedenen Interessensgruppen in die politische Auseinandersetzung involviert werden und gleichzeitig die Chancen zusätzlicher privater Investitionen erhöht werden.

Auch wenn jüngste Entwicklungen in der innovationsorientierten Umweltpolitik dahin gehen, Zielgruppen größere Freiheiten bei der Umsetzung neuer Instrumente und deren Aushandlung zu lassen, gilt es den so genannten regulativen Kern zu stärken, um in Verbindung mit den neuen Instrumenten eine verbesserte Gesamtwirkung zu erzielen.

Aus den Ergebnissen dieses Gutachtens ergeben sich Handlungsbedarf- und -möglichkeiten in mehrfacher Hinsicht. So sollten zum einen neue Technologien intensiv gefördert werden (Push Strategie). In etablierten Branchen dagegen sollte ein Innovationswettbewerb durch Umweltziele initiiert werden, der die öffentlichen Förderprogramme weitgehend ersetzt (Pull Strategie).

Insgesamt gilt es, umweltpolitische Signale durch einen Ausbau des Emissionshandels oder anderen Instrumenten, die auf den Preis wirken, bessere Durchsetzung ordnungspolitischer Standards, sowie durch die Dynamisierung von Standards zu verstärken. Ergänzend dazu sollten durch Exportförderungen, Marktbeobachtung sowie handelspolitische Aktivitäten weltweite Marktchancen von Umweltinnovationen verbessert werden. Von Kooperationen zwischen dem Bundesumweltministerium und interessierten Unternehmen sowie einer Ausweitung europäischer Aktivitäten auf andere Regionen könnten Signalwirkungen ausgehen.

Sowohl in der Grundlagenforschung als auch in der angewandten Forschung von Umweltinnovationen besteht weiterhin ein enormer Entwicklungsbedarf. Ein Problem stellt vor allem die mangelnde Datenbasis dar. Die Verfügbarkeit von Daten wird sich aber möglicherweise in den nächsten Jahren durch neue Daten aufgrund der Einführung des Emissionshandels sowie durch Umweltinnovationsindikatoren im Europäischen Community Innovation Survey (CIS) verbessern.

## Summary

Environmental innovations can be stimulated and promoted by a whole series of measures throughout the innovation phases from invention to market introduction to diffusion. The phase of invention serves the creation of a bundle of technological solutions to be promoted rather broadly and should allow a diversity of competing innovation designs. Typically, the problems of tomorrow are uncertain and a technology, which is neglected today, could prevail successfully on the market under different framework conditions.

The phase of diffusion is extremely important from an ecological point of view, for eco-efficient technologies are being developed in huge numbers, but are often in the beginnings more expensive or less sophisticated than their customary rival products, so that the market diffusion of eco-friendly innovations is often limited to comparatively narrow niches. During the market introduction phase, considerable amounts of capital and time have to be raised in order to bridge the learning curve and to achieve cost reductions that make the new technology competitive.

An effective and efficient innovation oriented environmental policy requires that the promotion of innovations is co-ordinated during the three innovation phases. Firstly, it should be avoided to develop technologies which will never be introduced to the market due to a lack of support from environmental policy. Secondly, environmental policy should influence the direction of technological change towards more eco-efficiency and a growing demand for environmental-friendly goods and services. Appropriate instruments are market based instruments, dynamic standards and public support programmes.

The division of innovations into three phases is, however, an idealized linear model, in which all three phases have to be run through one after the other. Of course this is not valid for all types of innovation. Moreover the reasonability and the cost-benefit ratio of the particular innovation have to be considered.

The instrumental requirements show that the particular configuration is dependent on the respective technology, the target groups and the innovation phase, and also requires a high degree of policy coordination between different departments and policy levels.

The analysis of promising fields of activity and how they are already covered by financial support shows a comparatively high rate of funding for these areas. More than half of the environmental-innovative companies of the areas of activity energy efficiency, recycling management, water management and resource efficiency received publicly funded promotion. The majority of this funding derived from the Federal Government.

The analysis of the High-Tech-Strategy of the Federal Government regarding the explicit prospective fields of activity sustainable mobility, biotechnology and nanotechnology hazard a guess that there is only few funding in ecological relevant fields and that there is need for action for an improvement.

The Federal Ministry for Economics and Technology's programs for the improvement of the basic innovation conditions are open to all technologies, which is regarded as something positive when evaluating these programs and which evidently has a positive effect on the environmentally innovative small and medium enterprises as well. However, the question arises whether there shouldn't also be specific environmental innovation networks for subjects such as material efficiency and energy efficiency. First approaches are already planned in the High-Tech-Strategy, where a network for material efficiency has been introduced or with the resource efficiency network of the Federal Environment Ministry.

Regarding the effect of environmental policy on innovation the data of the Mannheim Innovation Panel 2003 show that environmental measures basically have different effects on innovation impulses of the companies of the different fields of activity. In some of them environmental-political measures lead to increased innovation and have a positive influence on export and profits. For the majority of the fields of activity there is no evidence for an above-average positive result, which may also be due to time lags. Even though a positive effect of environmental policy on the innovation activity is expectable, the potentials don't seem to be utilized completely and in all of the fields of activity.

Important instruments in order to influence the direction of technical progress are price policy measures. High energy prices, for example, are beneficial for investments in the search for alternative energy sources or in measures of energy saving. Several studies show a very close positive correlation between energy prices and patent application in relevant fields. However, cross-section analyses in multiple countries show that resource prices alone are not a sufficient explanation for the innovation behaviour, but that internationally outstanding innovation performances require further explanation factors especially in the very early innovation phases, for example the public promotion or the technological competence of the branches of industry.

The awareness about environmental instruments also being able to support especially the diffusion of environmental innovations has grown in the past years. The instruments of innovation funding are nothing new. Above all, the goal of this report is the demonstration of strategic starting points for an innovation-oriented environmental policy. A review of the literature on environmental innovation shows that neither price policy measures nor command and con-

trol instruments had been able to influence the direction of technical progress in early innovation phases. Taxes and emission permits can be, however, improved in such a way that they will have a noticeable impact on the invention and market introduction periods of new environmental technologies and thereby influence the direction of technical progress. Command and control measures can be also be improved by using technology forcing and dynamic standards.

Another option is the financial support for the desired environmental innovations, taking the example of the Renewable Energies Act. This can, by all means, lead to positive innovation effects when the instrument is designed in such a way that the fundamental problems of subsidy-like promotions are avoided (especially windfall gains and concerns about subsidies with unlimited time horizon). Such a design has been developed in the example of the Renewable Energies Act.

Furthermore it makes sense supporting these measures of an innovation-oriented environmental policy with additional supply- and demand-sided instruments for the promotion of environmental technology diffusion, which improve the efficiency of the environmental markets (environmental management system, eco labels) or make use of the state's purchasing power (green procurement).

The Best-Practice Studies from abroad refer to

- Climate protection policy in California,
- Exhaust gas standards in China,
- Japanese Top Runner Programme,
- Transition management in the Netherlands,
- Japanese 3-R Initiative,
- Export promotion for environmental technologies in the US, Great Britain and Japan.

The analysis of the Best-Practice studies shows that an increased commitment of non-European regions both hold risks and offers opportunities for European companies. On the one hand the Best-Practice examples mostly follow on European standards and therewith improve the possibilities of exportation for European companies. On the other hand there is a danger of loosing leadership. Europe would be ill-advised to reduce its environmental efforts. A slowdown of European efforts could quickly lead to a loss of the leadership position.

The examples refer to development potentials of national environmental policy in several aspects:

- Improvement of Policy Integration,
- Long-Term Perspective of politics,

- Better integration of Stakeholders,
- Strengthening the Regulative Core instruments
- Use of synergy effects with existing regulation.

The analyses of the Best-Practice examples from abroad show that there are more advanced potentials for cooperation between the several governmental actors than those which are used in the EU now. The promotion of environmental innovations must - in order to be successful - be arranged for the long term. Including the target audience in the formulation and realization of measures would improve the possibility to increase private funded investment.

A trend away from command and control measures and up to new forms of environmental governance forms can also be observed in innovation-oriented environmental policy. The new instruments and their negotiation process have in common that they give the target audience more freedom for the adaptation. The examples from Japan, California and China show that new persuasive and economic instruments can be combined with “old”, regulative approaches in a meaningful way, and can thereby improve the cumulative effect. Without such a regulative core, there is the risk that information-based and voluntary instruments could easily lead to solely symbolic actions.

Options for action arise from the results of this report in several aspects. First of all new technologies should be promoted intensively (push strategy). In such branches, which are already very innovative, the R&D activities should be oriented more strongly on environmental goals (pull strategy).

The demand-sided promotion of environmental innovations has substantial potentials for improvement. Even though a positive effect can be expected, the potential is not anywhere near exploited by the present environmental policy instruments. The internalization of external costs in existing technologies by means of a sophisticated extension of emissions trading or more intensive use of other market based instruments is an approach which could entail positive effects. Command and control measures have not yet been exploited enough either. The dynamisation of standards and a sophisticated regulation can trigger an innovation competition. By means of an environmental oriented public procurement, economies of scale and economies of scope can be achieved, hence the efforts for the inclusion of environmental and innovations aspects into procurement decisions should be intensified. Subsidy-like promotions such as the Renewable Energies Act can develop innovation effects.

Environmental innovations provide chances for worldwide markets. These haven't been supported enough so far, on the part of politics. Here, activities of export promotion, market observation as well as trade policy (e.g. a privileging of environmental technologies) can be

recommended. The Federal Environment Ministry could, for example, develop market analyses about eco-friendly technologies in non-European countries with interested businesses and present them with a publicity effect. With this, the environmental discourse could point out the chances more strongly than potential costs.

Together with other European actors, the export of regulation activities is to be pursued. For example, substantial signal effects would be expected when expanding the European emissions trading to California or other non-European regions.

Both in fundamental and applied research enormous research needs can be identified. There is a lack of an adequate data base for the assessment of very technology specific promotion of environmental innovations along with fields of activity, in order to be able to systematically identify and compare suppliers in these fields of activity. The relevant data bases from the funding agencies and the German innovation panel are structured along other criteria, which only partially correspond with the here applied categories of technologies.

Within the next years, the availability of official data on the subject of environmental innovation will improve due to the introduction of emissions trading (and the availability of emissions trading data). Hopefully eco-innovations will also be introduced into the European Community Innovation Survey (CIS), and thereby defuse the situation a little.

# 1 Einführung

Im Umweltbericht 2006 (BMU, 2006a) mit dem Untertitel „Umwelt – Innovation - Beschäftigung“ skizziert das Bundesumweltministerium das Konzept einer innovationsorientierten Umweltpolitik. Der Hintergrund ist darin zu sehen, dass hinsichtlich der seit den 90er Jahren formulierten Nachhaltigkeitsziele zur Reduktion des Verbrauchs von Energie und Ressourcen eine gewisse Ernüchterung eingetreten ist. Da offenbar die Menschen nur schwer zum Verzicht auf den Konsum von Energie und Ressourcen zu bewegen sind (Suffizienzstrategie), lässt sich die mangelnde Zielerreichung auch – im Rahmen einer Effizienzstrategie - als „Innovationslücke“ interpretieren. Diese Lücke abzubauen ist das Ziel einer innovationsorientierten Umweltpolitik, die im Umweltbericht 2006 (S. 8) wie folgt definiert wird:

„Eine innovationsorientierte Umweltpolitik trägt dazu bei, Umweltverschmutzung zu bekämpfen, ökologische Folgeschäden der industriellen Produktion von vornherein zu mindern. Außerdem hilft eine solche Politik, über ambitionierte Standards, innovative Produkte und Produktionsverfahren auch einen Beitrag zur wirtschaftlichen Modernisierung und zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Industrie zu leisten. So trägt die innovationsorientierte Umweltpolitik auch dazu bei, die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie in Deutschland zu erhalten und Beschäftigung zu sichern bzw. zu schaffen.“

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, wie die Umweltpolitik entsprechende Innovationsaktivitäten unterstützen kann. Das Bundesumweltministerium spricht in diesem Zusammenhang von einer ökologischen Industriepolitik bzw. einem „New Deal“ aus Wirtschafts-, Umwelt- und Beschäftigungspolitik (BMU, 2006b).

Das vorliegende Forschungs- und Entwicklungsvorhaben soll hierzu folgende Beiträge leisten:

- Arbeitspaket 1: Überblick über die **wichtigsten Instrumente** zur Förderung von Umweltinnovationen in Deutschland,
- Arbeitspaket 2: Einschätzung der **Effektivität** der Instrumente einschließlich einer Lücken- und Defizitanalyse,
- Arbeitspaket 3: Darstellung ausländischer **Best-Practice Beispiele** (Instrumente und umweltpolitische Ansätze) sowie
- Arbeitspaket 4: Vorschläge für **prioritäre umweltpolitische Ansatzpunkte** zur Weiterentwicklung des Instrumentariums und Aufzeigen weiteren Forschungsbedarfs.

Diese Arbeitspakete werden in diesem Gutachten wie folgt bearbeitet: Kapitel 2 liefert Grundlagen, auf deren Basis sowohl ein Überblick über die Instrumente einer innovationsorientierten Umweltpolitik gegeben werden, als auch eine Bewertung stattfinden kann. So werden das Konzept der Lead Märkte sowie umweltpolitische Handlungsfelder vorgestellt. Anhand von Daten aus dem Mannheimer Innovationspanel werden Innovationsaktivitäten in verschiedenen Handlungsfeldern beschrieben. Anschließend erfolgt eine vertiefte Darstellung der Handlungsfelder Energie- und Materialeffizienz. Für Innovatoren in diesen beiden Bereichen liegen Daten aus dem Community Innovation Survey (CIS) vor, so dass hier unter anderem ein Vergleich der Innovationsaktivitäten für europäische Länder vorgenommen werden kann. Abschließend findet eine Zuordnung der Instrumente zu Innovationsphasen statt. In Kapitel 3 und 4 wird ein Überblick über die innovations- und umweltpolitischen Instrumente in Deutschland gegeben. In Kapitel 5 wird nach einer Reihe von Kriterien eine Bewertung dieser Instrumente sowie eine Lücken- bzw. Defizitanalyse vorgenommen. Kapitel 6 unternimmt eine Darstellung ausländischer Best-Practice Beispiele. Abschließend werden in Kapitel 7 Vorschläge für prioritäre umweltpolitische Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung des Instrumentariums entwickelt, sowie weiterer Forschungsbedarf aufgezeigt.

## **2 Innovationsaktivitäten in umweltrelevanten Handlungsfeldern in Deutschland**

In diesem Kapitel sollen die gesellschaftlichen, technologischen und ökonomischen Herausforderungen beschrieben werden, vor denen die Bewertung der umwelt- und innovationspolitischen Instrumente in den weiteren Kapiteln erfolgt. Im Anschluss daran soll mit Hilfe der am ZEW vorhandenen Innovationsdatenbanken eine Skizzierung der Merkmale und Eigenschaften von umweltinnovativen Unternehmen – auch im internationalen Vergleich – in verschiedenen Handlungsfeldern gegeben werden, um eine Grundlage für die spätere Bewertung des umwelt- und innovationspolitischen Instrumentariums zu legen.

Zunächst wird das Konzept der Lead Märkte vorgestellt, in dem es darum geht, ob und wie sich Umweltinnovationen international ausbreiten. Darauf aufbauend werden umweltrelevante Handlungsfelder, Produktgruppen und Technologielinien dargestellt, die Zukunftsmärkte darstellen (DIW et al., 2007). Innovationsaktivitäten der Umweltschutzanbieter in diesen Handlungsfeldern werden auf der Basis von Daten aus dem Mannheimer Innovationspanel beschrieben. In einem weiteren Abschnitt wird speziell die Performance von Innovatoren in den Handlungsfeldern Energie- und Materialeffizienz beleuchtet, da für diese Gruppe Daten für einen europäischen Vergleich vorliegen. Abschließend werden die zu diskutierenden innovations- und umweltpolitischen Instrumente aus einer Innovationsperspektive in sinnvolle Kategorien gebündelt und den verschiedenen Innovationsphasen zugeordnet.

### ***2.1 Lead Märkte – Konzept und Politik***

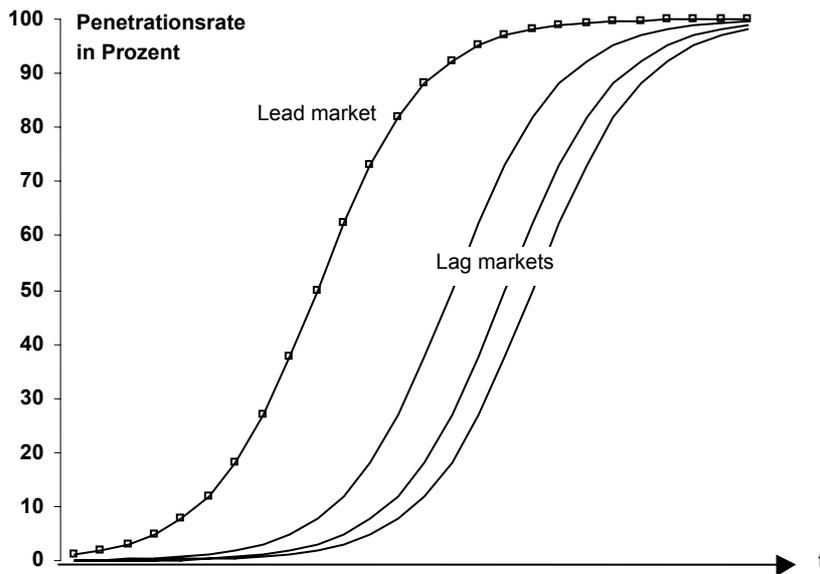
#### **2.1.1 Das Lead Markt-Konzept**

Ein zentrales Problem im Lebenszyklus von neuen Umwelttechnologien ist die Diffusion von einer kleinen Marktnische auf einen breiten, möglichst internationalen Massenmarkt. Mit der Frage der internationalen Verbreitung von Innovationen beschäftigt sich die Theorie der Lead Märkte. Wie Abbildung 1 zeigt, zeichnen sich Lead Märkte durch die frühe Adaption eines Innovationsdesigns aus, im Gegensatz zu Lag Märkten, die in der Adaption zeitlich hinterherhinken. „Lead markets have the characteristic that product or process innovation designs adopted early become the globally dominant design and supersede other innovation designs initially adopted or preferred by other countries.” (Beise, 2001, S. 10).

Was die Diffusion von global erfolgreichen Innovationen angeht, so ist es interessant zu verfolgen, dass viele Designs erst international zum Erfolg wurden, nachdem sie sich zunächst auf einem speziellen lokalen Markt durchgesetzt hatten. Beispiele sind das Faxgerät in Japan

als Design für text-basierte Telekommunikation und der Erfolg des Mobilfunks in nordischen Ländern. Die Penetrationsraten tendieren dazu, im Lead Markt für eine beachtliche Zeitperiode anderen Ländern voraus zu sein, was die Firmen mit einem besseren Feedback von Nutzern und Marktkennntnissen versorgt, die sie in die Lage versetzen, kontinuierlich ihre Innovation zu verbessern und ihre Vormachtstellung auf dem Markt zu untermauern.

**Abbildung 1: Das internationale Diffusionsmuster eines Innovationsdesigns**



Quelle: Beise und Rennings (2005).

Unterschiede zwischen Lead und Lag Märkten können nicht adäquat mit einem Verweis auf die geringere Innovationsneigung in Lag Märkten erklärt werden. Während der Exporterfolg von Firmen eines bestimmten Landes in der Vergangenheit vor allem mit der Technologieführerschaft begründet wurde, werden neuerdings weitere Markt- und Nachfragefaktoren identifiziert, die für die internationale Wettbewerbsfähigkeit eines Landes wichtig sind, und die zu einer frühen Adaption von Innovationen führen (siehe Porter, 1990).

Lead Märkte sind Märkte, die zuerst ein global dominantes Innovationsdesign adaptieren; sie führen den internationalen Diffusionsprozess an und setzen den globalen Standard. Ein ideosynkratischer Markt zeichnet sich hingegen dadurch aus, dass in einem Land früh ein Innovationsdesign adaptiert wird, welches aber nicht von anderen Märkten übernommen wird. Ein Beispiel für einen ideosynkratischen Markt war das Minitel in Frankreich. Frankreich adaptierte früh die Minitel Technologie, die von der Regierung vehement unterstützt wurde. Diese konnte sich aber nicht auf internationaler Ebene gegen das Internet durchsetzen, das zum dominanten Innovationsdesign wurde. Frankreich wurde zum Lag Markt für die Nutzung des Internets, denn die Einführung von Minitel verzögerte die Adaption der alternativen Techno-

logie, und Investitionen in die Internet-Infrastruktur und in das entsprechende Equipment unterblieben.

Beise (2001) identifiziert Markt- und Nachfragefaktoren als Charakteristika von Lead Märkten:

- Die Lead Märkte gehen einem globalen Trend voran (in Nachfrage, Einkommensstruktur, demographischem Trend, Regulierung, Haftungsregeln, Standards usw.).
- Sie zeichnen sich durch einen hohen Grad an Wettbewerb aus, daher ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass die Unternehmen experimentieren und auf Markterfordernisse reagieren.
- Lead Märkte haben sich in der Vergangenheit eine hohe Reputation erworben bezüglich problemlösender Innovationen, und werden daher von anderen Ländern intensiv beobachtet.

Ausländische Direktinvestitionen für Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen werden vom Lead Markt für die betreffende Technologie angezogen (Beise, 2001; Sachwald, 2005; Kleijn, 2005; Edler et al., 2003). Allerdings zeigt die empirische Analyse, dass Lead Märkte keineswegs mit Technologieführerschaft gleichzusetzen sind. In der Realität waren Pionierunternehmen mit international führender Technik häufig in Lag Märkten tätig, während die erfolgreichen Nachahmer aus Lead Markt-Ländern stammten (European Commission, 2006). Ein Lead Markt zeichnet sich also nicht dadurch aus, dass er über die besten Technologielabors der Welt verfügt. Kuhlmann (2001) argumentiert, dass die Optimierung von Standortentscheidungen vor allem in multinationalen Unternehmen sowohl von Technology Push (z.B. wissenschaftliche Exzellenz) als auch von Market Pull Faktoren (FuE-Standorte in der Nähe der Absatzmärkte ansiedeln) getrieben wird.

Für die Förderung von Umwelttechnologien ist vor allem die Umweltpolitik mit ihren Instrumenten aufgerufen, die Voraussetzungen für eine entsprechende Marktnachfrage zu schaffen. Dabei müssen neben der Förderung von Inventionen flankierende Anreize für die Markteinführungs- und Diffusionsphase bereitgestellt werden, um zu gewährleisten, dass umweltfreundliche Technologien auch wirklich am Markt eingeführt werden können. Mit anderen Worten: Die Koordination von Innovations- und Umweltpolitik sollte so vorgenommen werden, dass sie nahtlos ineinandergreifen und als eine gegenseitig abgestimmte „innovationsorientierte Umweltpolitik“ erscheinen.

### **2.1.2 Lead Märkte für Umweltinnovationen**

Die Frage für die Umweltpolitik besteht darin, ob Regulierungen Lead Märkte schaffen können, die heimische Firmen in die Lage versetzen, Umweltinnovationen zu exportieren. Da Regulierungen eine erhebliche Rolle bei der Schaffung von Lead Märkten für Umwelttechnologien spielen, spricht das Bundesumweltministerium in diesem Zusammenhang von einer ökologischen Industriepolitik bzw. einem „New Deal“ aus Wirtschafts-, Umwelt- und Beschäftigungspolitik (BMU, 2006b).

Beise und Rennings (2005) haben fünf Lead Markt Faktoren identifiziert, die für die Verbreitung von Umweltinnovationen eine zentrale Rolle spielen: Preisvorteil, Nachfragevorteil, Transfervorteil, Exportvorteil und Regulierungsvorteil. Der Preisvorteil kommt insbesondere zum Tragen, wenn auf dem heimischen Markt relativ früh Knappheitssignale für Umweltgüter ausgesendet werden, und sich die Unternehmen durch eine ressourceneffiziente Produktion besser anpassen als die Unternehmen in anderen Ländern. Folgen dann andere Länder diesem Trend, entsteht ein Pioniervorteil. Der Nachfragevorteil betrifft die Konsumentenseite. So war die Nachfrage nach Mobiltelefonen in den weniger dicht besiedelten Ländern Skandinaviens höher als in Ländern mit einem ohnehin dichten Telefonfestnetz wie Deutschland, deshalb entstand dort ein zeitlicher Nachfragevorteil für diese Technologie. Transfervorteile entstehen aus dem Demonstrationseffekt von neuen Technologien, d.h. dem Ausland wird eine Problemlösung vorgeführt. Dieser Faktor hängt stark mit der Reputation eines einzelnen Landes zusammen. So sind Lead Märkte für Umwelttechnologien in Industrieländern mit hohen Umweltschutzstandards angesiedelt (Jacob et al., 2005). Der Exportvorteil betrifft die Ähnlichkeit z.B. rechtlicher und kultureller Strukturen im Lead Markt. Je ähnlicher die Strukturen gegenüber potenziellen Lag Märkten sind, desto leichter können sie exportiert werden. Der Regulierungsvorteil ergibt sich aus der Antizipation globaler Regulierungstrends. Ein Umweltmarkt kann nur dann zum Lead Markt werden, wenn er Trends globaler Regulierung antizipiert und frühzeitig national umsetzt.

Jacob et al. (2005) haben in 14 Fallstudien eine Reihe von Lead Märkten für Umwelttechnologien beschrieben, wie beispielsweise für Windenergie. Umweltmärkten in einem frühen Entwicklungsstadium, wie beispielsweise der mobilen Brennstoffzelle, kann lediglich ein gewisses Potenzial zugeschrieben werden, sich zu einem Lead Markt zu entwickeln. Da ex ante unsicher ist, ob eine Technologie zu einem Lead Markt wird, kann die Politik lediglich eine Vorreiterrolle übernehmen, d.h. sie kann einen Pilotmarkt fördern, und über die Gestaltung der Regulierung die Wahrscheinlichkeit für eine Markteinführung und Verbreitung der Innovation erhöhen.

### **2.1.3 Politik zur Entwicklung von Lead Märkten**

Die Europäische Kommission hat sich das Lead Markt-Konzept zu Eigen gemacht, um die Lissabon-Ziele bezüglich einer verbesserten Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit zu erreichen. In der Mitteilung vom September 2006 (Kommission der Europäischen Gemeinschaften 2006a, S.15), in der eine breit angelegte Innovationsstrategie für die EU entworfen wird, umreißt die Kommission insbesondere Umweltinnovationen als Handlungsfeld für Europäische Initiativen: „Öko-Innovation hat das Potenzial, einen innovationsbasierten Pilotmarkt hervorzubringen. Ihre Schubkraft kann durch die Umweltpolitik verstärkt werden, insbesondere durch sinnvoll gestaltete Regelungen und durch die Entwicklung marktorientierter politischer Instrumente. So wäre eine Regelung denkbar, wonach in einem Produktbereich die Produkte mit der besten Ökobilanz innerhalb einer bestimmten Frist zum Standard werden, der auch von anderen Herstellern erreicht werden sollte.“

Von den 10 Maßnahmen, die in der Kommunikation für eine Europäische Innovationsstrategie vorgeschlagen werden, und die als Teil der Lissabon Strategie eine besonders hohe Priorität haben, betrifft eine Maßnahme auch die Förderung von Lead Märkten. Die Kommission kündigt an, im Jahr 2007 aufbauend auf Anhörungen von Experten eine umfassende Lead Markt-Strategie auszuarbeiten.

Auch im Konzept der Bundesregierung (BMBF, 2006b) sind Lead Märkte enthalten. In der Hightech-Strategie heißt es, Deutschlands Potenzial als Leitmarkt der Zukunft müsse genutzt werden, unter anderem durch die Schaffung von Bedingungen für Pilotmärkte.

## **2.2 Ökologische Industriepolitik und ihre Handlungsfelder**

### **2.2.1 Handlungsfeld Energieerzeugung und Speicherung**

Klimawandel und Ressourcenknappheit sind zwei der großen globalen Herausforderungen der nächsten Jahrzehnte. Technologien im Bereich von Energieerzeugung und Speicherung, erneuerbaren Energien, Energiespeichertechnologien und Brennstoffzellentechnologien können zu beiden Problembereichen einen erheblichen Lösungsbeitrag leisten. Aus deutscher Perspektive bedeutet insbesondere die verstärkte Nutzung der erneuerbaren Energien eine spürbare Verminderung der Abhängigkeit von Energieimporten und damit eine größere Sicherheit in der Energieversorgung. Der entscheidende Beitrag etwa der erneuerbaren Energien oder der Energiespeichertechnologien zu einer weltweit nachhaltigen Energieversorgung ist unumstritten, so dass in den nächsten Jahren und Jahrzehnten die Nachfrage in diesen Bereichen auf den internationalen Märkten stark ansteigen wird (DIW et al., 2007).

Insgesamt ist das technologische Entwicklungspotenzial bei den erneuerbaren Energien als sehr hoch anzusehen, was sich auch in den Einschätzungen zu den kurz- bis mittelfristig er-

wartbaren Kostendegressionen niederschlägt. Im Bereich der erneuerbaren Energien stehen aus Sicht der Unternehmen die Anlagenoptimierung, die Verbesserung der Produktionsprozesse und die Entwicklung neuer Anwendungsfelder im Vordergrund der technologischen Weiterentwicklung. Die zukünftigen weltweiten Wachstumspotenziale der erneuerbaren Energien werden als sehr günstig eingeschätzt. Im Jahr 2005 belaufen sich für Deutschland die Investitionen in neue Anlagen auf ca. 8,7 Mrd. € (Schätzung; 2004: 7,2 Mrd. €), global auf rund 45 Mrd. € (einschließlich großer Wasserkraft, ohne auf ca. 30 Mrd. €). Der Markt ist damit innerhalb eines Jahres um rund 25% gewachsen (vgl. UBA, 2006). Deutsche Unternehmen, die Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien herstellen, haben derzeit hohe Weltmarktanteile, im Durchschnitt beträgt der Weltmarktanteil knapp 20%. Da die durchschnittlichen privatwirtschaftlichen Erzeugungskosten der erneuerbaren Energien noch über den durchschnittlichen Erzeugungskosten aus anderen Energieträgern liegen, muss der Ausbau weiterhin – sowohl in Deutschland als auch weltweit – von staatlicher Seite unterstützt werden. Darum ist die politische Unterstützung der weiteren internationalen Diffusion von geeigneten Regulierungen und Fördermaßnahmen neben der nationalen Förderung des Ausbaus erneuerbarer Energien einer der wesentlichen Erfolgsfaktoren für die weitere Entwicklung dieses Handlungsfeldes.

**Tabelle 1: Handlungsfeld Energieerzeugung und Speicherung**

<b>Produktgruppen</b>	<b>Technik-/Produktlinien</b>
<b>Kraftwerkstechnologie</b>	GuD KWK IGCC CCS BHKW
<b>Erneuerbare Energien</b>	Photovoltaik Solarthermie Windkraft Wasserkraft Biomasse und Biogas Geothermie
<b>Energiespeichertechnologien</b>	Wärmespeicher Speicher für elektrische Energie Nachhaltige Wasserstoffversorgung / Wasserstoffwirtschaft
<b>Brennstoffzellentechnologie</b>	

Die Innovationsdynamik sonstiger Energietechnologien wird durch Effizienzsteigerungen geprägt sein. Schwerpunkte liegen nach BMU (2006) auf dem Einsatz von Kombikraftwerken aus Gas und Dampf, der Erhöhung der Prozessparameter Druck und Temperatur bei den Dampfkraftwerken sowie bei optimierten Kraftwerkskomponenten. Eine wichtige Entwicklungslinie setzt auf Vermeidung von CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Separierung und Endlagerung

von CO<sub>2</sub>. Hinzu kommt, dass auf dem internationalen Markt vor allem bei Kohlekraftwerken ein fast vollständiger Generationswechsel ansteht, der die Nachfrage nach Energietechnologien ebenso anregen wird wie voraussichtliche Kapazitätserweiterungen in vielen Schwellenländern. Deutsche Anbieter sind diesbezüglich bereits gut aufgestellt. BMU (2006) konstatiert einen Technologievorsprung deutscher Unternehmen im Rahmen konventioneller Kraftwerkstechnologie, speziell im Bereich der Dampf- und Gasturbinen und bei Hochtemperatur-Gasturbinen.

### 2.2.2 Handlungsfeld Energieeffizienz

Generell ist das Kriterium der Effizienz bei der Frage nach nachhaltigem Wirtschaften von hoher Relevanz. Im Bereich des Energieverbrauchs unterstreicht die Tatsache, dass ein Großteil des Energiebedarfs über endliche Rohstoffe gedeckt wird, diese Problematik. Technologien, welche auf eine effiziente Nutzung von Energie in der Industrie und im Haushalts- sowie Gebäudebereich, sowie eine rationelle Energieumwandlung abzielen, sind daher von besonderer Bedeutung und weisen ein enormes Energieeinsparungspotential auf.

**Tabelle 2: Handlungsfeld Energieeffizienz**

<b>Produktgruppen</b>	<b>Technik-/Produktlinien</b>
<b>Gebäudetechnik</b>	Wärmedämmung Heiz- und Klimatechnik Gebäudeautomation Passivhäuser
<b>Energieeffiziente Geräte</b>	Haushaltsgeräte / Weiße Ware Informations- und Kommunikationstechnologien Energieeffiziente Beleuchtung
<b>Energieeffiziente Verfahren und Produktionsprozesse</b>	Eisen-/Stahlherstellung und Wärmebehandlung (Poly)Ethylen/Propylen Papierherstellung Glasherstellung Industrieöfen Trockner
<b>Energieeffiziente industrielle Querschnittstechnologien</b>	Mess-, Steuer- und Regel- sowie Automatisierungstechnik Effiziente Elektromotoren und Pumpen Dampferzeuger Kühlung Wärmetauscher
<b>Energiedienstleistungen</b>	Energiemanagement als Dienstleistung Contracting

Insgesamt lässt sich das Handlungsfeld Energieeffizienz in die Produktgruppen Gebäudetechnik, energieeffiziente Geräte, energieeffiziente Verfahren und Produktionsprozesse, energieeffiziente industrielle Querschnittstechnologien sowie Energiedienstleistungen aufgliedern.

Nach einer Unternehmensumfrage (UBA, 2006) werden relevante Entwicklungen im Wesentlichen in den drei Forschungsfeldern verbesserte Materialien, intelligentere Elektronik und

Steuerung sowie verstärkte Vernetzung (bspw. von elektronischen Anlagen oder Geräten) erwartet. Das gegenwärtige Marktvolumen für energieeffiziente Technologien wird auf etwa 450 Mrd. Euro geschätzt. Schwerpunkte der erwarteten Marktvolumina liegen bei der Mess-, Steuer- und Regeltechnik, der Gebäude- und Heiztechnik, sowie bei effizienten Elektrogeräten und Elektromotoren. Laut DIW et al. (2007) steigt zudem der Bedarf an energieeffizienten „Grundnutzgeräten“ vor allem in Regionen mit steigendem Wohlstand wie Indien und China.

### 2.2.3 Handlungsfeld Rohstoff- und Materialeffizienz

Ein nachhaltig zukunftsfähiges Wirtschaften ist nur zu erreichen, wenn es gelingt, die Material- und Ressourceneffizienz weiter zu steigern. Im Handlungsfeld Rohstoff- und Materialeffizienz sind vor allem effiziente Produktionsprozesse und der Einsatz nachwachsender Rohstoffe sowie das Ökodesign von Relevanz. Die Technologielinien, die hinter Rohstoff- oder Materialeffizienz stehen, sind oft rohstoff- oder branchenspezifisch.

**Tabelle 3: Handlungsfeld Rohstoff- und Materialeffizienz**

Produktgruppen	Technik-/Produktlinien
Ökodesign	neue Stahllegierungen (z. B. für Leichtbau) Nanotechnische, schwermetallfreie Lackgrundierung
Rohstoff- und materialeffiziente Produktionsprozesse	Endabmessungsnahes Gießen Lasertechnik Pulverlackierung
Nachwachsende Rohstoffe	Biokunststoffe Natürliche Baumaterialien Natürliche Farben und Lacke nachwachsende Öle und Fetten (Hydrauliköle, Schmierstoffe etc.) Chemie Feedstocks

Hinsichtlich konkreter zukünftiger Marktvolumina und Wachstumsraten ist der Kenntnisstand zu diesem Bereich im Vergleich zum Handlungsfeld Energieeffizienz noch schwach ausgeprägt. Jedoch wird davon ausgegangen, dass der Bereich der Rohstoff- und Materialeffizienz in Zukunft enorm an Bedeutung gewinnen dürfte. Dies lässt sich beispielsweise dadurch illustrieren, dass Fischer et al. (2004) die Einsparungsmöglichkeiten bei den Rohstoffkosten der deutschen Wirtschaft auf 20 % beziffern. Das Marktpotential von rohstoffeffizienten Technologien und Produkten bezieht sich dabei nicht nur auf die Tatsache, dass Rohstoffe für die Wirtschaft ein wichtiger Kostenfaktor sind. Die globale Wirtschaft befindet sich zugleich in einer Situation der Abhängigkeit von stetiger Rohstoffversorgung, welche durch die wirtschaftlichen Aufholprozesse der Entwicklungs- und Schwellenländer gestört, durch rohstoffeffiziente Technologien und Produkten allerdings abgeschwächt werden könnte (DIW et al., 2007).

## 2.2.4 Handlungsfeld Nachhaltige Mobilität

Die weiter fortschreitende ökonomische sowie gesellschaftliche Bedeutung von Verkehr und Transport sowie deren ökologischen Folgen macht die Wichtigkeit der Integration von Mobilität in das Konzept der Nachhaltigkeit deutlich. Im Handlungsfeld Nachhaltige Mobilität stehen die Verringerung oder Vermeidung von Emissionen, die Minderung des Ressourcenverbrauchs sowie Systeme zur effizienteren Infrastrukturnutzung im Mittelpunkt der Innovationstätigkeiten.

**Tabelle 4: Handlungsfeld Nachhaltige Mobilität**

Produktgruppen	Technik-/Produktlinien
<b>Antriebstechniken</b>	Effiziente Otto- und Dieselmotoren
	Hybridantriebe mobile Brennstoffzellen Effiziente Düsenantriebe
<b>Fahrzeugtechnik und -design</b>	Straßenfahrzeuge
	Schienenfahrzeugbau Luftfahrzeuge Wasserfahrzeuge
<b>Verkehrsinfrastruktur</b>	Straßenbau und Flugplätze
	Schieneninfrastruktur Umschlaganlagen
<b>Emissionsreduktion im Verkehr</b>	Filter-/Katalysatorstechnik
<b>Verkehrskonzepte/Verkehrsmanagement</b>	Verkehrsführungssysteme
	Integrierte Mobilitätskonzepte
<b>Biokraftstoffe</b>	Biodiesel
	Bioethanol Biomass to liquid Kraftstoffe

In den klassischen Produkt- und Technologiebereichen fokussiert sich die Entwicklung unter dem Stichwort Nachhaltigkeit auf Verringerung oder Vermeidung von Emissionen, Antriebstechniken, Fahrzeugtechnik und -design, die Verkehrsinfrastruktur, Verkehrskonzepte und -management sowie Biokraftstoffe. Das Marktvolumen im Bereich der untersuchten Verkehrstechnologien wird gegenwärtig nach DIW et al. (2007) auf etwa 300 Mrd. Euro weltweit geschätzt. Hiervon entfällt etwa die Hälfte auf Verbrennungsmotoren. Auf Schienenfahrzeuge und Schienenwegbau entfallen zusammen etwa 50 Mrd. Euro, auf Düsenantriebe und Schiffsbau jeweils 35 Mrd. Euro. Ein nationaler Patentanteil für Technologien der nachhaltigen Mobilität über dem Weltdurchschnitt lässt nach DIW et al. (2007) auf eine starke Stellung Deutschlands in diesem Bereich schließen. Auch die von UBA (2006) befragten Unternehmen schätzen ihre nationale Wettbewerbsfähigkeit im Bereich nachhaltige Mobilität als sehr gut ein, während die internationale Wettbewerbsfähigkeit etwas vorsichtiger beurteilt wird.

## 2.2.5 Handlungsfeld Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling

Der Umgang mit Abfall ist aufgrund der Endlichkeit der Rohstoffe sowie begrenzter Deponierungsmöglichkeiten für ein nachhaltiges Wirtschaften von entscheidender Bedeutung. Das Handlungsfeld Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling zielt hierbei besonders auf die stoffliche Verwertung/Recycling, energetische/thermische Verwertung, Entsorgung sowie die Kreislaufwirtschaft/Innovative Produktherstellung ab. Tabelle 5 gibt einen Überblick über die Produktgruppen, Technik- sowie Produktlinien dieses Handlungsfeldes.

**Tabelle 5: Handlungsfeld Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling**

<b>Produktgruppen</b>	<b>Technik-/Produktlinien</b>
<b>Stoffliche Verwertung/Recycling</b>	Werkstoffliche Verwertung (Optimieren des Downcyclings, Innovative Upcycling-Produkte); Rohstoffliche Verwertung (Optimierung der (Sekundär-) Rohstoffgewinnung, z. B. durch effizientere chemische Verfahren)
<b>Energetische/thermische Verwertung</b>	Effizientere Bereitstellung von heizwertreichen Fraktionen als Sekundärbrennstoffe
	Waste-to-energy-Verfahren (Vergärung, Biogas, Verbrennung)
<b>Entsorgung</b>	Sammel- und Transportlogistik
	Stoffvereinzelnungsverfahren (Trockner, Zerkleinerer, Granulatoren)
	Stofferkennungsverfahren (optische Verfahren, z. B. Infrarot, Laser; magnetische Verfahren, Röntgenverfahren)
	Stofftrennverfahren / Separieren (Tribo-elektrische, pneumatische, magnetische Verfahren)
	Mechanisch-biologische Verfahren (Kompostierung, Vergärung/Fermentation)
	Müllverbrennung
	Abluftbehandlung / Emissionsreduktion (Membranen; Filter, Reinigungsverfahren)
	Abwasserbehandlung (z. B. Deponiesickerwasser)
	Optimierung der Abbauprozesse von Schadstoffen
	Optimierung kontrollierter Deponierung von Schadstoffen
<b>Kreislaufwirtschaft/Innovative Produkterstellung</b>	modulare / recyclingoptimierte Produkte
	Minimierung von Abfällen im Produktionsverfahren
	Unternehmensinterne Kreislaufwirtschaft

## 2.2.6 Handlungsfeld Nachhaltige Wasserwirtschaft

Wasser ist eine lebensnotwendige sowie endliche und besonders in Entwicklungsländern knappe Ressource. Daher kommt auch einer nachhaltigen Wasserwirtschaft eine besondere Bedeutung zu, was sich auch im Marktpotential der in diesem Bereich angesiedelten Technologien widerspiegelt. Zu dem Handlungsfeld gehören einmal die traditionellen Bereiche der Wasserver- und -entsorgung. Sie umfassen die Förderung und Aufbereitung von Rohwasser, dessen Verteilung an die Verbraucher, die Reinigung und Ableitung des Abwassers sowie die Verwertung bzw. Entsorgung des anfallenden Klärschlammes.

**Tabelle 6: Handlungsfeld Nachhaltige Wasserwirtschaft**

Produktgruppen	Technik-/Produktlinien
<b>Wasserversorgung</b>	Wasseraufbereitung (Reinigung und Desinfektion) Meerwasserentsalzung Wasserverteilung Dezentrale Wasseraufbereitung Regenwassermanagement
<b>Reduktion von Wasserverbrauch und Stoffeintrag</b>	Techniken zur Effizienzsteigerung von Verbrauchsgeläten und Armaturen Techniken zur Effizienzsteigerung bei Prozesswasser Effizienter Wasserverbrauch in der Landwirtschaft (z. B. Bewässerungstechnik)
<b>Abwasserentsorgung</b>	Abwasserbehandlung (Klärtechnik und Desinfektion): kommunale, industriell/gewerbliche Abwässer, Depo-niesickerwässer etc. Kanalisationstechnik (Bauverfahren, Stauraumbewirt-schaftung) Wartung- Instandhaltungs- und Reparaturtechniken für Kanalisation dezentrale Abwasserbehandlung Schlammbehandlung, -entsorgung Wärmerückgewinnung aus Abwasser Kombination mit Erneuerbaren Energien
<b>Hochwasserschutz</b>	Deichtechnik und baulicher Hochwasserschutz Frühwarnsysteme (Hochwasser, Tsunami, Nieder-schlagsradar)
<b>Wasserwirtschaftsdienstleistungen</b>	Betreiberkonzepte

Zunehmende Bedeutung für eine nachhaltige Wasserwirtschaft weisen moderne, stärker de-zentral orientierte Technologien auf. Deren Zielsetzung ist die Schließung von Wasserkreis-läufen und Rückgewinnung von Energie und Abwasserinhaltsstoffen. Schließlich gehören auch die Reduktion von Wasserverbrauch und Stoffeintrag, Wasserwirtschaftsdienstleistun-gen sowie der Hochwasserschutz zu wichtigen Produktgruppen einer nachhaltigen Wasser-wirtschaft.

Während vor allem der Betrieb vieler Anlagen in öffentlicher Regie dazu geführt hat, dass in Deutschland grundlegende Innovationen in diesem Bereich kaum angestoßen wurden, scheint

sich diese Situation laut DIW et al. (2007) nun aber langsam zu ändern. Nach Aussage der Unternehmensumfrage von UBA (2006) werden zukünftig generell bei Techniken, Verfahren und Materialien zum nachhaltigen Umgang mit der Ressource Wasser einschließlich einer effizienteren Behandlung von Meer-, Brauch-, Ab- und Prozesswasser Innovationen erwartet. Zudem besteht Marktpotenzial für neue Entwicklungen in den Bereichen der Wasserinfrastruktur, Wassergewinnung, Regenwassernutzung und Hochwasserschutz. Die befragten Unternehmen der nachhaltigen Wasserwirtschaft beurteilen die Wettbewerbsposition und Leistungsfähigkeit der deutschen Unternehmen als gut. Deutschland hat nach ihrer Einschätzung in zahlreichen Bereichen des Handlungsfeldes bereits heute eine technologische Führungsrolle.

### **2.2.7 Handlungsfeld Biotechnologie**

Die Biotechnologien sind ein dynamisches Forschungsfeld mit großen ökonomischen und ökologischen Chancen. Da Biotechnologie ein sehr weit gefasster Begriff ist, werden verschiedene Anwendungen unterschieden. Zu den ökologischen Anwendungen zählen die „weiße“, „graue“ und „blaue“ Biotechnologie:

- Die „weiße“ Biotechnologie beschäftigt sich mit biotechnologisch-basierten Produkten und Industrieprodukten (z.B. Bio-Rohstoffe). Sie hat einen stark branchenübergreifenden Charakter. Sie nutzt biologische Mittel und Verfahren zur Optimierung oder Substitution konventioneller (meist chemischer) Prozesse in der Industrie. Als Unterbereich hiervon befasst sich die „gelbe“ Biotechnologie mit der biotechnischen Behandlung von Lebensmitteln und der Herstellung von Grundstoffen.
- Die „graue“ (oder auch „braune“) Biotechnologie befasst sich mit biotechnologischen Prozessen in der Abfallwirtschaft (z.B. Dekontamination von Böden). Sie nutzt biologische Verfahren oder Organismen im Rahmen des Umweltschutzes.
- Die „blaue“ Biotechnologie beschäftigt sich mit der Herstellung von Nahrungsmittelzusätzen aus dem Meer. Sie basiert auf der technischen Verwendung von Organismen aus der marinen Biologie.

Daneben gibt es noch die sogenannte „grüne“ Biotechnologie, die sich mit Anwendungen in der Landwirtschaft befasst (z.B. gentechnisch veränderte Organismen). Grüne Biotechnologie dient der Veränderung von Pflanzen zur Verbesserung derer Eigenschaften oder zur Übertragung neuer Eigenschaften. Letztlich beschäftigt sich die „rote“ Biotechnologie mit medizinisch-pharmazeutischen Anwendungen. Die „rote“ und „grüne“ Biotechnologie sind aber keine Handlungsfelder einer ökologischen Innovationspolitik.

Innovationen in der Biotechnologie sind schon heute Grundlage zahlreicher wettbewerbsfähiger Produkte für einen internationalen Markt. Nach UBA (2006) ist von einem weltweiten Marktwachstum der Biotechnologie im zweistelligen Bereich auszugehen. Trotz der einheitlichen positiven Einschätzung der Entwicklung der Biotechnologie-Industrie (UBA, 2006) beurteilen die befragten Unternehmen die Nachfrage in den einzelnen Feldern der Biotechnologie recht differenziert. Während der Markt der „weißen“ Biotechnologie in den letzten Jahren kontinuierlich stark gewachsen ist, wird die Nachfrage im Bereich der „grauen“ Biotechnologie als weniger dynamisch und zukunftssträchtig eingeschätzt. Der deutsche Markt für Produkte der „blauen“ Biotechnologie ist nach Aussage der befragten Experten verhältnismäßig klein und befindet sich noch im frühen Entwicklungsstadium.

**Tabelle 7: Handlungsfeld Biotechnologie**

<b>Produktgruppen</b>	<b>Technik-/Produktlinien</b>
<b>Weißer Biotechnologie (Unterteilung nach DECHEMA 2004)</b>	Bioprozesse: z.B. Biokatalyse, Fermentation von Bioalkoholen, etc. Bioprodukte: z.B. Enzyme für die Spaltung von Lignozellulose oder für die Produktion von Polyacrylamid, etc. Biorohstoffe: z.B. Herstellung von Zuckern, Ölen, etc. und deren Weiterverarbeitung zu Zwischenprodukten für die stoffliche und energetische Nutzung
<b>Graue Biotechnologie</b>	Biotechnologischen Prozesse im Bereich der Abfallwirtschaft (Kläranlagen, Abluftreinigung, Dekontamination von Böden, etc.)
<b>Blaue Biotechnologie</b>	Herstellung von Nahrungsmittelzusätzen aus dem Meer (z.B. auf Basis von Algen)

## 2.2.8 Handlungsfeld Nanotechnologie

Die Nanotechnologie ist eine noch sehr junge Technologie mit sehr hohem Innovationsbedarf. Die generelle Erwartung ist jedoch, dass sie als Basisinnovation ökonomisch an Bedeutung gewinnt und zu einem dynamischen Wirtschaftsfeld wird. Die Einsatzgebiete der Nanotechnologie sind sehr vielfältig. Aus Sicht des Umweltschutzes besonders relevant ist die Möglichkeit einer erheblichen Verringerung des Energie- und Rohstoffeinsatzes, beispielsweise durch Verzicht auf gefährliche Stoffe im Verarbeitungsvorgang, durch Energieeinsparung bei chemischen Prozessen oder durch höhere Energieausbeute etwa bei Solarzellen. Damit könnte sie auch von großer Relevanz für eigenständige Handlungsfelder werden (wie z.B. Material- und Energieeffizienz).

**Tabelle 8: Handlungsfeld Nanotechnologie**

Produktgruppen	Technik-/Produktlinien
Hauptsächlich Nanomaterialien	Mikrobrennstoffzellen thermoelektrische Abwärmenutzung Steigerung der Effizienz von Brennstoffzellentechnologie, Photovoltaik (preiswerte, großflächige Solarzellen), Was- serstofftechnologie (hocheffiziente Wasserstoffspeicher) hocheffizienter Wärmeschutz Nanomembranen zur Trinkwassergewinnung Filter / Membranen Abgaskatalysatoren Gassensoren biochemische Sensoren selbstheilende Werkstoffe Nanokomposite als Leichtbauwerkstoffe Materialeinsparung hocheffizienter Schallschutz schmutzabweisende, selbstreinigende und/oder antibakte- rielle Schichten umweltverträgliche Brandschutzmittel

## 2.3 *Innovationsaktivitäten von Umweltschutzanbietern nach Handlungsfeldern*

### 2.3.1 **Methodische Vorbemerkungen**

Ziel dieses Abschnitts ist es, Besonderheiten, Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Innovationsverhalten von Unternehmen zu untersuchen, die als Anbieter von Technologien oder Dienstleistungen in den einzelnen Handlungsfeldern der Umweltpolitik tätig sind. Nicht abgebildet werden dagegen jene Unternehmen, die als Anwender solcher Technologien Umweltschutzeffekte erzielen. Als Datengrundlage dient eine Verknüpfung von zwei Datenbanken:

- Das Anbieterverzeichnis UMFIS (Umwelt-Informationssystem einer Arbeitsgemeinschaft der Industrie- und Handelskammern in Deutschland) dient als Grundlage, um Technologie- und Dienstleistungsanbieter in den einzelnen Handlungsfeldern zu identifizieren.
- Das Mannheimer Innovationspanel (MIP) des ZEW bietet die Grundlage zur Beobachtung des Innovationsverhaltens von Unternehmen.

Durch eine Verknüpfung der beiden Datenquellen können Informationen zu Innovationsaktivitäten von Umweltschutzanbietern differenziert nach Handlungsfeldern erlangt werden. Die Verknüpfung erfolgt durch einen automatisierten Abgleich von Unternehmensnamen und -anschrift mit einer anschließenden manuellen Nachbearbeitung.

Von den 10.542 in der UMFIS-Datenbank (Stand 2006) enthaltenen Unternehmen konnten 1.688 Unternehmen in der MIP-Datenbank identifiziert werden. Da die durchschnittliche

Stichprobengröße im MIP (Zahl der antwortenden Unternehmen in einem Jahr an allen Unternehmen in der Grundgesamtheit) bei etwa 6 % liegt, bedeutet dies eine deutliche Überrepräsentation der UMFIS-Unternehmen. Diese hängt mit der spezifischen Branchenstruktur zusammen. Denn in Branchen, in denen die Stichprobengröße deutlich höher ist (20-25 %), nämlich in den forschungsintensiveren Wirtschaftszweigen, sind die UMFIS-Unternehmen häufiger vertreten. Von den im MIP identifizierten Unternehmen lagen zu 972 Unternehmen Informationen zum Innovationsverhalten vor. Bei 130 Unternehmen lagen die aktuellsten Informationen schon einige Jahre zurück, so dass sie in der folgenden Untersuchung nicht berücksichtigt werden. Letztlich stehen somit 842 Unternehmen für die empirischen Auswertungen zur Verfügung.

Die Zuordnung der Unternehmen zu Handlungsfeldern erfolgt auf Basis von Angaben zum Leistungsangebot der Unternehmen. Dieses unterscheidet 27 verschiedene Felder, differenziert nach drei Hauptgruppen (Dienstleister, Berater, Hersteller/Händler). Diese Felder korrespondieren allerdings nur teilweise mit den erwähnten Handlungsfeldern. Letztlich können folgende Handlungsfelder abgegrenzt werden (in Klammern der Anteil der Unternehmen, die in das jeweilige Handlungsfeld fallen, wobei Mehrfachzuordnungen auftreten):

- Energieeffizienz (19 % = 160 Unternehmen)
- Kreislaufwirtschaft (48 % = 404 Unternehmen)
- Nachhaltige Wasserwirtschaft (28 % = 235 Unternehmen)
- Ressourceneffizienz (2 % = 17 Unternehmen)
- Lärminderung (7 % = 59 Unternehmen)
- Integrierte Umweltschutztechnologien (4 % = 34 Unternehmen)
- Luftreinhaltung (17 % = 143 Unternehmen)
- Abfallverwertung (ohne Kreislaufwirtschaft) (27 % = 228 Unternehmen)
- Altlastensanierung (28 % = 236 Unternehmen)
- Umweltmanagementberatung (12 % = 102 Unternehmen)
- Sonstige (z.B. Gefahrgut, Strahlenschutz, Natur- und Landschaftsschutz, Brandschutz, Arbeitssicherheit, Lagertechnik) (11 % = 93 Unternehmen)

Somit können einige umweltpolitische Handlungsfelder nicht berücksichtigt werden. Dies sind Energieerzeugung, Nachhaltige Mobilität, Biotechnologie und Nanotechnologie.

55 % der Unternehmen wurden mehr als einem Handlungsfeld zugeordnet: 29 % sind in zwei Handlungsfeldern tätig, 13 % in drei, weitere 10 % in vier bis fünf und 2 % in mehr als fünf. Häufig gemeinsam auftretende Handlungsfelder bzw. Tätigkeitskombinationen sind Kreislaufwirtschaft und Abfallverwertung, Umweltmanagement und Abfallverwertung, Lärmmin- derung und Luftreinhaltung, Kreislaufwirtschaft und Altlastensanierung sowie integrierter Umweltschutz und Ressourceneffizienz. Sehr wenig miteinander verbunden sind dagegen die Handlungsfelder Wasserwirtschaft und Abfallverwertung, Luftreinhaltung und Abfallverwer- tung sowie Energieeffizienz und Abfallverwertung.

Von den 842 Unternehmen sind 50 % als technische Dienstleister und Umweltberater (im Folgenden kurz: „Berater“)<sup>1</sup>, 42 % als Anbieter von Umweltdienstleistungen wie Entsorgung und Recycling (im Folgenden kurz: „Dienstleister“), 20 % als Hersteller auf Umwelttechno- logien (wie z.B. Maschinenbauer oder Hersteller von Mess-, Steuer- und Regelungstechnik) und 7 % als Händler tätig, wobei auch hier Mehrfachzuordnungen häufig auftreten, insbeson- dere in den Kombinationen Dienstleister-Berater, Hersteller-Berater und Hersteller-Händler. Unternehmen, die ausschließlich Händler sind, sind nicht enthalten.

### **2.3.2 Unterschiede im Innovationsverhalten nach Handlungsfeldern**

Abbildung 2 enthält eine Reihe von Innovationsindikatoren für die elf unterschiedenen Hand- lungsfelder sowie für die Gruppe der Anbieter am Umweltschutzmarkt insgesamt. Die Zahlen repräsentieren die Mittelwerte der Stichprobe der 842 Unternehmen. In einzelnen Handlungs- feldern sind die Beobachtungszahlen niedrig (Ressourceneffizienz, integrierte Umweltschutz- technologien, Lärmmin- derung), so dass dort einzelne Unternehmen mit Extremwerten den Durchschnitt wesentlich beeinflussen können. Insofern sind die Ergebnisse mit einer gewissen Vorsicht zu interpretieren.

---

<sup>1</sup> Zu dieser Gruppe zählen insbesondere Ingenieurbüros, die z.B. kundenspezifische Lösungen im Umweltbereich planen, entwickeln und installieren und dabei teilweise auch eigene technische Weiterentwicklungen und Anpas- sungen vornehmen sowie aus vorhandenen Technologien kundenspezifische Systeme – gegebenenfalls auch unter Ergänzung eigener technologischer Entwicklungen – einrichten, oder die technisch-ökonomische Gutach- ten zur Erreichung bestimmter Umweltziele in Unternehmen erstellen, die Grundlage für umwelttechnische In- novationen in diesen Unternehmen sind.

**Abbildung 2: Indikatoren zum Innovationsverhalten von Anbietern im Umweltschutzmarkt in Deutschland**

	Maßeinheit	Energieeffizienz	Kreislaufwirtschaft	Wasserwirtschaft	Resourceneffizienz	Lärmminde rung	Integrierter Umweltschutz	Luftreinhaltung	Altlastensanierung	Abfallverwertung	Umweltmanagement	Sonstige	Gesamt	Alle Unternehmen*
Innovatorenanteil	a)	72	56	69	83	68	69	68	54	42	60	56	61	57
Produktinnovatorenquote	a)	65	48	64	83	63	63	66	46	30	53	52	53	48
Prozessinnovatorenquote	a)	46	39	47	50	48	44	42	39	34	40	37	41	41
Unternehmen mit Marktneuheiten	a)	35	18	32	83	30	30	32	16	8	21	24	24	16
Unternehmen mit Rationalisierungsinnovationen	a)	20	19	23	13	32	22	23	17	15	8	18	20	16
Unternehmen mit Innovationskooperationen	a)	41	26	42	50	35	45	35	30	9	38	25	28	15
Unternehmen mit kontinuierlicher FuE	a)	48	33	39	62	39	48	47	29	17	29	31	35	26
Unternehmen mit gelegentlicher FuE	a)	18	16	20	21	20	22	15	17	13	19	16	16	13
Innovationsintensität	b)	8,3	6,6	7,4	23,1	4,3	13,3	9,1	7,3	3,1	10,7	5,6	6,5	4,9
FuE-Anteil	d)	64	42	56	58	62	57	56	45	25	54	51	49	41
Sachinvestitionsanteil	d)	32	42	31	21	37	21	32	40	55	32	40	37	41
Umsatzanteil mit Produktneuheiten	b)	13,6	6,9	9,2	27,0	12,9	8,5	11,6	5,2	2,8	10,2	8,0	8,3	7,7
Umsatzanteil mit Marktneuheiten	b)	4,9	1,9	2,8	9,1	3,3	3,1	3,9	1,5	0,5	3,3	2,8	2,8	2,7
Kostenreduktion durch Prozessinnovationen	c)	1,0	2,0	1,6	2,5	2,8	2,1	1,4	1,4	1,5	0,9	2,1	1,8	1,4
Exportquote	b)	16	12	15	13	7	16	19	8	6	4	12	13	14
Beschäftigtenanteil Akademiker	e)	41	29	40	38	41	49	42	36	11	51	29	29	20
Umsatz je Beschäftigten	f)	172	168	160	104	110	138	126	154	225	146	824	248	246
Sachkapital-Investitionsquote	b)	7,0	6,3	7,3	20,6	5,2	5,6	6,4	6,3	7,5	8,5	6,4	6,7	9,4
Lohnniveau	f)	45	40	45	40	47	38	44	45	41	42	51	44	49

a) in % aller Unternehmen

b) in % des Umsatzes

c) in % der durchschnittlichen Stückkosten

d) in % der gesamten Innovationsaufwendungen

e) in % aller Beschäftigten

f) in 1.000 €

Mittelwerte der Stichprobe (n=842). \* Unternehmen ab 5 Beschäftigte in den Wirtschaftszweigen 10-45, 50-52, 60-74, 90, 92.1, 92.2.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragungen 2001-2005; UMFIS-Datenbank - Berechnungen des ZEW.

Aus Vergleichsgründen sind außerdem die Werte für alle Unternehmen dargestellt. Dabei handelt es sich um alle im MIP befragten Unternehmen aus dem produzierenden Gewerbe und zahlreichen Dienstleistungsbranchen. Zu beachten ist, dass diese Vergleichsgruppe eine deutlich unterschiedliche Branchenzusammensetzung im Vergleich zu den Umweltschutzmarkt-anbietern aufweist, die zu einem guten Teil die Unterschiede in den ausgewiesenen Indikatoren bestimmt.

Die höchste Innovationsbeteiligung zeigt sich für die Unternehmen der Handlungsfelder Ressourceneffizienz (das sind hier insbesondere Technologieanbieter für eine ressourceneffizientere Produktion) und Energieeffizienz (d.h. Hersteller im Bereich Energieanlagenbau und Berater im Bereich effizientere Nutzung von Energien). Eine hohe Innovationsorientierung zeigt sich des Weiteren in den Handlungsfeldern Wasserwirtschaft, integrierter Umweltschutz, Luftreinhaltung und Lärminderung. In den beiden letztgenannten Feldern betreibt jedes zweite Unternehmen kontinuierlich FuE, gegenüber gut einem Drittel im Durchschnitt aller Anbieter im Umweltschutzmarkt. Im Bereich des integrierten Umweltschutzes fällt die hohe Innovationsintensität auf. Hier, ebenso wie im Handlungsfeld Ressourceneffizienz, sind die Innovationsaufwendungen besonders wenig auf Sachinvestitionen ausgerichtet, sondern mehr auf FuE und Konstruktion.

Relativ niedrig ist die Innovationsorientierung in den Bereichen Kreislaufwirtschaft, Altlastensanierung und Umweltmanagement, wenngleich im letzteren Handlungsfeld einige kleinere Unternehmen sehr hohe Innovationsaufwendungen zeigen. Die geringste Innovationsbeteiligung und Investitionsausgabenintensität weist die Abfallverwertung auf.

Prozessinnovationen spielen für die Unternehmen im Umweltschutzmarkt eine geringere Rolle als Produktinnovationen. Einzige Ausnahme bildet das Handlungsfeld Abfallverwertung. Hier ist auch der Anteil der auf Kosteneinsparungen abzielenden Prozessinnovatoren relativ hoch (d.h. im Vergleich zur Innovatorenquote insgesamt), und auch die dadurch erzielten Kosteneinsparungen tragen vergleichsweise stark zum (insgesamt bescheidenen) Innovationserfolg bei. In diesem Handlungsfeld dominieren Dienstleistungsanbieter im Bereich der stofflichen und energetischen Abfallverwertung inklusive Abfallsammlung.

Eine besonders starke Orientierung auf Marktneuheiten zeigen die Unternehmen im Handlungsfeld Ressourceneffizienz. Die sehr hohe Innovationsintensität geht mit einem hohen Umsatzanteil neuer Produkte und vor allem auch mit einem hohen Umsatzanteil mit Marktneuheiten (9 %, gegenüber knapp 3 % im Mittel) einher. Jedes innovative Unternehmen in diesem Handlungsfeld war auch mit zumindest einer Marktneuheit erfolgreich. Die wenigen

hier identifizierten Technologieanbieter in diesem Handlungsfeld sind somit enorm innovativ und scheinen auch stark auf die Entwicklung von grundsätzlich neuen Technologien ausgerichtet zu sein.

Hohe Innovationserfolge konnten auch die Unternehmen in den Handlungsfeldern Energieeffizienz, Lärminderung und Luftreinhaltung erzielen. Niedrig sind sie neben der Abfallverwertung auch in den Feldern Altlastensanierung und Kreislaufwirtschaft. Hier geht nur ein unterdurchschnittlicher Anteil des Umsatzes auf neue Produkte bzw. neue Dienstleistungsangebote zurück.

Vergleicht man das Innovationsverhalten der Umweltschutzmarktanbieter mit dem aller Unternehmen, so zeigt sich eine in der Summe deutlich höhere Innovationsorientierung, insbesondere ein höherer Anteil von forschenden Unternehmen. Die Innovationserfolge mit neuen Produkten sowie die Kostensenkungserfolge von Prozessinnovationen sind etwas höher, während beim Umsatzanteil mit Marktneuheiten keine Unterschiede auftreten. Die Exportquote der Umweltschutzmarktanbieter liegt im mittleren Bereich.

### **2.3.3 Bedeutung öffentlicher Innovationsförderung für Anbieter im Umweltschutzmarkt**

Eine weitere hier interessierende Frage ist die nach der öffentlichen Förderung von Anbietern von Umweltschutztechnologien. Abbildung 3 zeigt den Anteil der Unternehmen, die innerhalb eines Dreijahreszeitraums eine finanzielle öffentliche Förderung für Innovationsprojekte erhalten haben, differenziert nach den elf Handlungsfeldern, für die Umweltschutzmarktanbieter insgesamt sowie für alle Unternehmen. Der obere Teil zeigt dabei den Anteil an allen Unternehmen, der untere Teil weist die entsprechenden Quoten in Bezug auf die innovationsaktiven Unternehmen aus (denn nur diese können auch eine öffentliche Förderung erhalten).

Insgesamt erhielten 32 % der Umweltschutzmarktanbieter eine öffentliche Innovationsförderung, in Bezug auf die innovationsaktiven Unternehmen sind es 51 %. Eine sehr hohe „Förderdurchdringung“ zeigt sich für die Handlungsfelder integrierte Umweltschutztechnologien, Ressourceneffizienz, Luftreinhaltung, Lärminderung und Energieeffizienz (65 bis 75 % der innovationsaktiven Unternehmen). Vergleichsweise niedrig sind die Anteile geförderter Unternehmen im Bereich der Kreislaufwirtschaft und Altlastensanierung (ca. 50 %) und vor allem im Bereich der Abfallverwertung (30 %).

**Abbildung 3: Verbreitung öffentlicher Innovationsförderung von Anbietern im Umweltschutzmarkt in Deutschland**

	Energieeffizienz	Kreislaufwirtschaft	Wasserwirtschaft	Resourcen-effizienz	Lärmmin-derung	Inte-grierter Umw elt-schutz	Luftrein-haltung	Altlasten-sanie-rung	Abfallver-wertung	Umw elt-manage-ment	Sonstige	Gesamt	Alle Unter-nehmen*
in % aller Unternehmen													
öffentliche Innovationsförderung insgesamt	45	30	40	71	44	47	46	31	13	36	28	32	16
davon: von Landesministerien	18	14	19	25	14	20	21	15	5	20	13	15	8
davon: von Bundesministerien	35	23	30	63	38	42	33	25	9	27	24	23	10
davon: von der EU	20	6	6	0	14	5	11	6	2	12	19	10	5
davon: von anderen	3	3	4	0	3	5	5	4	1	7	0	2	1
in % der innovationsaktiven Unternehmen													
öffentliche Innovationsförderung insgesamt	65	49	56	71	68	75	70	52	30	53	47	51	35
davon: von Landesministerien	25	22	28	25	21	31	31	26	10	27	20	23	15
davon: von Bundesministerien	47	36	40	63	58	67	48	40	18	39	38	37	21
davon: von der EU	28	10	9	0	21	8	16	10	4	16	30	16	9
davon: von anderen	5	5	5	0	5	8	7	7	2	10	0	3	1

Mittelwerte der Stichprobe (n=842). \* Unternehmen ab 5 Beschäftigte in den Wirtschaftszweigen 10-45, 50-52, 60-74, 90, 92.1, 92.2.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2005; UMFIS-Datenbank - Berechnungen des ZEW.

**Abbildung 4: Verbreitung öffentlicher Innovationsförderung von Anbietern im Umweltschutzmarkt in Deutschland nach Beschäftigtengrößenklassen**

	Energieeffizienz			Kreislaufwirtschaft			Wasserwirtschaft			Gesamt			Alle Unternehmen*		
	<50	50-249	>=250	<50	50-249	>=250	<50	50-249	>=250	<50	50-249	>=250	<50	50-249	>=250
in % der innovationsaktiven Unternehmen															
öffentliche Innovationsförderung insgesamt	82	50	50	62	36	38	66	47	52	59	41	48	34	35	35
davon: von Landesministerien	23	29	25	28	14	18	30	28	24	24	22	20	16	16	14
davon: von Bundesministerien	54	38	44	44	28	27	47	32	36	41	29	36	21	20	21
davon: von der EU	30	25	25	12	8	9	5	13	12	14	19	15	8	9	12
davon: von anderen	10	0	0	7	5	0	8	6	0	4	4	2	1	1	2

Mittelwerte der Stichprobe (n=842). \* Unternehmen ab 5 Beschäftigte in den Wirtschaftszweigen 10-45, 50-52, 60-74, 90, 92.1, 92.2.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2005; UMFIS-Datenbank - Berechnungen des ZEW.

Differenziert nach fördermittelgebenden Institutionen kommt in allen Handlungsfeldern dem Bund eine größere Bedeutung als den Ländern zu. EU und sonstige spielen insgesamt eine geringe Rolle, wobei EU-Förderungen überdurchschnittlich stark in den Feldern Energieeffizienz, Lärminderung, Luftreinhaltung und Umweltmanagement auftreten.

Eine Differenzierung des Anteils der geförderten Unternehmen in den drei Handlungsfeldern Energieeffizienz, Kreislaufwirtschaft und Wasserwirtschaft sowie für alle Umweltschutzmarktanbieter nach der Unternehmensgröße (siehe Abbildung 4) zeigt, dass kleine Unternehmen (bis 50 Beschäftigte) häufiger eine öffentliche Förderung erhalten (59 % aller innovationsaktiven Unternehmen), während mittlere (50 bis 249 Beschäftigte) einen unterdurchschnittlichen Förderanteil aufweisen (41 %). Die „Präferenz“ zu kleineren Unternehmen gilt für alle drei betrachteten Handlungsfelder.

Damit unterscheiden sich die Umweltschutzmarktanbieter statistisch signifikant von der Gesamtheit der Unternehmen. Denn im Mittel aller innovationsaktiven Unternehmen lassen sich keine Unterschiede im Anteil geförderter Unternehmen nach Größenklassen feststellen. Die höheren Anteile für kleinere Unternehmen sind in erster Linie auf die Förderungen des Bundes zurückzuführen. In der Kreislaufwirtschaft zeigt sich auch für die Länderförderungen ein höherer Anteil kleiner Unternehmen. Bei EU-Förderungen weisen mittlere Unternehmen die höchsten Förderanteile auf.

## ***2.4 Innovationswirkung Energie-/Materialeffizienz***

### **2.4.1 Methodische Vorbemerkungen**

In diesem Abschnitt werden Informationen aus der deutschen Innovationserhebung (MIP) sowie der im Jahr 2005 durchgeführten europaweiten Innovationserhebung (CIS4) genutzt, um die Bedeutung der Energie- und Materialeffizienzerhöhung als Auswirkung von Innovationsaktivitäten von Unternehmen zu untersuchen. Dadurch kann für zwei Handlungsfelder der Umweltpolitik – Energieeffizienz sowie Ressourcen-/Materialeffizienz – eine Einschätzung zur Verbreitung darauf abzielender Innovationen sowie zur Position Deutschlands im internationalen Vergleich vorgenommen werden. Die Bedeutung von Innovationen in diesen Handlungsfeldern wird dabei über die letztlich erreichte Wirkung von erfolgreich umgesetzten Innovationsprojekten auf die Energie- und Materialeffizienz gemessen, und nicht über die zu Beginn von Innovationsprojekten angepeilten Ziele.

Datengrundlage bildet die Innovationserhebung des Jahres 2005, die die vierte europaweite Erhebung unter Koordination von Eurostat war. In dieser Erhebung wurde u.a. nach der Bedeutung der Senkung von Material- oder Energiekosten je Stück/Vorgang als Auswirkung

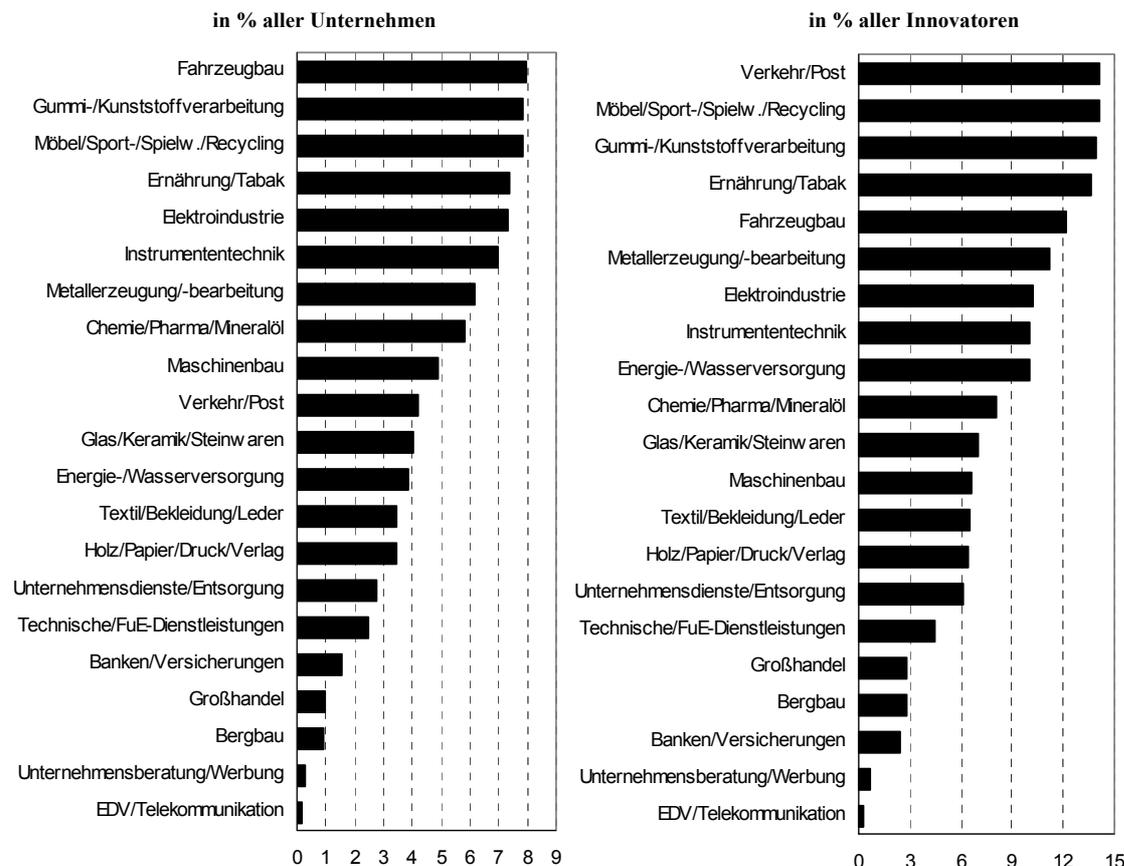
von Innovationen gefragt. Das Ausmaß der Auswirkungen wurde auf einer vierstufigen Skala (nicht relevant, niedrig, mittel, hoch) gemessen. Unternehmen, die angegeben haben, dass zumindest eine Innovation, die sie im Zeitraum 2002-2004 eingeführt haben, in *hohem Ausmaß* eine solche Auswirkung gezeitigt hat, werden als „Umwelteffizienzinnovatoren“ klassifiziert.

#### **2.4.2 Verbreitung nach Branchen**

Von allen Unternehmen ab 5 Beschäftigte in Deutschland in der Industrie (inkl. Energie- und Wasserversorgung) sowie ausgewählten Dienstleistungsbranchen (Großhandel, Transportgewerbe, Nachrichtenübermittlung, Kredit- und Versicherungsgewerbe, EDV, FuE-Dienstleistungen, unternehmensbezogene Dienstleistungen, Entsorgung) haben im Zeitraum 2002-2004 3 % Innovationen eingeführt, die als wesentliche Auswirkung eine Erhöhung der Material- und/oder Energieeffizienz mit sich brachten (siehe Abbildung 5). In absoluten Zahlen sind dies 6.600 Unternehmen.

Die Branchengruppen mit der stärksten Ausrichtung auf Umwelteffizienzinnovationen sind der Fahrzeugbau, die Gummi- und Kunststoffverarbeitung und die Möbel-, Sport-/Spielwaren- und Recyclingindustrie. In diesen Branchengruppen haben jeweils etwa 8 % aller Unternehmen mit ihren Innovationen in hohem Ausmaß Energie- oder Materialeinsparungen erzielen können. Aber auch in den meisten anderen Industriebranchen stellen Umwelteffizienzinnovatoren eine relevante Größe dar. Ausnahmen sind nur die Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie (3,5 %) und der Bergbau (1 %). Der recht niedrige Wert für das Holz-, Papier-, Druck- und Verlagsgewerbe (3,5 %) ist auf die hohe Zahl von Unternehmen im Verlagsgewerbe zurückzuführen, für die ressourceneffizienzsteigernde Innovationen aufgrund der Art der ausgeübten Geschäftstätigkeit kaum eine Bedeutung haben. In den Dienstleistungen liegen das Transport- und Postgewerbe sowie die Energie- und Wasserversorgung mit einem Anteil der Umwelteffizienzinnovatoren von 4 % vorn. Umwelteffizienzsteigernde Innovationen spielen außerdem noch in den Branchengruppen Unternehmensdienste/Entsorgung (knapp 3 % aller Unternehmen) und technische Dienstleistungen (2,5 %) eine Rolle.

**Abbildung 5: Verbreitung von „Umwelteffizienzinnovatoren“ nach Branchengruppen in Deutschland 2004**



Unternehmen, die 2002-2004 neue Produkte und/oder neue Prozesse eingeführt haben, die hohe Auswirkungen auf die Senkung der Material- und Energiekosten pro Stück/Vorgang hatten, in % aller Unternehmen bzw. in % aller Unternehmen mit Produkt- und/oder Prozessinnovationen.

Anmerkung: Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten in den Wirtschaftszweigen (WZ) 10-41, 51- 60-67, 72-74, 90 in Deutschland. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

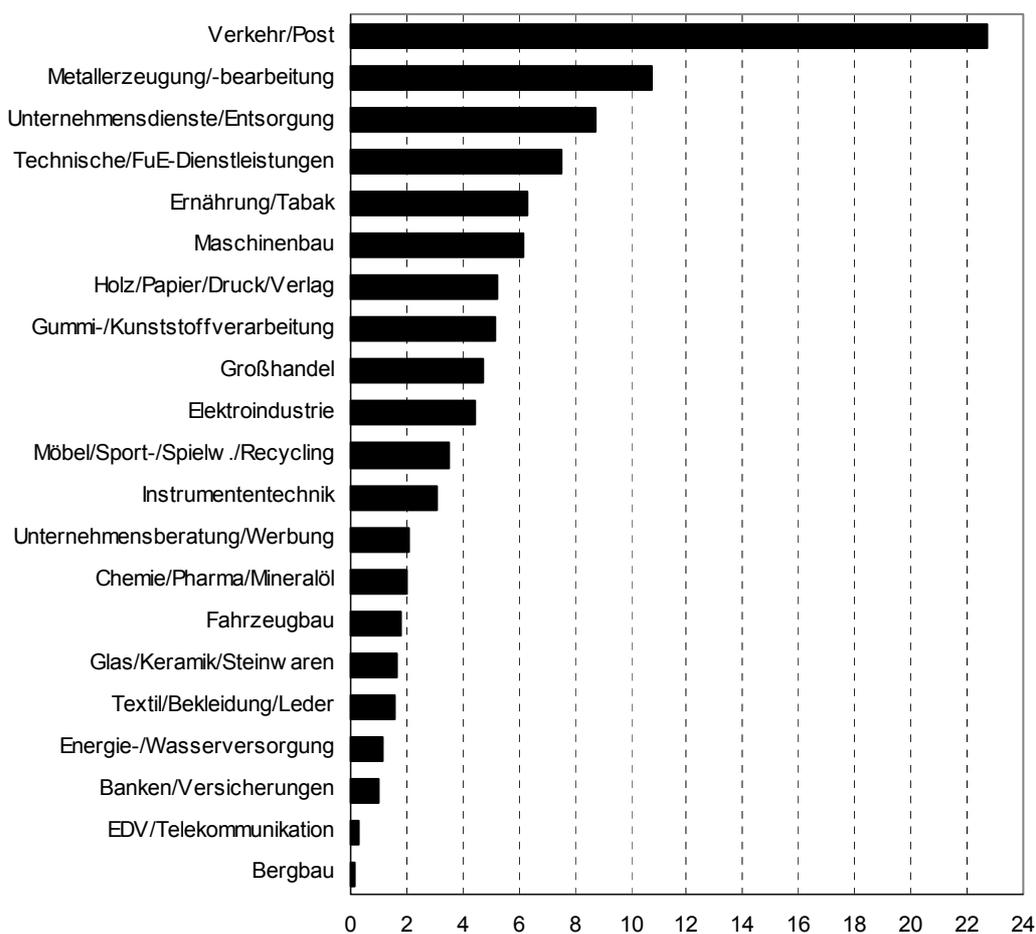
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2005 - Berechnungen des ZEW.

Setzt man die Zahl der Unternehmen, die material- und/oder energieeffizienz erhöhende Innovationen eingeführt haben, in Bezug zu allen Innovatoren in einer Branchengruppe, erhält man ein Maß für die Bedeutung dieses Handlungsfelds als Zielgröße der Innovationstätigkeit. Hierbei weisen die vier Sektoren Verkehr/Post, Möbel/Sport-/Spielwaren/Recycling, Gummi-/Kunststoffverarbeitung und Nahrungsmittel/Tabak die höchsten Quoten (jeweils um etwa 14 %) auf. In diesen Sektoren handelt es sich um Unternehmen, bei denen Energie- und Materialkosten eine sehr wichtige Rolle als Treibstoff (Verkehr) oder bei Prozesstechnologien (Recycling, Gummi, Kunststoffe, Ernährung) spielen. Insofern wird durch Effizienzinnovationen in diesen Sektoren versucht, Kosten abzubauen. Im Fahrzeugbau kann jeder achte Innovator eine höhere Energie- bzw. Materialeffizienz erreichen, in der Metallindustrie ist es jeder

neunte. In den meisten Dienstleistungsbranchen spielen Umwelteffizienzinnovationen für das Innovationsgeschehen eine marginale Bedeutung.

Die Verteilung der rund 6.600 Unternehmen, die im Zeitraum 2002-2004 Innovationen eingeführt haben, die wesentlich eine Verringerung der Energie- bzw. Materialkosten je Stück/Vorgang bewirkt haben, nach Branchengruppen zeigt die hohe Bedeutung des Transportgewerbes als Zielgruppe innerhalb des Unternehmenssektors einer auf mehr Energieeffizienz ausgerichteten Umweltpolitik. Wie Abbildung 6 zeigt, sind über 22 % aller Umwelteffizienzinnovatoren in dieser Branchengruppe angesiedelt.

**Abbildung 6: Verteilung von „Umwelteffizienzinnovatoren“ nach Branchengruppen in Deutschland 2004**



Anteil einer Branche an allen Unternehmen in %, die 2002-2004 neue Produkte und/oder neue Prozesse eingeführt haben, die hohe Auswirkungen auf die Senkung der Material- und Energiekosten pro Stück/Vorgang hatten.

Anmerkung: Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten in den Wirtschaftszweigen (WZ) 10-41, 51- 60-67, 72-74, 90 in Deutschland. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2005 - Berechnungen des ZEW.

Der hohe Anteil resultiert auch aus dem Umstand, dass das Transportgewerbe (inkl. Postdienstleistungen) über 15 % aller Unternehmen in den hier betrachteten Wirtschaftssektoren stellt. Zwar korrespondiert die Zahl der Unternehmen mit Umwelteffizienzinnovationen nicht

direkt mit den erzielten Umwelteffekten, da letztere stark von der Größe des Unternehmens und der Reichweite der Innovation auf die in einem Unternehmen stattfindenden energie- und materialverbrauchenden Prozesse abhängt. Gleichwohl gibt der Wert Auskunft über die Größe der Zielgruppe von auf Innovationen abzielenden umweltpolitischen Maßnahmen in diesem Handlungsfeld. Die hohe Bedeutung des Transportgewerbes unterstreicht außerdem, dass Energieeffizienz und Nachhaltige Mobilität zwei eng verzahnte Handlungsfelder sind.

Hinter dem Transportgewerbe folgt mit der Metallindustrie die größte Verarbeitungsindustriebranche, auf sie entfallen rund 9 % der Umwelteffizienzinnovatoren. Weitere von der Zahl der Innovatoren her bedeutende Branchengruppen sind Unternehmensdienste/Entsorgung, Ernährung/Tabak, Holz/Papier/Druck/Verlag und Gummi-/Kunststoffverarbeitung. Ebenfalls bedeutend sind die technischen Dienstleistungen und der Maschinenbau. Dabei dürfte es sich vorrangig um Entwickler, Anbieter bzw. Planer/Berater von umwelteffizienzverbessernden Technologien handeln.

### **2.4.3 Kennzeichen der Innovationsprozesse von „Umwelteffizienzinnovatoren“**

Zur Darstellung von möglichen Unterschieden im Innovationsverhalten von Unternehmen mit Umweltinnovationen und anderen Innovatoren wird auf die Methode des „Matched-pairs“-Vergleich zurückgegriffen. Dabei wird für jedes Unternehmen aus der Gruppe der Umweltinnovatoren ein in Bezug auf Größe (Beschäftigtenzahl), Branche (WZ 2-Steller), Standort (West- bzw. Ostdeutschland) und Innovationsausrichtung (Produktinnovator, Prozessinnovator) möglichst ähnliches (in der Regel: identisches) Unternehmen identifiziert. Die Zuordnung erfolgt auf Basis des Propensity Scores aus einer Probit-Schätzung der Wahrscheinlichkeit, dass es sich bei einem Unternehmen um einen Umweltinnovator handelt. Für die Schätzung wurden die angeführten Variablen als Erklärungsgrößen berücksichtigt. Für die Variablen Branche, Standort und Innovationsausrichtung ist eine absolute Übereinstimmung zwischen einem Umweltinnovatoren und dem zugeordneten „Zwillingsunternehmen“ ohne Umweltinnovationen zwingend. Anschließend werden die Mittelwerte von Innovationsindikatoren der umweltschutzbezogenen Innovatoren jenen der Vergleichsgruppe gegenübergestellt.

Die Mittelwertvergleiche von Innovationsindikatoren und einigen weiteren Unternehmenskennzahlen sind in Abbildung 7 dargestellt. Dabei werden zwei alternative Definitionen von Umwelteffizienzinnovatoren verwendet. Die erste Definition entspricht der oben verwendeten (Senkung der Energie- bzw. Materialkosten je Stück/Vorgang hatte ein hohes Ausmaß als Innovationswirkung), die zweite Definition schließt auch jene Unternehmen ein, die ein mittleres Ausmaß für diese Innovationswirkung angegeben haben.

Folgende statistisch signifikante Unterschiede im Innovationsverhalten zwischen Umwelteffizienzinnovatoren und anderen Innovatoren können festgestellt werden:

- Sie weisen eine höhere Arbeitsproduktivität auf.
- Ihre Prozessinnovationen sind nicht nur stärker auf Kostensenkungsziele ausgerichtet (was aufgrund der erreichten höheren Energie- bzw. Materialeffizienz naheliegend ist), sondern sie verfolgen und erreichen auch häufiger Qualitätsverbesserungsziele.
- Umwelteffizienzinnovatoren erzielen mit Prozessinnovationen höhere Rationalisierungserfolge. Die durchschnittliche Stückkostensenkung liegt mit 6,4 % um 2,2 %-Punkte oder um gut die Hälfte über dem Wert der Vergleichsgruppe.
- Umwelteffizienzinnovatoren nehmen verschiedene Innovationshemmnisse stärker wahr. Dies gilt insbesondere für die Hemmnisfaktoren Gesetzgebung/Regulierung, lange Verwaltungsverfahren und Mangel an Kooperationspartnern, aber auch für die Verfügbarkeit von geeigneten Finanzierungsquellen. Dass Gesetzgebung und Verwaltungsverfahren häufiger als Hemmnisse genannt werden, deutet an, dass die umwelteffizienzsteigernden Innovationen zumindest zum Teil aufgrund staatlicher Vorschriften erfolgt sind und diese wiederum als hemmend für die Umsetzung von Innovationsprojekten wahrgenommen wurden.
- Umwelteffizienzinnovatoren nutzen häufiger Lieferanten, Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Verbände als Informationsquelle für ihre Innovationen.
- Sie führen außerdem häufiger Wissensmanagementsysteme ein und setzen häufiger Marketingneuerungen im Bereich Design und Verpackung um.

Aufschlussreich ist auch, in welchen Bereichen sich Umwelteffizienzinnovatoren von anderen Innovatoren nicht unterscheiden: Dies gilt für die Innovations- und FuE-Aufwendungen in Relation zum Umsatz, für den produktseitigen Innovationserfolg, für den wirtschaftlichen Erfolg des Unternehmens insgesamt und für die Humankapitalausstattung. Sie erhalten außerdem mit gleicher statistischer Wahrscheinlichkeit eine öffentliche Förderung, d.h. es gibt im Bereich der Innovationsförderung keine Präferenz für, aber auch keine „Benachteiligung“ von Umwelteffizienzinnovatoren im Vergleich zu anderen Innovatoren.

**Abbildung 7: Umwelteffizienzinnovatoren im Vergleich**

Indikator	Einheit	Innovatoren mit hoher Umwelteffizienz		Innovatoren mit hoher/mittlerer Umwelteffizienz	
		Indikatorwert	Differenz	Indikatorwert	Differenz
Anteil der Beschäftigten mit Hochschulabschluss	%	17	ns	18	ns
Umsatzrendite	%	3,6	ns	3,7	ns
Anteil Exporte am Umsatz	%	23	ns	<b>23</b>	<b>2</b>
Umsatz je Beschäftigten	Mio. €	<b>0,430</b>	<b>0,066</b>	0,394	ns
Anteil von Prozessinnovatoren, die keine Produktinnovatoren sind	%	19	ns	16	ns
Anteil von Produktinnovatoren, die keine Prozessinnovatoren sind	%	24	ns	27	ns
Anteil von sowohl Produkt- als auch Prozessinnovatoren	%	57	ns	56	ns
Anteil von Unternehmen mit Marktneuheiten	%	44	ns	44	ns
Anteil von Unternehmen mit Produktneuheiten ohne Vorgängerprodukt	%	44	ns	<b>45</b>	<b>-5</b>
Anteil von Prozessinnovatoren mit Stückkostenreduktion	%	<b>61</b>	<b>15</b>	<b>51</b>	<b>15</b>
Anteil von Prozessinnovatoren mit Qualitätsverbesserung	%	<b>55</b>	<b>8</b>	<b>51</b>	<b>8</b>
Anteil Unternehmen mit kontinuierlicher FuE-Tätigkeit	%	55	ns	<b>53</b>	<b>5</b>
Anteil Unternehmen mit gelegentlicher FuE-Tätigkeit	%	17	ns	19	ns
Innovationsaufwendungen je Umsatz	%	7,6	ns	8,2	ns
FuE-Aufwendungen je Umsatz	%	4,2	ns	5,5	ns
Umsatzanteil von Produktneuheiten	%	20,6	ns	23,3	ns
Umsatzanteil von Marktneuheiten	%	6,3	ns	6,8	ns
Umsatzanteil von Produktneuheiten ohne Vorgängerprodukt	%	4,2	ns	5,0	ns
Anteil Stückkostenreduktion durch Prozessinnovationen	%	<b>6,4</b>	<b>2,2</b>	<b>5,4</b>	<b>2,2</b>
Umsatzsteigerung durch Qualitätsverbesserung	%	4,3	ns	<b>4,3</b>	<b>1,5</b>
Innovationshemmnis: Hohes wirtschaftliches Risiko	a)	<b>1,8</b>	<b>0,2</b>	1,8	Ns
Innovationshemmnis: Hohe Innovationskosten	a)	1,9	ns	<b>1,9</b>	<b>0,1</b>
Innovationshemmnis: Mangel an internen Finanzierungsquellen	a)	<b>1,4</b>	<b>0,2</b>	1,4	Ns
Innovationshemmnis: Mangel an externen Finanzierungsquellen	a)	<b>1,3</b>	<b>0,2</b>	<b>1,3</b>	<b>0,1</b>
Innovationshemmnis: Mangel an Fachpersonal	a)	1,0	ns	1,1	Ns
Innovationshemmnis: mangelnde Kundenakzeptanz	a)	1,2	ns	<b>1,3</b>	<b>0,1</b>
Innovationshemmnis: Gesetzgebung/Regulierung	a)	<b>1,3</b>	<b>0,2</b>	<b>1,3</b>	<b>0,2</b>
Innovationshemmnis: lange Verwaltungsverfahren	a)	<b>1,3</b>	<b>0,3</b>	<b>1,3</b>	<b>0,3</b>
Innovationshemmnis: Mangel an Kooperationspartnern	a)	<b>0,9</b>	<b>0,2</b>	<b>0,9</b>	<b>0,2</b>
Innovationshemmnis: Marktbeherrschung durch etablierte Unternehmen	a)	<b>1,1</b>	<b>0,2</b>	1,1	ns
Erhalt einer öffentlichen finanziellen Förderung	%	28	ns	29	ns
Öffentliche Förderung: Bundesländer	%	15	ns	<b>15</b>	<b>-5</b>
Öffentliche Förderung: Bund	%	19	ns	18	ns
davon: BMWi	%	7	ns	7	ns
davon: BMBF	%	12	ns	11	ns
Öffentliche Förderung: EU	%	9	ns	11	ns
davon: Rahmenprogramm	%	8	ns	9	ns

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2005 - Berechnungen des ZEW.

Legende zur Abbildung 7:

Differenz: Abweichung des Mittelwerts der Umwelteffizienzinnovatoren vom Mittelwert der Vergleichsgruppe;

ns: Mittelwert unterscheidet sich auf dem 10-%-Niveau nicht vom Mittelwert der Vergleichsgruppe.

a) Mittelwert einer 4-stufigen Skala (0=nicht relevant, 1=gering, 2=mittel, 3=hoch).

Angaben beziehen sich auf 2004 bzw. die Innovationsperiode 2002-2004.

Anmerkung: Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten in den Wirtschaftszweigen (WZ) 10-41, 51- 60-67, 72-74, 90 in Deutschland. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

## 2.4.4 Bedeutung von Umwelteffizienzinnovationen im internationalen Vergleich

Die vierte gemeinschaftliche Innovationsverhebung der Europäischen Kommission (Fourth Community Innovation Survey - CIS4) aus dem Jahr 2005 ermöglicht einen internationalen (statistisch belastbaren) Vergleich der Verbreitung von Unternehmen, die mit Innovationen eine wesentliche Verringerung ihrer Energie- bzw. Materialkosten je Stück/Vorgang erzielen konnten. Abbildung 8 zeigt den Anteil dieser Unternehmen an allen Unternehmen für ausgewählte europäische Länder differenziert nach Branchengruppen.

**Abbildung 8: Anteil von Umwelteffizienzinnovatoren an allen Unternehmen in ausgewählten Ländern, differenziert nach Branchengruppen**

	GER	CZE	FRA	BEL	NED	SWE	POL	AUT	FIN	ESP	ITA	NOR
Bergbau	1,2	n.v.	<b>8,4</b>	n.v.	6,3	7,8	2,3	n.v.	n.v.	1,0	1,2	1,8
Ernährungsgewerbe	<b>10,2</b>	6,9	5,2	5,5	6,7	9,0	2,9	n.v.	6,5	3,2	1,6	1,9
Tabakgewerbe	n.v.	0,0	n.v.	n.v.	n.v.	n.v.	<b>25,0</b>	n.v.	n.v.	16,7	n.v.	n.v.
Textilgewerbe	2,3	4,6	5,3	8,6	6,3	5,3	4,3	8,7	<b>12,3</b>	1,9	0,9	1,1
Bekleidungs-gewerbe	1,9	<b>5,8</b>	4,3	0,0	n.v.	n.v.	1,5	n.v.	3,9	0,9	0,1	0,0
Ledergewerbe	1,7	n.v.	1,9	n.v.	n.v.	n.v.	3,7	n.v.	<b>6,7</b>	0,5	1,0	n.v.
Holzgewerbe	3,1	3,7	2,3	3,3	n.v.	4,8	3,9	0,0	0,0	2,8	1,9	<b>5,6</b>
Papiergewerbe	6,5	4,0	7,2	3,4	7,3	6,5	<b>8,1</b>	5,1	8,1	3,5	0,3	8,0
Druck-/Verlags-gewerbe	4,3	3,5	5,7	<b>6,0</b>	5,7	4,4	3,5	n.v.	5,2	4,3	2,3	0,0
Mineralölverarbeitung	n.v.	n.v.	14,3	n.v.	<b>17,4</b>	n.v.	4,9	n.v.	n.v.	7,1	n.v.	n.v.
Chemie-/Pharmaindustrie	6,3	<b>11,9</b>	11,3	11,8	9,5	8,4	9,2	n.v.	3,6	5,7	4,8	11,4
Gummi-/Kunststoffverarbeitung	9,0	9,0	10,1	7,4	9,1	<b>10,8</b>	6,8	7,3	4,1	3,4	3,8	0,9
Glas-/Keramik-/Steinwarenerz.	5,1	9,0	<b>11,8</b>	1,9	n.v.	4,1	4,0	4,6	0,6	2,3	2,1	1,5
Metallerzeugung	11,5	9,1	<b>11,8</b>	7,7	9,6	6,6	11,4	n.v.	8,2	4,9	3,1	7,3
Metallbearbeitung	<b>9,8</b>	7,0	4,6	3,2	4,6	6,7	3,9	2,0	2,9	1,8	1,6	2,1
Maschinenbau	5,6	<b>9,4</b>	6,4	6,6	8,9	4,3	4,6	3,4	3,9	2,4	1,8	3,9
Computerbau	2,3	<b>15,7</b>	5,1	n.v.	9,5	n.v.	1,3	n.v.	0,0	3,2	2,3	0,0
Elektrotechnik	9,1	4,1	7,2	<b>9,7</b>	n.v.	6,1	5,1	4,8	4,6	3,5	3,4	7,1
Elektronik/Medientechnik	6,6	5,8	7,5	1,9	n.v.	<b>10,0</b>	6,7	n.v.	4,9	6,4	2,3	4,4
Instrumententechnik	<b>8,4</b>	8,1	4,5	2,6	n.v.	n.v.	3,7	2,0	0,0	5,3	3,5	1,1
Automobilbau	<b>12,1</b>	10,2	10,8	8,5	8,4	7,9	5,8	n.v.	5,2	6,0	2,5	3,2
sonstiger Fahrzeugbau	8,6	<b>9,5</b>	6,4	0,0	n.v.	n.v.	4,0	n.v.	2,2	4,4	2,0	0,7
Möbel-/Sportw.-/Spielw.-erz.	<b>7,9</b>	6,1	7,3	6,6	5,0	3,3	4,6	n.v.	4,5	3,0	1,3	5,2
Recycling	<b>14,7</b>	5,7	n.v.	6,0	n.v.	n.v.	1,0	n.v.	0,0	5,4	0,5	3,4
Energie- und Wasserversorgung	5,9	n.v.	8,0	n.v.	5,3	5,2	<b>9,4</b>	n.v.	n.v.	1,7	2,0	0,0
Energieversorgung	9,5	4,0	8,1	n.v.	5,3	n.v.	<b>9,8</b>	n.v.	0,6	1,4	n.v.	0,0
Wasserversorgung	2,0	n.v.	7,8	n.v.	n.v.	n.v.	<b>8,8</b>	n.v.	n.v.	2,0	n.v.	n.v.
Großhandel	5,1	2,5	4,4	<b>5,4</b>	2,6	1,3	0,8	2,0	1,6	2,0	1,0	0,5
Transportgew./Nachrichtenüberm.	<b>7,1</b>	3,9	3,2	3,5	1,8	1,4	1,5	1,6	1,2	1,2	0,9	1,0
Kredit-/Versicherungsgewerbe	0,7	2,9	<b>3,6</b>	0,5	1,7	n.v.	1,6	1,1	1,8	2,0	1,8	0,9
Software/EDV-Dienste	0,5	2,8	<b>4,9</b>	1,5	4,8	1,0	3,2	0,0	2,5	3,0	0,7	1,2
Technische Dienstleistungen	3,3	2,2	5,1	1,6	<b>5,2</b>	2,9	0,9	1,0	0,0	3,9	1,6	0,5
Produzierendes Gewerbe*	7,4	6,8	6,2	5,2	6,8	5,9	4,2	3,7	3,7	2,8	1,8	2,6
Dienstleistungen**	4,9	2,9	4,2	3,9	2,7	1,4	1,1	1,6	1,4	1,9	1,0	0,7
Gesamt	6,2	5,3	5,2	4,5	4,4	3,5	3,0	2,6	2,6	2,4	1,6	1,6

n.v.: Werte nicht verfügbar; \* WZ 10-41, d.h. ohne Baugewerbe; \*\* WZ 51, 60-67, 72, 74.2, 74.3.

Die höchsten Werte in einer Branche sind fett gedruckt.

Unternehmen, die 2002-2004 neue Produkte und/oder neue Prozesse eingeführt haben, die hohe Auswirkungen auf die Senkung der Material- und Energiekosten pro Stück/Vorgang hatten, in % aller Unternehmen.

Anmerkung: Unternehmen mit 10 oder mehr Beschäftigten. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: Eurostat: CIS4 - Berechnungen des ZEW.

Unter den Vergleichsländern weist Deutschland mit 6,2 % den höchsten Anteil von Umwelteffizienzinnovatoren auf.<sup>2</sup> Der deutlich höhere Wert im Vergleich zu den in Abbildung 5 dargestellten Ergebnissen resultiert zum einen daraus, dass zwei Branchen mit einer hohen Zahl von Unternehmen, jedoch geringen Innovationsaktivitäten im Bereich der Energie- und Materialeffizienz (Unternehmensberatung/Werbung, Unternehmensdienste/Entsorgung) im CIS 4 nicht berücksichtigt sind. Außerdem beziehen sich die Zahlen hier auf Unternehmen mit 10 oder mehr Beschäftigten, während die oben für Deutschland dargestellten Zahlen auch die Unternehmen mit 5 bis 9 Beschäftigten mit umfassen. Unter diesen sehr kleinen Unternehmen finden sich allerdings nur wenige mit Umwelteffizienzinnovationen.

Die Spitzenstellung Deutschlands gilt für das produzierende Gewerbe ebenso wie für den Dienstleistungssektor. Im europäischen Vergleich erweisen sich die Branchengruppen Ernährungsgewerbe, Metallbearbeitung, Instrumententechnik, Automobilbau, Möbel-/Sportwaren-/Spielwarenerzeugung, Recycling sowie Transportgewerbe/Nachrichtenübermittlung als besonders stark auf die Einführung von ressourceneffizienzerhöhenden Innovationen ausgerichtet. Aber auch die Metallerzeugung, die Elektrotechnik, der sonstige Fahrzeugbau, die Energieversorgung und der Großhandel weisen überdurchschnittliche Anteile von Umwelteffizienzinnovatoren auf.

Herausragend ist insbesondere das deutsche Transportgewerbe (inkl. Nachrichtenübermittlung). Hier haben im Zeitraum 2002-2004 rund 7 % der Unternehmen Innovationen eingeführt, die die Energie- oder Materialeffizienz deutlich erhöht haben. Ein Grund könnte neben dem hohen Kostendruck z.B. durch die Mineralölsteuer auch in der Anschaffung von energieeffizienten Fahrzeugen liegen, die insbesondere von deutschen Herstellern vertrieben werden. In allen anderen Ländern liegt der Anteil solcher Innovatoren bei 1 bis maximal 4 %. Zu beachten ist, dass sich Umwelteffizienzinnovationen im Transportgewerbe nicht auf die Neuentwicklung von umweltfreundlichen Fahrzeugen oder Antriebstechnologien beziehen müssen, sondern dass auch der erstmalige Einsatz von neuen Technologien, die von Dritten (d.h. typischerweise durch Unternehmen der Fahrzeugindustrie oder des Maschinenbaus) entwickelt wurden, als Innovationen gelten. Entscheidend für den hier angewendeten Innovationsbegriff ist das Vorliegen einer Neuerung aus Sicht des jeweiligen Unternehmens. Die hohe Verbreitung von Umwelteffizienzinnovationen im deutschen Transportgewerbe spiegelt somit

---

<sup>2</sup> In zwei hier nicht dargestellten Ländern - Lettland und Portugal - liegt der Anteil der Umwelteffizienzinnovatoren mit jeweils etwa 10 % über dem deutschen Wert. Allerdings erscheinen die Zahlen aus dem CIS4 für diese beiden Länder aufgrund verzerrter Daten nur eingeschränkt zuverlässig zu sein, weshalb auf eine Wiedergabe und Interpretation hier verzichtet wurde.

eine rasche *Diffusion* von neuen Umwelttechnologien bei den Anwendern im Straßengüterverkehr, beim Bahntransport, in der Schifffahrt und in der Luftfahrt wider.

## ***2.5 Instrumente der Umwelt- und Innovationspolitik in verschiedenen Innovationsphasen***

Strategischer Ausgangspunkt für die Förderung von Umweltinnovationen sind die verschiedenen Innovationsphasen. Grundsätzlich werden nach Schumpeter (1926) die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren (Invention), der ersten Anwendung bzw. Markteinführung (Innovation im engeren Sinne) und der allgemeinen Ausbreitung (Diffusion) unterschieden. Umweltinnovationen können entlang der klassischen Unterteilung der Innovationsphasen durch eine ganze Reihe von Maßnahmen stimuliert und gefördert werden.

Eine effektive und effiziente innovationsorientierte Umweltpolitik erfordert, dass die Förderung in den drei Phasen koordiniert abläuft. Erstens ist zu verhindern, dass Technologien gefördert werden und zur Marktreife gebracht werden, die sich dann aber - mangels einer Unterstützung durch umweltpolitische Maßnahmen – niemals im Markt durchsetzen. Zweitens sollte die Umweltpolitik z.B. durch entsprechende preispolitische Maßnahmen oder durch dynamische Standardsetzung dafür sorgen, dass die Richtung des technischen Fortschritts sich tatsächlich hin zu mehr Öko-Effizienz bewegt und die Nachfrage nach umweltfreundlichen Gütern und Dienstleistungen steigt.

Die Förderung der Inventionsphase soll vor allem dazu dienen, einen technologischen Lösungsvorrat für die Umweltprobleme von heute und morgen zu schaffen. Dabei sollte der Staat das zu fördernde Bündel technologischer Lösungen durchaus breit anlegen und eine Diversität konkurrierender Innovationsdesigns zulassen, da typischerweise die Probleme von morgen ungewiss sind und sich eine heute vernachlässigte Technologie unter veränderten Rahmenbedingungen als goldrichtig erweisen kann. Schließlich stehen dem Staat – abgesehen von der Begutachtung der Innovationsprojekte durch Experten - nur begrenzte Möglichkeiten für ein Herausfiltrieren erfolgreicher Innovationen zur Verfügung (Problem des „Picking Winners“), um die wirklichen Schlüsseltechnologien von morgen zu identifizieren und zu fördern.

In der einschlägigen Literatur zur innovationsorientierten Umweltpolitik ist zu dem Thema Innovationsphasen erstaunlich wenig zu finden (vgl. z.B. Hemmelskamp et al., 2000; Horbach et al., 2003; Weber und Hemmelskamp 2005; Klemmer et al., 1999). Zwar wird auf die Existenz verschiedener Innovationsphasen hingewiesen und die Notwendigkeit des flexiblen, phasenabhängigen Instrumenteneinsatzes betont (Blazejczak et al., 1999). Aussagen darüber, wie

die jeweiligen Instrumente konkret auf einzelne Innovationsphasen zugeschnitten werden könnten, finden sich jedoch nicht. Dies mag daran liegen, dass die Literatur zur innovationsorientierten Umweltpolitik vornehmlich von Umweltökonomern geschrieben wurde, die ihr Hauptaugenmerk auf die Diffusionsphase von Umweltinnovationen gelegt haben.

Die Diffusionsphase ist aus einer ökologischen Perspektive besonders wichtig. Denn öko-effiziente Technologien werden zwar in großer Zahl entwickelt, sie sind aber oft teurer als ihre herkömmlichen Konkurrenzprodukte (Rehfeld et al., 2007), so dass die breite Marktdiffusion unterbleibt und die Vermarktung umweltfreundlicher Innovationen auf vergleichsweise enge Nischen beschränkt bleibt. Ein zentrales Problem ist auch die unvollkommene Internalisierung externer Kosten, die den Wettbewerb zu Lasten umweltfreundlicher Produkte verzerrt (Rennings, 2000).

Zur Gliederung dieses Gutachtens wird eine idealtypische Zuteilung der Instrumente zu den jeweiligen Innovationsphasen vorgenommen. Im weiteren Verlauf des Gutachtens soll diese Gliederung dazu genutzt werden, die Instrumente aus einer Innovationsperspektive zu sinnvollen Kategorien zu bündeln, und eine Ordnung für die Beschreibung des Einsatzes der Instrumente sowie ihrer Innovationsaspekte anzugeben.

Mit Instrumenten, die auf Innovationspolitik gerichtet sind, wird versucht, die Spillover bzw. positiven externen Effekte von technologischen Neuheiten abzugelten (Rennings, 2000). So zielen technologische Förderprogramme auf die Entwicklungsphase neuer Produkte und Prozesse ab. Ein neues Produkt oder ein neues Verfahren kann aber auch kontinuierlich und inkrementell weiterentwickelt werden (ein Beispiel ist das Repowering im Bereich von Windkraftanlagen oder technische Fortschritte im Bereich der Photovoltaik), so dass auch spezifische technologische Förderprogramme für den Diffusionsprozess sinnvoll sind.

Hauptaufgabe von umweltpolitischen Instrumenten ist es dagegen, eine zweite Externalität zu internalisieren, nämlich die negativen externen Effekte durch umweltbelastende Aktivitäten. Entsprechend sind umweltpolitische Instrumente bislang für die Diffusionsphase von neuen Produkten und Verfahren entwickelt worden. Sie sollen dafür sorgen, dass umweltfreundliche Produkte und Prozesse faire Chancen gegenüber Wettbewerbern haben, die mit herkömmlicher Technologie ausgestattet sind. Eine neue, umweltfreundliche Technik kann per Ordnungsrecht zum allgemein verbindlichen Standard erklärt werden, oder die Unternehmen werden im Rahmen einer Verhandlungslösung auf diesen Standard verpflichtet. Eine dritte Möglichkeit besteht darin, die neu entwickelte Technologie finanziell zu fördern, um ihre Wettbewerbschancen gegenüber traditionellen Konkurrenten zu verbessern.

Prinzipiell können ordnungsrechtliche Maßnahmen und verhandelte Selbstverpflichtungen auch über den derzeit gültigen Stand der Technik hinausgehen (Technology Forcing). Derartige Maßnahmen sind aber bislang eher in Kalifornien (Zero Emission Initiative) durchgeführt worden, die Erfahrungen mit diesem Instrument sind gemischt (siehe Kapitel zu Best Practices aus dem Ausland).

Marktbasierte umweltpolitische Instrumente zielen auf keine bestimmte Innovationsphase, können jedoch Anreize zum technischen Fortschritt geben. Sie setzen an der Richtung des technischen Fortschritts an, indem sie die relativen Preise der Produktionsfaktoren Kapital, Arbeit und Umwelt verändern. Die Berücksichtigung dieser Knappheit im Wirtschaftskalkül führt zu Änderungen in allen Innovationsphasen. Es kann für ein Unternehmen aufgrund einer Energieabgabe günstiger werden, Energiesparlampen einzusetzen (Diffusion). Das Unternehmen kann sich aber gleichzeitig Gedanken darüber machen, dass es sich in dem aufgrund einer Umweltabgabe veränderten Preisgefüge lohnt, in die Entwicklung neuer, energiesparender Verfahren zu investieren (Invention) bzw. neue Produkte auf den Markt zu bringen (Markteinführung). Ähnlich verhält es sich bei handelbaren Nutzungsrechten. Da in einem Handelssystem für Nutzungsrechte immer ein aktueller Marktpreis für das zertifizierte Umweltgut besteht, hat das Unternehmen einen permanenten Anreiz, die Vorteilhaftigkeit von Innovationen zu überprüfen, sei es in der Inventions-, Markteinführungs- oder Diffusionsphase. Wenn der Marktpreis höher liegt als die Kosten für die entsprechende Innovation, wird das Unternehmen im Zweifel lieber Nutzungsrechte auf dem Markt kaufen. Ist der Einsatz einer neuen Vermeidungstechnologie für das Unternehmen günstiger, wird es jedoch eine Reduktion der Umweltbelastung vornehmen und die Nutzungsrechte am Markt verkaufen. Das Haftungsrecht funktioniert im Falle der Gefährdungshaftung über einen ähnlichen Mechanismus: Indem einem Wirtschaftssubjekt die Verantwortung für einen Schaden bei Gefährdung übertragen wird, berücksichtigt es diesen Schaden in seinem Verhalten. Wenn es die Versicherungslösung wählt, wird sich die Versicherungsprämie auch nach den Leistungen richten, die das betreffende Wirtschaftssubjekt im vorsorgenden Umweltschutz getätigt hat.

## Übersicht 1: Innovationsorientierte Umweltpolitik und Innovationsphasen

Instrument/Phase	Invention	Markteinführung	Diffusion
<b>Auf Innovationspolitik gerichtete Instrumente</b>			
<b>Spezifische Programme zur Technologieförderung (direkte Projektförderung)</b>	Direkte FuE Förderung	Direkte Förderung der Markteinführung	Direkte Förderung der Diffusion
<b>Förderung von Unternehmensnetzwerken, Technologietransfer</b>	Inventionsförderungsnetzwerke	Netzwerke zur Markteinführung	Netzwerke zur Diffusion (insb. für KMU)
<b>Umweltpolitiken zur Förderung von Umweltinnovationen</b>			
<b>a) Marktbasierende Instrumente zur allgemeinen Förderung des umwelttechnischen Fortschritts</b>			
<b>Abgaben</b>	Marktbasierende Instrumente wirken dezentral auf alle Innovationsphasen. Produktionsfaktor Umwelt wird relativ verteuert, Substitutionsprozesse zu anderen Produktionsfaktoren		
<b>Handelbare Nutzungsrechte</b>			
<b>Haftungsrecht</b>			
<b>b) Instrumente zur Förderung spezifischer Umweltinnovationen</b>			
<b>Ordnungsrecht</b>	Technology Forcing		Festsetzung von Zielen, Standards nach dem Stand der Technik
<b>Selbstverpflichtungen</b>			
<b>Staatliche Fördermaßnahmen</b>		Förderung für bestimmte Technologien (z.B. EEG)	
<b>c) Flankierende angebots- und nachfrageseitige Instrumente zur Diffusionsförderung von Umwelttechnologien</b>			
<b>Umweltmanagementsysteme</b>			Kontinuierliche Verbesserung der Umweltleistung
<b>Öko-Label</b>			Information der Verbraucher
<b>Grüne Beschaffung</b>			Staatliche Nachfrage nutzen

Letztlich kann die Umweltpolitik auch über zusätzliche angebots- und nachfrageseitige Maßnahmen versuchen, Einfluss auf die Marktdurchdringung von umweltfreundlichen Produkten und Prozessen zu nehmen. Angebotsseitig kann sie die Einführung betrieblicher Umweltmanagementsysteme wie EMAS unterstützen, die in vielfältiger Weise helfen, Innovationen insbesondere im integrierten Umweltschutz zu fördern (Rennings et al., 2006). Aber auch die staatliche Nachfrage, das heißt die öffentliche Beschaffung ist ein wirksamer Anreiz, um das Angebot umweltfreundlicher Produkte und Prozesse zu verbessern. Letztlich können auch Umweltzeichen ein wichtiges Instrument sein, da sie dem Verbraucher bei seiner Konsumentscheidung helfen, umweltfreundliche Produkte und Prozesse zu identifizieren.

## **3 Überblick über Instrumente der Innovationspolitik**

### ***3.1 Programme zur Technologieförderung (direkte Projektförderung)***

Wie aus der obigen Matrix der Zuordnung umweltpolitischer Instrumente zu einzelnen Innovationsphasen hervorgeht, können Innovationen in der Inventions- und Markteintrittsphase vor allem durch direkte Projektförderung unterstützt werden. In diesem Kapitel soll ein Überblick gegeben werden, in welchem Umfang dies in der nahen Vergangenheit und Zukunft in Deutschland bezüglich der acht Handlungsfelder geschehen bzw. geplant ist. Dazu sollen laufende Förderprogramme verschiedener Träger untersucht werden (3.1.1). In einem ersten Schritt werden qualitative Aussagen aus einer Internetrecherche zu verschiedenen Fördermöglichkeiten gezogen. In dieser Analyse sind allerdings weder quantitative Aussagen (über Fördermittel) noch Aussagen über die Förderpraxis in der jüngeren Vergangenheit möglich. Hierfür eignet sich jedoch eine Analyse der Datenbank PROFI, die in einem zweiten Schritt (3.1.2) untersucht wird. In einem dritten Schritt soll untersucht werden, inwieweit die Handlungsfelder von der High-Tech-Strategie der Bundesregierung abgedeckt werden (3.1.3).

#### **3.1.1 Laufende Förderprogramme (Stand: November 2006)**

Im Folgenden soll analysiert werden, in wie weit die direkte Projektförderung in Deutschland in den Bereichen Umwelt und Energie sich mit den zentralen Handlungsfeldern im Rahmen einer ökologischen Industriepolitik deckt. Weiterhin soll – soweit wie möglich – untersucht werden, wie die Verteilung der Fördermöglichkeiten nach Empfängern (bzgl. Förderung von Unternehmen zwischen kleinen und mittleren Unternehmen sowie Großunternehmen) sowie nach Innovationsphasen unterteilt ist. Eine ausgewogene Verteilung kann dabei dazu beitragen, nicht nur neue Technologien zu entwickeln, sondern diese auch in marktfähige Produkte umzusetzen.

In einem ersten Schritt werden in diesem Rahmen nationale Förderprogramme untersucht, die entweder im Förderbereich „Energie & Umwelt“ der Förderdatenbank des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMW, [www.foerderdatenbank.de](http://www.foerderdatenbank.de); die auch Förderung durch weitere Träger beinhaltet), oder im Förderkatalog des Portals zum Umwelttechnologietransfer Cleaner Production Germany ([www.cleaner-production.de](http://www.cleaner-production.de)) enthalten sind. Hier wurden etwa 40 Programme als relevant identifiziert. Zudem werden die Förderleitlinien der Deutschen Bundesstiftung Umwelt mit in die Analyse einbezogen. Nicht berücksichtigt sind damit Programme sowohl einzelner Bundesländer als auch die Förderung auf europäischer Ebene.

Für alle Handlungsfelder sowie selbst für deren einzelne Technologielinien liegen hier spezielle nationale Förderprogramme vor, die beispielsweise direkt die Entwicklung von Innovationen bezuschussen oder aber durch Fördermittel die Nachfrage nach bestimmten Technologien und damit indirekt die Innovationstätigkeit der Anbieter erhöhen. Aufschluss darüber gibt Tabelle 9. Vorherrschend ist die Förderung im Bereich des Handlungsfeldes Energieerzeugung und Speicherung, und hier insbesondere in der Produktgruppe der Erneuerbaren Energien.

Innerhalb der einzelnen Produktgruppen ist die Förderung spezieller Produkt- oder Förderlinien schwer abgrenzbar. Für die Förderung Erneuerbarer Energien durch das BMU, der gemessen an der Anzahl der Fördermöglichkeiten größte Förderer von Erneuerbaren Energien, gilt, dass Photovoltaik die am stärksten geförderte Technologie darstellt, gefolgt von Geothermie und Wind (Welke, 2007). Ein weiterer Schwerpunkt der Förderangebote besteht in den Produktgruppen Nachwachsende Rohstoffe sowie Biokraftstoffe der Handlungsfelder Rohstoff- und Materialeffizienz bzw. Nachhaltige Mobilität. Mögliche Gründe für die hervorstechenden Fördermöglichkeiten für Erneuerbare Energien, Nachwachsende Rohstoffe sowie Biokraftstoffe ist deren zentrale Rolle hinsichtlich einer weltweit nachhaltigen, sicheren und weitgehend unabhängigen Energieversorgung. Hinzu kommen für diese Felder die im Vergleich zu traditionellen Energieträgern noch immer hohen privatwirtschaftlichen Erzeugungskosten, die eine staatliche Förderung unumgänglich machen.

**Tabelle 9: Untersuchte Förderprogramme (Förderdatenbank BMWi, Cleaner Production Germany, DBU)**

Handlungsfeld	Produktgruppe	Summe Fördermöglichkeiten	Förderung durch													
			DBU	BWmi	UBA	BAFA	BMELV	dena	PtJ	BLE	BMU	FNR	LR	BMBF	DFLR	KfW
Energieerzeugung u. Speicherung	Kraftwerkstechnologie (1.1.)	6		1		1				1		1		1		
	Erneuerbare Energien (1.2.)	16	1			1			1	1		7		1	1	3
	Energiespeichertechnologien (1.3.)	3										2		1		
	Brennstoffzellentechnologie (1.4.)	5		1		1						2		1		
Energieeffizienz	Gebäudetechnik (2.1.)	7	1			1						1		1		3
	Energieeffiziente Geräte (2.2.)	5	1	1								1		1		1
	Energieeffiziente Verfahren und Produktionsprozesse (2.3.)	7	1	1	1							1		1		2
	Energieeffiziente industrielle Querschnittstechnologien (2.4.)	5	1	1								1		1		1
	Energiedienstleistungen (2.5.)	4	1	1								1		1		
Rohstoff- und Materialeffizienz	Ökodesign (3.1.)	2										1		1		
	Rohstoff- und materialeffiziente Produktionsprozesse (3.2.)	3										1		1	1	
	Nachwachsende Rohstoffe (3.3.)	8	1					3				1	2	1		
Nachhaltige Mobilität	Antriebstechniken (4.1.)	2										1		1		
	Fahrzeugtechnik und -design (4.2.)	2										1		1		
	Verkehrsinfrastruktur (4.3.)	2										1		1		
	Emissionsreduktion im Verkehr (4.4.)	2										1		1		
	Verkehrskonzepte/Verkehrsmanagement (4.5.)	2										1		1		

Handlungsfeld	Produktgruppe	Summe Fördermöglichkeiten	Förderung durch													
			DBU	BMWi	UBA	BAFA	BMELV	dena	PtJ	BLE	BMU	FNR	LR	BMBF	DFLR	KfW
	Biokraftstoffe (4.6.)	8	1					3				1	2		1	
Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling	Stoffliche Verwertung/Recycling (5.1.)	6		1	1							1			2	1
	Energetische/thermische Verwertung (5.2.)	4			1							1			1	1
	Entsorgung (5.3.)	5			1							1			1	1
	Kreislaufwirtschaft/Innovative Produkterstellung (5.4.)	3			1							1			1	
Nachhaltige Wasserwirtschaft	Wasserversorgung (6.1.)	3										1			2	
	Reduktion von Wasserverbrauch und Stoffeintrag (6.2.)	4										2			2	
	Abwasserentsorgung (6.3.)	5			1							1			2	1
	Hochwasserschutz (6.4.)	2										1			1	
	Wasserwirtschaftsdienstleistungen (6.5.)	2										1			1	
Biotechnologie	Weißer Biotechnologie (7.1.)	5	1									1			3	
	Graue Biotechnologie (7.2.)	5	1									1			3	
	Blaue Biotechnologie (7.3.)	5	1									1			3	
Nanotechnologie	hauptsächliche Nanomaterialien (8.)	5										1			4	
Einzelne Programme / Vorhaben können sich auf mehrere Produktgruppen und / oder Träger beziehen. Der Wert „1“ in der Spalte DBU zeigt an, dass sich die jeweilige Produktgruppe unter einen DBU-Förderbereich subsumieren lässt.																

Legende:

BMELV := Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz  
 DBU := Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
 UBA := Umweltbundesamt  
 BAFA := Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle  
 dena := Deutsche Energie-Agentur GmbH  
 PtJ := Projektträger Jülich  
 BLE := Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

BMU := Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit  
 FNR := Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V.  
 LR := Landwirtschaftliche Rentenbank  
 BMBF := Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie  
 DFLR := Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V.  
 KfW := KfW Förderbank

Zu den hier erfassten Fördermöglichkeiten addiert sich mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) ein wichtiges umweltpolitisches Instrument, das den Erzeugern erneuerbarer Energie nach Technologien gestaffelte Vergütungssätze für eingespeisten Strom garantiert (vgl. hierzu auch die Ausführungen in Kapitel 4). Die direkte Projektförderung in den Technologielinien im Bereich der Erneuerbaren Energien läuft über eine Vielzahl von Trägern, unter anderem das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, die KfW Förderbank, die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) oder die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU). Diese fördert grundsätzlich Projekte aus den Bereichen Umwelttechnik, Umweltforschung/Naturschutz und Umweltkommunikation, die sich sowohl über Innovationen vom gegenwärtigen Stand der Forschung abgrenzen als auch Modellcharakter besitzen und zudem Umweltentlastungspotentiale erschließen. Die DBU legt allerdings im Rahmen ihres Förderbereichs Klimaschutz und Energie einen Schwerpunkt auf erneuerbare Energien. Der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen und Biokraftstoffen wird dabei u.a. durch Projekte des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz sowie der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. gefördert.

Innovationen in den übrigen Handlungsfeldern bzw. deren Produktgruppen werden weniger stark öffentlich gefördert, ohne dass dies zwingend in Zusammenhang mit deren Zukunftsaussichten steht. Allerdings liegen für alle zentralen Handlungsfelder bzw. selbst für deren einzelne Produktgruppen spezielle nationale Förderprogramme vor, die beispielsweise direkt die Entwicklung von Innovationen bezuschussen oder aber durch Fördermittel die Nachfrage nach bestimmten Technologien und damit indirekt die Innovationstätigkeit der Anbieter erhöhen

Weiterhin bestehen jedoch auch Förderprogramme für Technologien, die nicht mit einer Ökologischen Industriepolitik in Einklang gebracht werden können (siehe Tabelle 10). Hier handelt es sich vor allem um kohlebezogene sowie um Nukleartechnologien. Zwar wird die Technologie zur Abtrennung von CO<sub>2</sub> (CCS) in dieser Analyse mit berücksichtigt, darüber hinaus handelt es sich bei der Förderung von fossilen Energieträgern jedoch meist um ökologisch kontraproduktive Investitionen. Dabei erscheint die Förderung von fossilen Energieträgern aufgrund der Tatsache problematisch, dass Kohleverstromung mit externen Kosten verbunden ist, die sowohl auf regionaler oder nationaler als auch auf globaler Ebene anfallen können.

Die öffentliche Förderung nuklearer Energieforschung kann ebenfalls nicht über eine ökologische Industriepolitik gerechtfertigt werden. Sie überrascht zudem hinsichtlich der Tatsache, dass in Deutschland über das Atomgesetz von April 2002 der Ausstieg aus der Atomenergie

festgelegt wurde und ein nationaler Bedarf an nuklearer Energieforschung damit fragwürdig erscheint.

Die Beobachtung, dass in Deutschland Förderprogramme im Bereich Umwelt und Energie existieren, die nicht mit einer ökologischen Industriepolitik im Einklang stehen, untermauert zudem eine aktuelle Studie von Prange und Ahlswede (2006). Die Autoren errechnen, dass pro Jahr in Deutschland ein Volumen von 34 Milliarden Euro für ökologisch schädliche Subventionen und Steuervergünstigungen ausgegeben wird, wobei in dieser Summe die externen Kosten dieser wirtschaftlichen Aktivitäten noch außen vor bleiben. Die gesamtwirtschaftlichen Kosten dieser Subventionen und Steuervergünstigungen dürften daher die Größenordnung von 34 Milliarden Euro noch deutlich übersteigen. Diese verzerren den Wettbewerb zu Lasten umweltfreundlicher Güter und Dienstleistungen und erschweren damit indirekt auch die Durchsetzung von Umweltinnovationen am Markt. Insofern stellen sie auch ein Hemmnis für eine innovationsorientierte Umweltpolitik dar. Als Beispiele dieser klima- und umweltschädlichen Instrumente führen die Autoren beispielsweise Steuerbefreiungen im Luft- und Flugverkehr, Förderungen von Kohleverstromung sowie verschiedene Begünstigungen bei Energie- und Stromsteuer an.

**Tabelle 10: Wichtige Förderprogramme im Spannungsverhältnis mit einer Ökologischen Industriepolitik**

Förderprogramme bzw. -bereiche	Träger	Anliegen (Auswahl)
Wirtschaftsförderung des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle	Zuschüsse zur Förderung des deutschen Steinkohlebergbaus
Energieforschung und Energietechnologie	Bundesministerium für Bildung und Forschung	Nukleare Energieforschung

Abgesehen davon kann jedoch festgestellt werden, dass die Förderlandschaft von Umweltinnovationen in den Handlungsfeldern und ihren Produktgruppen relativ gut ausgeprägt ist. Neben der Vielzahl von Handlungsfeld-spezifischen Fördermöglichkeiten liegt diese Beobachtung nicht zuletzt darin begründet, dass einige Förderprogramme – bspw. das Förderprogramm Umwelttechnologien, das über verschiedene Träger durchgeführt wird, die Forschungsförderung durch Leitprodukte sowie neue Technologien des Bundesministeriums für Bildung und Forschung oder die Förderung der Deutschen Bundesstiftung Umwelt – einen weiten oder sogar den gesamten Bereich der zentralen Handlungsfelder abdeckt.

Zudem ist festzustellen, dass eine Vielzahl der Förderprogramme speziell auf kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ausgerichtet ist, die die deutsche Umwelttechnikbranche stark prä-

gen. Diese KMU-Orientierung trifft grundsätzlich auf alle Fördermöglichkeiten der DBU zu, ebenfalls auf Projekte der KfW Förderbank. Diese Ausrichtung vieler Programme auf KMU wird von dem Bericht von BMU / ETAP (2006) unterstrichen, der konstatiert, dass in 2003 1900 KMU im Forschungsbereich von der Bundesregierung gefördert wurden. In einer Reihe von Bundesprogrammen entfällt der überwiegende Anteil der Fördermittel damit auf kleine und mittlere Unternehmen. Die Bewertung der Förderprogramme nach Innovationsphasen ist schwieriger, da eine Vielzahl der untersuchten Programme diesbezüglich unspezifisch ausgeschrieben ist. Es scheint jedoch der Fall zu sein, dass vor allem die Inventionsphase und teilweise die Markteinführungsphase gefördert wird. Vor allem Programme des BMBF, jedoch auch des BMU, der DBU sowie des UBA haben Universitäten sowie außeruniversitäre Forschungseinrichtungen als (zumindest eine) Zielgruppe. Dadurch dürften diese Programme vor allem die Förderung der Grundlagenforschung in den angesprochenen Bereichen zum Ziel haben.

Für Schlussfolgerungen aus den oben aufgeführten Förderprogrammen gilt jedoch die Einschränkung, dass in diesem Rahmen nur ausgewählte Förderprogramme untersucht werden. Es handelt sich hierbei um nationale Programme, die entweder im Förderbereich „Energie & Umwelt“ der Förderdatenbank des BMWi<sup>1</sup>, im Förderkatalog des Portals zum Umwelttechnologietransfer Cleaner Production Germany oder in den Förderleitlinien der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU)<sup>2</sup>. Es kommt noch hinzu, dass einige dieser Förderprogramme nur schlecht bzw. überhaupt nicht quantifizierbar sind. Um zumindest diese Einschränkung zu beheben, wird in einem nächsten Schritt die Datenbank PROFI des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim, für quantitativ unterlegte Analysen herangezogen.

### **3.1.2 Direkte Projektförderung 1999 bis 2006: Auswertung der Datenbank PROFI**

Die Datenbank PROFI des ZEW enthält Angaben zu allen Förderungen im Rahmen von Fachprogrammen des BMBF bzw. seiner Vorgängerministerien im zivilen Bereich. Sie deckt damit den allergrößten Teil der direkten Projektförderung ab. Seit 1999 werden auch die Förderungen im Rahmen der an das BMWi gewechselten Fachprogramme in der Energie-, Luftfahrt- und Multimediaforschung mit erfasst. In der Datenbank sind Informationen zu den geförderten Projekten (u.a. Fördersumme, Projektsumme, Laufzeit, Zuordnung des Projekts zur

---

<sup>1</sup> Die Förderdatenbank des BMWi enthält auch Förderung durch alternative Träger.

<sup>2</sup> Die DBU hat nach eigenen Angaben seit ihrer Gründung im Jahr 1991 über 6500 Projekte mit ca. 1,2 Mrd. Euro Fördervolumen unterstützt.

Leistungsplansystematik) und zu den projektdurchführenden Stellen (Fördermittelempfänger, ausführende Einrichtungen) enthalten.

In der Datenbank sind zahlreiche Details zu den einzelnen Vorhaben aufgeführt; für besonders relevant im Kontext dieses Berichts sind die thematische Einordnung der Projekte und damit die Anzahl der Vorhaben in den einzelnen Produktgruppen der Handlungsfelder sowie deren Förderhöhe. Wir verwenden die Datenbank für den Zeitraum von 1999 bis 2006.

Einen kritischen Punkt stellt die Einordnung der in der Datenbank PROFi aufgeführten Vorhaben in die hier untersuchten Handlungsfelder sowie deren Produktgruppen dar. Deren Abgrenzungen stimmen häufig nicht mit denen der Datenbank PROFi überein, so dass nicht alle Produktgruppen einzeln aufgeführt und andere überhaupt nicht analysiert werden können. Für unsere Analyse müssen wir uns auf die in Tabelle 11 kursiv gedruckten (und teilweise zusammengefassten bzw. eingeschränkten) Handlungsfelder bzw. Produktgruppen beschränken. In der Datenbank PROFi liegen keine Informationen über spezifische Fördermaßnahmen in folgenden Produktgruppen vor:

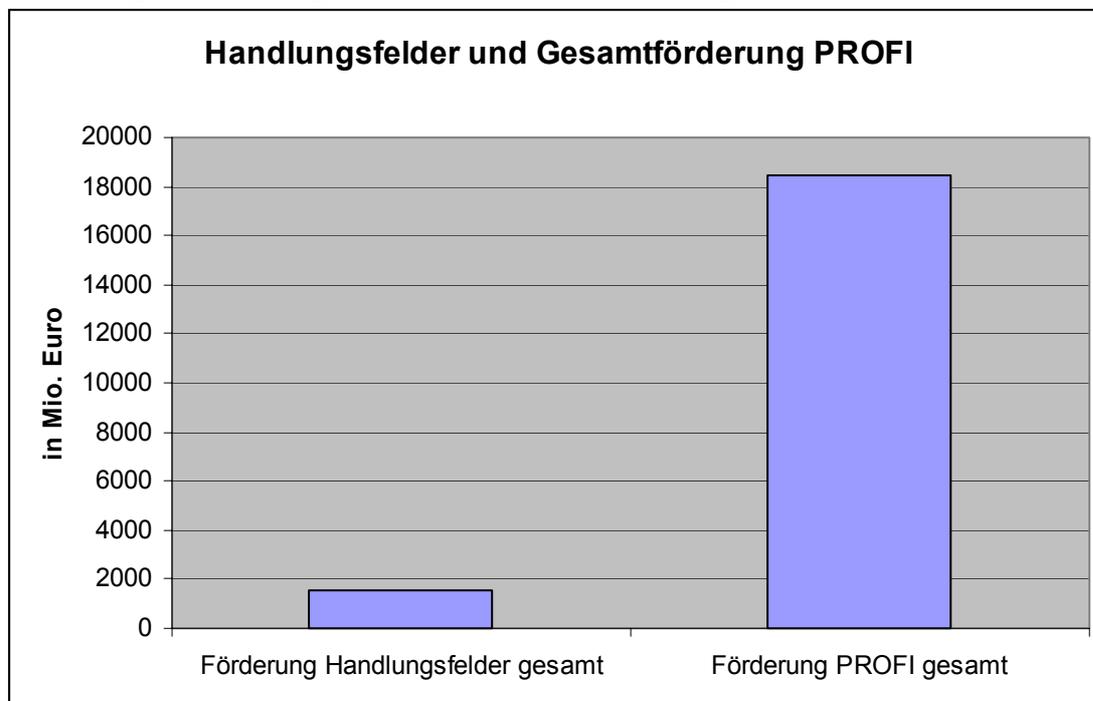
- Brennstoffzellentechnologie (Energieerzeugung und Speicherung),
- Energiedienstleistungen (Handlungsfeld Energieeffizienz),
- Ökodesign, Rohstoff- und materialeffiziente Produktionsprozesse sowie nachwachsende Rohstoffe (Rohstoff- und Materialeffizienz),
- Antriebstechniken sowie Biokraftstoffe (Nachhaltige Mobilität) sowie
- Stoffliche Verwertung/Recycling, Energetische/thermische Verwertung und Kreislaufwirtschaft/Innovative Produkterstellung (Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling).

**Tabelle 11: Handlungsfelder und Produktgruppen in PROFI Datenbank**

<b>Handlungsfeld</b>	<b>Produktgruppe</b>	<b>Bemerkung</b>
<i>Energieerzeugung und Speicherung</i>	<i>Kraftwerkstechnologie (1.1.)</i>	
	<i>Erneuerbare Energien (1.2.)</i>	
	<i>Energiespeichertechnologien (1.3.)</i>	
	<i>Brennstoffzellentechnologie (1.4.)</i>	
<i>Energieeffizienz</i>	<i>Gebäudetechnik (2.1.)</i> <i>Energieeffiziente Geräte (2.2.)</i>	nur gemeinsame Betrachtung möglich
	<i>Energieeffiziente Verfahren und Produktionsprozesse (2.3.)</i> <i>Energieeffiziente industrielle Querschnittstechnologien (2.4.)</i>	nur gemeinsame Betrachtung möglich
	<i>Energiedienstleistungen (2.5.)</i>	
<i>Rohstoff- und Materialeffizienz</i>	<i>Ökodesign (3.1.)</i>	
	<i>Rohstoff- und materialeffiziente Produktionsprozesse (3.2.)</i>	
	<i>Nachwachsende Rohstoffe (3.3.)</i>	
<i>Nachhaltige Mobilität</i>	<i>Antriebstechniken (4.1.)</i>	
	<i>Fahrzeugtechnik und -design (4.2.)</i>	nur bzgl. Wasserfahrzeuge
	<i>Verkehrsinfrastruktur (4.3.)</i>	
	<i>Emissionsreduktion im Verkehr (4.4.)</i>	
	<i>Verkehrskonzepte/Verkehrsmanagement (4.5.)</i>	
	<i>Biokraftstoffe (4.6.)</i>	
<i>Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling</i>	<i>Stoffliche Verwertung/Recycling (5.1.)</i>	
	<i>Energetische/thermische Verwertung (5.2.)</i>	
	<i>Entsorgung (5.3.)</i>	
	<i>Kreislaufwirtschaft/Innovative Produkterstellung (5.4.)</i>	
<i>Nachhaltige Wasserwirtschaft</i>	<i>Wasserversorgung (6.1.)</i> <i>Reduktion von Wasserverbrauch und Stoffeintrag (6.2.)</i> <i>Abwasserentsorgung (6.3.)</i> <i>Hochwasserschutz (6.4.)</i> <i>Wasserwirtschaftsdienstleistungen (6.5.)</i>	nur gemeinsame Betrachtung möglich
<i>Biotechnologie</i>	<i>Weißer Biotechnologie (7.1.)</i> <i>Graue Biotechnologie (7.2.)</i> <i>Blaue Biotechnologie (7.3.)</i>	nur gemeinsame Betrachtung möglich
<i>Nanotechnologie</i>	<i>hauptsächlich Nanomaterialien (8.)</i>	

Auch ist es möglich, dass Mittel, die sich nicht exakt unter ein jeweiliges Handlungsfeld bzw. Produktgruppe subsumieren lassen, dennoch in unserer Analyse erscheinen, da die Abgrenzung teilweise sehr schwierig ist. Zudem können die Förderprojekte nicht systematisch nach Innovationsphasen aufgegliedert werden, wobei durch die Träger der in der Datenbank PROFI enthaltenen Projekte – vornehmlich BMBF – bereits tendenziell ein Fokus auf die Grundlagenforschung gelegt wird. Um robustere Aussagen bezüglich der Projektförderung im Bereich der Handlungsfelder treffen zu können, werden die Ergebnisse aus der Analyse der Datenbank PROFI daher, wenn möglich, mit Zahlen bzgl. der Wissenschaftsausgaben bzw. Forschung und experimentelle Entwicklung (FuE)-Ausgaben aus dem aktuellen Bundesbericht Forschung 2006 (BMBF, 2006) gegenübergestellt. Die dort dargestellten Daten beziehen sich auf alle derartigen Ausgaben in Deutschland und sind nicht auf einzelne Träger reduziert. Allerdings enthält der Bundesbericht Forschung nur stark aggregierte Daten, so dass nur in wenigen Fällen die Handlungsfelder-Relevanz des Bundesberichts Forschung erfüllt ist. Während sich die für die Handlungsfelder relevante Förderung im Untersuchungszeitraum auf etwa 1,5 Mrd. Euro summiert, macht die Gesamtförderung aller in der PROFI-Datenbank erfassten Vorhaben etwa 18 Mrd. Euro aus. Damit fließen ca. 8,2 % der Gesamtförderung in für die Handlungsfelder relevante Bereiche (siehe Abbildung 9).

**Abbildung 9: Handlungsfelder und Gesamtförderung PROFI**



Nach Tabelle 12 bestätigt die quantitative Analyse der Datenbank PROFI den ersten Eindruck, den die Untersuchung der Förderprogramme im vorhergehenden Abschnitt hinterlassen

hat. Auch nach der Datenbank PROFI sind die Erneuerbaren Energien die finanziell am stärksten geförderte Produktgruppe. Die Förderung durch die oben genannten Träger beläuft sich im Gesamtzeitraum – im Rahmen von 537 Vorhaben, vgl. Abbildung 10 – zwischen 1999 bis 2006 auf knapp 490 Mio. Euro.

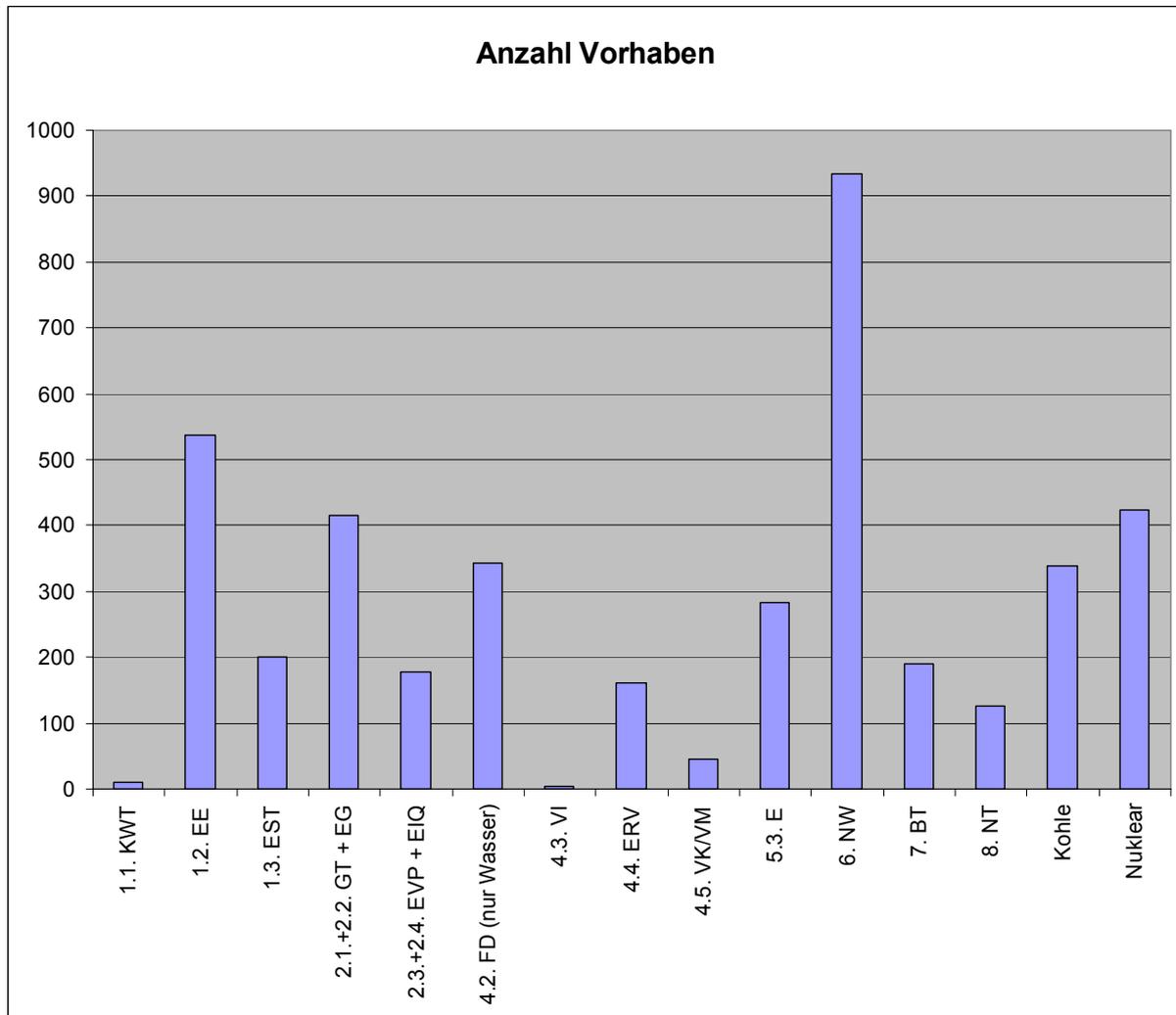
**Tabelle 12: Gesamtförderung für einzelne Produktgruppen nach der Datenbank PROFI zwischen 1999 und 2006 (zuzügl. Kohle und Nuklear)**

Produktgruppe		Gesamtförderung (in Euro)
1.1.	<i>Kraftwerkstechnologie</i>	2.043.276
1.2.	<i>Erneuerbare Energien</i>	486.162.534
1.3.	<i>Energiespeichertechnologien</i>	167.390.378
2.1./2.2.	<i>Gebäudetechnik / Energieeffiziente Geräte</i>	160.445.285
2.3./2.4.	<i>Energieeffiziente Verfahren und Produktions- prozesse (2.3.) Energieeffiziente industrielle Querschnittstech- nologien (2.4.)</i>	48.423.571
4.2.	<i>Fahrzeugtechnik und –design (nur Wasser, d.h. Schiffstechnik)</i>	87.941.363
4.3.	<i>Verkehrsinfrastruktur</i>	865.656
4.4.	<i>Emissionsreduktion im Verkehr</i>	43.905.439
4.5.	<i>Verkehrskonzepte/Verkehrsmanagement</i>	8.560.524
5.3.	<i>Entsorgung</i>	89.376.291
6.	<i>Nachhaltige Wasserwirtschaft</i>	296.304.546
7.	<i>Biotechnologie</i>	80.571.438
8.	<i>Nanotechnologie</i>	37.330.975
	<i>Kohle</i>	108.000.407
	<i>Nuklear</i>	234.189.929

Die Förderung für alle erfassten Unterpunkte des Handlungsfeldes Energieerzeugung und Speicherung beläuft sich sogar auf gut 655 Mio. Euro. Dies sind gut 43 Prozent der gesamten Handlungsfelder-relevanten Fördermittel (für eine Übersicht auf aggregierter Handlungsfeld-ebene siehe Abbildung 11). Darunter ist die Produktgruppe Energiespeichertechnologien mit mehr als 100 Mio. Euro (201 Vorhaben) relativ stark gefördert. Die Produktgruppe Kraftwerkstechnologien des gleichen Handlungsfeldes weist hingegen nur eine schwache Förderung auf (gut 2 Mio. Euro in 11 Vorhaben), wobei hier jedoch auch Abgrenzungsprobleme zu anderen Produktgruppen bzw. zu Handlungsfelder-fremden Bereichen mitverantwortlich sein können, da der Begriff Kraftwerkstechnologien im Gegensatz zu der Stellung als umweltrelevante Produktgruppe sehr allgemein verwendet werden kann. In jedem Fall sind in der PROFI-Datenbank keine Vorhaben (und damit auch keine Fördermittel) aus der Technologie-linie Carbon Capture and Storage (CCS). Hingegen betont der Bundesbericht Forschung 2006

die Wichtigkeit von CO<sub>2</sub>-Abtrennung und –Speicherung, ohne allerdings genauere Angaben über die Höhe der Förderung zu machen.

**Abbildung 10: Anzahl geförderter Vorhaben in den Produktgruppen laut Datenbank PROFI von 1999 bis 2006 (zuzügl. Kohle und Nuklear)**



Für die Brennstoffzellentechnologie liegen keine Daten vor. Die generell starke Förderung des Handlungsfeldes wird durch die Daten des Bundesberichts Forschung unterstrichen, die Wissenschaftsausgaben insgesamt im Bereich Energieforschung und Energietechnologie für 2005 auf 685,4 Mio. Euro (FuE: 440,7 Mio. Euro) ausweisen.

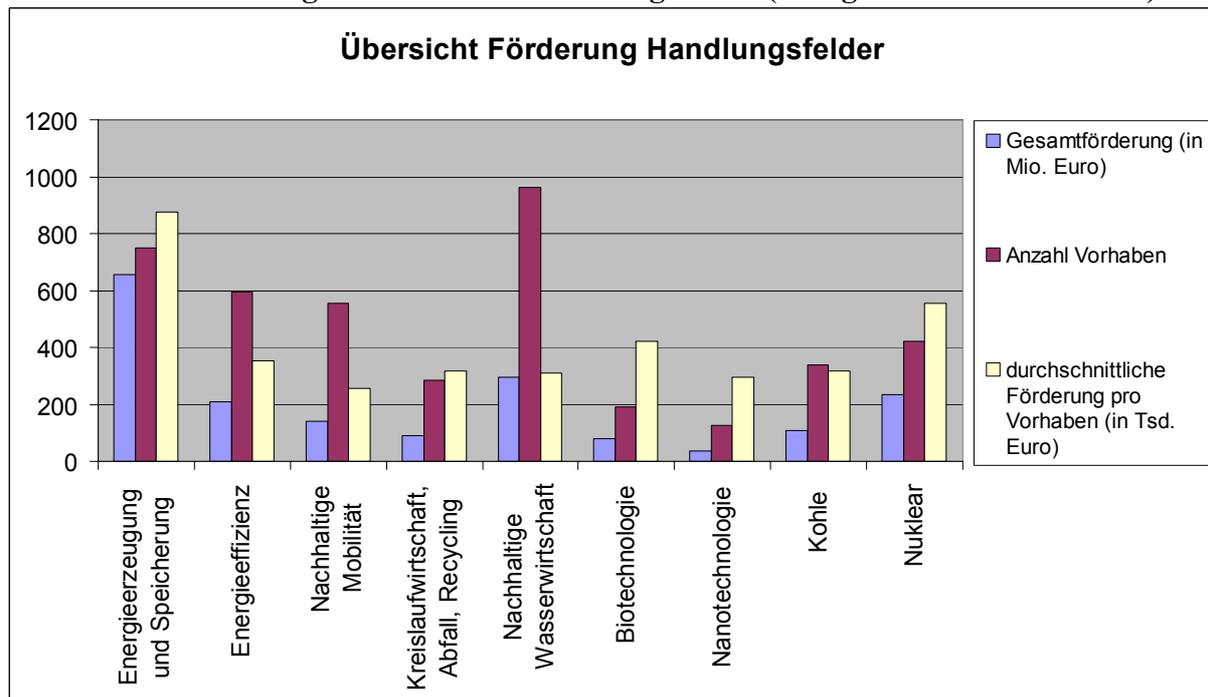
Die Produktgruppen des Handlungsfeldes Energieeffizienz, für die Daten vorliegen, müssen aufgrund mangelnder Abgrenzbarkeit in zwei Paaren betrachtet werden (Gebäudetechnik und energieeffiziente Geräte sowie energieeffiziente Verfahren und Produktionsprozesse und energieeffiziente industrielle Querschnittstechnologien). Während das erste Produktgruppenpaar mit gut 160 Mio. Euro in 415 Projekten noch relativ intensiv gefördert wurde, erhält die Datenbank PROFI für das zweite Paar deutlich weniger Vorhaben. Diese Vorhaben

sind zusätzlich finanziell schlechter ausgestattet (siehe Abbildung 11), so dass die Gesamtfördersumme mit knapp 50 Mio. Euro deutlich bescheidener ausfällt. Für die Produktgruppe Energiedienstleistungen enthält die Datenbank PROFI keine klar abgrenzbaren Einträge. Insgesamt sind im Handlungsfeld Energieeffizienz damit knapp 600 Vorhaben enthalten, die sich jedoch aufgrund der geringen Durchschnittsausstattung nur auf eine Gesamtfördersumme von 209 Mio. Euro addieren (siehe Abbildung 11).

Für keine Produktgruppe des Handlungsfeldes Rohstoff- und Materialeffizienz liegen abgrenzbare Daten vor, so dass dieses Handlungsfeld nicht anhand der Datenbank PROFI analysiert werden kann.

Noch geringere Fördermittel als für Energieeffizienz zeigt die Datenbank für die vier Produktgruppen des Handlungsfelds Nachhaltige Mobilität auf (hier liegen für die Produktgruppen Antriebstechniken sowie Biokraftstoffe keine Daten vor). Sie machen insgesamt mit 141 Mio. Euro nicht einmal zehn Prozent der gesamten Handlungsfelder-relevanten Fördermittel aus. Für die Produktgruppen Fahrzeugtechnik und -design sind in der Datenbank PROFI nur Fördermittel von wasserbezogenen Technologien, die unter Schiffstechnik subsumiert sind, erfasst. Dennoch ist für diesen Teilbereich der Produktgruppen die aufgeführte Förderung relativ hoch – knapp 88 Mio. Euro im Rahmen von 342 Projekten –, wohingegen für Verkehrsinfrastruktur nur fünf Projekte mit einem Gesamtvolumen von etwa 865.000 Euro erfasst sind. Für Emissionsreduktion im Verkehr liegen 161 Projekte mit einem Gesamtvolumen von knapp 44 Mio. Euro vor, für Verkehrskonzepte/Verkehrsmanagement nur 46 finanziell unterdurchschnittlich ausgestattete Projekte (insgesamt 8,56 Mio. Euro). Die geringeren Ausgaben für nachhaltige Mobilität etwa im Vergleich zur Energieforschung unterstreicht auch der Bundesbericht Forschung, nach dem in 2005 157,9 Mio. Euro für Forschung und Technologie im Gesamtbereich Mobilität und Verkehr (Wissenschaftsausgaben) aufgewendet wurden. Diese bereits vergleichsweise geringe Summe beinhaltet allerdings alle Ausgaben im Gesamtbereich Mobilität und Verkehr, d.h. auch Mittel, die nicht im Sinne einer nachhaltigen Mobilität investiert wurden.

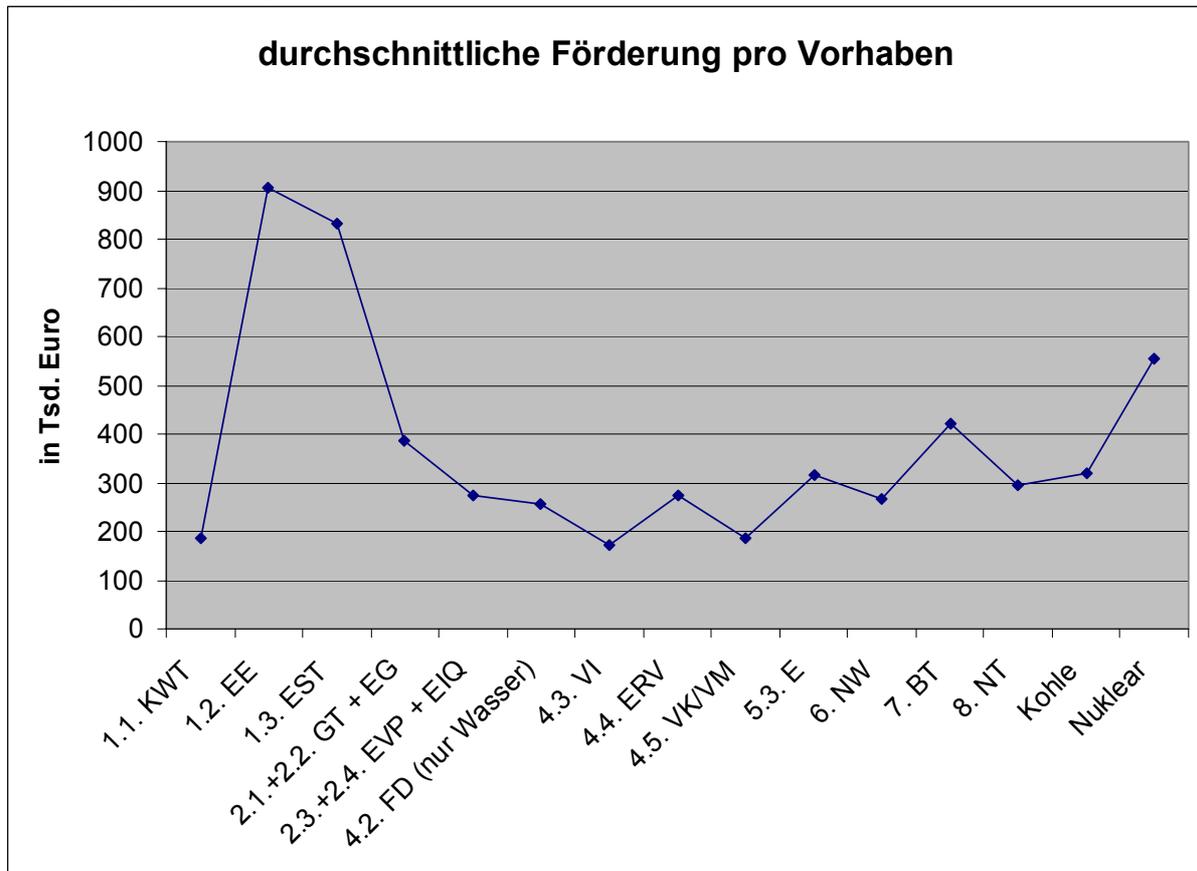
**Abbildung 11: Gesamtübersicht Fördermittel und Anzahl der Vorhaben sowie durchschnittliche Förderung auf Ebene der Handlungsfelder (zuzügl. Kohle und Nuklear)**



Im Handlungsfeld Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling sind klar abgrenzbare Daten nur für die Produktgruppe Entsorgung verfügbar. Die Förderung zwischen 1999 und 2006 beläuft sich hier auf 89 Mio. Euro im Rahmen von 283 Projekten. Für die Produktgruppen Stoffliche Verwertung/Recycling, Energetisch/thermische Verwertung sowie Kreislaufwirtschaft/innovative Produkterstellung können hingegen auf Basis der Datenbank PROFI keine Aussagen getroffen werden. Obwohl in Abbildung 12 aufgeführt, sind Rückschlüsse bezüglich der Aufteilung der Fördergelder innerhalb dieses Handlungsfeldes damit kaum möglich.

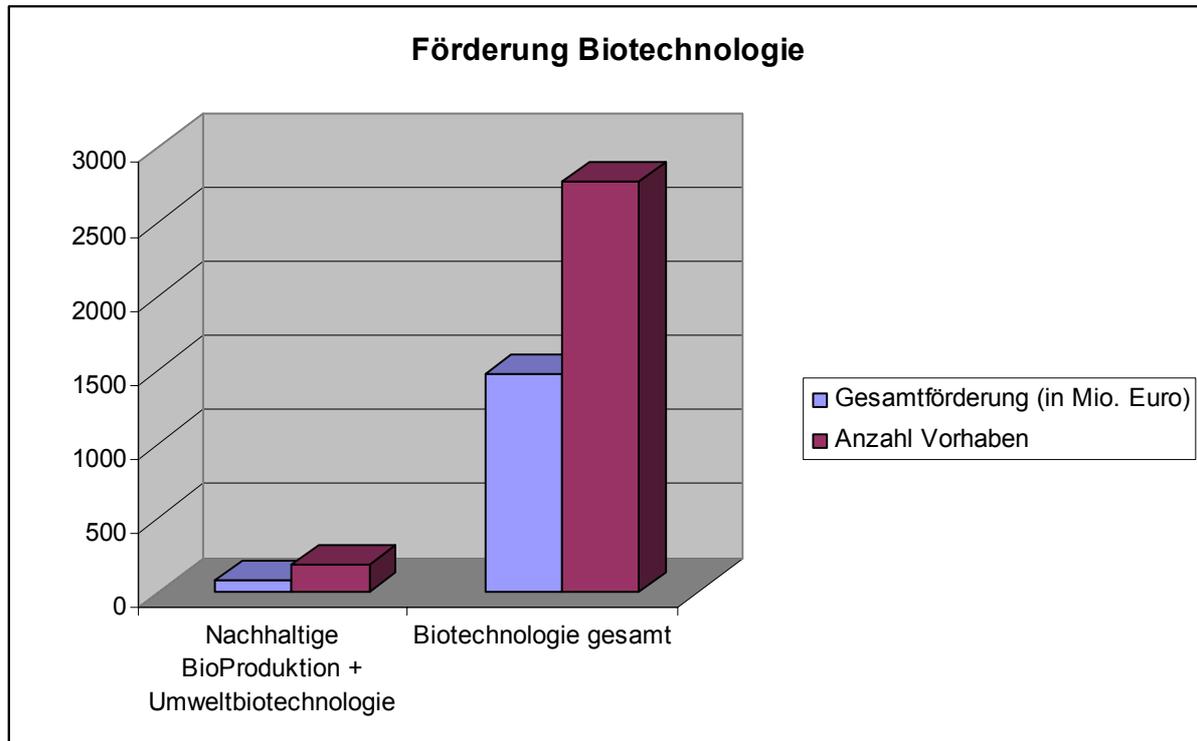
Im Handlungsfeld Nachhaltige Wasserwirtschaft ist eine Analyse nur mit auf Handlungsfeldniveau aggregierten Daten möglich, um Abgrenzungsprobleme zu vermeiden. Damit können die Produktgruppen Wasserversorgung, Reduktion von Wasserverbrauch und Stoffeintrag, Abwasserentsorgung, Hochwasserschutz und Wasserwirtschaftsdienstleistungen nicht einzeln betrachtet werden. 20,7 Prozent der Handlungsfelder-relevanten Gesamtmittel fließen in den Bereich Nachhaltige Wasserwirtschaft. Die 961 eher unterdurchschnittlichen Fördervolumina pro Projekt machen im Aggregat 296 Mio. Euro aus.

**Abbildung 12: Durchschnittliche Förderung der Forschungsvorhaben für einzelne Produktgruppen (zuzügl. Kohle und Nuklear)**



Ebenso ist eine Disaggregation der Förderung von Biotechnologie in die Produktgruppen Weiße, Graue und Blaue Biotechnologie nicht möglich. Allerdings sind in der PROFIDatenbank Vorhaben aus den Bereichen Nachhaltige BioProduktion sowie Umweltbiotechnologie gesondert ausgewiesen, so dass grob Vorhaben im Sinne einer Ökologischen Industriepolitik von sonstigen Vorhaben im Rahmen der Biotechnologie getrennt werden können. In den Bereichen Nachhaltige BioProduktion sowie Umweltbiotechnologie sind 191 relativ stark geförderte Vorhaben mit einem Gesamtvolumen von gut 80 Mio. Euro in der Datenbank enthalten. Dies ist zwar nicht zu vernachlässigen, macht jedoch nur einen kleinen Teil der Handlungsfelder-relevanten Mittel (fünf Prozent) sowie der gesamten Biotechnologieförderung aus. So können den relevanten Bereichen nur gut fünf Prozent der Mittel und knapp sieben Prozent der Vorhaben im Rahmen der Biotechnologieförderung zugeordnet werden (siehe Abbildung 13).

**Abbildung 13: Förderung in den Bereichen Nachhaltige BioProduktion und Umweltbiotechnologie im Vergleich mit der Gesamtförderung für Biotechnologie zwischen 1999 und 2006 aus der Datenbank PROFI**



Für das Handlungsfeld Nanotechnologie liegen nur wenige Fördereinträge vor. Im Rahmen von 126 Vorhaben ist ein Gesamtvolumen an Fördermitteln von 37 Mio. Euro registriert. Misst man die Mittel an der Gesamtsumme der Handlungsfelder-relevanten Förderung, so machen sie nur bescheidene 2,5 Prozent aus. Zudem kann anhand der Datenbank PROFI nicht zwischen der Förderung im Rahmen des Handlungsfelds Nanotechnologie (wie definiert unter 2.2.8.) sowie sonstiger Nanotechnologieförderung unterschieden werden. Daher ist anzunehmen, dass die Förderung im Rahmen des Handlungsfeldes noch geringer ausfällt als hier dargestellt.

Schließlich ist anhand der in der Datenbank PROFI registrierten Vorhaben der Eindruck nicht von der Hand zu weisen, dass eine Vielzahl von Förderprojekten bestehen, die nicht mit einer Ökologischen Industriepolitik in Einklang gebracht werden können. Im Bereich Kohle sind 339 Projekte mit einem Fördervolumen von insgesamt 108 Mio. Euro eingetragen. Es ist allerdings nicht auszuschließen, dass ein Teil dieser Mittel in die Entwicklung umweltfreundlicher Techniken investiert sein könnte. Eine Quantifizierung ist hier jedoch nicht möglich. Die Produktgruppe CCS wird in der PROFI-Datenbank aufgeführt, es finden sich hier jedoch keine Einträge. Zudem wird die Nuklearforschung noch deutlich stärker gefördert – in 423 Projekten, die im Vergleich zu den Handlungsfeldern finanziell sehr gut ausgestattet sind. Das

Gesamtvolumen beträgt 234 Mio. Euro. Der Bundesbericht Forschung weist für 2005 Wissenschaftsausgaben in der nuklearen Energieforschung von 178,4 Mio. Euro (FuE: 93,7 Mio. Euro) aus. Allerdings macht ein genauerer Blick in die Datenbank deutlich, dass diese Fördermittel ebenso nicht zwingend im Gegensatz zu einer Ökologischen Industriepolitik stehen müssen: Sie werden nicht bspw. für neue Reaktorenentwicklungen verwendet, sondern fast ausschließlich in den Bereichen Wiederaufbereitung und Rückführung von Kernbrennstoffen, Endlagerung radioaktiver Abfälle, sowie für sonstige Entsorgungsforschung.

### **3.1.3 Die High-Tech-Strategie 2006 - 2009**

#### **3.1.3.1 Übersicht**

Die High-Tech-Strategie der Bundesregierung verfolgt das Ziel, Innovationen am Produktionsstandort Deutschland zu fördern (BMBF, 2006). Für diese Initiative stellt die Bundesregierung bis zum Jahr 2009 insgesamt rund 14,6 Mrd. Euro bereit. Die Initiative soll den Auftakt für eine neue Innovationspolitik der Bundesregierung darstellen, sie setzt dabei vier innovationspolitische Schwerpunkte:

- Erstens werden Ziele für 17 Zukunftsfelder gesetzt. Für jedes Handlungsfeld wird eine Stärken-Schwächen-Analyse erstellt, aus der die relative Position Deutschlands sowie der Handlungsbedarf ersichtlich werden.
- Zweitens liegt ein Schwerpunkt auf der Förderung der Kooperation und Gemeinschaftsprojekten zwischen Wirtschaft und Wissenschaft.
- Drittens will sie Impulse für eine schnellere Umsetzung von Forschungsergebnissen in Produkte, Dienstleistungen und Verfahren geben.
- Viertens will sie die Bedingungen für Hightech-Gründungen und den innovativen Mittelstand verbessern.

Zwei Plattformen sind zur Gestaltung der Initiative eingerichtet worden: Die „Forschungsunion Wirtschaft – Wissenschaft zu Technologieperspektiven für Zukunftsmärkte“ bestehend aus Vertretern der Wirtschaft und der Wissenschaft wurde bei der Forschungsministerin eingerichtet, sowie der „Rat für Innovation und Wachstum“ als Beratungsgremium der Bundeskanzlerin. Für die Förderung der 17 Zukunftsfelder sollen 11.940 Mio. € bereitgestellt werden. Das Budget für technologieübergreifende Querschnittsmaßnahmen beträgt insgesamt 2.660 Mio. €. Die Aufteilung auf die verschiedenen Zukunftsfelder zeigt Tabelle 13.

**Tabelle 13: Mittel für die High-Tech-Strategie 2006 – 2009 in Mio. €**

<b>17 High-Tech-Sektoren</b>	<b>11.940</b>
Davon:	
- Nanotechnologien	640
- Biotechnologie	430
- Mikrosystemtechnik	220
- Optische Technologien	310
- Werkstofftechnologien	420
- Raumfahrttechnologien	3.650
- Informations- und Kommunikationstechnologien	1.180
- Produktionstechnologien	250
- Energietechnologien	2.000
- Umwelttechnologien	420
- Fahrzeug- und Verkehrstechnologien	770
- Luftfahrttechnologien	270
- Maritime Technologien	150
- Gesundheitsforschung und Medizintechnik	800
- Pflanzen	300
- Sicherheitsforschung	80
- Dienstleistungen	50
<b>Technologieübergreifende Querschnittsmaßnahmen (Auswahl)</b>	<b>2.660</b>
Davon:	
- Kräfte von Wissenschaft und Wettbewerb bündeln: Forschungsprämie, Clusterwettbewerb, Wettbewerb „Austauschprozesse zwischen Wissenschaft und Wirtschaft“, Unternehmen Region, Wettbewerb „Wissenschaft trifft Wirtschaft“	600
- Bedingungen für den innovativen Mittelstand verbessern: Themenoffene Innovationsförderung für den Mittelstand (PRO INNO, IGF, INNO-WATT, Innonet, NEMO, ERP-Innovationsprogramm)	1.840
- Gründung neuer Technologieunternehmen unterstützen: High-Tech-Gründerfonds, Existenzgründungen aus der Wissenschaft (EXIST), Best-Practice-Modelle in außeruniversitären Forschungsorganisationen	220

Quelle: BMBF (2006).

### 3.1.3.2 Umweltrelevanz

Die Zukunftsfelder in der High-Tech-Strategie und die hier untersuchten Handlungsfelder für Umweltinnovationen sind unterschiedlich abgegrenzt. So lassen sich insgesamt zwar hohe Überschneidungen zwischen den Programmen feststellen, beispielsweise bei den Zukunftsfeldern Nanotechnologien, Biotechnologie, Energietechnologien und Umwelttechnologien, aber es werden zum Teil andere Produktgruppen gefördert. So ist im Zukunftsfeld Energietechnologien beispielsweise auch die Nuklearforschung enthalten. Überschneidungen mit den Handlungsfeldern ergeben sich in folgenden Bereichen:

## **Pflanzen**

Dieses Zukunftsfeld weist Überschneidungen mit dem Handlungsfeld Biotechnologie auf. Auch das Förderprogramm „Nachwachsende Rohstoffe“ für die stoffliche und energetische Nutzung ist teilweise unter diesem Zukunftsfeld subsumiert.

## **Energietechnologien**

Dieses Zukunftsfeld überlappt sich mit den Handlungsfeldern „Energieerzeugung und Speicherung“ sowie „Energieeffizienz“. Folgende Teilprogramme werden genannt:

- Moderne Kraftwerkstechnologien auf Gas- und Kohlebasis entwickeln
- Brennstoffzellen und Wasserstofftechnologien konkurrenzfähig machen
- Energieoptimiertes Bauen weiterentwickeln
- Effiziente Energienutzung stärken
- Erneuerbare Energien ausbauen
- Chancen des Technologieexports nutzen

Im Zusammenhang mit dem Technologieexport wird auf die projektbezogenen Mechanismen des Kyoto-Protokolls verwiesen, d.h. auf den Clean Development Mechanism (CDM) und Joint Implementation (JI).

In diesem Zukunftsfeld befinden sich aber auch zwei Handlungsfelder zur Nuklearforschung:

- Nukleare Sicherheits- und Endlagerforschung stärken
- Fusionsforschung vorantreiben

## **Umwelttechnologien**

Hierunter fällt zum einen ein neu aufzulegendes Forschungsförderprogramm zur Steigerung der Ressourcenproduktivität, das Programm „Forschung für die Nachhaltigkeit“, sowie das Internet-Portal „Cleaner Production“ des Umweltbundesamtes zum Export von Umwelttechnologien.

## **Informations- und Kommunikationstechnologien**

Besitzen eine hohe Umweltrelevanz z.B. wegen Ressourcenschonung und energieeffizienten Geräten.

## **Fahrzeug- und Verkehrstechnologien**

Hohe Überschneidung durch Handlungsfelder „Intelligente Verkehrskonzepte“ sowie „Alternative Antriebe weiterentwickeln“. Zu den spezifischen Initiativen zählt das „Innovationspro-

gramm Wasserstoff- und Brennstofftechnologie“, ein Biomasse-Aktionsplan sowie die Entwicklung alternativer Antriebe.

### **Luftfahrttechnologien**

Hier geht es sowohl um die Senkung des Treibstoffverbrauchs als auch der Emissionen und der Unfälle im Flugverkehr.

### **Maritime Technologien**

In diesem Zukunftsfeld könnte es Überschneidungen mit der Produktlinie Wasserfahrzeuge geben.

### **Nanotechnologie**

Dieses Zukunftsfeld weist eine Überlappung mit dem eingangs definierten Handlungsfeld Nanotechnologie auf. Denn Forschung auf dem Gebiet der Nanomaterialien zählt z.B. zu den in der High-Tech-Strategie erwähnten spezifischen Initiativen.

### **Biotechnologie**

Auch hier gibt es starke Überschneidungen dieses Zukunftsfeldes des BMBF zum hier untersuchten Handlungsfeld Biotechnologie, zum Beispiel im Bereich der „weißen Biotechnologie“.

### **Mikrosystemtechnik**

Dieses Zukunftsfeld hat eine Relevanz für einige Handlungsfelder, da es die Anwendung einzelner Technologien in Systemlösungen fördert, z.B. aus der Nano- und Biotechnologie.

### **Werkstofftechnologien**

Dieses Zukunftsfeld hat ebenfalls eine hohe Bedeutung für die Handlungsfelder Energieeffizienz sowie Rohstoff- und Materialeffizienz.

### **Technologieübergreifende Querschnittsmaßnahmen**

Die Umweltrelevanz der technologieübergreifenden Querschnittsmaßnahmen soll im nachfolgenden Abschnitt 3.2 untersucht werden.

Es lässt sich festhalten, dass die folgenden Handlungsfelder in der High-Tech-Strategie gut abgedeckt sind: Energieerzeugung und Speicherung, Energieeffizienz, Rohstoff- und Materialeffizienz, Biotechnologie und Nanotechnologie. Im Vergleich zu den Energietechnologien werden die Fahrzeug- und Verkehrstechnologien dagegen weniger stark gefördert. Nicht explizit vertreten sind in der High-Tech-Strategie die Handlungsfelder Kreislaufwirtschaft sowie Nachhaltige Wasserwirtschaft. Sie werden zwar teilweise von anderen Zukunftsfeldern wie den Umwelttechnologien abgedeckt, in den vorgesehenen spezifischen forschungs- und innovationspolitischen Initiativen sind aber nur wenige Hinweise darauf enthalten.

### **3.2 *Verbesserung der Rahmenbedingungen für Innovationen***

Für die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit ist es nicht allein entscheidend, eine exzellente Forschungsinfrastruktur bereitzustellen. Wichtig ist zudem, dass ein Transfer von der Forschung und Entwicklung hin zu den Innovatoren stattfindet, die neue Produkte und Verfahren letztendlich auf den Markt bringen. Insbesondere für den Mittelstand fördert die Bundesregierung diese Markteinführungsphase durch technologieoffene Programme, d.h. es werden alle Technologien gefördert. Die Programme zielen zum einen auf KMU und die Gruppe der technologiebasierten Unternehmen ab, zum anderen unterstützen sie auch die Bildung von Kooperationen und Netzwerken.

#### **3.2.1 Förderung von technologiebasierten Unternehmen**

Technologiebasierte Unternehmen werden von Seiten des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie durch verschiedene Programme gefördert. Tabelle 14 zeigt eine Übersicht aus dem Bundesforschungsbericht (2006). Inwiefern durch diese Programme auch Umweltinnovationen gefördert werden, geht aus dem Bundesforschungsbericht nicht hervor. Im Folgenden sollen beispielhaft die Programme EXIST sowie das ERP-Innovationsprogramm dargestellt werden. Diese Beispiele wurden herausgegriffen, weil für eines dieser Programme bereits eine wissenschaftliche Evaluation vorliegt (EXIST), und das andere Programm über ein besonders hohes Finanzvolumen verfügt (ERP-Innovationsprogramm).

Zum Förderprogramm EXIST ([www.exist.de](http://www.exist.de)), das Existenzgründungen aus der Wissenschaft fördert, wird eine Begleitforschung durchgeführt (Kulicke, 2006). In der Bewertung der gründungsbezogenen Qualifizierung aller deutschen Hochschulen schneiden demnach die meisten im Rahmen der EXIST Initiative geförderten Hochschulen gut ab. Insgesamt wird jedoch bemängelt, dass die wirtschaftliche Verwertung von Forschungsergebnissen hinter den ursprünglichen Erwartungen zurückgeblieben ist. Als Barrieren für die mangelnde Umsetzung

werden die Verwertungspraxis an deutschen Hochschulen, die geringe Risikobereitschaft wissenschaftlicher Mitarbeiter und ein mangelndes gründungsförderndes Umfeld genannt.

**Tabelle 14: Förderprogramme für technologieorientierte Unternehmen**

<b>Zuständiges Ministerium</b>	<b>Programmbezeichnung</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Laufzeit</b>	<b>Finanzvolumen</b>
BMWi, KfW, Industrieunternehmen	High Tech Gründerfonds	Verbesserung der Finanzierungsbedingungen für technologieorientierte Unternehmensgründungen	Seit Aug. 2005	262 Mio. € bis 2011 (davon 240 Mio. € aus Bundeshaushalt)
BMWi	ERP Startfonds	Beteiligungskapital für junge Technologieunternehmen	Seit Nov. 2004	250 Mio. € bis 2009
BMWi, Europäischer Investitionsfonds (EIF)	ERP/EIF Dachfonds	Investition in deutsche Beteiligungskapitalfonds für innovative Frühphasen- und Wachstumsunternehmen	Anfang 2004	500 Mio. € bis 2008 (jeweils 50 % von ERP und EIF)
BMWi	ERP Innovationsprogramm	Technologische Wettbewerbsfähigkeit von KMU, Bereitstellung von Risikokapital	Seit 1996	2000-2004: 1,7 Mrd. € Kreditzusagen Ab 2006 jährlich 650 Mio. €
BMWi	Förderprogramm EXIST	Existenzgründungen aus der Wissenschaft	Seit 1998	1998-2005: 45 Mio. € 2006-2007: (Soll) 35 Mio. €
BMWi	INNO-WATT	Förderung innovativer Wachstumsträger in benachteiligten Regionen	Anfang 2004	2004 (IST): 84,71 Mio. € 2005 (IST): 93,48 Mio. € 2006 (SOLL): 97,00 Mio. €
BMBF	High-Tech Strategie	Beteiligungskapitalförderung, Technologiekooperationsprogramme für KMU	Keine Angaben im Bundesforschungsbericht 2006	

Quelle: BMBF (2006).

Im Evaluationsbericht sind die geförderten Universitäten aufgeführt. Als besonders positives Beispiel wird die Universität Potsdam erwähnt, die auf dem zweiten Platz des Gesamtrankings landete. Schaut man auf die Website der Hochschule, so findet sich dort ein Hinweis auf das BEGiN-Netzwerk (Brandenburger Existenzgründer im Netzwerk, [www.begin-brandenburg.de](http://www.begin-brandenburg.de)). Die dort vorgestellten Gründerporträts stellen ein weites Spektrum von Dienstleistern (z.B. Webdesign) und freien Berufen (z.B. Mediendesign) dar. Umweltrelevanz ist durchaus gegeben. So handelt es sich bei einem sogenannten „Gründer des Monats“ um ein Unternehmen aus dem Bereich der Nanotechnologie, dessen Geschäftsidee folgendermaßen beschrieben wird: „Die 1-NANO G.L.A.S.S. LTD ist ein Unternehmen, welches auf die Erneuerung und Regeneration von Scheiben in Schwimm- und Thermalbädern spezialisiert ist. Verkalkungen und Korrosionen auf den Scheiben werden mit spezieller auf diese Problematik abgestimmter Nanotechnologie beseitigt. Permanente Reinigungsarbeiten entfallen. Alle Produkte, die zur Regeneration der Scheiben eingesetzt werden, sind umweltverträglich“. Bezüglich der Branchen, die bei High-Tech-Gründungen eine besondere Rolle spielen, nennt die EXIST-Website vor allem die Software- und Multimediasparte sowie die klassischen Start-Up Branchen einschließlich der Biotechnologie. Erwähnt werden aber von Velling (2007) auch „sehr interessante Gründungen in der Umwelttechnologie, im Energiesektor, insbesondere bei den erneuerbaren Energien, den Materialwissenschaften und der Nanotechnologie. Für besonders spannend halte ich persönlich auch Gründungen in Bereichen, in denen Deutschland der globale Leitmarkt ist. Hierzu gehören für mich der Automobilbereich einschließlich Zulieferindustrie, die Kommunikationssparte, der gesamte Bereich der erneuerbaren Energien und natürlich der Maschinen- und Anlagebau mit seinen zahlreichen Nischenmärkten“.

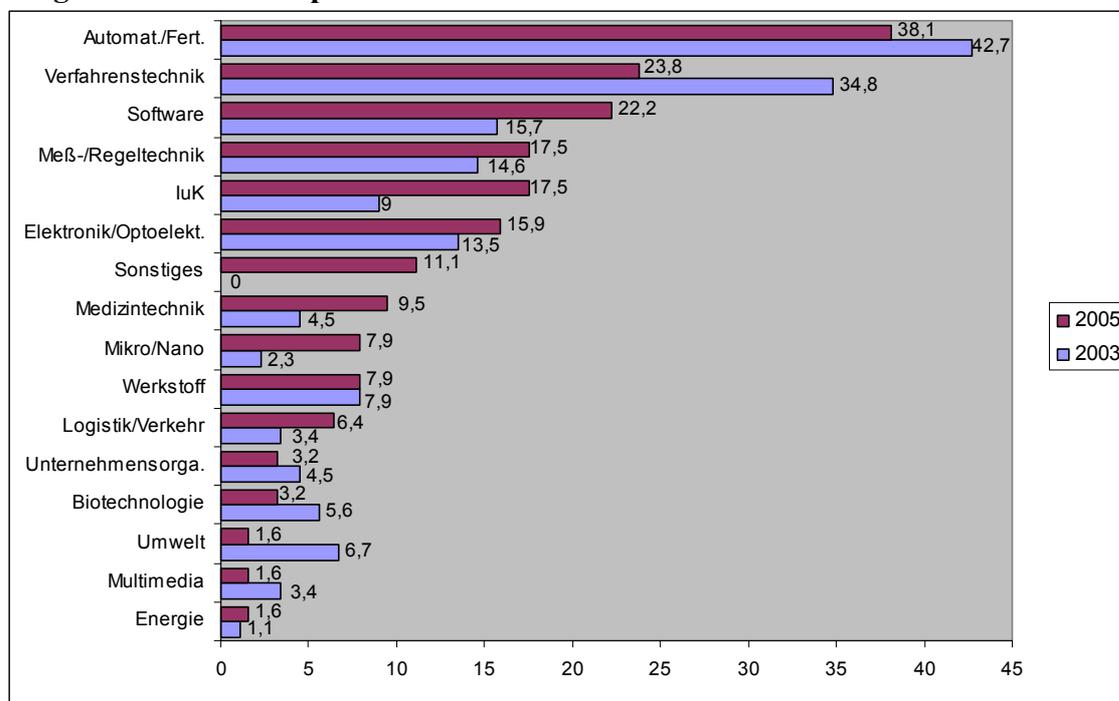
Das ERP-Innovationsprogramm der KfW Mittelstandsbank ermöglicht eine langfristige und zinsgünstige Finanzierung von Produktentwicklungsprozessen hauptsächlich von Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe. Das Förderprogramm unterteilt sich in zwei große Bereiche; während der Programmteil I hauptsächlich auf die marktnahe Forschung und die Produktneuentwicklung abzielt, unterstützt Programmteil II die Unternehmen bei der Markteinführung (KfW, 2006a). Durch die Fördermaßnahmen sollen hauptsächlich etablierte Unternehmen mit einer Marktaktivität von über zwei Jahren unterstützt werden. Ausgeschlossen von der Förderung sind Unternehmen in wirtschaftlichen Schwierigkeiten.

Im Jahr 2005 konnten durch das ERP-Innovationsprogramm 70 Projekte mit einem Gesamtvolumen von 127,3 Mio. € unterstützt werden. Abbildung 14 zeigt eine Auswertung der Technologiefelder des Programms aus dem Jahre 2005 im Vergleich zum Jahr 2003.

Dargestellt ist in der Tabelle die Anzahl der Zusagen in Prozentpunkten, Mehrfachnennungen sind möglich. Es zeigt sich ein deutlicher Schwerpunkt bei Fertigungsverfahren, Messtechnik und Elektronik. Steigende Bedeutung haben innerhalb der zwei Jahre insbesondere die Technologiefelder IuK, Medizintechnik und Mikro/Nanotechnologie erfahren. Umwelt- und Biotechnologien sind in geringerem Umfang vertreten, Energietechnologien sind deutlich unterrepräsentiert. Im Vergleich zum Jahr 2003 hat die Bedeutung dieser Technologien für das Förderprogramm sogar noch abgenommen.

Mit dem Inkrafttreten des neukonzipierten ERP-Innovationsprogramms (KfW, 2006b) im Dezember 2005 ändert sich die Finanzierungsstruktur der Fördermaßnahmen. Neben dem klassischen Fremdkapitaldarlehen sieht das neue Programm die Einbindung eines sogenannten Nachrangdarlehens vor. Dieser Teil des Darlehens tritt im Rang hinter die Forderungen aller anderen Kapitalgeber zurück und weist somit eine eigenkapitalähnliche Struktur auf.

**Abbildung 14: Auswertung der Technologiefelder des ERP-Innovationsprogramms: Vergleich der Berichtsperioden 2003 und 2005**



Quelle: KfW (2006a, 2004).

Auffallend ist eine deutliche Zunahme der Förderungsanträge, so gingen alleine im Dezember 2005 47 Anträge mit einem Gesamtvolumen von 189,79 Mio. € ein, hauptsächlich für den Bereich FuE (Programmteil I). Bis zum 01.04.2006 wurden bereits Fördermittel i.H.v. 81,71

Mio. € gebilligt, was somit auf eine Ausweitung des jährlichen Fördervolumens schließen lässt. Im Vergleich zur diversifizierenden Verteilung des alten Konzeptes scheint sich das neue Programm weitestgehend an umsatzstarke Unternehmen (> 50 Mio. € Jahresumsatz) des verarbeitenden Gewerbes zu richten, die Förderung von Automatisierung/Fertigung und Verfahrenstechnik scheint auch hier im Vordergrund zu stehen, Umwelt- und Biotechnologien spielen eine untergeordnete Rolle. Aufgrund des kurzen Beobachtungszeitraums lassen sich bei der Auswertung des reformierten Innovationsprogramms lediglich erste Tendenzen abschätzen, für die genaue Analyse bedarf es eines längeren Zeitraums.

Grundsätzlich ist aufgrund der Komplementarität einiger Programme davon auszugehen, dass ähnliche Technologien gefördert werden, d.h. wenn ein Unternehmen im Rahmen von EXIST aus der Taufe gehoben wird, dann ist auch davon auszugehen, dass diesem Unternehmen beispielsweise über den High-Tech-Gründerfonds oder den ERP Startfonds Kapital zur Verfügung gestellt werden kann. Die Programme zur Förderung technologiebasierter Unternehmen, wie in Tabelle 14 dargestellt, zielen generell auf die neuen Schlüsseltechnologien (Nanotechnologie, Informationstechnologie, Biotechnologie) ab, die oft eine hohe Umweltrelevanz aufweisen.

### **3.2.2 Förderung von Forschungsk Kooperationen und Innovationsnetzwerken**

Die Bundesregierung gab zwischen Ende 1998 und 2005 zusammen mehr als 4,5 Mrd. € für Programme zur Förderung von Forschungsk Kooperationen und Innovationsnetzwerken aus. Tabelle 15 gibt einen Überblick über diese spezifisch auf KMU ausgerichteten Programme. Im Folgenden sollen beispielhaft die Programme PRO INNO und InnoNet dargestellt werden. Die Programme wurden ausgewählt, weil sie entweder über ein besonders hohes Finanzvolumen verfügen (PRO INNO) und/oder weil sie bereits wissenschaftlich evaluiert wurden (PRO INNO, InnoNet).

Der größte Anteil des Geldes floss in die Programme Innovationskompetenz mittelständischer Unternehmen (PRO INNO) und seinen Nachfolger PRO INNO II zur Förderung der Kooperation von KMU und von KMU mit Forschungseinrichtungen. Kulicke et al. (2006) haben die geförderten Projekte der Programme ausgewertet und stellen fest, dass PRO INNO das einzige, breit angelegte Mittelstandsprogramm zur Innovationsförderung durch Zuschüsse für Unternehmen ist, die anwendungsorientierte Forschung und marktnahe Entwicklungsarbeiten durchführen möchten. Zu der positiven Bewertung trägt auch die Technologieoffenheit des Programms bei. Es wird hervorgehoben, das Programm sei im positiven Sinne „gereift“ und praxisnah gestaltet, so dass es an den Bedarf des Mittelstandes angepasst sei.

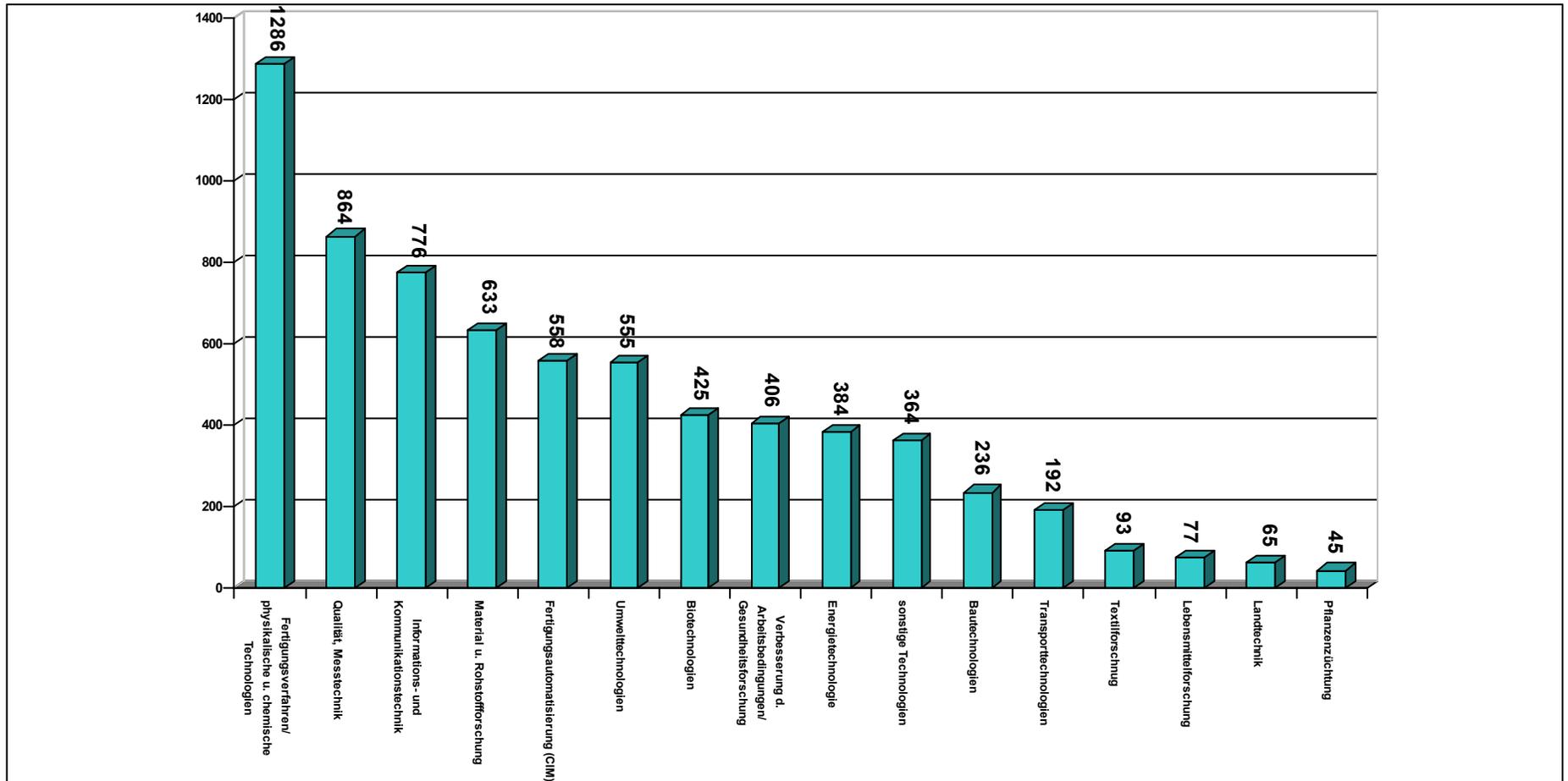
Abbildung 15 zeigt die Technologiefelder der geförderten Projekte. Man kann die genannten Zahlen mit der Anzahl der geförderten Anträge gleichsetzen, da in PRO INNO jeder beteiligte Partner an einer Kooperation einen eigenen Antrag stellen muss, über den dann entschieden wird. Dies ist dann ein Projekt. Typisch sind Kooperationen zwischen zwei Partnern (2 Unternehmen oder ein Unternehmen mit einer Hochschule/Forschungseinrichtung). Es gibt aber auch einige wenige größere Partnerkonstellationen mit 4 oder 5 Beteiligten. Diese sind dann in Abbildung 15 jeweils vier oder fünf Mal vertreten.

**Tabelle 15: Förderung von Kooperationen und Unternehmensnetzwerken**

<b>Programmbezeichnung</b>	<b>Inhalt</b>	<b>Laufzeit</b>	<b>Finanzvolumen</b>
PRO-INNO II	Förderung der Kooperation von KMU und von KMU mit Forschungseinrichtungen	PRO INNO: 1999 – 2003 PRO INNO II: 2004-2008	1999-2004: 550 Mio. € 2005 (IST): 157 Mio. € 2006 (Soll): 163 Mio. €
Netzwerkmanagement-Ost (NEMO)	Bildung innovativer regionaler Netzwerke von KMU ist Ostdeutschland	2002 – 2008	2002-2004: 11,9 Mio. € 2005 (IST): 6,0 Mio. € 2006 (Soll): 6,5 Mio. €
InnoNet	Verbundvorhaben zwischen KMU und Forschungseinrichtungen	1998-2009	1998-2004: 43,5 Mio. € 2005 (IST): 17,5 Mio. € 2006 (Soll): 19,0 Mio. €
Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF) mit Initiative „Zukunftstechnologien für KMU“ (ZUTECH)	Förderung branchenweiter FuE-Kooperationsprojekte	IGF: seit 1954 ZUTECH: seit 1999, bis 2009	1998-2004: IGF: 621 Mio. € ZUTECH: 47 Mio. € 2005 (IST): 100 Mio. € 2006 (Soll): 106 Mio. €
Innovationsmanagement	Unterstützung Innovationsprozess in KMU durch externes Management	Modellversuch 2000 – 2004, 2005 – 2007 Programmrichtlinie	2000-2004: ca. 1,8 Mio. € 2005 (IST): 0,4 Mio. € 2006 (Soll): 0,4 Mio. €
Technologieorientiertes Besuchs- und Informationsprogramm (TOP)	Technologietransfer zwischen Unternehmen	1992 – 2006	2000-2004: ca. 1,8 Mio. € 2005 (IST): 0,4 Mio. € 2006 (Soll): 0,4 Mio. €
Programm zur Stärkung von Innovationen und Technologietransfer bei KMU	Technologietransferstellen z.B. für Handwerk	Unbefristet	2000-2004: 49,3 Mio. € 2005 (IST): 7,9 Mio. € 2006 (Soll): 8,1 Mio. €

Quelle: BMBF (2006).

Abbildung 15: Technologiefelder der von PRO INNO geförderten Projekte



Quelle: Kulicke (2005), S. 50.

Bei den geförderten Technologiefeldern dominieren deutlich die Fertigungsverfahren mit 1.286 geförderten Projekten zwischen Juni 1999 und Anfang 2004. Gut vertreten sind jedoch auch die Material- und Rohstoffforschung mit 633, Umwelttechnologien mit 555, Biotechnologien mit 425, Energietechnologien mit 384 und Transporttechnologien mit 192 Projekten. Insgesamt wird deutlich, dass ein sehr breites Spektrum an Technologien durch das Programm abgedeckt wird.

Auch das Programm PRO INNO II wurde von Kulicke et al. (2006) evaluiert. Die Evaluierung bestätigt das Ergebnis, dass die geförderten Innovationsvorhaben zu einem breiten Spektrum an Technologiefeldern zählen. Während Tabelle 16 die Anzahl der bewilligten Anträge von August 2004 bis Dezember 2005 angibt, zeigt Abbildung 16 die Aufteilung der Fördermittel nach den Technologiefeldern.

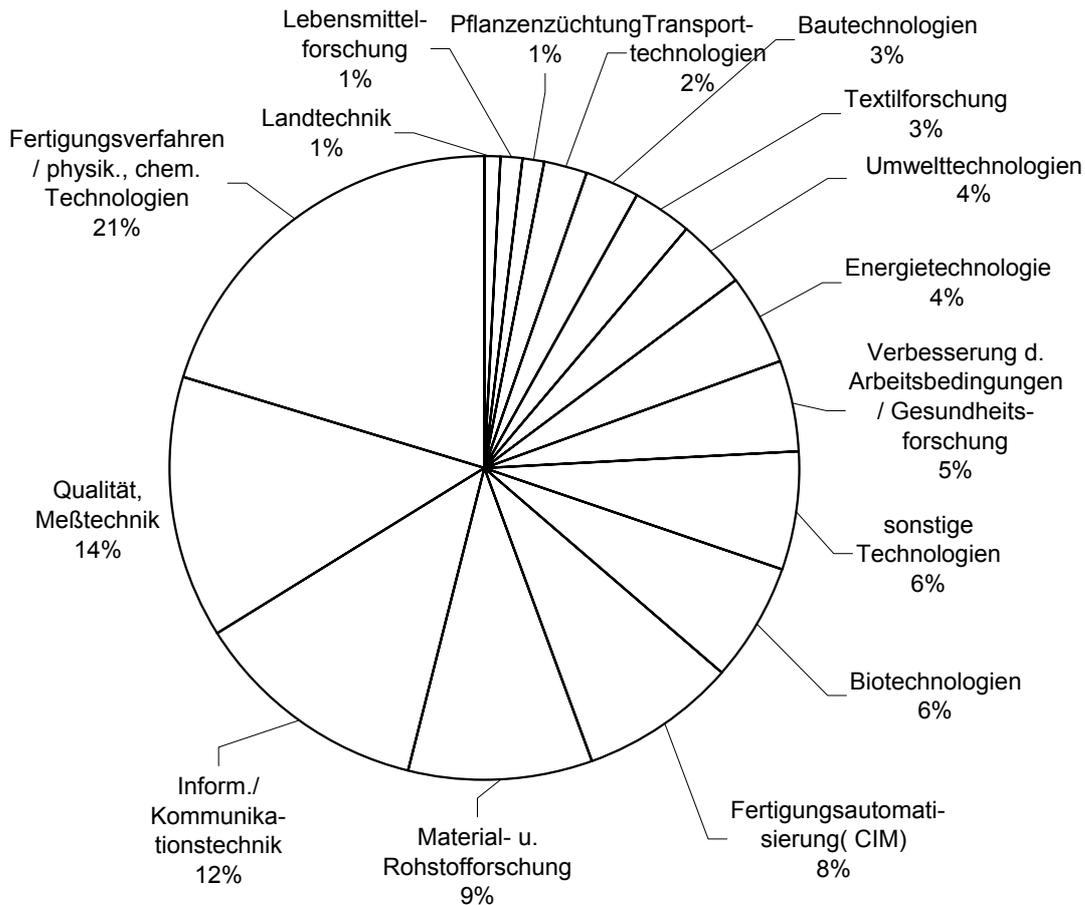
**Tabelle 16: Technologiefelder der bewilligten Anträge von PRO INNO II**

<b>Technologiefelder</b>	<b>bewilligte Anträge</b>
Fertigungsverfahren/ physikalische, chemische Technologien	379
Qualität, Messtechnik	268
Informations- und Kommunikationstechnik	248
Material- u. Rohstoffforschung	180
Fertigungsautomatisierung ( CIM)	148
Biotechnologien	122
sonstige Technologien	113
Verbesserung d. Arbeitsbedingungen/ Gesundheitsforschung	95
Energietechnologie	82
Umwelttechnologien	63
Textilforschung	62
Bautechnologien	49
Transporttechnologien	46
Pflanzenzüchtung	33
Lebensmittelforschung	27
Landtechnik	17

Quelle: Kulicke et al. (2006).

Besonders forschungsintensive Bereiche sind in PRO INNO nicht so stark vertreten, da es für diese Technologien spezifische Förderprogramme des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gibt. Diese sind eindeutig forschungsorientiert ausgerichtet und besitzen eine größere finanzielle Attraktivität für die Unternehmen.

**Abbildung 16: Verteilung der Fördermittel nach Technologiefeldern**



Quelle: Kulicke et al. (2006), Antragsdaten für Förderzeitraum 1.8.2004 – 31.12.2005.

Das Programm InnoNet (<http://www.vdivde-it.de/innonet>) initiiert größere Verbünde für marktferne FuE-Projekte, die forschungsorientierte und forschungserne Unternehmen mit Forschungsreinrichtungen zusammenführen. Durch InnoNet sollen:

- KMU und Forschungseinrichtungen für eine stärkere Zusammenarbeit gewonnen werden,
- Forschungseinrichtungen angeregt werden, ihre Forschungsarbeiten stärker auf die Bedürfnisse von KMU auszurichten und
- FuE-Ergebnisse schneller in marktfähige Produkte, Prozesse und Dienstleistungen umgesetzt werden.

In einer Wirkungsanalyse stellen Belitz et al. (2004, S. 9) fest, dass InnoNet eine Lücke im FuE-Fördersystem des Bundes füllt. In mehr als 50 % der Fälle planen die Unternehmen, Forschungsergebnisse innerhalb eines Jahres nach Beendigung der Förderung in marktgängige Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen umzusetzen. Die Erfolgsquote ist nach Meinung der Autoren im Vergleich zu anderen Programmen als hoch zu bewerten. Die geförderten

Technologiefelder decken ein breites Themenspektrum ab, hatten jedoch zum Zeitpunkt der Evaluation einen Schwerpunkt bei Medizin und Life Sciences (einschließlich Biotechnologie). Diesem Bereich waren 7 der insgesamt 18 untersuchten Projekte zuzuordnen. Umweltprojekte waren zudem in den Bereichen der Nanotechnologie sowie der Umwelttechnik mit jeweils einem Projekt vertreten. In der aktuellen 9. Ausschreibungsrunde des InnoNet-Wettbewerbs sind unter den 22 Gewinnern Projekte zu innovativen Heiztechniken zur Energieeinsparung, zur photovoltaisch betriebenen Meerwasserentsalzung und zur Pulverlackbeschichtung von Holzwerkstoffen vertreten.

### **3.3 Zwischenergebnis**

#### **3.3.1 Direkte Projektförderung**

Insgesamt ist aus der Analyse der innovationspolitischen Instrumente sowohl laufender Fördermaßnahmen verschiedener Träger sowie der PROFI-Datenbank (und damit verbunden des Bundesberichts Forschung 2006) erkennbar, dass in allen Handlungsfeldern sowie deren untergeordneten Produktgruppen Fördermöglichkeiten auf Bundesebene bestehen.

Wegen der unterschiedlichen Kategorisierung der Technologiefelder in der PROFI-Datenbank, den Förderdatenbanken der Projektträger und Ministerien und der Darstellung im Internet müssen Schlussfolgerungen mit der gebotenen Vorsicht gezogen werden. Wie Tabelle 17 zeigt, sind die Fördermöglichkeiten nicht gleichmäßig auf die Handlungsfelder verteilt. Dieser Untersuchung zufolge liegt der größte Anteil der Förderung bei den Produktgruppen Erneuerbare Energien, Energieerzeugung und -speicherung. Relativ gering gefördert werden im Gegensatz Nachhaltige Mobilität sowie auch die Handlungsfelder Bio- und Nanotechnologie. Hier könnten mögliche Förderlücken bestehen.

Es ist wichtig zu betonen, dass hier die *Handlungsfelder* Nachhaltige Mobilität sowie Bio- und Nanotechnologie gemeint sind (im Sinne einer Ökologischen Industriepolitik), die auf den jeweiligen Produktgruppen aufbauen. Dies schließt nicht aus, dass umfangreiche Förderung bzw. Fördermöglichkeiten bspw. für Biotechnologie vorliegen, die sich allerdings nicht auf die Produktgruppen des Handlungsfelds beziehen.

Die geplante Förderung im Rahmen der High-Tech-Strategie konnte aufgrund der vorliegenden aggregierten Informationen nicht nach den Produktgruppen spezifiziert werden. Die Analyse der ökologisch relevanten Förderprogramme in der Biotechnologie legt den Verdacht nahe, dass nur ein kleiner Teil in ökologisch relevante Felder fließt.

**Tabelle 17: Synopsis der Analyse bzgl. aktueller Fördermöglichkeiten und Förderung 1999-2006 bzw. in der High-Tech-Strategie auf Handlungsebene**

	Energieerzeugung und Speicherung	Energieeffizienz	Rohstoff-, Materialeffizienz	Nachhaltige Mobilität	Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling	Nachhaltige Wasserwirtschaft	Biotechnologie	Nanotechnologie
Bestehende Förderprogramme (Anzahl)	30	28	13	18	18	16	15	5
Förderung 1999- 2006 (PROFI-Datenbank)	655 Mio. €	209 Mio. €		141 Mio. €		296 Mio. €	80 Mio. €	37 Mio. €
High-Tech-Strategie	Energietechnologien* 2.000 Mio. €		Verteilt auf mehrere Zukunftsfelder	Fahrzeug- und Verkehrstechnologien* 770 Mio. €	Enthalten in Zukunftsfeld Werkstofftechnologien*	Enthalten in Zukunftsfeld Umwelttechnologien*	Biotechnologie* 430 Mio. €	Nanotechnologie* 640 Mio. €

Legende: \*Die Zukunftsfelder der High-Tech-Strategie sind sehr breit gefasst und enthalten auch die Förderung von Technologien, die nicht unter die Handlungsfelder subsumiert werden können.

Auffällig ist, dass drei Handlungsfelder in der High-Tech-Strategie der Bundesregierung nicht auftauchen. Dies liegt daran, dass diese Technologiefelder unter anderen Stichworten abgegrenzt werden, so dass es schwierig ist, die Förderung dieses Handlungsfeldes zu überprüfen. Das Zukunftsfeld Werkstofftechnologien der High-Tech-Strategie weist beispielsweise eine hohe Relevanz für die Handlungsfelder „Rohstoff- und Materialeffizienz“ sowie „Kreislaufwirtschaft“ auf, dort wird auch „Materialeffizienz steigern“ explizit als Förderziel des Zukunftsfeldes ausgewiesen, und auf die geplante Fortsetzung des Förderprogramms für die Beratung von KMU zur Verbesserung der Materialeffizienz durch das BMWi sowie den geplanten Start eines eigenen Netzwerks zu diesem Zweck verwiesen. Ein explizites Ziel des Zukunftsfeldes Werkstofftechnologien ist überdies „eine Kreislaufwirtschaft nach dem Vorbild der Natur“ (BMBF, 2006). Im Zusammenhang mit diesem Ziel wird auf das BMU und dessen Einsatz für die Weiterentwicklung der EU-Abfallrichtlinie verwiesen. Eine weitere Überschneidung ergibt sich zwischen dem Zukunftsfeld „Umwelttechnologien“ und den Handlungsfeldern „Rohstoff- und Materialeffizienz“ sowie „Nachhaltige Wasserwirtschaft“. Im Zukunftsfeld „Umwelttechnologien“ taucht beispielsweise unter den geplanten spezifischen Initiativen ein neues Forschungsförderprogramm zur Steigerung der Ressourcenproduktivität auf, das unter der Verantwortung von BMU und BMBF für das Jahr 2006 geplant ist. Des

Weiteren ist das Ziel „Weltweite Wasserversorgung sichern“ unter diesem Zukunftsfeld aufgeführt. Als spezifische innovations- und forschungspolitische Initiativen unter Federführung von BMBF und BMZ sind hier internationale Forschungsk Kooperationen, ein Stipendienprogramm sowie die mögliche Ansiedlung eines UN-Wasserdekaden-Büros in Bonn in den Jahren 2006/2007 erwähnt. Insofern werden die drei Handlungsfelder „Rohstoff- und Materialeffizienz“, „Kreislaufwirtschaft“ sowie „Nachhaltige Wasserwirtschaft“ nicht mit einem Euro-Betrag in Tabelle 16 versehen, d.h. die Handlungsfelder sind nicht explizit als Zukunftsfelder erwähnt, lassen sich aber dennoch unter verschiedenen Zukunftsfeldern unterbringen.

Zudem werden insgesamt hohe Summen in die Förderung von Technologien investiert, die mit einer Ökologischen Industriepolitik nicht in Einklang gebracht werden können. Dies wurde exemplarisch an Kohle- und Nukleartechnologie dargestellt. Diese Förderprogramme können allerdings durchaus umweltpolitischen Zielen dienen, indem sie beispielsweise zur Lösung der Entsorgungsprobleme der Kernenergie oder zur Entwicklung eines CO<sub>2</sub>-freien Kohlekraftwerks beitragen.

### **3.3.2 Verbesserung der Rahmenbedingungen für Innovationen**

Zu den Programmen zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für Innovationen zählen sowohl die Förderung von technologiebasierten Unternehmen als auch die Förderung von Kooperationen und Unternehmensnetzwerken. Die Programme sind technologieoffen ausgeschrieben, und erreichen insbesondere auch die Akteursgruppe der KMU. In den Evaluationen werden der Technologieoffenheit gute Noten ausgestellt, d.h. es ist an den Bedarf des Mittelstandes angepasst.

Es stellt sich allerdings die Frage, ob es nicht darüber hinaus auch spezifische Umweltinnovationsnetzwerke zu Themen wie Materialeffizienz und Energieeffizienz geben sollte, zumal in der High-Tech-Strategie bereits von dem geplanten Start eines solchen Netzwerks zu Materialeffizienz die Rede ist.

Die Förderprogramme der Maßnahmen zu den Rahmenbedingungen für Innovationen sind in der Regel in den Förderdatenbanken der Projektträger enthalten. Die dort enthaltenen Kategorien zu den Technologiefeldern lassen sich in der Regel nicht den für dieses Gutachten relevanten Gruppen der umweltpolitischen Handlungsfelder zuordnen, d.h. sie können keinen Aufschluss über die Relevanz der Programme nach einzelnen Handlungsfeldern geben. Insgesamt besitzen die Förderprogramme aber eine hohe Umweltrelevanz.

## 4 Überblick über umweltpolitische Instrumente

### 4.1 *Marktbasierte Instrumente zur Beeinflussung der Richtung des technischen Fortschritts*

Der Einsatz von marktbasierenden Instrumenten in der Umweltpolitik lässt sich damit begründen, dass sie Marktversagen auf kostenwirksame Weise korrigieren können. Marktversagen liegt beispielsweise vor, wenn private Märkte nicht existieren oder funktionieren, weil es sich bei Umweltgütern um öffentliche Güter handelt, oder wenn die sozialen Nutzen der Umweltgüter über den privaten Nutzen liegen. Der Vorteil marktbasierter Instrumente besteht darin, dass sie für die Unternehmen Flexibilität schaffen, die eine beträchtliche Reduzierung der Kosten für Umweltverbesserungen ermöglicht (Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2007b).

Marktbasierte Instrumente setzen nicht an einer bestimmten Innovationsphase an. Sie üben Wirkungen in allen Innovationsphasen aus, da sie das Gefüge der relativen Preise von Produktionsfaktoren korrigieren, das aufgrund negativer externer Effekte verzerrt ist. Die Internalisierung externer Effekte über marktbasierende Instrumente ist die „First Best“-Alternative bei der Wahl umweltpolitischer Instrumente, auch aus innovationspolitischer Perspektive.

Innovationsentscheidungen reagieren sensibel auf Preiseffekte bzw. die Preisrelationen zwischen den verschiedenen Produktionsfaktoren. Wie Grupp (1999, S. 611) anhand einer ökonomischen Analyse der Auswirkungen des Rohölpreises auf Umweltschutzpatente von 1980 bis 1997 gezeigt hat, „folgt die Innovationsrate zur Ressourcen- und Energieeinsparung dem Leitpreis für Rohstoffe. Die zeitliche Koppelung ist mit einer Jahresperiode eng“. Entsprechend kann auch bei einer Verteuerung des Faktors Umwelt über ökonomische Anreizinstrumente erwartet werden, dass Innovationsentscheidungen den Preissignalen in kurzem Abstand folgen. Zu vergleichbaren Ergebnissen kommt Popp (2002, S. 178) für die USA: „The most significant result is the strong positive impact energy prices have on new innovations. This finding suggests that environmental taxes and regulations not only reduce pollution by shifting behavior away from polluting activities but also encourage the development of new technologies that make pollution control less costly in the long run.“

#### 4.1.1 Abgaben

##### 4.1.1.1 Das Instrument

Bei Umweltabgaben handelt es sich um ein hoheitliches Instrument der Umweltpolitik, da Zwangsabgaben erhoben werden. Diese können in Form von Steuern, Gebühren, Beiträgen oder Sonderabgaben auftreten. Umweltabgaben können dem Ziel dienen, Staatseinnahmen zu

vermehrten (fiskalische Funktion), einen lenkenden Verhaltenanreiz zur Vermeidung von Umweltbelastungen auszuüben (Lenkungs- oder Anreizfunktion), oder den Vollzug des Ordnungsrechts zu unterstützen (vollzugsunterstützende Funktion) (Ewringmann, 1995). Konkret können Umweltabgaben daher nur vor dem Hintergrund bestimmter umweltpolitischer Ziel- und Eingriffsvorstellungen eingeordnet werden.

Theoretisch orientieren sich Umweltabgaben an der Theorie der Pigou-Steuer (Pigou, 1932) oder ersatzweise an dem Standard-Preis-Ansatz von Baumol und Oates (1971). Bei Fixierung eines staatlichen Umweltziels werden Umweltabgaben in der Höhe festgesetzt, die aufgrund der Verhaltensanpassungen der Wirtschaftssubjekte zu einer Erreichung des umweltpolitischen Ziels führt. Sie verbessern Preissignale, da sie externen Kosten und Nutzen von Wirtschaftstätigkeit einen Wert zumessen. Unternehmen zahlen bei vergleichsweise hohen Vermeidungskosten lieber die Abgabe, als die Umweltbelastung zu vermeiden. Da diejenigen Unternehmen in Vermeidungsaktivitäten investieren, die relativ günstige Grenzvermeidungskosten aufweisen, kommt es statisch gesehen zu einer effizienten Allokation mit einer Angleichung der Grenzvermeidungskosten an die Höhe der Steuer. Die dynamische Effizienz von Umweltabgaben besteht darin, dass Innovationsanreize in dem Ausmaß gegeben werden, in dem Investitionen in eine neue Technologie kostengünstiger sind als die Zahlung der Abgabe (siehe Hemmelskamp 1999; Zimmermann et al., 1996).

#### **4.1.1.2 Innovationswirkungen**

Ein Teil der Literatur zu den Innovationswirkungen von Umweltabgaben befasst sich mit der Endogenisierung technischen Fortschritts in ökonomischen Modellen (siehe z.B. Walz, 1999; Löschel, 2002; Schleich et al., 2005). Da technischer Fortschritt in ökonomischen Modellen immer noch bruchstückhaft dargestellt ist, und sich aus diesen Modellen kaum Hinweise für die Bewertung der tatsächlichen Innovationseffekte von Abgaben ziehen lassen, sollen im Folgenden zwei Studien dargestellt werden, die ex post die Innovationswirkungen von realen Abgaben untersuchen.

Linscheidt (1999) hat auf der Basis von Interviews in der Chemieindustrie sowie mit Beteiligten an der Abwasserabgabe in Nordrhein-Westfalen und der Sonderabfallabgabe in Hessen einige Hypothesen zu den Innovationswirkungen von Abgaben diskutiert. Insbesondere hat er Gespräche zu den folgenden Thesen geführt:

- Abgaben dienen in der Praxis vor allem der Diffusion bekannter Technologien. Ein Abgabentarif, der zur Induzierung grundlegender Technologiesprünge in der Industrie geeignet ist und auch die Inventionsphase beeinflusst, scheitert am politischen Widerstand der betroffenen Interessengruppen.

- Umweltabgaben und Ordnungsrecht ergänzen und verstärken sich hinsichtlich der ausgelösten Innovationseffekte in der Industrie.
- Auch der instrumentelle Verbund aus Ordnungsrecht und Umweltabgabe kommt kaum über die Diffusion vorhandener umweltfreundlicher Handlungsoptionen hinaus.
- Durch geeignet ausgestaltete Fördermaßnahmen lassen sich eine Einführung neuartiger Vermeidungstechnologien und eine Weiterentwicklung des Standes der Technik erreichen.

Die Interviews haben die Thesen im Wesentlichen bestätigt. Ausgeprägte Innovationseffekte werden von Abgaben nur dann ausgelöst, wenn sie sehr hoch sind und zugleich in glaubwürdiger Weise langfristige Impulse bieten. Umweltabgaben mit dem Ordnungsrecht zu kombinieren hat sich als sehr effiziente Lösung erwiesen und die Durchsetzung des Standes der Technik erheblich beschleunigt (beispielsweise durch die Abwasserabgabe), insbesondere bei solchen Nutzern, die durch das Ordnungsrecht kaum erreichbar sind (z.B. komplexe Unternehmen der Großchemie sowie nicht-genehmigungsbedürftige Anlagen). Insgesamt ist bei den untersuchten Beispielen aber lediglich eine Diffusion des Standes der Technik erfolgt. So wurde im Falle der Sonderabfallabgabe in Hessen vor allem der ohnehin bestehende Trend zur Abfallverwertung beschleunigt. Hinsichtlich der Entwicklung neuartiger Produkte und Verfahren, so die Schlussfolgerung, verbleibe eine Wirkungslücke, die durch Instrumente der Forschungs- und Technologiepolitik geschlossen werden müsse.

Görlach, Knigge und Lückge (2005) haben die Innovationswirkungen der ökologischen Steuerreform qualitativ analysiert. Die Analyse besteht allerdings nicht in einer empirischen Analyse der tatsächlichen Innovationsentscheidungen von Unternehmen und Haushalten, sondern in einer Untersuchung der hypothetischen Wirkung. Die Autoren analysieren die Marktdurchdringung verschiedener Umweltprodukte und berechnen, wie sich deren Vorteilhaftigkeit durch die Umweltsteuer verändert hat. Ein Beispiel: Die LED-Technik (LED steht für Light Emitting Diode) hat im Vergleich zu herkömmlichen Glühlampen und Energiesparlampen Vorteile hinsichtlich Energieeinsparung sowie insbesondere Haltbarkeit. Die Autoren rechnen vor, dass z.B. die Stadt Krefeld, die beim Umbau ihrer Ampelanlagen 275 LED-Leuchten eingesetzt hat, 33.000 Euro einsparen konnte. 28.000 Euro von der Ersparnis fallen aufgrund geringerer Wartungskosten an, 5.000 Euro aufgrund eines geringeren Stromverbrauchs, davon sind etwa 600 Euro der Einführung der Ökosteuer zu verdanken. Dieses Beispiel zeigt, dass die Öko-Steuer durchaus eine positive Wirkung auf die Marktdurchdringung aufweist, dass sie aber nur in seltenen Fällen der ausschlaggebende Grund für eine Innovation gewesen sein

dürfte. Im Falle der Krefelder Ampelanlagen dürften die geringen Wartungskosten bei LED-Lampen das ausschlaggebende Argument gewesen sein.

#### **4.1.1.3 Bewertung**

Während es sich bei Umweltabgaben in theoretischer Hinsicht um das First Best-Instrument zur Förderung von Umweltinnovationen handelt (Requate und Unold, 2005), wurden aufgrund praktischer Erfahrungen zunehmend Zweifel an diesem Instrument geäußert. So können die Effekte von Abgaben im politischen Prozess verwässert werden, da die Gesamtkosten der Industrie unter einem Regime von Umweltsteuern normalerweise höher sind als unter alternativen Regimes von Ordnungsrecht oder Selbstverpflichtungen (weil Firmen für ihre Restverschmutzung Abgaben entrichten müssen). Dies führt tendenziell dazu, einen vergleichsweise geringen Steuersatz mit relativ geringen Innovationswirkungen zu erheben. Es ist wichtig anzumerken, dass es gerade die innovationseffizienten Anreizwirkungen von Umweltsteuern sind (die Erhebung von Restverschmutzungsabgaben), die diesen gegenläufigen Effekt hervorrufen können (Kemp, 1997).

Erfahrungen mit Abgaben in Deutschland bestätigen dieses qualitative Ergebnis. Es lässt sich daher zusammenfassen, dass Umweltabgaben bei entsprechend hohem Tarifpfad als ein grundlegender Innovationsmotor wirken könnten. Bisherige Beobachtungen haben allerdings gezeigt, dass politisch durchsetzbare Umweltabgaben lediglich zu einer beschleunigten Diffusion verfügbarer technischer Optionen führen. Anreize für einen grundlegenden technischen Wandel wurden bislang nicht empirisch bestätigt. Allerdings werden einem Instrumentenverbund von Abgaben und Ordnungsrecht Synergien hinsichtlich der Beschleunigung der Durchsetzung des Standes der Technik bescheinigt.

### **4.1.2 Handelbare Nutzungsrechte**

#### **4.1.2.1 Das Instrument**

Der Begriff handelbarer Nutzungs- bzw. Emissionsrechte wird meist synonym verwendet mit Umweltlizenzen oder Zertifikatelösungen. Aus dem Amerikanischen wird häufig auch einfach der Begriff Emissions Trading übernommen. Es handelt sich um eine Mengelösung für umweltpolitische Probleme, bei der die Regierung die Menge der insgesamt zulässigen Nutzungen bestimmt, für die sich dann auf dem Markt ein Preis herausbildet. Dies setzt die Übertragbarkeit der Nutzungsrechte voraus, was in der Praxis über handelbare Nutzungsrechte geschieht. „Im Kern laufen Umweltlizenzen darauf hinaus, dass ein öffentliches Gut – Umweltressourcen – durch Zertifizierung privatisiert und dadurch dem Preismechanismus zugänglich gemacht wird“ (Bonus, 1995, S. 303).

Die Diskussion um die Nutzung des Instruments handelbarer Umweltnutzungsrechte wurde in Europa lange Zeit nur auf der akademischen Ebene geführt. Während die amerikanischen Erfahrungen mit flexibler Umweltregulierung bereits in die 70er Jahre zurückreichen (Koschel et al., 1998), und es durchaus zahlreiche Fürsprecher für einen Einsatz in Europa und Deutschland gab, konnte sich das Instrument lange Zeit nicht durchsetzen. Der Widerstand mag psychologischer oder ethischer Natur gewesen sein („Ablasshandel mit der Natur“), aber auch der Regulierungsansatz als solcher war den gesetzgeberischen Routinen hierzulande wesensfremd. Dies änderte sich erst aufgrund der Verhandlungsprozesse in der internationalen Klimapolitik, in dem CO<sub>2</sub> als idealer Schadstoff für handelbare Nutzungsrechte anerkannt wurde.

#### **4.1.2.2 Innovationswirkungen**

Hinsichtlich der Innovationswirkungen haben handelbare Nutzungsrechte den Vorteil, dass der Besitzer der Nutzungsrechte stets die Option hat, entweder Rechte zu kaufen oder zu verkaufen, so dass ihm ständig der Vermögenswert seiner natürlichen Ressource vor Augen geführt wird. Dies erzeugt einen permanenten finanziellen Anreiz, die Ressource so sparsam wie möglich einzusetzen. Wie der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen schreibt: „Es ist das explizite Ziel des Emissionshandels, durch eine künstliche Verknappung im bestehenden Preissystem lediglich den Rahmen festzulegen. Es ist diese neue Knappheit, ausgedrückt durch den Zertifikatspreis, die die notwendigen Faktor schonenden Innovationen anregt“ (SRU, 2006, S. 13). Will man darüber hinausgehend Anreize schaffen, dass die Umweltbelastung weiterhin reduziert wird, kann das System von außen dynamisiert werden, indem die einmal ausgegebenen Lizenzen regelmäßig abgewertet werden, oder das Cap gesenkt wird (Hemmelskamp, 1999).

Kemp (1997) hält ein Regime von handelbaren Nutzungsrechten im Hinblick auf die Innovationseffizienz für vorzugswürdig, weil es die Vorteile von Steuern und Ordnungsrecht vereine: Umweltverbesserungen werden zu den geringsten Kosten erreicht und es gibt keine Unsicherheit über die umweltpolitische Zielerreichung. Die Kehrseite dieser Sicherheit ist allerdings der Nachteil der Preisunsicherheit. Während bei Abgaben der Preis fixiert wird, ist bei handelbaren Nutzungsrechten die festgelegte Größe die Menge. Der Preis setzt sich dagegen ständig neu aus Angebot und Nachfrage zusammen. Es kann also vorkommen, dass die Nachfrage so schwach und das Angebot an Zertifikaten so groß ist, dass der Marktpreis des Nutzungsrechts auf Null fällt. Dies kann durchaus die Folge einer Innovation sein (Milliman and Prince, 1989). Ein solcher Zustand kann zwar aus ökonomischer Sicht optimal sein, er bietet allerdings keinen Anreiz, um in neue Technologien zu investieren.

Bezüglich der Innovationsfreundlichkeit von Ausgestaltungsmerkmalen werden in der Literatur unterschiedliche Meinungen vertreten, vor allem bezüglich der Frage der Ausgangsverteilung von Emissionsrechten. Es gibt sowohl Befürworter als auch Gegner einer kostenlosen Erstvergabe der Zertifikate (Hemmelskamp, 1999). Gegner einer kostenlosen Zuteilung argumentieren mit möglichen Allokationsverzerrungen, da die Gratisvergabe von Zertifikaten zu einem Gegenstand von politischem Lobbying wird. Für die kostenlose Zuteilung in der Anfangsphase spricht das Argument des Bestandschutzes von Unternehmen, die auf die Gültigkeit einer einmal erteilten Genehmigung vertraut haben, da Anlagen nur zusammen mit Emissionsrechten betrieben werden können. Die eigentliche Kontroverse liegt in der Frage, wie lange dieser Bestandschutz halten soll. Bonus (1995, S.304) überlässt dies dem „Fingerspitzengefühl der Legislative“. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU, 2006) plädiert dagegen für eine sukzessive Versteigerung der Vergabe von CO<sub>2</sub>-Nutzungsrechten, und fordert eine komplette Versteigerung für die Handelsperiode nach 2012.

Insofern mag eine Mengelösung in der Umweltpolitik zu einer Investitionsunsicherheit bezüglich neuer Technologien führen (Gagelmann/Fronde, 2005). Im Vergleich dazu würde eine Preislösung implizieren, dass die Abgabenhöhe jeweils flexibel bezogen auf das Umweltziel angepasst wird. Bei einer Übererfüllung des Umweltziels aufgrund von Innovationen müsste die Abgabe gesenkt werden. Dies wird aufgrund der Trägheit von Umweltabgaben aber möglicherweise mit erheblichen Verzögerungen und nicht in vollem Umfang geschehen. Dementsprechend werden bei Abgabensystemen zu hohe Vermeidungsinvestitionen getätigt, für die Investition in neue Technologien mag dieser Nachteil von Abgaben dennoch förderlich sein (Fischer et al., 2003; Requate und Unold, 2003). Umgekehrt kann die Trägheit von Abgabensystemen auch dazu führen, dass der Abgabensatz zu niedrig festgelegt wird, und entsprechend zu wenig in umweltschonende Technologien investiert wird.

Die theoretisch oft betonte Überlegenheit eines Systems handelbarer Nutzungsrechte ist bislang nicht durch empirische Evidenz gestützt worden. Da keine empirischen Erfahrungen aus Deutschland vorliegen, wird im Folgenden auf Erfahrungen aus Handelsprogrammen in den USA zurückgegriffen. Für die Analyse der Innovationswirkungen des CO<sub>2</sub>-Emissionshandelssystems ist es noch zu früh (Oberndorfer/Rennings, 2006).

Burtraw (2000) kommt bei seiner Analyse des SO<sub>2</sub>-Handelssystems in den USA zu dem Ergebnis, dass das System nur in sehr geringem Umfang zu technischen Innovationen geführt hat. Die meisten Anpassungsmaßnahmen im Rahmen des Acid Rain-Programms auf Firmenebene waren organisatorischer Art. Typischerweise wurde ein Brennstoffwechsel (Wechsel zu weniger schwefelhaltiger Kohle) durchgeführt, der im Vergleich zur additiven Umwelttechnik

für die Unternehmen günstiger ausfiel. Die Erfahrungen mit dem kalifornischen Regional Clean Air Incentives Program (RECLAIM) sind schwierig auszuwerten, weil es erstens eine Überausstattung mit Zertifikaten in der Anfangsphase gab, und weil im Zuge der kalifornischen Energiekrise zu Anfang dieses Jahrzehnts alle großen Kraftwerke von ihrer Teilnahme am Handelssystem befreit wurden (Gagelmann und Frondel, 2005).

Koschel et al. (1998, S. 153) ziehen ein insgesamt positives Fazit bezüglich der Innovationswirkungen vor allem im Acid Rain Programm: „Der Zertifikatepreis, der deutlich unter den Schätzungen vor Programmbeginn liegt, ist weniger ein Zeichen für das Nichtfunktionieren des Marktes als vielmehr ein Hinweis auf die dynamische Effizienz des Programms. Die Kostensenkungen im Bereich der Vermeidungsmaßnahmen in den letzten Jahren weisen auf eine Offenlegung des Innovationspotentials durch die Einführung des mengenorientierten Instruments hin, das bei Fortsetzung der traditionellen Auflagenpolitik vermutlich verborgen geblieben wäre. Anzeichen für negative ökologische Auswirkungen sind nicht vorhanden. Letzteres gilt auch für RECLAIM. Dennoch fällt hier die Beurteilung nicht eindeutig positiv aus. Zwar können auch hier die niedrigen Lizenzpreise positiv gewertet werden, sie können aber auch ein Ausfluss der zu hoch gewählten Anfangsverteilung sein.“

#### **4.1.2.3 Bewertung**

Die Vorteilhaftigkeit von handelbaren Nutzungsrechten besteht demnach darin, dass sie für ein gegebenes Umweltziel innovative Suchstrategien auslösen, um das Ziel möglichst effizient zu erreichen. Positive Effekte bzgl. der Einführung innovativer Umwelttechnologien sind nur dann zu erwarten, wenn diese Umwelttechnologien in der Tat die kosteneffizienteste Anpassung zur Erreichung der Umweltziele darstellen. Wenn technologische Lösungen relativ teuer sind, weichen Unternehmen insbesondere bei nicht sehr ambitionierten Umweltzielen in der Regel zunächst auf nicht-umwelttechnische Maßnahmen aus, wie das Beispiel des Brennstoffwechsels im Falle des Acid Rain Programms gezeigt hat.

Handelbare Nutzungsrechte stellen unter Innovationsgesichtspunkten ein effizientes Instrument dar, das Mengenziele punktgenau erreichen kann und den Wirtschaftsakteuren selbst überlässt, ob sie ihre Anpassungsmaßnahmen eher im organisatorischen oder im technischen Bereich vornehmen. Da die verschiedenen Anpassungsmaßnahmen miteinander in Wettbewerb stehen, stellen Zertifikatlösungen nicht unbedingt ein effektives Förderprogramm für Umwelttechnologien dar, aber ein sehr gutes Instrument zum Ausloten der kostengünstigsten Optionen zur Vermeidung von Umweltbelastungen. Insofern können handelbare Nutzungsrechte als innovationsförderndes Instrument angesehen werden.

Ob handelbare Nutzungsrechte tatsächlich in hohem Maße zum umwelttechnischen Fortschritt beitragen, werden die Erfahrungen mit dem CO<sub>2</sub>-Handelssystem der Europäischen Union zeigen. Hierbei wird es vor allem darauf ankommen, die Ausstattung mit Emissionsrechten so knapp zu halten, dass sich keine Verzerrungen durch eine ungleiche Aufteilung der Minderungslasten zwischen den am Handel beteiligten und den restlichen Sektoren ergeben (Böhringer et al., 2005a). Sowohl für die am Handel beteiligten Sektoren als auch für die restlichen Sektoren sollten die mittel- und langfristigen Klimaziele als Minderungsziele gelten.

Handelbare Nutzungsrechte sind als „First Best“ Option einer innovationsorientierten Umweltpolitik sehr gut mit anderen Instrumenten kombinierbar. Der Einsatz anderer Instrumente, wie beispielsweise das Ordnungsrecht, freiwillige Vereinbarungen oder Umweltmanagementsysteme wird verstärkt, wenn umweltschonendes Verhalten für die Marktteilnehmer sich auch wirtschaftlich rechnet.

Bezüglich der Handlungsfelder hat sich das System handelbarer Emissionsrechte bislang auf den Energiesektor und große Anlagen beschränkt, d.h. de facto auf die Handlungsfelder Energieerzeugung und Speicherung. Eine Auswertung auf weitere Sektoren, beispielsweise den Verkehrssektor, könnte zusätzlich das Handlungsfeld Nachhaltige Mobilität einbeziehen.

### **4.1.3 Haftungsrecht**

#### **4.1.3.1 Das Instrument**

Während es im Umwelthaftungsrecht eigentlich um juristische Ex post- Betrachtungen geht, d.h. um die Frage, wer zum Ausgleich verpflichtet ist, nachdem sich ein Umweltschaden ereignet hat, liegt der ökonomischen Sichtweise eine Ex ante- Perspektive zugrunde: Der Schaden soll erst gar nicht in einem unerwünschten Ausmaß entstehen (Hemmelskamp, 1999). Beim Umwelthaftungsrecht handelt es sich um ein weiteres Instrument, das die Kosten eines Umweltschadens direkt dem potentiellen Schädiger anlastet. Indem der Verursacher zu einer Entschädigung verpflichtet ist, erhält er einen ökonomischen Anreiz, in der Höhe des von ihm verursachten Umweltrisikos in optimalem Umfang Vorsorge zu treffen, d.h. die Schäden zu verringern oder zu vermindern. Zwar wird er sich typischerweise mit einer Haftpflichtversicherung gegen eventuelle Schadensersatzansprüche absichern, doch auch die Höhe der Versicherungsprämie wird von den getroffenen Sorgfaltsmaßnahmen zur Verminderung des Umweltrisikos abhängen.

Unterschieden wird zwischen einer Verschuldens- und Gefährdungshaftung. Bei der Verschuldenshaftung muss der Verursacher für den entstandenen Schaden aufkommen, wenn er seiner Sorgfaltspflicht nicht nachkommt. Bei der Gefährdungshaftung haftet er immer, solan-

ge der Geschädigte nicht seinerseits seine Sorgfaltspflichten verletzt hat (Endres, 2003; Kirchgässner, 1995).

#### **4.1.3.2 Innovationswirkungen**

Innovationswirkungen durch Umwelthaftungsrecht können prinzipiell dadurch entstehen, dass der Schädiger Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten zur präventiven Schadensvermeidung und –begrenzung trifft, die dann die Wahrscheinlichkeit des Eintretens und die Höhe von Schadensregulierungskosten reduzieren. In der Praxis führen gewisse Einschränkungen der Gefährdungshaftung wie Haftungsobergrenzen oder der Nachweis von Kausalität allerdings häufig zu einer Einschränkung der Innovationswirkungen.

Schwarze (2004; 2005) hat die Wirkungen des Umwelthaftungsgesetzes (UmweltHG) von 1991 empirisch überprüft und kommt zu dem Ergebnis, dass sich die Rechtspraxis seit Einführung des Umwelthaftungsgesetzes nicht geändert hat. Mit dem Umwelthaftungsgesetz wurde die Gefährdungshaftung für Umweltschäden eingeführt. Gleichzeitig wurde eine Beweiserleichterung für Umweltkläger in Form einer Kausalitätsvermutung geschaffen.

Geändert hat sich seitdem vor allem die Versicherungspraxis. In den ersten zehn Jahren des Umwelthaftungsgesetzes wurden für rund 140.000 Anlagen Versicherungsverträge mit einem Umwelthaftpflicht-Modell abgeschlossen. Dieses sieht durchaus die Durchführung von Sicherheits-Audits und Risikoberatungen in den Betrieben vor, es gibt spezielle Modelle der Risikoanalyse auch für kleinere und mittlere Unternehmen. Eine nachhaltige Verbesserung der Prävention von industriellen Störfällen hat aber nicht stattgefunden.

Zusätzliche, freiwillige Umweltschutzinvestitionen wurden aufgrund des UmweltHG nicht induziert. Unter freiwilligen Umweltschutzinvestitionen werden jene Maßnahmen verstanden, die nicht vom Gesetzgeber aufgrund von Auflagen im Immissionsschutz und der Gewerbeaufsicht erzwungen wurden. Es ist somit eine Internalisierungswirkung feststellbar, aber keine Präventionswirkung. Schwarze erklärt sich das Ergebnis damit, „dass bei dem schon erreichten hohen Niveau der Investitionen keine zusätzlichen freiwilligen Umweltschutzinvestitionen durch das UmweltHG induziert wurden“ (Schwarze, 2004, S. 769). Auch Babel (1999) äußert sich kritisch zu den Innovationswirkungen des Umwelthaftungsgesetzes.

#### **4.1.3.3 Bewertung**

Zwar ist die Gefährdungshaftung der Verschuldenshaftung bezüglich der Innovationsanreize überlegen (Rennings et al., 1996), doch lassen sich empirisch keine Veränderungen der Risikovorsorge in den Betrieben durch die Gefährdungshaftung nachweisen, wie sie mit dem UmweltHG eingeführt wurde. Das Haftungsrecht mag zwar als „Baustein einer integrierten Anlagensicherheitspolitik auf hohem Niveau“ (Schwarze, 2005) eine wertvolle Funktion aus-

üben. Aber als Baustein einer innovationsorientierten Umweltpolitik in Deutschland scheidet es aufgrund eines fehlenden empirischen Belegs für Innovationswirkungen aus.

## **4.2 Instrumente zur Förderung spezifischer Umweltinnovationen**

Marktbasierte Instrumente sollten zwar als First Best-Lösung der Umweltpolitik darauf abzielen, in Zukunft stärker auch auf die Inventions- und Markteinführungsphase einzuwirken als in der Vergangenheit. Aber preisliche Anreize wie Abgaben oder Emissionshandel sind vergleichsweise grobe Instrumente, um Innovationen zu fördern. Sie korrigieren zwar die Preise und setzen die volkswirtschaftlich richtigen Signale, können jedoch auch unerwünschte ökonomische und soziale Nebenwirkungen verursachen und geben die Richtung nur grob vor. Die Alternative ist naheliegend, Instrumente zu nutzen, deren Kosten weniger deutlich sichtbar sind und die spezifischer wirken: die Nutzung eines Standes der Technik direkt vorzuschreiben (oder mit der Industrie eine Verpflichtung zur freiwilligen Nutzung des Standes der Technik auszuhandeln), oder spezifische Umwelttechnologien direkt zu subventionieren. Insofern ergibt sich ein Spielraum für den Einsatz von Second Best-Lösungen in der Umweltpolitik. In diesem Kapitel wird eine Übersicht über diese Instrumente zur Förderung spezifischer Umweltinnovationen gegeben.

### **4.2.1 Ordnungsrecht**

#### **4.2.1.1 Das Instrument**

Umweltauflagen sind das traditionsreichste und am häufigsten benutzte umweltpolitische Instrument in den westlichen Industrieländern. Auch in Deutschland durchzieht das regulative Steuerungsparadigma des Ordnungsrechts, das seine Wurzeln im älteren Polizei- und Gewererecht findet, die Umweltpolitik (Gawel/Hansmeyer, 1995). Begrifflich wird der Begriff Ordnungsrecht synonym verwendet mit den Begriffen Auflagen, Standards sowie Ge- und Verbote. Aus dem Amerikanischen wird auch häufig der Begriff Command and Control Policy übernommen. Gemeint sind Instrumente, die Umweltziele dadurch erreichen, dass sie unmittelbar verbindliche Verhaltensvorschriften statuieren und abweichendes Verhalten sanktionieren (Gawel, 1993).

In der ökonomischen Analyse schneidet das Ordnungsrecht traditionell schlecht ab, wenn es unter Innovationsgesichtspunkten bewertet wird, insbesondere im Vergleich zu marktwirtschaftlichen Instrumenten (Thomzik/Nisipeanu, 2004; Rennings et al., 2004; Hemmelskamp, 1999). Gawel und Hansmeyer (1995) kritisieren, dass dem Ordnungsrecht der Anreiz zu kontinuierlicher Emissionssenkung durch technischen Fortschritt abgehe. Innovationen werden nur insoweit ausgereizt, wie sie dazu beitragen, die verbindlich geforderten Emissionssenkun-

gen zu erreichen. Weitere Leistungen bleiben unberücksichtigt bzw. werden nicht honoriert. Damit wird der Faktor Umwelt in Höhe der erlaubten Emissionen kostenfrei in der Produktion eingesetzt, und diese kostenfreie Umweltinanspruchnahme wird von den Unternehmen aufgrund fehlender preislicher Knappheitssignale nicht weiter hinterfragt.

Auch eine „Dynamisierung“ des Ordnungsrechts durch Normverschärfung wird in der Literatur skeptisch beurteilt, da Vollzugsbehörden auf den Nachweis technischer Durchführbarkeit angewiesen sind. Damit haben sie sich zwangsläufig an dem jeweils gegebenen Stand der technischen Entwicklung zu orientieren. So läuft eine staatlicherseits vorgenommene „Dynamisierung“ durch fortlaufende Verschärfung der Anforderungen Gefahr, die Anlagenbetreiber in die Rolle eines „Schweigekartells der Oberingenieure“ (Bonus, 1984) zu drängen. Diese Kritik setzt allerdings voraus, dass es sich bei den zu Emissionsminderungen verpflichteten Unternehmen und bei den Unternehmen der Umweltschutzindustrie um die gleiche Zielgruppe handelt. Fallen diese Gruppen auseinander, wie es heute in den westlichen Industrieländern mit einer eigenständigen Umweltschutzindustrie der Fall ist, dann zerfällt das Schweigekartell.

Weiter wird am Ordnungsrecht kritisiert, dass es einen technischen Entwicklungspfad begünstigt, der sich stark an additiven Umwelttechnologien orientiert, während Investitionen in integrierte und prozessorientierte Maßnahmen unterbleiben. Dies ist vermutlich der Grund dafür, dass der relative Anteil des integrierten Umweltschutzes heute in Deutschland vergleichsweise gering geblieben ist (Frondelet al., 2007; Thomzik/Nisipeanu, 2004).

#### **4.2.2.2 Innovationswirkungen**

Ordnungsrechtliche Maßnahmen werden üblicherweise daraufhin geprüft, ob sie bezüglich der beabsichtigten Umweltentlastung wirksam und überdies „ökonomisch zumutbar“ sind. Der Zusammenhang zwischen Ordnungsrecht und ausgelösten Innovationen ist empirisch in Fallstudien dagegen erst in den 90er Jahren untersucht worden. In diesen Fallstudien hat das Ordnungsrecht allerdings vergleichsweise positiv abgeschnitten. Es wird festgestellt, dass es in der Praxis weit flexibler und innovationsorientierter gehandhabt wird, als dies in der Literatur anerkannt wird (Ashford, 2000; SRU 2002).

Kuntze et al. (1999) unterscheiden in einer Analyse der Innovationswirkungen des Ordnungsrechts folgende innovationsrelevante Strukturelemente:

- Nach der Art der Anforderung ist es wichtig zu unterscheiden, ob ein Grenzwert festgelegt wird, ob der Stand der Technik vorgeschrieben oder Ge- bzw. Verbote verhängt werden. Außerdem ist nach einfachen und komplexen Grenzwerten zu differenzieren, je nachdem, ob ein Grenzwert für eine bestimmte Technik vorgeschrieben wird, oder

ob er technikunabhängig ist und somit einen Wettbewerb zwischen verschiedenen Technologien ermöglicht.

- Zudem ist es wichtig zu beachten, ob eine Dynamisierung in das Ordnungsrecht eingebaut worden ist, d.h. ob im Zeitablauf eine Aktualisierung und Anpassung an Veränderungen vorgesehen ist. Eine solche Dynamisierung kann gleitend formuliert sein (z.B. die Orientierung am Stand der Technik). Es kann jedoch auch in der Regelung selbst eine Verschärfung der Anforderungen im Zeitablauf vorgeschrieben sein. Letztlich ist es jedoch auch möglich, dass gar keine Dynamisierung erfolgt, d.h. nur durch eine Novellierung des Ordnungsrechts können die technischen Anforderungen verändert werden.
- Nach dem Geltungsbereich der Regelung ist es insbesondere wichtig zu unterscheiden, ob Altanlagen einbezogen werden und ob Ausnahmetatbestände gelten.
- Bei der Implementation der Regeln ist zudem nach der Flexibilität und Ermessensspielräumen durch die Vollzugsbehörden zu unterscheiden, sowie nach der tatsächlichen Vollzugspraxis und nach Verschränkungen mit anderen, teilweise umweltrechtlichen Regelungen.

Die Strukturelemente können auch als Gestaltungselemente für die Umweltpolitik verstanden werden. Es gilt: Die Art der Anforderung sollte möglichst unspezifisch in Bezug auf bestimmte Technologien formuliert werden (z.B. Grenzwerte für Heizwärmebedarf). Der Stand der Technik sollte dynamisiert werden, und Ausnahmetatbestände so gering wie möglich gehalten werden. Bei der Implementierung wäre daran zu denken, das Instrument gegebenenfalls mit anderen Instrumenten zu koppeln (beispielsweise mit Abgaben), um den Vollzug zu unterstützen.

Auf dieser Basis haben Kuntze et al. (1999) die Innovationswirkungen von drei umwelttechnischen Standards in Deutschland untersucht: Die technischen Innovationswirkungen der Wärmeschutz-Verordnung auf die Gebäudehülle, die Innovationswirkungen der Heizanlagen-Verordnung auf die emissionsarme und effiziente Wärmeerzeugung sowie die Innovationswirkungen der Regelung der Lackiertechnologie in der Technischen Anleitung Luft. Die Ergebnisse beruhen auf persönlichen und telefonischen Tiefeninterviews, die von Ende 1996 bis Ende 1997 durchgeführt wurden. Sie sollen hier exemplarisch am Beispiel der Wärmeschutzverordnung 1994 veranschaulicht werden.

Die Wärmeschutzverordnung von 1994 legt nicht –wie ihre Vorgänger – Grenzwerte für maximale Wärmeverluste von Gebäuden fest, sondern einen maximalen Heizwärmebedarf. Da-

mit ist die Verordnung nicht auf eine bestimmte Technologie festgelegt. Alle vorhandenen Technologien können um die Erfüllung dieser Anforderung konkurrieren, sogar Formen der solaren Energiegewinnung z.B. durch Fenster sind hierbei berücksichtigt.

Schaut man sich den zeitlichen Verlauf zwischen technischen Innovationen und dem Ordnungsrecht in Tabelle 18 an, so sieht man, dass die Verordnung dem Stand der Technik folgt, allerdings mit Verzögerungen, die zwischen 15 (im Falle der Wärmeschutzgläser) und 24 Jahren (im Falle der Doppelverglasung) liegt. Wie die Autoren hervorheben, lag der treibende Faktor für die Technikentwicklung allerdings nicht im Klimaschutz begründet, sondern in der Furcht der Immobilienbesitzer vor der Heizkostenentwicklung aufgrund gestiegener Ölpreise.

**Tabelle 18: Wärmeschutzverordnung und Entwicklung der Fenstertechnik**

Jahr	Verordnung	Technik
Vor 1950		Einfachverglasung $k=5,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
1960		Doppelverglasung $k=2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
1969	DIN 4108 Einfach- und Doppelverglasung	
1970		Isolierglas $k=2,6 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
1974	DIN 4108 Isolier- und Doppelverglasung	
1977	1. WschV $3,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
1980		Wärmeschutzgläser $k=1,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
1984	2. WschV $3,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	
1990		Superglazing $k=1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
1995	3. WschV $< 2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$	

Quelle: Kuntze et al. (1999), S. 240.

Legende:

WschV = Wärmeschutzverordnung

$k$  = Ältere Bezeichnung für den Wärmedurchgangs-Koeffizienten

$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$  = Physikalische Einheit:  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ . Gibt an, wie viel Wärme (in Watt [W]) pro Quadratmeter Fläche [ $\text{m}^2$ ] je Grad Temperaturdifferenz (Kelvin [K]) durch ein Bauteil fließt. Je kleiner der  $k$ -Wert ist, desto weniger Wärme (und damit Energie) geht verloren, d.h. desto besser dämmt das Bauteil.

#### 4.2.2.3 Bewertung

Wie Kuntze et al. (1999, S. 258) in ihrer Analyse feststellen, wird eine Pauschalverurteilung des Ordnungsrechts als innovationsfeindlich „durch die durchgeführten Analysen nicht bestätigt, vielmehr zeigt sich die Notwendigkeit einer differenzierten Betrachtung“. Wie am Beispiel der Wärmeschutzverordnung gezeigt wurde, gibt es allerdings verschiedene Zeitverzögerungen: Die durch Ordnungsrecht vorgeschriebenen technischen Umweltstandards folgen dem Stand der Technik nur langsam, und es gibt eine weitere Verzögerung zwischen der eigentlichen Umweltinnovation und der Implementierung eines Umweltstandards z.B. in Form von DIN-Normen. Davon abgesehen führten die Verordnungen in allen drei Fällen zu ihrer Erfüllung und damit zum Einsatz innovativer Techniken.

Beim Ordnungsrecht ist davon auszugehen, dass es (abgesehen von Fällen des in Deutschland nicht praktizierten „Technology Forcing“) eher ein Instrument zur Diffusion von Umwelttechnologien darstellt. Als solches bringt es zwar erhebliche Zeitverzögerungen mit sich, wird aber durchaus auch als Referenzpunkt für mögliche Verschärfungen und Zielüberschreitungen verwendet. Im Falle der Wärmeschutzverordnung war z.B. die Vergabe öffentlicher Kredite an eine Übererfüllung der Grenzwerte geknüpft, die durch die Wärmeschutzverordnung vorgegeben waren.

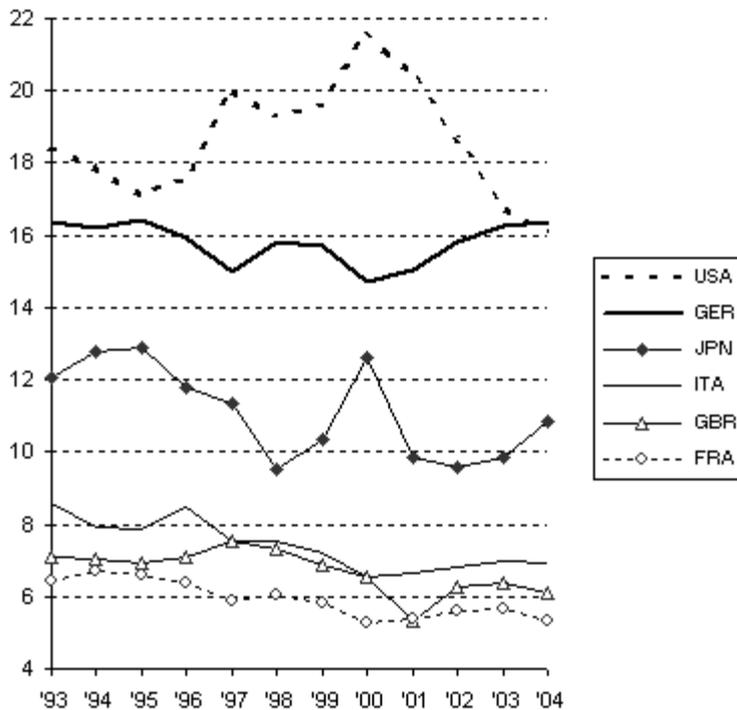
Auch Lehr (1999) kommt in ihrer Analyse der Wärmeschutzverordnung zu dem Ergebnis, dass die Verordnung zwar nicht die Technikentwicklung, wohl aber die Diffusion vorangebracht habe. Zudem seien erhebliche Vollzugsdefizite in Rechnung zu stellen. Die Innovationseffizienz des Ordnungsrechts lässt sich verbessern, indem (Kuntze et al., 1999):

- Erstens stärker auch der Vollzug der Maßnahmen bei der Regulierung berücksichtigt wird,
- zweitens die Anreize zum technischen Fortschritt nicht in einem Stop and Go Rhythmus erfolgen, sondern als langfristige Ziele bekannt gegeben werden,
- drittens die Innovationseffizienz von Standards in einem ordnungsrechtlichen Regime durch „Technology Forcing“ (permanente Reduktionsregeln oder langfristige, ehrgeizige Standards über die bestehenden Technologien hinaus) dynamisiert wird, und
- viertens eine Kopplung mit marktbasierenden Instrumenten erfolgt, beispielsweise durch eine Verteuerung des zu ersetzenden umweltschädlichen Produktes. Wie das Beispiel der Wärmeschutzverordnung zeigt, war beispielsweise die Ölpreisentwicklung eine dominante Einflussgröße der Technikentwicklung. Dies lässt darauf schließen, dass preisliche Anreize in ähnlicher Höhe über marktbasierende Instrumente einen vergleichbaren Innovationseffekt erwarten lassen.

Die Effektivität des Ordnungsrechts in Bezug auf die Schaffung von Märkten für Umwelttechnologien zeigt sich auch daran, dass Deutschland mit einem hohen Anteil ordnungsrechtlich geprägter Umweltpolitik eine traditionell starke Position auf dem Weltmarkt für Umweltschutzgüter innehat. Deutschland war im Jahr 2004 mit einem Welthandelsanteil von 16,4 % größter Exporteur von potenziellen Umweltschutzgütern (siehe Abbildung 17). Damit lag Deutschland erstmals seit einem Jahrzehnt wieder vor den USA, die mit 16,1 % auf dem zweiten Platz liegen. Drittgrößter Anbieter von Umweltschutztechnologien ist Japan mit einem Handelsanteil von 10,8 %. Es folgen Italien (6,9 %), Großbritannien (6,1 %) und Frank-

reich (5,3 %). Der deutschen Umweltschutzindustrie ist also eine hohe Wettbewerbsfähigkeit zu bescheinigen.

**Abbildung 17: Welthandelsanteile der größten Anbieter von potenziellen Umweltschutzgütern 1993 bis 2004**



Quelle: Legler et al. (2006)

Das Ordnungsrecht ist ein effektives, wenn auch nicht immer kosteneffizientes Instrument vor allem zur Gefahrenabwehr. Der Vorteil hinsichtlich der Innovationswirkungen besteht darin, dass es sichere Märkte schaffen kann. Ein „Picking Winners“ seitens der Regulierungsbehörde ist in der Regel nicht erforderlich, wenn Grenzwerte unspezifisch bezüglich einer bestimmten Technologie formuliert werden (wie z.B. als maximaler Heizwärmebedarf im Falle der Wärmeschutzverordnung). Es schafft dennoch sichere und verlässliche Märkte für bestimmte Umwelttechnologien, die in der Lage sind, diese Grenzwerte zu erfüllen. Eine innovationsfördernde Wirkung entfaltet es vor allem dann, wenn es mit marktbasierenden Anreizen kombiniert wird. Die Unterstützung durch preisliche Signale lässt zudem das Vollzugsdefizit weniger problematisch erscheinen, da die Akteure bereits aus ökonomischem Kalkül heraus eine neue Technologie einführen.

Eine langfristige Orientierung des Ordnungsrechts ist einem Stop and Go Rhythmus sicherlich vorzuziehen. Realistischerweise müssen dabei aber in einer Demokratie auch die Zeitperspektiven bzw. „Lebenszyklen“ von Regierungen berücksichtigt werden, die sich nach Wahl-

perioden richten. Die Übertragbarkeit eines Technology Forcings für die deutsche Umweltpolitik wird bzgl. der Übertragbarkeit ausländischer Best Practice Beispiele in Kapitel 6 dieses Gutachtens geprüft.

## **4.2.2 Selbstverpflichtungen**

### **4.2.2.1 Das Instrument**

Selbstverpflichtungen der Wirtschaft stellen weniger ein Instrument denn einen korporatistischen Gestaltungsrahmen der Umweltpolitik dar, der im Gegensatz zu der üblichen hoheitlichen Umweltpolitik steht (Rennings, 2001). Selbstverpflichtungen sind das Ergebnis von Verhandlungen zwischen Regierung und Wirtschaft (Zerle, 2005). Durch den Charakter der Verhandlungslösung stellen Selbstverpflichtungen im Vergleich zum Ordnungsrecht die „weichere“ Alternative zur Förderung spezifischer Umweltinnovationen dar. Sie verfügen im Vergleich zu anderen umweltpolitischen Instrumenten nicht über einen eigenständigen Wirkungsmechanismus. So ist es vorstellbar, dass innerhalb einer Selbstverpflichtung bracheninterne Richtlinien festgelegt werden, es können auch informatorische Instrumente verwendet werden.

Eine solche Verhandlungslösung kann unter Umständen für beide Seiten vorteilhaft sein (BMU, 2007). Dieser Vorteil liegt für die Wirtschaft in der Regel im Verzicht des Staates auf den Einsatz hoheitlicher Instrumente wie Abgaben, Nutzungsrechte oder Ordnungsrecht. Für den Staat kann es ebenfalls vorteilhaft sein, eine Selbstverpflichtung durchzusetzen, bevor er zu härteren Instrumenten greifen muss, wenn durch die Selbstverpflichtung die Umweltziele auf eine flexiblere und kostengünstigere Weise erreicht werden können.

Eine wichtige Einsatzbedingung für freiwillige Selbstverpflichtungen besteht darin, dass der Staat anspruchsvolle Ziele festlegt, die durch eine zu verhandelnde Selbstverpflichtung zu erreichen sind, und dass er sich als Drohung einen Rückgriff auf hoheitliche Maßnahmen stets vorbehält (Rennings, 2001).

Von dem Instrument der freiwilligen Selbstverpflichtung wird in Deutschland seit den 90er Jahren rege Gebrauch gemacht. Das Bundesumweltministerium listet 40 Selbstverpflichtungen von Unternehmen oder Verbänden zwischen 1993 und 2006 auf (BMU, 2007). In einer Studie von Von Flotow und Schmidt (2001) sind die Selbstverpflichtungen der Chemischen Industrie evaluiert worden. Sie stellen fest, dass die meisten Selbstverpflichtungen durch bevorstehende staatliche Regelungen ausgelöst wurden und die in ihnen festgesetzten Ziele erreicht haben. Die Anforderungen an Selbstverpflichtungen sind im Laufe der Zeit gewachsen, so ist ein transparentes Monitoringsystem heute ein wichtiger Baustein einer Selbstverpflichtung. Durch solch ein Monitoringsystem wird die Kontrolle der Selbstverpflichtung ermög-

licht und die einmalige Verhandlung der Selbstverpflichtung in einen Prozess umgewandelt, in dem bei Vorliegen besserer Informationen wieder neu verhandelt werden kann. In dieser Organisation von einmaligen Verpflichtungen als „wiederholtes Spiel“ sieht Brockmann (1999) eine wichtige Erfolgsbedingung für Selbstverpflichtungen. Die Rückkopplung der Ergebnisse erhöht die Erfolgchancen für die nächste Phase.

#### **4.2.2.2 Innovationswirkungen**

Von Flotow und Schmidt (2001) haben eine Reihe von Selbstverpflichtungen der Chemischen Industrie einer Detailevaluation unterzogen, unter anderem im Hinblick auf ihre Innovationswirkungen:

- Freiwillige Selbstverpflichtung der Chemischen Industrie zur Erfassung und Bewertung von Stoffen (insbesondere Zwischenprodukte) für die Verbesserung der Aussagefähigkeit. Zu dieser Selbstverpflichtung identifizieren die Autoren lediglich organisatorische Innovationen im Bereich des Störfallmanagements oder die Entwicklung eigener Bewertungsschemata von Stoffen.
- Selbstverpflichtung durch den Verband der Chemischen Industrie u.a. zu Mitteln zum Schutz von Holz gegen Holz zerstörende und verfärbende Organismen. Nach Einschätzung der Befragten bestehen Innovationen im Rahmen der Selbstverpflichtung im Wesentlichen aus Rezepturänderungen von Holz- und Bläueschutzmitteln. Deren Innovationsgrad lässt sich jedoch nur schwer beurteilen.
- Selbstverpflichtung durch den Verband der Textilhilfsmittel-, Lederhilfsmittel-, Gerbstoff- und Waschrohstoff-Industrie e.V. (TEGEWA) zur Klassifizierung von Textilhilfsmitteln nach ihrer Gewässerrelevanz. Technische Anpassungsmaßnahmen auf Seiten der Unternehmen liefen hier auf eine Veränderung der Produktpalette in Richtung Textilhilfsmittel mit geringerer Abwasserrelevanz hinaus.
- Selbstverpflichtungserklärung der Chemischen Industrie im Rahmen der Klimaschutzvereinbarung der deutschen Wirtschaft. Hier identifizieren sie die verstärkte Diffusion der GuD-Technik als technische sowie die zunehmende Nutzung von Energiemanagementsystemen als organisatorische Innovation. In einigen Unternehmen hat sich aufgrund der Selbstverpflichtung die Amortisationszeit für Investitionen verlängert.

Letztlich handelt es sich bei all den identifizierten Maßnahmen um die Diffusion bekannter Produkte und Prozesse, die sich meist auch wirtschaftlich rechnen. Zu dem gleichen Ergebnis kommt auch Brockmann (1999) bei der Bewertung der Selbstverpflichtung im Klimaschutz.

### **4.2.2.3 Bewertung**

Bei freiwilligen Selbstverpflichtungen handelt es sich um einen korporatistischen Gestaltungsrahmen der Umweltpolitik, der vor allem die Diffusion bekannter Produkte und Prozesse befördern kann. Von Flotow und Schmidt (2001) ziehen die Schlussfolgerung, dass eine erfolgreiche Selbstverpflichtung von bestimmten Voraussetzungen abhängt. Dazu gehören die folgenden Erfolgsfaktoren:

- die Klarheit der Zielsetzung mit mess- und operationalisierbaren Zielen, sowie
- die ökonomischen Konsequenzen (je höher die Kosten, desto geringer die Bereitschaft zur Umsetzung), d.h. geringe Kosten der Zielerreichung,
- geringe Heterogenität der betroffenen Unternehmen (je heterogener die Interessenlage, desto kritischer),
- geringe Anzahl der Unternehmen (je mehr Unternehmen, desto schwieriger), sowie
- die Wertschöpfungskette und Marktstruktur (je weiter und differenzierter, desto kritischer).

Letztlich ist auch die Frage nach den Anreizen für die Umsetzung einer Selbstverpflichtung zu stellen. In diesem Zusammenhang empfehlen manche Autoren eine Kombination von Selbstverpflichtungen mit ökonomischen Instrumenten, die einen solchen Anreiz liefern würden (Brockmann, 1999; Zerle, 2004).

## **4.2.3 Fördermaßnahmen am Beispiel Erneuerbare Energien Gesetz**

### **4.2.3.1 Das Instrument**

Obwohl finanzielle Förderungen theoretisch (auch bezüglich ihrer Innovationswirkungen) wie eine negative Abgabe funktionieren, werden sie im Allgemeinen nicht als Teil einer marktwirtschaftlichen Umweltpolitik angesehen. Gegen das theoretische Modell sprechen mehrere Aspekte (Rennings et al., 1996), vor allem hohe Informationsanforderungen und das Aussenden falscher Preis- und Marktsignale. Ein zentrales Problem stellen Mitnahmeeffekte dar. Die Innovationseffizienz des Instruments wird deshalb in der Theorie als gering bewertet.

So stehen Ökonomen, die sich beispielsweise für Einspeisevergütungen einsetzen, grundsätzlich unter einem Legitimationszwang. Jedoch lässt sich die staatliche Förderung von Erneuerbaren Energien auch ökonomisch als erstbeste Lösung zur Korrektur von Marktversagen („First Best“) oder als zweitbeste Lösung („Second Best“) bei Existenz von Marktverzerrungen z.B. zugunsten anderer Formen der Energieerzeugung begründen (Yokell, 1979). „First Best“ Gründe zur Subventionierung von Umwelttechnologien sind generelle Spillovers von Innovationen, die vom Marktpreis nicht reflektiert werden. Investoren und Nachfrager der

Technologien sind risikoavers, was sich auch auf die Kapitalmärkte durchschlägt. Aufgrund dieser privaten Rentabilitätskalküle kommt die Gesellschaft nicht in den sozialen Nutzen der Umwelttechnologien. „Second Best“ Argumente liefert die Subventionierung von Nicht-Umwelttechnologien wie Kohle oder Kernenergie, sowie relative Vorteile bei nicht internalisierten externen Kosten.

In Deutschland garantiert das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) den Erzeugern von erneuerbarer Energie nach Technologien gestaffelte und degressiv ausgestaltete Vergütungssätze für eingespeisten Strom. Die fixierten Preise für die Einspeisung des grünen Stroms werden von den Netzbetreibern gezahlt. Allerdings handelt es sich bei den Einspeisevergütungen formell nicht um eine Subvention. Wie Sprenger und Rave (2003, S. 114) in einem Gutachten zu Umweltgesichtspunkten bei Subventionen schreiben. „Allerdings werden hierbei öffentliche Haushalte nur insoweit tangiert, als öffentliche Energieversorgungsunternehmen verpflichtet werden, Strom aus erneuerbaren Energien zu vergüten. Die dadurch entstehenden Mehrkosten werden jedoch auf den Strompreis umgelegt, so dass von keiner Mehrbelastung der öffentlichen Haushalte gesprochen werden kann. Im Verständnis dieser Studie handelt es sich also nicht um eine Subvention, sondern höchstens um eine Regulierung mit Subventionscharakter. Als staatliche Fördermaßnahmen können die Mehrkosten des Vergütungssystems im Vergleich zur Verbändevereinbarung oder im Vergleich zu den Grenzkosten der Stromerzeugung angesehen werden.“

#### **4.2.3.2 Innovationswirkungen**

Da erneuerbare Energien einzelwirtschaftlich gesehen immer noch teurer als fossile Energieträger sind, wird von Beihilfen in diesem Bereich inzwischen in der Praxis stark Gebrauch gemacht. So folgert der Economist (2006a): „Almost all clean energy therefore relies on government subsidies to make it competitive with fossil fuels. For the moment, politicians seem to be quite happy to pay up. No fewer than 49 governments, according to Goldman Sachs, an investment bank, have established targets to promote greater use of renewable energy sources: the voters pay, either through higher prices or through direct subsidies.“

Empirische Studien haben deutlich gezeigt, dass es Ländern mit Einspeisevergütungen besser gelungen ist, eine eigene Industrie für erneuerbare Energien aufzubauen, und dass diese im internationalen Wettbewerb gegenüber Ländern, die auf andere Instrumente zurückgreifen, besser dastehen. Ein Beispiel ist die Windenergie (Beise und Rennings, 2005; Jacob et al., 2005). Es zeigt sich auch, dass die Anlagen durch die Förderung technisch weiterentwickelt werden, d.h. es findet zwar eine Förderung der Diffusion statt, im Rahmen der Diffusion bleibt die Anlage aber nicht unverändert. Es kommt zu substanziellen Innovationen, wie bei-

spielsweise die Entwicklung zu Hightech-Turbinen mit stetig steigender Kapazität von Windkraftanlagen zeigt. Länder mit Einspeisevergütungen wie Deutschland und Spanien haben stark wachsende Windindustrien und stehen im internationalen Vergleich vorne (EWEA, 2007).

Der Hauptvorteil des Instruments ist, dass es dem Investor Risiken abnimmt, weil die Einspeisevergütungen langfristig festgelegt sind. Wegen der bisher noch bestehenden Kostennachteile erneuerbarer Energien und der Unsicherheit hinsichtlich der künftigen Strompreisentwicklung sind diese langfristigen Signale entscheidend für eine Investition. So ist in Ländern wie den USA, in denen erneuerbare Energien beispielsweise mit Steuervergünstigungen gefördert werden, jeweils nach Ende eines auslaufenden Programms ein starker Rückgang der neu installierten Kapazität festzustellen, bevor die Steuervorteile erneuert werden (Economist, 2006b).

Hohe Einspeisevergütungen wirken sich negativ auf die Kosteneffizienz der Förderung aus, da Investoren Anreize haben, z.B. tendenziell auch schlechte Standorte für Windanlagen auszuwählen (Söderholm/Klaasen, 2007). Mit einer degressiven Ausgestaltung der Einspeisetarife wird deshalb Druck auf die Produzenten ausgeübt, effizienter zu produzieren und technologische Fortschritte zu realisieren. Das Preis-Leistungs-Verhältnis von Windkraftanlagen muss sich kontinuierlich verbessern, damit die degressiv gestaffelten Gebührensätze kompensiert werden können. Damit beugt das EEG auch der Kritik vor, dass sich einmal gewährte finanzielle Beihilfen aufgrund von Gewöhnungseffekten nicht wieder abbauen ließen.

#### **4.2.3.3 Bewertung**

Im Vergleich zu marktbasierenden Instrumenten wie Öko-Steuern ist das EEG leichter politisch durchsetzbar, da es nicht negative externe Effekte besteuert sondern positive (oder weniger negative) Externalitäten bezuschusst, und sich somit unerwünschte Nebeneffekte wie Umverteilungswirkungen in Grenzen halten.

Trotz allgemeiner ordnungspolitischer Bedenken gegen Subventionen ist die gezielte Förderung erneuerbarer Energien durch das EEG eine Erfolgsgeschichte. Das Gesetz ist einerseits langfristig angelegt und gibt somit Sicherheit für Investoren, andererseits werden Anreize für effizienzsteigernde Innovationen gesetzt, was die im Zeitablauf sinkenden Vergütungssätze zum Ausdruck bringen. Es wirkt auf alle Innovationsphasen und ist somit ein umweltpolitisches Instrument, das nachgewiesenermaßen auch einen positiven Einfluss auf die Forschungs- und Entwicklungsphase von Innovationen hat.

### ***4.3 Zusätzliche angebots- und nachfrageseitige Instrumente zur Diffusionsförderung von Umwelttechnologien***

#### **4.3.1 Umweltmanagementsysteme**

##### **4.3.1.1 Das Instrument**

Ein wichtiges Ziel ökologischer Modernisierung ist die Ausgestaltung von Umweltpolitik in einer Weise, die umweltfreundliches Wirtschaften mit einer Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit verbindet. Eines der wichtigen Instrumente in diesem Kontext sind Standards für Umweltmanagementsysteme (UMS), wie beispielsweise das EG Umwelt-Audit-System (EMAS). Von der Einführung von UMS können sowohl Prozessinnovationen zur Verbesserung der Umweltqualität bei gleichzeitiger Senkung der Kosten (z.B. für Energie, Wasser, Abfall, Material) als auch Produktinnovationen zur Entwicklung öko-effizienter Produkte und Dienstleistungen ausgehen.

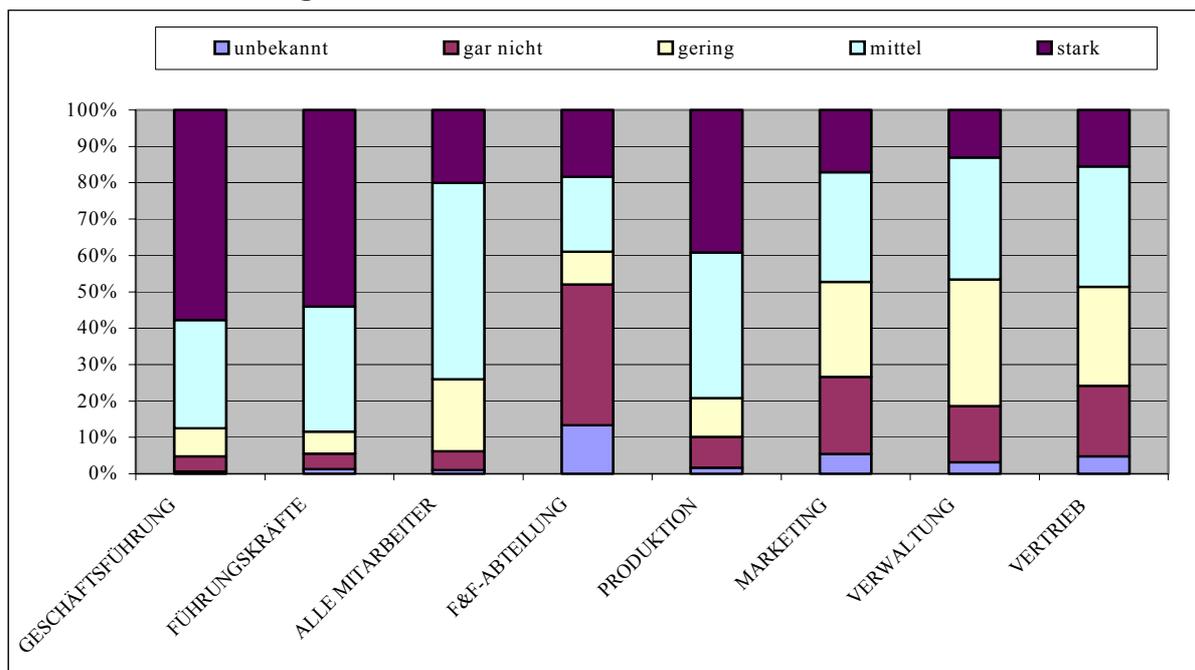
##### **4.3.1.2 Innovationswirkungen**

Die Innovations- und Wettbewerbswirkungen von UMS bzw. EMAS sind in einer Studie des ZEW (Rennings et al., 2005) im Jahre 2002 untersucht worden. Zur Analyse des Zusammenhangs zwischen EMAS und umweltfreundlichen Innovationen wurde eine Methodenkombination mit zwölf Tiefenfallstudien sowie Telefoninterviews mit 1277 EMAS-Betrieben in Deutschland gewählt. Aus den Fallstudien konnten insbesondere qualitative Erkenntnisse zu den Innovationsprozessen auf Betriebsebene gewonnen werden, die in die Breitenbefragung einfließen. Die Rolle der Breitenbefragung besteht demgegenüber darin, verallgemeinerbare Aussagen treffen zu können.

Die Interviews haben gezeigt, dass EMAS einen positiven Einfluss auf Prozess- und Produktinnovationen sowie auf organisatorische Innovationen hat. Laut Angaben der EMAS-Unternehmen trägt die Umwelterklärung zudem zur Diffusion der Innovationen bei. Weiterhin geht aus der Untersuchung hervor, dass die Reichweite der Innovationen unter anderem von der Reife des Umweltmanagementsystems (gemessen als Alter des Systems, Anzahl der Revalidierungen sowie der Existenz von Vorerfahrungen) abhängt. Ein zentraler Erfolgsfaktor für die Durchführung von Umweltinnovationen ist die organisatorische Durchdringung von EMAS in einem Betrieb. EMAS-Betriebe profilieren sich im Wettbewerb eher über die Qualität ihrer Produkte als über niedrige Preise. Ein stark positiver Einfluss der strategischen Ausrichtung von EMAS auf den Markterfolg der Unternehmen konnte nicht festgestellt werden. Wirtschaftlich besonders erfolgreich sind diejenigen Betriebe, in denen starke Lernprozesse durch EMAS erzielt wurden.

Aus den Ergebnissen der Studie lässt sich für die Unternehmen die zentrale Handlungsempfehlung ableiten, mit einer besseren Verzahnung von Umwelt- und Innovationsmanagement ihre Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Von Bedeutung ist dabei sowohl die organisatorische Implementierung des Umwelt- und Innovationsmanagements als auch die praktische Einführung neuer und veränderter Prozesse und Produkte. Die organisatorische Durchdringung von EMAS im Betrieb ist ein wesentlicher Erfolgsfaktor, um Umweltinnovationen im Betrieb anzustoßen. Eine entscheidende Rolle spielt hier die FuE-Abteilung, die an der Weiterentwicklung von EMAS beteiligt werden sollte, um so eine stärkere Verknüpfung zu produktbezogenen und strategischen Fragestellungen zu erreichen. Wie die Interviews zeigten, ist aber gerade die FuE-Abteilung diejenige, die in den Betrieben am wenigsten an der Umsetzung von EMAS beteiligt ist (siehe Abbildung 18).

**Abbildung 18: Beteiligung verschiedener Funktionsbereiche und Hierarchiestufen an der Weiterentwicklung von EMAS**



Quelle: Rennings et al., (2005).

Das Ergebnis, dass Umweltmanagementsysteme eine positive Wirkung auf Innovationen aufweisen, wurde von anderen Unternehmensbefragungen bestätigt. Rehfeld et al. (2007) stellen positive Wirkungen sowohl auf Produkt- als auch auf Prozessinnovationen fest, Frondel et al. (2007) identifizieren positive Effekte insbesondere für integrierte Umweltschutzmaßnahmen.

### **4.3.1.3 Bewertung**

Zusammenfassend lässt sich ein positiver Einfluss von EMAS auf Prozess- und Produktinnovationen sowie auf organisatorische Innovationen feststellen. Ein Erfolgsfaktor für die Durchführung von Umweltinnovationen ist die organisatorische Durchdringung von EMAS in einem Betrieb. Unternehmen können durch eine bessere Verzahnung von Umwelt- und Innovationsmanagement ihre Wettbewerbsfähigkeit verbessern. Zudem wird von Seiten der EMAS-Betriebe gefordert, ihre Teilnahme am Audit-Verfahren mit einer Bevorzugung bei der staatlichen Auftragsvergabe zu belohnen. Insofern stellt die staatliche Beschaffung in diesem Zusammenhang ein wichtiges politisches Förderinstrument dar.

Die für EMAS erzielten Ergebnisse sind im Übrigen auch für das weltweite Umweltmanagementsystem ISO 14001 relevant. Über 55 Prozent der befragten Betriebe waren doppelzertifiziert, das heißt, sie hatten neben EMAS auch ein Umweltmanagementsystem nach 14001 implementiert (Rennings et al., 2006).

## **4.3.2 Öko-Label**

### **4.3.2.1 Das Instrument**

Öko-Label sind geschützte Bezeichnungen und Symbole, die sich positiv auf eine ökologische Markttransparenz auswirken sollen, indem sie für eine qualifiziert bewertete, relative Umweltfreundlichkeit eines Produktes bürgen oder auf bestimmte umweltbezogene Eigenschaften eines Produktes hinweisen (Karl und Orwat, 2000). Sie beruhen auf dem Grundgedanken, dass sie auf Basis einer zusammenfassenden Bewertung die relative Umweltfreundlichkeit eines Produktes innerhalb einer Produktgruppe auszeichnen.

Öko-Label sollen einerseits den Konsumenten signalisieren, welche Produkte umweltschonender als entsprechende Substitute sind und andererseits als ein Instrument dienen, mit dem die Unternehmen zur Verbesserung der Umweltperformance ihrer Produkte angeregt werden (Rehfeld et al., 2007). Auf diesem Weg wird es den Verbrauchern ermöglicht, ihre Kaufentscheidung ökologisch auszurichten, ohne sich mit allen Produktaspekten selbst beschäftigen und auseinandersetzen zu müssen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die Produktkennzeichen glaubwürdig sind und das Vertrauen der Konsumenten besitzen. Insgesamt sollen Umweltzeichen den Marktanteil für ökologisch vorteilhaftere Produkte erhöhen, indem sie die Nachfrage nach ökologisch vorteilhafteren Produkten steigern und die Durchführung umweltfreundlicher Produktinnovationen im Unternehmen stimulieren.

Das Grünbuch der Europäischen Kommission zur Integrierten Produktpolitik (Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2001) nennt im Zusammenhang mit der Förderung eines umweltfreundlichen Verbrauchs und der Nachfrage nach umweltfreundlichen Produktinno-

tionen insbesondere Öko-Label, die sich vornehmlich an die Verbraucher und Endkunden richten. Zu dieser Kategorie gehören neben dem europäischen Umweltzeichen ‚Europäische Blume‘ auch die nationalen Umweltzeichen wie Blauer Engel, Nordischer Schwan oder Schwedischer Falke, die sich auf der Ebene der einzelnen EU-Mitgliedstaaten mit unterschiedlichen Bewertungs- und Vergabekriterien etabliert haben. Diese Umweltzeichen zielen darauf ab, standardisierte, glaubwürdige und nachvollziehbare Informationen über die Umweltauswirkungen von Produkten zu geben. Festgelegte Bewertungskriterien, die den gesamten Lebensweg mit einbeziehen, bilden hierbei die Grundlage für die Bewertung und Zertifizierung, die von unabhängigen staatlichen oder privaten Institutionen durchgeführt wird.

#### 4.3.2.2 Innovationswirkungen

Rehfeld et al. (2007) haben im Jahre 2003 innovative Unternehmen in Deutschland zur Nutzung von Tools für den Umweltschutz befragt, unter anderem zur Nutzung von Ökolabels. Die Untersuchung ergab, dass das Kosten-Nutzen-Verhältnis dieser Maßnahmen und Instrumente von den Unternehmen sehr unterschiedlich beurteilt wird. Im Folgenden soll deshalb ein Überblick darüber gegeben werden, welche Instrumente in welchem Maße von Umweltproduktinnovatoren zum Zeitpunkt der Umfrage angewendet wurden. Wie Tabelle 19 zeigt, ist die Anzahl der Unternehmen, deren Produkte zertifizierte Umweltzeichen tragen, wie beispielsweise den Blauen Engel oder die Europäische Blume, jedoch sehr klein.

**Tabelle 19: Verwendung von Umweltzeichen unter Umweltproduktinnovatoren  
Anwendung einzelner Maßnahmen und Instrumente**  
(Absolute Anzahl und prozentuale Anteile gemessen in Prozent aller Umweltproduktinnovatoren)

Maßnahmen	angewendet		nicht angewendet		Keine Angabe	
	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)	Anzahl	Anteil (%)
Umweltmanagementsystem	88	40,2%	125	57,1%	6	2,7%
Ökologisches Produktdesign	164	74,9%	54	24,7%	1	0,5%
Lebenszyklusanalyse	64	29,2%	152	69,4%	3	1,4%
Entsorgungsmaßnahmen	111	50,7%	106	48,4%	2	0,9%
Umweltzeichen	27	12,3%	187	85,4%	5	2,3%

Quelle: Rehfeld (2005), S. 121.

Lediglich 12,3 Prozent der Unternehmen, die umweltfreundliche Produktinnovationen durchgeführt haben, geben an, dass es Produkte aus ihrem Hause gibt, die zum Zeitpunkt der Umfrage ein von offizieller Seite zertifiziertes Umweltzeichen tragen. In einer ökonomischen

Untersuchung auf Basis dieser Umfrage konnte kein Zusammenhang zwischen dem Innovationsverhalten und der Nutzung von freiwilligen Ökolabels identifiziert werden. Umweltzeichen scheinen somit keine besondere Stimulans für umweltfreundliche Produktinnovationen darzustellen.

Dagegen können glaubwürdige, verpflichtende Öko-Labels durchaus eine Wirkung erzielen. In einer Marktanalyse für Waschmaschinen in der Schweiz stellen Sammer und Wüstenhagen (2006) fest, dass durchaus eine Zahlungsbereitschaft für energiesparende Waschmaschinen existiert, die sogar höher ist als der mit dem bestimmten Gerätetyp rechnerisch eingesparte Geldbetrag. Dies zeigt, dass das EU Energielabel von den Kunden erstens wahrgenommen wird und zweitens auch als Signal für das Vorhandensein anderer Qualitätseigenschaften eingeschätzt wird. Damit scheint das Energielabel eine Funktion zu besitzen, die mit dem Markennamen eines Produkts vergleichbar wäre.

#### **4.3.2.3 Bewertung**

Die Industrie kann mit der Einführung eines Öko-Labels Wettbewerbsvorteile gegenüber Konkurrenten erzielen. Jedoch wird von Seiten der Unternehmen bemängelt, dass mit der Beantragung von offiziell zertifizierten Öko-Labels ein hoher Zeit- und Kostenaufwand verbunden ist (Rehfeld, 2005). Dies mag ein Grund dafür sein, weshalb freiwillige Umweltzeichen lediglich in einem vergleichsweise geringen Umfang genutzt werden und keinen signifikanten Einfluss auf umweltbezogene Innovationstätigkeiten aufweisen.

Angesichts des hohen Aufwandes, der mit der Beantragung offizieller Umweltzeichen verbunden ist, wundert es nicht, dass Unternehmen dazu übergehen, ihre Produkte mit selbstentworfenen und nicht von offizieller Seite zertifizierten Umweltlabels zu versehen. Die Kunden sind durch die inzwischen große Zahl unterschiedlicher Labels jedoch verunsichert. Es ist für sie nur schwer abzuschätzen, ob die Angaben verlässlich sind und eine objektive Kaufentscheidung ermöglichen. Irreführende Informationen, die z.B. nur einseitige Aspekte positiv hervorheben und negative verbergen, untergraben das Vertrauen der Kunden, einerseits zum Hersteller, andererseits aber auch jenes in umweltfreundliche Produkte allgemein.

Umweltzeichen sind ein sinnvolles Instrument zur Information der Verbraucher. Insbesondere verpflichtende Ökolabels zum Energieverbrauch erhöhen die Markttransparenz. Aber Informationen allein reichen anscheinend nicht aus, um Umweltinnovationen zu fördern. Insofern sollten Öko-Labels mit anderen Instrumenten wie z.B. dem Ordnungsrecht oder ökonomischen Anreizinstrumenten kombiniert werden. So wird beispielsweise in den Niederlanden der Kauf energieeffizienter Haushaltsgeräte mit einer Prämie belohnt (Thomas et al., 2002).

### **4.3.3 Grüne öffentliche Beschaffung**

#### **4.3.3.1 Das Instrument**

Die Beschaffung durch die öffentliche Hand verfügt über ein großes Potenzial zur Umweltentlastung. In Deutschland erteilten öffentliche Auftraggeber vom Bund bis zu den kommunalen Unternehmen im Jahre 2002 Aufträge im Wert von ungefähr 250 Mrd. € zur Vergabe von Gütern, Leistungen sowie Baumaßnahmen. Damit machten sie etwa 11 bis 12 Prozent des deutschen Bruttoinlandsproduktes aus (Günther und Klauke, 2004). Diese erhebliche Marktmacht könnte genutzt werden, um andere Instrumente wie beispielsweise Öko-Labels zu unterstützen. Auch Unternehmen, die sich im Rahmen von EMAS haben zertifizieren lassen, sind daran interessiert, dass ihre Umweltleistungen durch eine Privilegierung bei öffentlichen Aufträgen berücksichtigt werden (Rennings et al., 2005).

Im Rahmen der High-Tech-Strategie setzt die Bundesregierung ebenfalls auf das Mittel der öffentlichen Beschaffung als Innovationstreiber (BMBF, 2006). Sowohl bei der Ausschreibung als auch beim Einkauf sollen konsequent neue Produkte und Technologien berücksichtigt werden. Verwirklicht werden soll dies durch eine verstärkte Evaluierung öffentlicher Beschaffungsstellen durch externe Gutachter. Außerdem lobt die Bundesregierung einen „Preis für Innovationsleistungen öffentlicher Auftraggeber“ aus, der ein Signal für mehr Innovationen im Beschaffungswesen setzen soll. Darüber hinaus sollen die Beschaffungsstellen in Richtung eines „ganzheitlichen Beschaffungsmanagements“ weitergebildet werden.

#### **4.3.3.2 Innovationswirkungen**

Nach wie vor bestehen Hindernisse für die öffentliche Beschaffung nach umwelt- und innovationsrelevanten Merkmalen. Zu diesen Hindernissen zählen die Unsicherheit über die Rechtslage, mangelndes Bewusstsein über die Innovations- und Umweltkriterien sowie mangelnde Informationen über die positiven Wirkungen einer Umweltorientierung (BMU/ETAP, 2006; Hack und Gebauer, 2003). Auch Kosten-Nutzen-Erwägungen der Beschaffungsstellen dürften eine Rolle spielen, da umweltfreundliche Produkte zwar oft längerfristig mit Einsparungen verbunden sind, jedoch teilweise einen höheren Beschaffungspreis aufweisen.

Durch neue Vergaberichtlinien der EU-Kommission sind die Rechtsgrundlagen für die Zulässigkeit der umweltfreundlichen Beschaffung gestärkt worden. Sowohl produktbezogene als auch produktionsbezogene Merkmale werden als zulässige Kriterien bei der Leistungsbeschreibung sowie bei der Auswahl des wirtschaftlich günstigsten Angebots angesehen (Hack und Gebauer, 2003). Alle Anforderungen sollten jedoch einen Bezug zu der ausgeschriebenen Leistung haben, d.h. beispielsweise von Anbietern für Fahrzeuge kann nicht erwartet werden, dass in ihrer Kantine biologisches Essen angeboten wird. Produktferne Umweltvorteile wie

das Vorhandensein einer EMAS-Registrierung können jedoch nur in Ausnahmefällen berücksichtigt werden, wenn dies für die ausgeschriebene Leistung relevant ist.

Eine Analyse der Innovationswirkungen der öffentlichen Beschaffung in sächsischen Kommunen kam zu dem Schluss, dass das Potenzial der öffentlichen Beschaffung – einschließlich des Innovationspotenzials - zur Förderung von Umweltschutzziele in der Praxis längst nicht ausgeschöpft ist (Günther und Klauke, 2004). Die Gemeinden wurden zu ihrem Beschaffungsverhalten in verschiedenen Produktgruppen befragt, z.B. Beleuchtung, Büromöbel und Informationstechnologie. Die Preissensibilität der Kommunen aufgrund einer allgemein schlechten finanziellen Ausstattung wurde als wesentliches Hindernis für eine grüne Beschaffung identifiziert.

Gebietskörperschaften auf allen Ebenen von der Europäischen Kommission bis zu den Gemeinden haben inzwischen Handbücher und Checklisten für die öffentliche Beschaffung nach ökologischen und innovativen Kriterien für Produkte und Dienstleistungen entwickelt. Auch die nationalen Road Maps zum Europäischen Environmental Technology Action Plan enthalten einige Initiativen von Mitgliedsländern zur grünen Beschaffung, beispielsweise für Schweden und Großbritannien.

#### **4.3.3.3 Bewertung**

Ökologische Kriterien im Beschaffungswesen anzuwenden ist nur konsequent, wenn man bedenkt, dass Gebietskörperschaften die Ziele einer nachhaltigen Entwicklung verfolgen. Der umweltfreundlichen öffentlichen Beschaffung kommt eine wichtige Signalfunktion für Hersteller zu, dass ökologische Produkte quasi als Standard angesehen werden, wenn man an öffentlichen Aufträgen interessiert ist. Da Konsumenten neuen Produkten und Prozessen manchmal eher skeptisch gegenüberstehen (aufgrund der Neuheit bzw. geringerer Erfahrungen von Nutzern als bei konventionellen Produkten), sollten auch Innovationskriterien bei der öffentlichen Beschaffung eine Rolle spielen. Das Instrument kann als Ergänzung zu anderen umweltpolitischen Instrumenten angesehen werden, beispielsweise zu Ökosteuern oder zu Förderprogrammen.

Sowohl die umweltorientierte als auch die innovationsorientierte Beschaffung setzen meist an Produkten an, die bereits auf dem Markt eingeführt sind, insofern handelt es sich vorwiegend um ein Instrument der Diffusionsförderung.

#### **4.4 Zwischenergebnis**

Marktbasierte Instrumente gelten in der Theorie als First Best Instrumente zur Realisierung von innovationsfördernden Wirkungen umweltpolitischer Maßnahmen. In der Praxis zeigt

sich, dass zur Anregung von Innovationen sehr ehrgeizige Abgabenziele bzw. Mengenziele für handelbare Umweltnutzungsrechte erforderlich wären. Die bislang in der Praxis durchgesetzten marktbasierenden Instrumente tragen vor allem zur Diffusion von Umweltinnovationen bei, indem sie die Durchsetzung des Standes der Technik beschleunigen.

Neben marktbasierenden Instrumenten werden zur Förderung spezifischer Umweltinnovationen auch andere umweltpolitische Instrumente eingesetzt. Geeignet erscheinen insbesondere das Ordnungsrecht sowie staatliche Fördermaßnahmen. Das Ordnungsrecht ist bislang durch seine Ausgestaltung darauf beschränkt, die Diffusion neuer Produkte und Prozesse zu fördern. Ein „Technology Forcing“ könnte auch Einfluss auf frühe Innovationsphasen nehmen, wie es beispielsweise in dem „Top Runner Programm“ in Japan geschieht (vgl. dazu Kapitel 6 dieses Berichtes). Staatliche Fördermaßnahmen wie das EEG wirken dagegen auch auf die Inventionsphase von Innovationen.

Als ein weiteres Instrument kämen zwar auch Selbstverpflichtungen in Frage. Die Innovationseffizienz dieses Instruments ist allerdings als gering zu veranschlagen, es sei denn es wird mit anderen Instrumenten wie beispielsweise Abgaben verknüpft.

Umweltmanagementsysteme und Umweltzeichen sind Instrumente, die keinesfalls als Ersatz für die oben genannten marktbasierenden Instrumente oder für Instrumente zur Förderung von spezifischen Umweltinnovationen angesehen werden sollten. Vielmehr schaffen sie Voraussetzungen dafür, dass andere Instrumente funktionieren können. So setzen funktionierende Märkte Informationen auf Seiten der Produzenten und der Konsumenten voraus. Diese werden durch den Aufbau von Umweltmanagementsystemen in Unternehmen sowie durch Umweltzeichen gefördert. Auf der anderen Seite bedürfen diese organisatorischen Instrumente auch der Unterstützung durch Preise und Ordnungsrecht, um wirksam werden zu können. Da beispielsweise Unternehmen auch mit Umweltmanagementsystemen nur Maßnahmen im Umweltschutz ergreifen können, solange diese wirtschaftlich vertretbar sind, sind sie auf Unterstützung durch ökologisch „wahre“ Preise angewiesen. Preissignale schaffen bei den Verbrauchern auch die nötigen Anreize, Umweltzeichen bei ihrer Kaufentscheidung zu berücksichtigen.

Umweltbewusste Nachfrage seitens des Staates dürfte für zahlreiche Hersteller ein deutliches Signal darstellen, um Umweltschutzkriterien in ihrer Produktion zu berücksichtigen. Aufgrund dieser Signalwirkung und der großen Nachfragemacht öffentlicher Beschaffungsstellen sollte das Potenzial dieses Instruments für Umweltschutzzwecke stärker ausgeschöpft werden.

## **5 Einschätzung der Effektivität innovations- und umweltpolitischer Instrumente einschließlich einer Lücken- und Defizitanalyse**

### **5.1 Kriterien**

In diesem Kapitel sollen die in den Kapiteln 3 und 4 vorgestellten Instrumente hinsichtlich verschiedener Kriterien bewertet werden. Es soll zum einen die Zielerreichung überprüft und Erfolgsfaktoren identifiziert werden, zum anderen aber auch eine Lücken- und Defizitanalyse bezüglich bestimmter Innovationsphasen, Zielgruppen und Handlungsfelder vorgenommen werden. Kriterien für die Bewertung sind:

- Innovationsphasen: Ist das bestehende Instrumentarium geeignet, um für die verschiedenen Innovationsphasen Anreize zu setzen? Wo liegen Defizite?
- Akteursgruppen: Welche Akteursgruppen werden durch die verschiedenen Instrumente adressiert? Kann man hieraus auf unausgeschöpfte Potenziale schließen (z.B. bei kleinen und mittleren Unternehmen)?
- Welche Instrumente sind besonders erfolgreich? Kann man hieraus Schlüsse für Erfolgsfaktoren ziehen?
- Handlungsfelder und Produktgruppen: Gibt es Defizite / Lücken in Bezug auf bestimmte Handlungsfelder aus Sicht der Unternehmen (insbesondere nachhaltige Energieversorgung, nachhaltige Mobilität, nachhaltige Wasserwirtschaft, Rohstoffeffizienz<sup>1</sup>)? Wie werden diese Produktgruppen durch die innovations- und umweltpolitischen Instrumente abgedeckt?
- Ist das Zusammenwirken der verschiedenen Instrumente positiv zu beurteilen oder gibt es Defizite (z.B. Mehrfachförderungen, Inkohärenzen)?
- In welchen Bereichen besteht Forschungsbedarf?

---

<sup>1</sup> Diese Handlungsfelder werden besonders hervorgehoben, weil in der Studie von DIW et al. (2007) Unternehmensbefragungen in diesen Handlungsfeldern durchgeführt wurden, auf die in diesem Kapitel Bezug genommen wird.

## 5.2 Anreize für Innovationsphasen

Insgesamt werden in Deutschland durch innovations- und umweltpolitische Instrumente alle Innovationsphasen abgedeckt. Übersicht 2 verortet die in den Kapiteln 3 und 4 dargestellten und diskutierten Instrumente in die einzelnen Kategorien für die Innovationsphasen.

**Übersicht 2: Innovationsorientierte Umweltpolitik und Innovationsphasen anhand von Beispielen**

Instrument/Phase	Invention	Markteinführung	Diffusion
<b>Auf Innovationspolitik gerichtete Instrumente</b>			
<b>Spezifische Programme zur Technologieförderung</b>	High-Tech-Strategie		
<b>Förderung von Unternehmensnetzwerken , Technologietransfer</b>	PRO INNO InnoNet		
<b>Umweltpolitiken zur Förderung von Umweltinnovationen</b>			
<b>a) Marktbasierende Instrumente zur allgemeinen Förderung des umwelttechnischen Fortschritts</b>			
<b>Abgaben</b>			Ökologische Steuerreform
<b>Handelbare Nutzungsrechte</b>			Europäisches Emissionshandelssystem
<b>Haftungsrecht</b>			Umwelthaftungsgesetz
<b>b) Instrumente zur Förderung spezifischer Umweltinnovationen</b>			
<b>Ordnungsrecht</b>			Wärmeschutz-Verordnung
<b>Selbstverpflichtungen</b>			Klimaschutzzerklärung deutsche Industrie
<b>Staatliche Fördermaßnahmen</b>	Erneuerbare Energien Gesetz		
<b>c) Flankierende angebots- und nachfrageseitige Instrumente zur Diffusionsförderung von Umwelttechnologien</b>			
<b>Umweltmanagementsysteme</b>			EMAS, ISO 14001
<b>Öko-Label</b>			Blauer Engel
<b>Grüne Beschaffung</b>			Staatliche Nachfrage als „Vorreiter“

Die Zuordnung erfolgt auf Basis von Informationen über in Deutschland erkennbare Effekte, d.h. wenn Selbstverpflichtungen in Deutschland auf der Basis des Standes der Technik einge-

gangen werden, wird dieses Instrument der Diffusion zugeordnet. Die Darstellung kann dabei eine grobe Orientierung geben, ohne notwendigerweise einen Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben. Es zeigt sich, dass es in der Tat eine weitgehende Trennung zwischen den Instrumenten der Innovations- und der Umweltpolitik gibt. Während erstere vor allem auf die Inventions- und Markteinführungsphase abzielen, bewirkt die Umweltpolitik vornehmlich eine Diffusion der neuen Produkte und Prozesse.

Dies mag erstaunlich sein, wenn man von der Annahme ausgeht, dass marktbasierende Instrumente grundsätzlich die Richtung des technischen Fortschritts beeinflussen. Wie in Abschnitt 4.1 gezeigt, dürfte aber die Höhe der Abgaben im Rahmen der Ökologischen Steuerreform bislang zu gering sein, um Einfluss auf vorgelagerte Phasen der Forschung und Entwicklung sowie der Einführung neuer Produkte und Prozesse auszuüben. Auch die handelbaren Nutzungsrechte müssen ihre Innovationswirkungen erst noch in der Praxis beweisen.

Für eine Bewertung des Europäischen Emissionshandels ist es noch zu früh. Bislang ist durch die recht großzügige Zuteilung von Emissionsrechten davon auszugehen, dass sich technische Anpassungen – wenn überhaupt - vor allem im Rahmen bestehender Technologien bewegen werden. Bei den derzeit feststellbaren Reaktionen der Teilnehmer am Emissionshandel, z.B. der bemerkbaren Zurückhaltung der Unternehmen bei der Bauausführung von Kohlekraftwerken, bleibt abzuwarten, ob es sich um spekulative Überreaktionen in der Anfangsphase des Handelssystems handelt, oder ob sich darin realistische Erwartungen bezüglich der künftigen Verknappung von Emissionsrechten für den Emissionshandel nach 2012 widerspiegeln.

Das Ordnungsrecht sowie die Selbstverpflichtungen sind typischerweise am bestehenden Stand der Technik orientiert. Derzeit wird allerdings diskutiert, die Instrumente auch im Sinne eines Technology Forcings für vorgelagerte Innovationsphasen der Invention und der Markteinführung einzusetzen. Beispiele sind die Diskussionen über eine Einführung des japanischen Top Runner Programms (siehe Kapitel 6) sowie um die geplanten CO<sub>2</sub>-Verbrauchsziele für Pkw (Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2007a; Lachmann, 2007).

Das gute Abschneiden des Erneuerbare Energien Gesetzes mag erstaunen. Im Vergleich zu vielen anderen umweltpolitischen Instrumenten hat es erkennbare Auswirkungen auf die Inventions- und Markteinführungsphase. Dies lässt sich mit der Erfahrung erklären, dass sich technologiebasierte Subventionen – bei denen die Nutznießer deutlich erkennbar und die Kosten für den Steuerzahler weniger sichtbar sind - schneller und ungehinderter ausbreiten als Politiken wie eine ökologische Steuerreform, bei denen umgekehrt die Kosten deutlich sichtbar und von gut organisierten Interessengruppen zu tragen sind, während der Nutzen für die

Umwelt langfristig ist, so dass sich Interessengruppen weniger gut mobilisieren lassen (Beise et al., 2003).

Die flankierenden Instrumente beschränken sich auf die Diffusionsförderung von Umwelttechnologien. Umweltmanagementsysteme und Öko-Label verbessern die Bedingungen, unter denen die marktbasierenden Instrumente und andere Instrumente funktionieren können, d.h. es werden Kapazitäten in Unternehmen für Umweltschutzaktivitäten aufgebaut und Informationen über die Umweltfreundlichkeit von Produkten und Prozessen zur Verfügung gestellt. Die grüne Beschaffung soll zudem die Nachfrage nach grünen Produkten und Prozessen von Seiten des Staates stärken.

### **5.3 Anreize für KMU**

Welche Zielgruppen und Unternehmensgrößen werden von den innovationspolitischen Instrumenten erreicht? Interessant ist hier das Ergebnis aus dem Abschnitt über die Bedeutung öffentlicher Innovationsförderung für Anbieter im Umweltschutzmarkt. Die Zahlen in Abbildung 4 zeigen für die drei Handlungsfelder (für die anderen liegen nicht genügend Beobachtungen vor) Energieeffizienz, Kreislaufwirtschaft und Wasserwirtschaft, dass vor allem kleinere Unternehmen mit weniger als 50 Beschäftigten von der Förderung speziell durch die Bundesministerien profitieren. Damit unterscheiden sich die Unternehmen in den Handlungsfeldern von der Gesamtheit der Unternehmen, bei der sich keine Unterschiede im Anteil geförderter Unternehmen nach Größenklassen feststellen lassen.

Es scheint sich also auszuzahlen bzw. in diesen Zahlen niederschlagen, dass die meisten Fördermaßnahmen des Bundes zur Verbesserung der Rahmenbedingungen für Innovationen speziell auf KMU ausgerichtet sind. Dies trifft grundsätzlich auch auf alle Fördermöglichkeiten der DBU zu, sowie zum Beispiel auf Projekte der KfW Förderbank. Die Ausrichtung vieler Programme auf KMU wird von dem Bericht von BMU / ETAP (2006) unterstrichen, der konstatiert, dass in 2003 rund 1900 KMU im Forschungsbereich von der Bundesregierung gefördert wurden. In einer Reihe von Bundesprogrammen entfällt der überwiegende Anteil der Fördermittel damit auf KMU.

Dennoch ist festzustellen, dass KMU nach wie vor besonders unter mangelnden Ressourcen (Zeit und Geld) zur Beantragung und Durchführung von innovativen Umweltschutzmaßnahmen leiden. In einer Befragung von Del Rio Gonzalez (2005) in der spanischen Papier- und Zellstoffindustrie identifiziert er knappe finanzielle, personelle und technische Ressourcen als ein typisches Problem von KMU. Was die Inanspruchnahme von qualitativ hochwertiger externer Beratung durch KMU angeht, kommen Hitchens et al. (2003, S. 45) zu dem Ergebnis: „External advice is important but is not valued by the firms.“

Die KfW Bankengruppe (2005) hat für das Handlungsfeld Energieeffizienz eine eigene Befragung unter den von ihr geförderten Unternehmen durchgeführt, insbesondere zum Stellenwert des Themas sowie zu Hemmnissen und Erfolgsfaktoren für die Durchführung von Maßnahmen. Die Befragung ergab, dass insbesondere in kleineren Unternehmen finanzielle Restriktionen und Informationsdefizite der Erschließung von Energieeffizienzpotenzialen in den Unternehmen entgegenstehen. Damit bestätigt sie weitgehend frühere Untersuchungen.

Befragt wurden 4.100 Unternehmen, die in den letzten fünf Jahren einen Förderkredit von der KfW erhalten haben. Der Rücklauf der Befragung lag bei 13 Prozent. 95 Prozent der befragten Unternehmen wiesen einen Jahresumsatz von weniger als 50 Mio. € aus. Es handelte sich vorwiegend um KMU aus dem verarbeitenden Gewerbe (42 Prozent) sowie aus dem Dienstleistungssektor (27 Prozent).

Die Befragung ergab einen hohen Stellenwert des Themas Energieeffizienz in den von der KfW geförderten KMU. Knapp 60 Prozent der Unternehmen beschäftigen sich aktuell mit dem Thema. Die meisten Befragten gaben ihr Energieeinsparpotenzial mit unter 10 Prozent an, viele sehen gar kein Einsparpotenzial. Dass das Potenzial allgemein unterschätzt wird, zeigt sich unter anderem daran, dass Unternehmen mit speziellem Fachpersonal für technische Energiefragen tendenziell ein höheres Einsparpotenzial angeben als Unternehmen ohne solches Personal. Vor allem Unternehmen mit einem geringen Energiekostenanteil sehen überproportional häufig gar keine Einsparpotenziale.

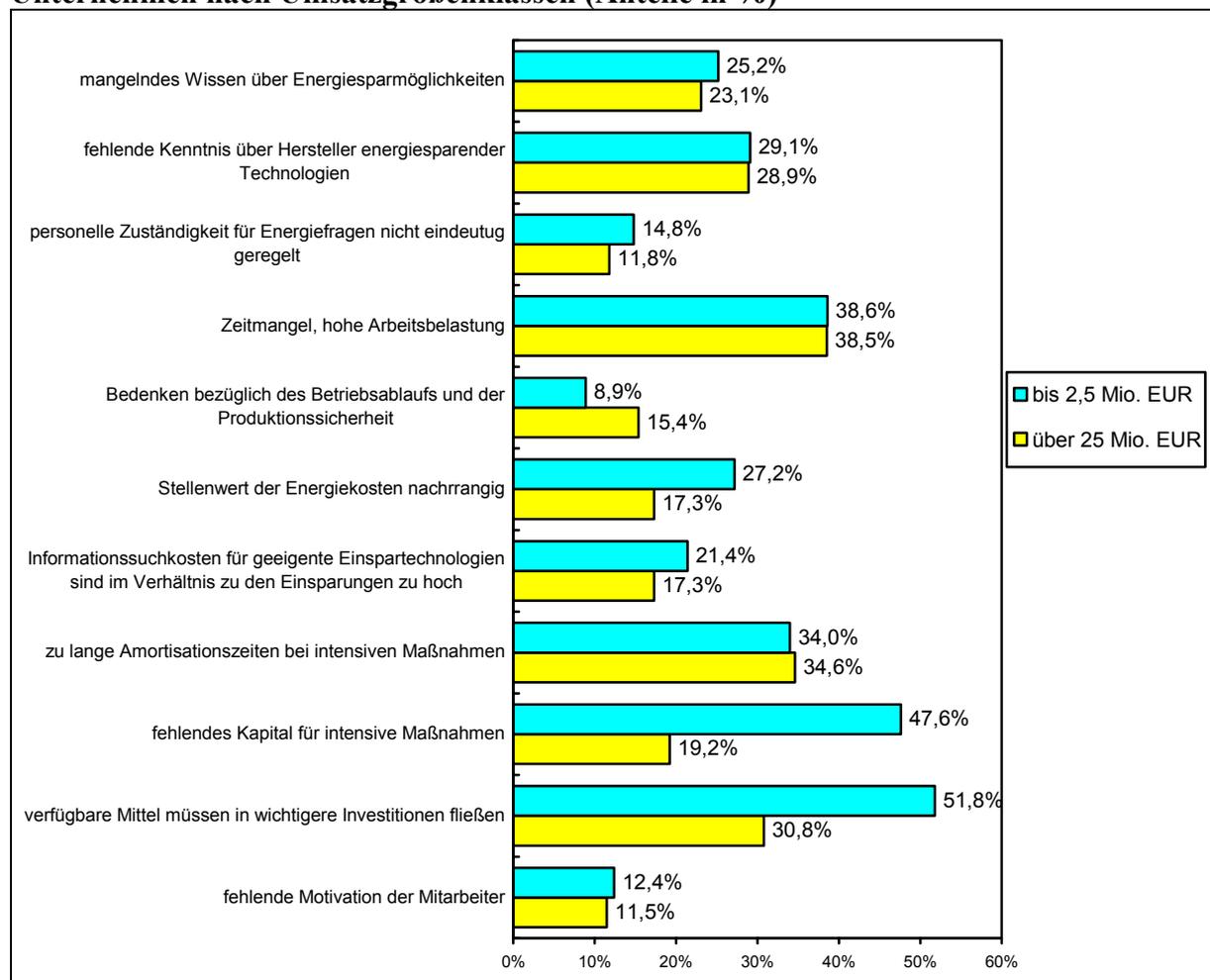
Abbildung 19 zeigt die Hemmnisse, die der Ausschöpfung wirtschaftlicher Energieeinsparpotenziale entgegenstehen. Die Unternehmen nennen insbesondere finanzielle Restriktionen und Informationsdefizite als bedeutende Faktoren. In 38,9 Prozent der Fälle fehlt Kapital, um investive Maßnahmen durchführen zu können. Kleinere Unternehmen mit Umsätzen bis zu 2,5 Mio. € messen diesem Umsetzungshemmnis mit 48 Prozent sogar eine noch größere Bedeutung bei.

Häufig tritt zudem die Investition in Energieeinsparung in Konkurrenz zum eigentlichen Kerngeschäft der Firma (z.B. Steigerung der Qualität oder der Produktivität). Diese Mittelkonkurrenz wird von den befragten Unternehmen mit 46,9 Prozent als Haupthindernis für Investitionen in Energieeinsparung angesehen. Auch dieses Problem ist für kleine Unternehmen vergleichsweise wichtiger. 51,8 Prozent der Unternehmen mit unter 2,5 Mio. € Umsatz sehen diesen Faktor als bedeutend an, im Vergleich zu 30,8 Prozent der Unternehmen mit einem Jahresumsatz von über 25 Mio. €.

Weitere wichtige Hemmnisse sind mangelndes Wissen, Zeitmangel, auch Opportunitätskosten (in Form von Informationssuchkosten nach geeigneten Einsparmöglichkeiten), zu lange Amortisationszeiten bei investiven Maßnahmen und fehlende Motivation der Mitarbeiter.

Wie Abbildung 20 zeigt, setzen die meisten Unternehmen auf Finanzierungshilfen wie Förderkredite oder Zuschüsse, wenn es um die Frage geht, mit welchen Instrumenten die Hemmnisse überwunden werden können. 72 Prozent der Befragten halten Finanzierungshilfen für eine effektive Maßnahme, 66 Prozent sprechen sich für Steueranreize für den Einsatz energieeffizienter Technik aus. Ein Instrument zur Beseitigung von Informationsdefiziten wird von den Unternehmen in der Förderung einer unabhängigen Energieberatung gesehen, für die sich 45 Prozent aussprechen.

**Abbildung 19: Hemmnisse für die Umsetzung von energiesparenden Maßnahmen in Unternehmen nach Umsatzgrößenklassen (Anteile in %)**



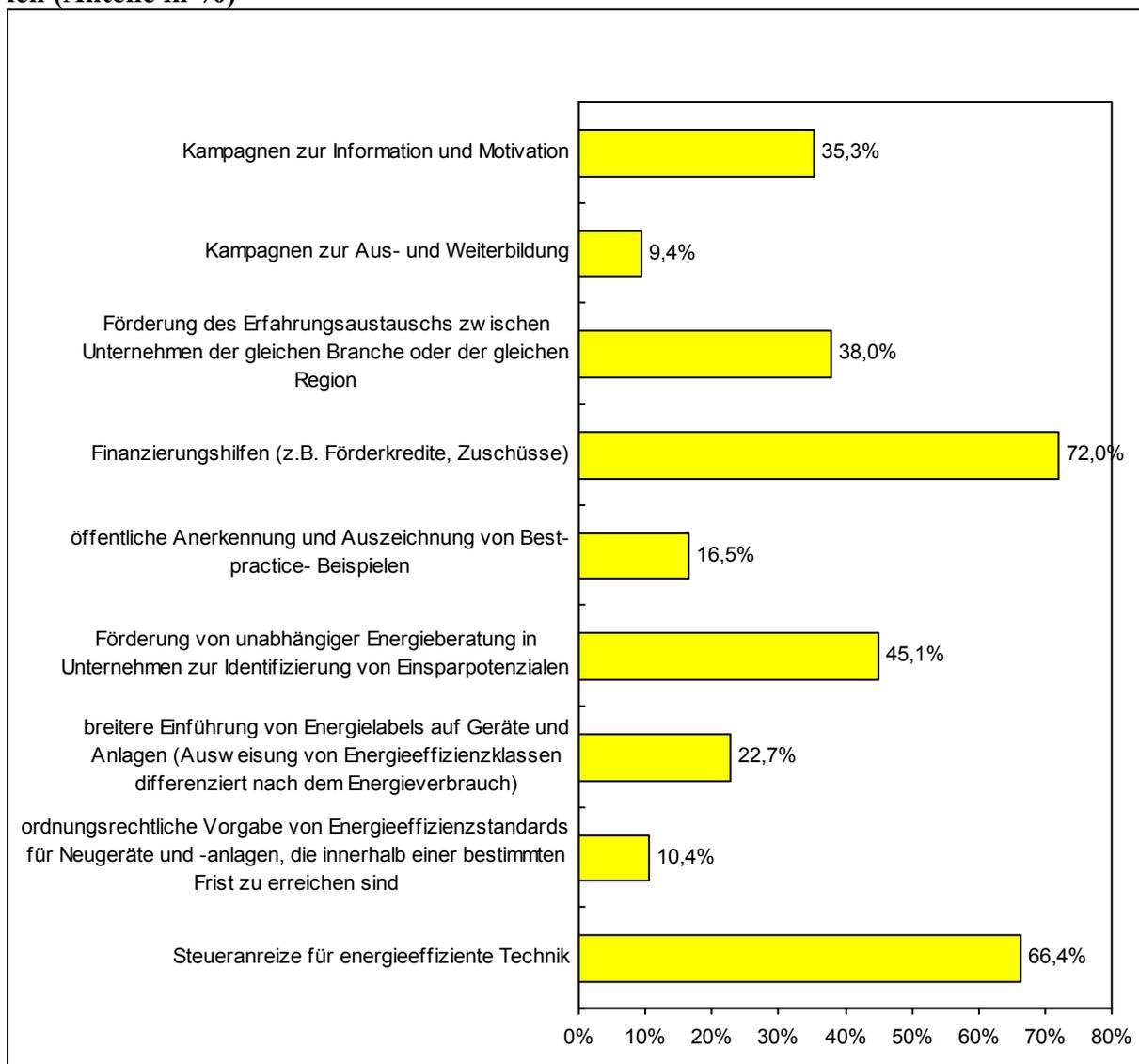
Quelle: KfW Bankengruppe (2005).

Von umweltpolitischen Instrumenten zur Förderung von energieeffizienten Investitionen halten die KMU relativ wenig. Nur 22,7 Prozent halten eine breitere Einführung von Energie-labels auf Geräten und Anlagen für eine gute Idee, nur 10,4 Prozent sprechen sich gar für eine

ordnungsrechtliche Vorgabe von Energieeffizienzstandards für Neugeräte und –anlagen aus, die innerhalb einer bestimmten Frist erreicht werden müssen.

Insgesamt stellt die Studie Handlungsbedarf insbesondere bei kleineren Unternehmen fest. Finanzierungshilfen und die verstärkte Förderung einer unabhängigen Energieberatung werden als das Mittel der Wahl angesehen, um die Hemmnisse für Investitionen zur Energieeinsparung zu überwinden.

**Abbildung 20: Gewünschte Instrumente zur Erschließung von Energieeffizienzpotenzialen (Anteile in %)**



Anmerkung: Mehrfachnennungen waren möglich  
Quelle: KfW Bankengruppe (2005).

In der Summe lässt sich zur Förderung von KMUs die Schlussfolgerung ziehen, dass die Förderung des Bundes bei den Handlungsfeldern Energieeffizienz, Kreislaufwirtschaft und Wasserwirtschaft hinsichtlich der Berücksichtigung der Interessen von KMU eine Vorreiterstellung im Vergleich zur Förderung anderer Gebietskörperschaften (EU, Länder) einnimmt (sie-

he auch Abbildung 4, die eine überdurchschnittliche finanzielle Förderung von umweltinnovativen KMU ausweist). Demnach scheint es bereits teilweise gelungen zu sein, die bekannten zeitlichen und finanziellen Engpässe insbesondere bei KMU zu überwinden. Von Seiten der Unternehmen im Handlungsfeld Energieeffizienz werden für die Zukunft insbesondere Finanzierungshilfen und unabhängige öffentliche Beratung gewünscht.

## **5.4 Bewertung der Instrumente hinsichtlich der Handlungsfelder**

### **5.4.1 Innovationspolitische Instrumente**

Auch bezüglich der Bewertung der Instrumente im Hinblick auf die Handlungsfelder sind die Ergebnisse aus dem Abschnitt über die Bedeutung öffentlicher Innovationsförderung für Anbieter im Umweltschutzmarkt interessant. Wie aus Abbildung 3 hervorgeht, profitieren die umweltinnovativen Unternehmen überproportional von der öffentlichen Innovationsförderung. 51 Prozent der umweltinnovativen Unternehmen erhalten eine öffentliche Innovationsförderung, im Vergleich dazu erhalten in der Gesamtheit der innovativen Unternehmen lediglich 35 Prozent eine Förderung. Innerhalb der Gruppe der umweltinnovativen Unternehmen schneiden wiederum die Unternehmen in den Handlungsfeldern Energieeffizienz (65 Prozent), Kreislaufwirtschaft (49 Prozent), Wasserwirtschaft (56 Prozent) und Ressourceneffizienz (71 Prozent) im Vergleich zu den Anbietern auf dem Umweltschutzmarkt insgesamt (51 Prozent) überproportional gut ab. Die Förderung durch Bundesministerien spielt dabei in allen diesen Handlungsfeldern die Hauptrolle: 47 Prozent der Unternehmen im Handlungsfeld Energieeffizienz, 36 Prozent im Handlungsfeld Kreislaufwirtschaft, 40 Prozent im Handlungsfeld Wasserwirtschaft sowie 63 Prozent im Handlungsfeld Ressourceneffizienz erhalten ihre öffentliche Förderung aus Mitteln des Bundes. Insofern werden die Unternehmen, die in den genannten vier Handlungsfeldern innovativ tätig sind, offensichtlich gezielt und effektiv gefördert.

Auch die Analyse der PROFI-Datenbank in Kapitel 3 kam zu dem Fazit, dass die Handlungsfelder einer Ökologischen Industriepolitik bereits relativ gut durch laufende und geplante Förderprogramme abgedeckt sind. Mögliche Forschungsprogramme der Europäischen Union und der Bundesländer sind dabei in diesem Kapitel unberücksichtigt geblieben. Vor allem die Handlungsfelder „Erneuerbare Energien“ und „Energieeffizienz“ sind bereits sehr gut durch laufende Förderprogramme finanziert. Keine Informationen liegen allerdings vor über die Förderung von Unternehmen in den Handlungsfeldern „Nachhaltige Mobilität“, „Bio-“ und „Nanotechnologie“. Gerade die Analyse der ökologisch relevanten Förderprogramme in der

Biotechnologie legt den Verdacht nahe, dass nur ein kleiner Teil in ökologisch relevante Felder fließt.

Bei den explizit in der High-Tech-Strategie auftauchenden Zukunftsfeldern „Fahrzeug- und Verkehrstechnologien“, „Biotechnologien“ und „Nanotechnologien“ lohnt sich daher eine detailliertere Analyse, inwiefern diese Zukunftsfelder sich mit den entsprechenden Handlungsfeldern einer Ökologischen Industriepolitik decken. Hier könnte Handlungsbedarf für eine Verbesserung des Umweltbezugs bestehen. Bei den Handlungsfeldern „Kreislaufwirtschaft“ und „Nachhaltige Wasserwirtschaft“ stellt sich die Frage, ob diese nicht exponierter in der High-Tech-Strategie auftauchen sollten.

Zudem werden insgesamt hohe Summen in die Förderung von Technologien investiert, die mit einer Ökologischen Industriepolitik nicht in Einklang gebracht werden können, wie z.B. die Kohle- und Nukleartechnologie.

Die Programme des BMWi zur Verbesserung der Rahmenbedingungen sind technologieoffen ausgeschrieben, was in den Evaluationen dieser Programme als vorteilhaft herausgestellt wird, und was sich offensichtlich auch vorteilhaft auf die umweltinnovativen KMU auswirkt. Aus Sicht einer Ökologischen Industriepolitik stellt sich allerdings die Frage, ob es nicht darüber hinaus auch spezifische Umweltinnovationsnetzwerke zu Themen wie Materialeffizienz und Energieeffizienz geben sollte. Erste Ansätze sind dazu in der High-Tech-Strategie mit dem geplanten Netzwerk zu Materialeffizienz bereits vorhanden.

## **5.4.2 Umweltregulierungen**

### **5.4.2.1 Methodische Vorbemerkung**

In diesem Abschnitt wird die Frage untersucht, inwieweit die Umweltregulierung in Deutschland Innovationsaktivitäten von Unternehmen anstößt. Unter „Umweltregulierung“ werden hier Gesetze und Verordnungen sowie Standards und Normen verstanden, die zur Verringerung der Umweltbelastung und des Ressourcenverbrauchs beitragen. Umweltregulierungen können im Wesentlichen über vier Kanäle die Innovationsaktivitäten von Unternehmen stimulieren:

- Sie können bei Anbietern von Umweltschutzgütern/-technologien (inkl. Dienstleistungen) die Entwicklung von Produktinnovationen im anlagenintegriertem Umweltschutz anstoßen. Dies wird insbesondere dann der Fall sein, wenn zur Erfüllung von Regulierungen der Stand der Technik nicht ausreicht, sondern technologische Neu- oder Weiterentwicklungen notwendig werden. Da aber die Einführung oder Änderung von Umweltregulierungen in jedem Fall die Rahmenbedingungen für wirtschaftliche Aktivitäten ändert, kann

sie von Unternehmen zum Anlass genommen werden, neue Produkte oder Dienstleistungen anzubieten, die anderen Akteuren den Umgang mit diesen veränderten Rahmenbedingungen erleichtern. Hier kommen insbesondere auch Innovationen bei Dienstleistungen ins Spiel. So könnte die Pfandpflicht im Bereich von Einwegverpackungen z.B. zum Angebot von neuen Logistikdienstleistungen führen, die Einzelhändlern das Handling mit zurückgegebenen Verpackungen erleichtert.

- Umweltregulierungen können zur Entwicklung neuer Produkte im Bereich des produktintegrierten Umweltschutzes anregen. Dies kann z.B. Vorgaben betreffen, die sich auf die Verwendung bzw. Nicht-Verwendung bestimmter Materialien, gefährlicher Stoffe oder anderer Produkteigenschaften (z.B. Recyclingfähigkeit, biologische Abbaubarkeit, höhere Energieeffizienz, Verringerung von Luft-, Abwasser- und Lärmemissionen) beziehen.
- Umweltregulierungen können Investitionstätigkeiten auslösen, die über die reine Implementierung von Umwelttechnologien zur Erreichung dieser Standards hinausgehen, und zur unternehmensspezifischen Entwicklung neuer oder merklich verbesserter Verfahren im Bereich des prozessintegrierten Umweltschutzes in Produktionsunternehmen führen, die in einem breiteren Sinn auf Rationalisierungen oder Qualitätsverbesserungen abzielen.
- Umweltregulierungen können schließlich auch die Entwicklung von neuen Dienstleistungsangeboten stimulieren, die auf die Unterstützung von Unternehmen in Umweltfragen abzielen. Hierzu zählen z.B. Umweltberater, die im Rahmen von Umweltzertifizierungen oder der Begutachtung von Umweltmaßnahmen tätig sind. Neue Regulierungen können zur Entwicklung neuer Beratungsangebote oder neuer analytischer Dienstleistungen führen.

Neben der Frage der Verbreitung von umweltregulierungsgetriebenen Innovationen ist auch die nach der Wirkung dieser Innovationen auf den Innovations- und Unternehmenserfolg zentral: Gelingt es Unternehmen, mit Innovationen, die durch die Umweltregulierung angestoßen wurden, am Markt erfolgreich zu sein? Während für Innovationsaktivitäten insgesamt ein positiver Effekt auf die Wettbewerbsfähigkeit und das Wachstum von Unternehmen festgestellt werden kann (vgl. Peters 2007), könnte sich dies für umweltregulierungsgetriebene Innovationen zum Teil anders darstellen. Denn zumindest für die Anwender von Umweltschutztechnologien zielt die primäre Wirkung der Umweltinnovationstätigkeit auf die Verringerung negativer externer Effekte unternehmerischen Handelns ab und kann u.U. zu höheren Kosten im Unternehmen führen, ohne gleichzeitig zusätzliche Erträge zu generieren. Dies gilt umso mehr, je mehr es sich um additive Umweltschutztechnologien handelt, aber auch Inno-

vationen im Bereich des produkt- oder anlagenintegrierten Umweltschutzes können zu höheren Produktionskosten im Vergleich zu einem Verzicht auf entsprechende Umweltschutzmaßnahmen führen.

Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang die Frage, ob solche Innovationen zu über- oder unterdurchschnittlichen ökonomischen Exporterfolgen führen. Falls es Unternehmen gelingt, mit Innovationen, die durch die deutschen Umweltregulierungen angestoßen wurden, sich in Auslandsmärkten erfolgreich durchzusetzen, kann dies als ein Hinweis auf eine die internationale Leistungsfähigkeit des deutschen Technologiesektors stärkende Umweltpolitik interpretiert werden. Deutschland wäre dann eine Art „Lead Market“ für Umweltinnovationen.

Zur Untersuchung dieser Fragen wird auf Daten der ZEW-Innovationserhebung („Mannheimer Innovationspanel“) zurückgegriffen. Im Jahr 2003 wurde eine Schwerpunktfrage zu der Bedeutung externer „Quellen“ (im Sinn von ursächlichen Impulsgebern) für Innovationen gestellt. Es wurden fünf Gruppen von externen Innovationsquellen unterschieden: Kunden/Nachfrage, Wettbewerber, Lieferanten, Wissenschaft und Gesetze/Regulierungen. Innovierende Unternehmen hatten anzugeben, ob zumindest eine Produkt- oder Prozessinnovation, die im Zeitraum 2000-2002 eingeführt worden war, durch die jeweilige Quelle angestoßen wurde, ob es sich dabei um Produkt- oder Prozessinnovationen gehandelt hatte sowie im Fall einer Produktinnovation zusätzlich, welcher Umsatzanteil auf diese Innovation(en) im Jahr 2002 zurückgegangen war. Für die Innovationsquelle Gesetze/Regulierung wurde darüber hinaus um die Angabe der konkreten Gesetze bzw. Regulierungen, die Innovationen ausgelöst haben, gebeten. Die Frage zur Innovationsquelle Gesetze/Regulierung ist in Abbildung 21 dargestellt.

**Abbildung 21: Frage zu Gesetze/Regulierungen als Innovationsquelle**

9.5 **Gesetze und Regulierungen als Innovationsquelle**

a) Gibt es unter den neuen oder merklich verbesserten Produkten/Dienstleistungen oder Prozessen/Verfahren, die Ihr Unternehmen (lt. Frage 1.2) in den Jahren 2000-2002 eingeführt hat, Innovationen, die von neuen gesetzlichen Regelungen (z.B. Umweltgesetzgebung, technische Standards) oder anderen Regulierungen (inkl. Selbstverpflichtungen) angestoßen wurden?

Nein .....  1 ▶ Bitte weiter mit **Fragenblock 10**

Ja, Produkt-/ Dienstleistungsinnovationen  2 ▶ **Geschätzter Anteil dieser Innovationen am Gesamtumsatz (inkl. Exporte) im Jahr 2002**

<5% ...  1    6-15% ...  2    16-30% ...  3    31-50% ...  4    >50% ...  5

Ja, Prozessinnovationen .....  3

b) Welche Gesetze bzw. Regulierungen (z.B. Umweltgesetzgebung, Arbeitsrecht, technische Standards, Selbstverpflichtungen der Verbände) waren für diese Innovationen ausschlaggebend?

Bitte geben Sie die Namen der Gesetze/Regulierungen in der Reihenfolge Ihrer Bedeutung an.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2003.

Die Textfeldangaben zu den konkreten Gesetzen/Regulierungen wurden vom ZEW kodiert und verschiedenen Regulierungsbereichen zugeordnet. Im Bereich der Umweltregulierung wurde differenziert nach Umwelt allgemein (inkl. Emissionsschutz), Energie, Materialien/gefährliche Stoffe, Wasser, Abfall, Lärm. In einigen Fällen konnten umweltschutzbezogene Regulierungen möglicherweise nicht identifiziert werden, und zwar bei Angaben zu branchenspezifischen Regulierungen (die auch umweltschutzbezogen sein können) sowie bei Angaben zu Standards/Normen allgemein.

Insgesamt gaben 459 von 2.091 innovationsaktiven Unternehmen, die einen Fragebogen mit dem entsprechenden Fragenblock zu Innovationsquellen erhalten haben, an, dass im Zeitraum 2000-2002 zumindest eine Innovation durch Gesetze oder Regulierungen angestoßen wurde. Von diesen 459 regulierungsgetriebenen Innovatoren machten 371 Angaben zu den konkreten Gesetzen, Regulierungen etc., die Auslöser für Innovationen waren. Umweltregulierungen wurden von 199 Unternehmen genannt, mit insgesamt 210 unterschiedlichen Nennungen zu Umweltregulierungen. Zu beachten ist, dass aufgrund des zugrunde liegenden Referenzzeitraums nur Umweltregulierungen, die bis 2002 eingeführt wurden, genannt werden konnten. Da zwischen der Einführung einer Regulierung und der Umsetzung von darin erhaltenen Innovationsimpulsen in eine Marktreife auch noch beträchtliche Zeit vergehen kann, dürften den hier erfassten umweltregulierungsgetriebenen Innovationen der Stand der Umweltpolitik von Ende der 1990er Jahre bis ca. 2001 (d.h. inklusive der ersten Jahre der rot-grünen Bundesregierung) zugrunde liegen.

#### **5.4.2.2 Umweltpolitische Regulierungen als Auslöser von unternehmerischen Innovationen**

Von den 210 genannten Umweltregulierungen waren 123 konkret genug, um sie zu einem bestimmten Handlungsfeld der Umweltpolitik zuzuordnen (siehe Abbildung 22). Die am häufigsten genannten Handlungsfelder sind folgende:

**Energieerzeugung:** 24 Nennungen (= 12 % der Unternehmen) - die am häufigsten genannten Gesetze/Regulierungen hier sind EEG, KWKG-Gesetz und EnWG.

**Rohstoff- und Materialeffizienz, Vermeidung gefährlicher Stoffe:** 23 Nennungen (= 12 % der Unternehmen) - hier wurden insbesondere Regulierungen zum Verbot bzw. zur Reduzierung des Einsatzes von Stoffen wie Blei, Quecksilber, Schwefel, FCKW, Lösungsmittel, Tenside etc. angeführt.

**Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling:** 20 Nennungen (= 10 % der Unternehmen) - häufiger genannt wurden TASI, AltFzgG und Verpackungsverordnung.

**Nachhaltige Mobilität:** 16 Nennungen (= 8 % der Unternehmen) - hier wurden BImSchG, TA Luft, die Ökosteuern sowie das Verkehrslärmschutzgesetz genannt.

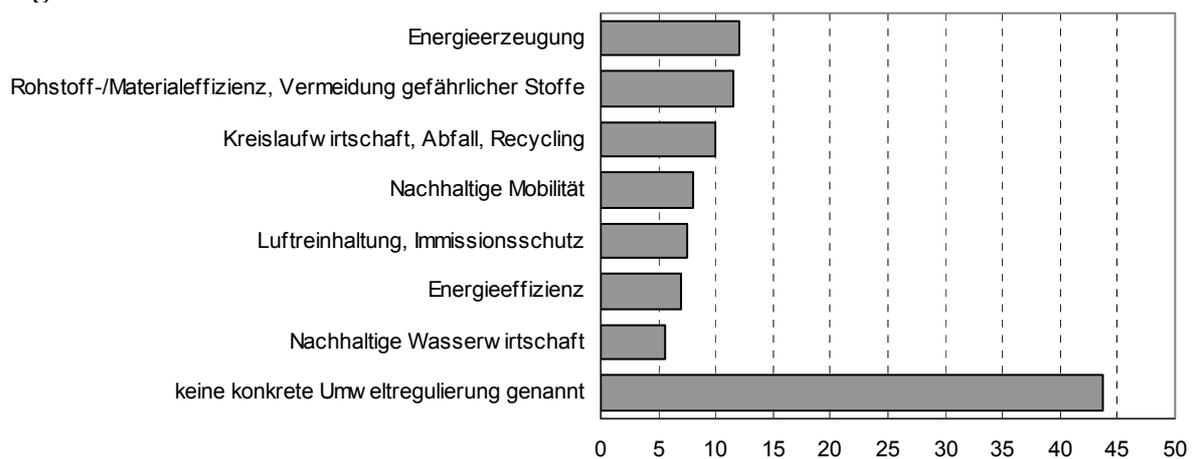
**Luftreinhaltung, Immissionsschutz:** 15 Nennungen (= 8 % der Unternehmen mit umweltregulierungsgetriebenen Innovationen) - am häufigsten wurden hier BImSchG, TA Luft sowie verschiedene Abgasnormen genannt. Unternehmen aus dem Fahrzeugbau, die über solche Regulierungen zur Einführung emissionsärmerer Fahrzeuge angestoßen wurden, sind dem Handlungsfeld „Nachhaltige Mobilität“ zugeordnet worden.

**Energieeffizienz:** 14 Nennungen (= 7 % der Unternehmen) - hier wurden die EnEV und die WStVO angeführt.

**Nachhaltige Wasserwirtschaft:** 11 Nennungen (= 6 % der Unternehmen) - genannt wurden hier zum einen die EU-Wasserrahmenrichtlinie und die Trinkwasserverordnung und zum anderen die Abwasserverordnung bzw. Abwassergesetze der Länder.

Von 87 Unternehmen wurde nur allgemein „Umweltgesetzgebung“ angegeben, so dass eine Zuordnung zu Handlungsfeldern der Umweltpolitik nicht möglich ist.

**Abbildung 22: Verteilung von umweltregulierungsgetriebenen Innovatoren nach Handlungsfeldern**



Anteil der Unternehmen mit Produkt- bzw. Prozessinnovationen, welche durch Umweltregulierungen in dem jeweiligen Handlungsfeld angestoßen wurden, an allen Unternehmen mit umweltregulierungsgetriebenen Innovationen in %. Mehrfachnennungen möglich.

Anmerkung: Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten in den Wirtschaftszweigen (WZ) 10-41, 51-60-67, 72-74, 90 in Deutschland.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2003 - Berechnungen des ZEW.

Auffallend ist die noch recht hohe Bedeutung des Handlungsfelds der Luftreinhaltung bzw. des Immissionsschutzes, das in der aktuellen Liste der Handlungsfelder der ökologischen Industriepolitik als solches nicht mehr vorkommt. Dies spiegelt in erster Linie die Priorität in der deutschen Umweltpolitik Ende der 1990er Jahre wider, die über Instrumente wie die TA Luft und das BImSchG eine Verringerung von umweltschädlichen Emissionen durch Verbesserungen in der Anlagentechnik und durch End-of-pipe Luftreinhaltemaßnahmen zu erreichen versuchte. Dies hat offenbar bis in die Jahre 2000-2002 die Einführung von Produkt- und Prozessinnovationen stimuliert. Allerdings wirken die genannten Instrumente auch positiv auf die Innovationstätigkeit im Handlungsfeld „Nachhaltige Mobilität“. TA Luft und das BImSchG waren dort im Zeitraum 2000-2002 die wichtigsten Impulsgeber für die Einführung umwelt-effizienterer Transporttechnologien.

Zwei der aktuellen Handlungsfelder wurden kein einziges Mal genannt, nämlich die Bio- und Nanotechnologie. Dies ist aber insofern nicht verwunderlich, da zu diesen Technologien – soweit es ihren Einsatz im Bereich des Umweltschutzes betrifft – bis 2002 keine Regulierungen existierten, die als Treiber für Innovation fungieren hätten können. Die wesentliche staatliche Stimulierung von Innovationen in diesen Handlungsfeldern erfolgte und erfolgt wohl weiterhin über die finanzielle Förderung von FuE und Innovationen in diesen Bereichen.

Im Handlungsfeld „Rohstoff- und Materialeffizienz“ wurden fast ausschließlich Regulierungen genannt, die auf die Vermeidung bestimmter toxischer oder anderweitig umweltschädlicher Stoffe in Materialien und Produkten bzw. im Rahmen von Produktionsprozessen abzielen.

Bei den durch Umweltregulierungen angestoßenen Innovationen handelt es sich überwiegend um Produktinnovationen (82 % aller Unternehmen mit umweltregulierungsgetriebenen Innovationen), 31 % der Unternehmen haben Prozessinnovationen auf Basis von Umweltregulierungen eingeführt. In 15 % der Unternehmen haben Umweltregulierungen zur Einführung sowohl von Produkt- als auch von Prozessinnovationen geführt. Differenziert nach Handlungsfeldern zeigt sich nur im Feld „Nachhaltige Mobilität“ ein höherer Anteil von Prozessinnovatoren. Dabei handelt es sich z.B. um Unternehmen des Transportgewerbes, die neue Fahrzeuge oder neue Prozesstechnologien (Routenplaner, Informationssysteme etc.) eingeführt haben, um ihre Verkehrsleistung ökologisch effizienter zu erbringen.

Im Energiebereich (Energieerzeugung, Energieeffizienz) haben Umweltregulierungen im Zeitraum 2000-2002 ganz überwiegend zu Produktinnovationen geführt. Dabei kann es sich zum einen um Energieversorgungsunternehmen handeln, die z.B. „Ökostrom“ in ihr Produktangebot neu aufgenommen haben, zum anderen fallen hierunter Hersteller von Maschinen

und Anlagen sowie Erbringer von technischen Dienstleistungen, die neue Technologien im Bereich der regenerativen Energieerzeugung (weiter-)entwickelt bzw. entsprechende Dienstleistungsangebote aufgenommen haben.

#### **5.4.2.3 Branchenverteilung der Innovationsimpulse aus der Umweltpolitik**

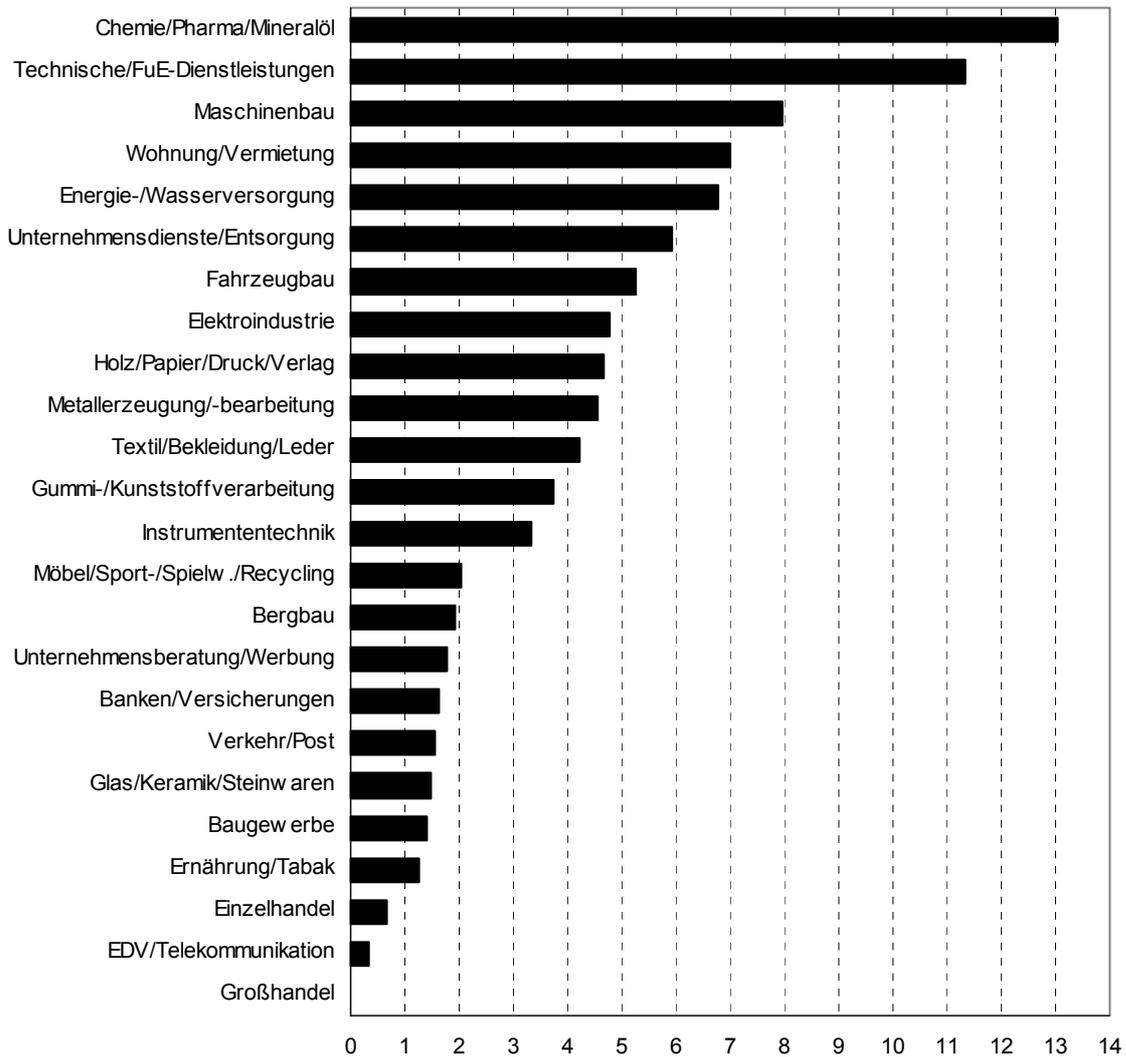
Zur Ermittlung der Verbreitung von umweltregulierungsgetriebenen Innovatoren nach Branchen werden die Angaben der einzelnen Unternehmen auf die Grundgesamtheit hochgerechnet, um so die unterschiedliche Repräsentation einzelner Branchen in der Stichprobe zu berücksichtigen.<sup>1</sup> Der höchste Anteil von Unternehmen, die auf Basis von Umweltregulierungen Innovationen eingeführt haben, findet sich in der Chemieindustrie (13 %), gefolgt von den technischen (inkl. FuE-) Dienstleistungen (gut 11 %) und dem Maschinenbau (8 %) (siehe Abbildung 23).

In diesen Branchen ist die Umweltregulierung somit ein wichtiger Impulsgeber bzw. Auslöser von Innovationen, wobei in der Chemieindustrie sowohl Produkt- (neue Materialien) als auch Prozessinnovationen (z.B. anlagenintegrierter Umweltschutz) anzutreffen sind, während in den technischen Dienstleistungen und im Maschinenbau Produktinnovationen klar dominieren. Eine hohe Bedeutung haben umweltregulierungsgetriebene Innovationen auch in den insgesamt weniger innovationsorientierten Branchen Wohnung/Vermietung, Energie-/Wasserversorgung und Unternehmensdienste/Entsorgung (6 bis 7 % aller Unternehmen führten entsprechende Innovationen ein). Hier kommen Umweltregulierungen als Treiber von Innovationen relativ betrachtet sogar eine größere Rolle als in den drei zuvor genannten Branchen zu. Während in der Chemie, den technischen Dienstleistungen und im Maschinenbau etwa jedes sechste bis jedes achte Unternehmen mit Innovationen (auch) umweltregulierungsgetriebene Innovationen aufweist, sind es im Wohnungs- und Vermietungsgewerbe sowie in den Unternehmensdienstleistungen und dem Entsorgungsgewerbe gut 18 % aller Innovatoren, und in der Energie- und Wasserversorgung gar 27 % der Innovatoren, deren Innovationen (auch) durch Umweltregulierungen ausgelöst wurden (siehe Abbildung 24).

---

<sup>1</sup> Diese unterschiedliche Repräsentation ist Ergebnis von disproportionalen Ziehungswahrscheinlichkeiten im MIP, wobei Unternehmen aus Branchen mit einer hohen Varianz der Innovationsaktivitäten eine höhere Ziehungswahrscheinlichkeit haben. Dies betrifft insbesondere forschungsintensivere Branchen des verarbeitenden Gewerbes.

**Abbildung 23: Verbreitung von umweltregulierungsgetriebenen Innovatoren nach Branchen**

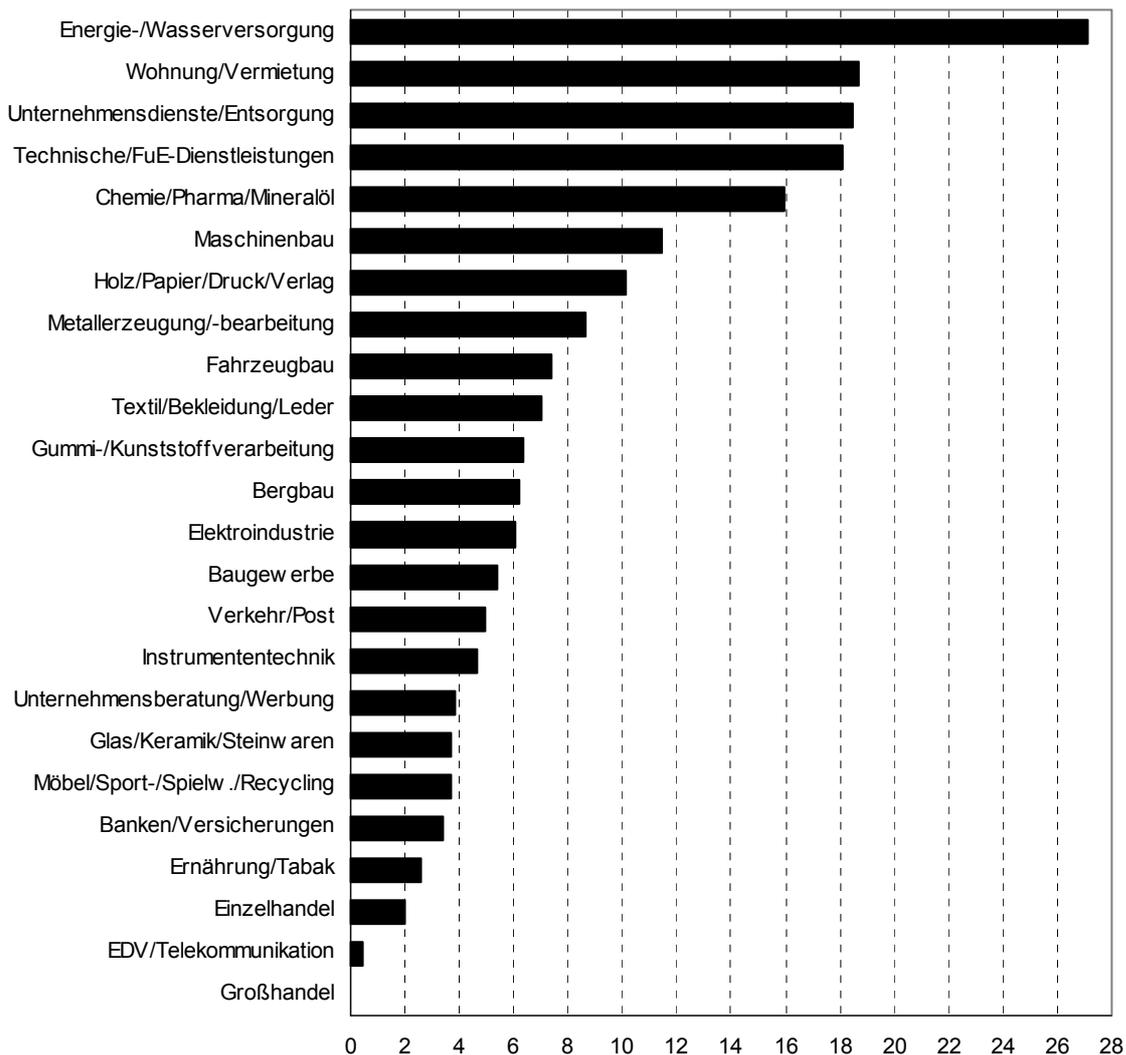


Anteil der Unternehmen, die im Zeitraum 2000-2002 Innovationen eingeführt haben, die durch Umweltregulierungen ursächlich angestoßen wurden, an allen Unternehmen der jeweiligen Branche in %.

Anmerkung: Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten in den Wirtschaftszweigen (WZ) 10-41, 51- 60-67, 72-74, 90 in Deutschland. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2003 - Berechnungen ZEW.

**Abbildung 24: Bedeutung von umweltregulierungsgetriebenen Innovationen am gesamten Innovationsgeschehen nach Branchen**



Anteil der Unternehmen, die im Zeitraum 2000-2002 Innovationen eingeführt haben, die durch Umweltregulierungen ursächlich angestoßen wurden, an allen Unternehmen mit Produkt- und/oder Prozessinnovationen im Zeitraum 2000-2002 in der jeweiligen Branche in %.

Anmerkung: Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten in den Wirtschaftszweigen (WZ) 10-41, 51- 60-67, 72-74, 90 in Deutschland. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2003 - Berechnungen ZEW.

Die Branchenverteilung der Unternehmen, die im Zeitraum 2000-2002 umweltregulierungsgetriebene Innovationen eingeführt haben, ist in Abbildung 25 dargestellt. Im verarbeitenden Gewerbe findet sich ein Viertel dieser Innovatoren im Maschinenbau, gefolgt von den Branchen Metallindustrie, Holz/Papier/Druck/Verlag und Chemie/Pharma/Mineralöl. Im Dienstleistungssektor entfällt über ein Viertel der umweltregulierungsgetriebenen Innovatoren auf die Branche technische/FuE-Dienstleistungen, ein gutes Fünftel auf das Baugewerbe (wobei zu beachten ist, dass diese Branche von der Anzahl der Unternehmen her den Dienstleistungssektor - gemeinsam mit dem Einzelhandel - dominiert) und jeweils ein gutes Zehntel auf Unternehmensdienste/Entsorgung bzw. Wohnung/Vermietung.

**Abbildung 25: Verteilung von umweltregulierungsgetriebenen Innovatoren nach Branchen im verarbeitenden Gewerbe und in den Dienstleistungen**

Verarbeitendes Gewerbe inkl. Bergbau			Dienstleistungen (inkl. Energie-/Wasservers., Baugewerbe)		
Branche	WZ	Anteil in %	Branche	WZ	Anteil in %
Maschinenbau	29	24	Technische/FuE-Dienstleistungen	73, 74.2-74.3	28
Metallerzeugung/-bearbeitung	27-28	19	Baugewerbe	45	21
Holz/Papier/Druck/Verlag	20-22	17	Unternehmensdienste/Entsorgung	74.5-74.8, 90	13
Chemie/Pharma/Mineralöl	23-24	10	Wohnung/Vermietung	70-71	11
Elektroindustrie	30-32	7	Einzelhandel	50, 52	9
Gummi-/Kunststoffverarbeitung	25	6	Unternehmensberatung/Werbung	74.1, 74.4	9
Textil/Bekleidung/Leder	17-19	5	Verkehr/Post	60-63, 64.1	6
Instrumententechnik	33	3	Energie-/Wasserversorgung	40-41	1
Fahrzeugbau	34-35	3	Banken/Versicherungen	65-67	1
Ernährung/Tabak	15-16	3	EDV/Telekommunikation	72, 64.3	0
Möbel/Sport-/Spielw./Recycling	36-37	2	Großhandel	51	0
Glas/Keramik/Steinwaren	26	1			
Bergbau	10-14	1			

Anteil einer Branche an allen Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe (inkl. Bergbau) bzw. im Dienstleistungssektor (inkl. Energie- und Wasserversorgung, Baugewerbe), die im Zeitraum 2000-2002 Innovationen eingeführt haben, die durch Umweltregulierungen ursächlich angestoßen wurden, in %. Abweichung der Summe von 100 aufgrund von Rundungen.

Anmerkung: Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten in den Wirtschaftszweigen (WZ) 10-41, 51- 60-67, 72-74, 90 in Deutschland. Alle Werte sind hochgerechnet auf die Grundgesamtheit der Unternehmen.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2003 - Berechnungen des ZEW.

#### **5.4.2.4 Einfluss von umweltpolitisch angestoßenen Innovationen auf den Innovations- und Unternehmenserfolg der Unternehmen<sup>1</sup>**

Im Zusammenhang mit der Nutzung von Umweltregulierungen als Innovationsquelle ist auch die Frage von Bedeutung, ob und in welchem Maße solche Innovationen erfolgreich waren und welchen Einfluss sie auf den Erfolg des Unternehmens hatten. Um dies zu untersuchen, werden multivariate Analysen durchgeführt. Dabei werden drei Indikatoren zum Erfolg mit Produktneuheiten und zwei Indikatoren zum Erfolg mit Prozessinnovationen herangezogen: Auf Produktinnovationsseite sind dies der Umsatzanteil mit Nachahmerprodukten (d.h. für das Unternehmen neue Produkte, die aber bereits im Markt von anderen Unternehmen angeboten werden), Umsatzanteil mit Marktneuheiten (d.h. originäre Produktinnovationen), Umsatzanteil mit Sortimentsneuheiten (d.h. neuen Produkten ohne Vorgängerprodukte im Unternehmen). Auf Prozessinnovationsseite werden der Stückkostensenkungsanteil durch Prozessinnovationen und Umsatzanstieg aufgrund von prozessinnovationsbedingten Qualitätsverbesserungen verwendet. Die multivariaten Analysen dienen dazu, den Einfluss, der von Umweltregulierungen als Innovationsquelle ausgeht, von anderen potenziellen Einflussfaktoren auf

<sup>1</sup> Dieser Abschnitt basiert wesentlich auf Untersuchungen, die im Rahmen der Studie „Zur technologischen Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltschutzwirtschaft im internationalen Vergleich“ (vgl. Legler et al. 2006) durchgeführt wurden. Für diesen Bericht wurden die Analysen ergänzt um eine Differenzierung nach Handlungsfeldern.

den Innovationserfolg (wie Größe, Marktstrukturen, unternehmensspezifische Fähigkeiten und Barrieren) zu trennen. Der Einfluss von umweltregulierungsgetriebenen Innovationen wird dabei nach Handlungsfeldern getrennt untersucht. Diese Analyse ist jedoch aufgrund der zum Teil geringen Fallzahl von Unternehmen mit Innovationen, die aus den einzelnen Handlungsfeldern der Umweltpolitik angestoßen wurden, mit Einschränkungen verbunden. So können nicht in allen Modellen alle acht Handlungsfelder berücksichtigt werden. Die Ergebnisse der Schätzungen auf Basis von Tobit-Modellen sind in Abbildung 26 (für den Innovationserfolg von Produktinnovatoren) und in Abbildung 27 (für den Innovationserfolg von Prozessinnovatoren) dargestellt.

Unternehmen, die Produktinnovationen einführen, die durch Umweltregulierungen angestoßen wurden, können dadurch keinen überdurchschnittlichen Innovationserfolg erzielen, der sich in Umsatzanteilen widerspiegelt. Ein Indikator weist sogar auf das Gegenteil hin. So weisen umweltregulierungsgetriebene Innovatoren einen signifikant niedrigeren Umsatzanteil mit Sortimentsneuheiten auf, also mit Produktinnovationen, die im Unternehmen kein Vorgängerprodukt haben. Dies deutet darauf hin, dass diese Unternehmen auf Innovationen in ihrem angestammten Produktsegment setzen und mit Hilfe von Innovationen deutlich seltener - oder mit geringerem Erfolg - auf eine Diversifikation ihres Produktspektrums (und damit auch meistens ihres Kundenstamms) abzielen. Für den Umsatzanteil mit Produktneuheiten insgesamt und für den Umsatzanteil mit Marktneuheiten zeigen sich keine statistisch signifikanten Einflüsse der Nutzung der Innovationsquelle Umweltregulierung.

Unterschieden nach Handlungsfeldern ist dieses globale Ergebnis allerdings zu differenzieren. In Bezug auf den Umsatzanteil mit Nachahmerprodukten zeigt sich ein positiver Einfluss von Regulierungen im Handlungsfeld Energieerzeugung (d.h. insbesondere regenerative Energieerzeugung), jedoch ein negativer im Handlungsfeld Kreislaufwirtschaft/Abfall/Recycling. Bei letzterem ist zu vermuten, dass es sich hierbei um solche Unternehmen handelt, die unter dem Druck neuer Regulierungen erst spät neue Produktangebote aufgenommen haben, die den Anforderungen einer Kreislaufwirtschaft oder verbesserter Recyclingfähigkeit entsprechen und damit gegenüber den Ersteinführern Vermarktungsnachteile in Kauf nehmen mussten.

Für das Handlungsfeld Nachhaltige Mobilität zeigt sich ein negativer Einfluss von Umweltregulierungen auf den Umsatzanteil mit Nachahmerprodukten, jedoch ein positiver für Marktneuheiten. Dies deutet darauf hin, dass die Umweltregulierung in Deutschland eine Vorreiterrolle gespielt hat, die Unternehmen schon frühzeitig zu Innovationen stimuliert hat, die sie noch vor den Wettbewerbern in den Markt bringen konnten. Dadurch scheint sich auch das

Portfolio ihrer Neuheiten im Vergleich zu anderen Unternehmen hin zu originären Innovationen (und weg von Nachahmerinnovationen) verschoben zu haben.

Demgegenüber ging von Regulierungen im Handlungsfeld Nachhaltige Wasserwirtschaft ein negativer Einfluss auf den Umsatzanteil mit Marktneuheiten aus, was auf Vermarktungsschwierigkeiten solcher Innovationen hindeutet.

**Abbildung 26: Einfluss der Nutzung der Innovationsquelle Umweltregulierung auf den Innovationserfolg von Produktinnovatoren: Schätzergebnisse von Tobit-Modellen**

Variable	Produktinnovatoren					
	Umsatzanteil mit Nachahmerprodukten		Umsatzanteil mit Marktneuheiten		Umsatzanteil mit Sortimentsneuheiten	
	Koeffizient	t-Wert	Koeffizient	t-Wert	Koeffizient	t-Wert
Quelle Umweltregulierung - Produktinnovation	-1,32	-0,58	-4,56	-1,42	<b>-5,50</b>	-1,69
Quelle andere Regulierung - Produktinnovation	-1,41	-0,65	-1,42	-0,47	-0,34	-0,11
Quelle Regulierung unbekannt – Produktinnovation	-2,68	-0,75	1,44	0,29	3,25	0,67
Quelle Kunde - Produktinnovation	-0,84	-0,59	<b>4,54</b>	2,28	0,21	0,11
Quelle Lieferant - Produktinnovation	0,21	0,13	0,42	0,18	0,70	0,31
Quelle Wissenschaft - Produktinnovation	-0,43	-0,23	<b>6,89</b>	2,75	<b>6,64</b>	2,60
Quelle Wettbewerber - Produktinnovation	<b>3,27</b>	2,16	<b>-4,05</b>	-1,93	-0,11	-0,05
auch Prozessinnovator	1,83	1,43	2,43	1,41	<b>4,17</b>	2,32
Beschäftigtenzahl (log)	<b>-2,51</b>	-1,84	<b>-3,66</b>	-1,98	<b>-8,28</b>	-4,41
Beschäftigtenzahl (log) - quadriert	0,17	1,27	0,23	1,24	<b>0,57</b>	3,13
Anteil Akademiker	<b>6,33</b>	1,96	<b>11,50</b>	2,59	2,89	0,65
Innovationsintensität	<b>1,88</b>	1,83	<b>7,30</b>	5,45	<b>5,47</b>	5,50
kontinuierliche FuE	0,14	0,08	<b>6,74</b>	2,68	0,06	0,02
gelegentliche FuE	1,18	0,55	1,13	0,37	-3,62	-1,18
Innovationskooperation	-2,04	-1,42	2,51	1,25	2,38	1,18
Standort Ostdeutschland	<b>5,85</b>	4,13	<b>-4,88</b>	-2,47	1,98	1,01
Anzahl der Beobachtungen	1190		1226		1219	
Pseudo R <sup>2</sup>	0,011		0,023		0,020	

Aufgliederung "Quelle Umweltregulierung - Produktinnovation" nach Handlungsfeldern:

keine konkrete Umweltregulierung genannt	-1,21	-0,37	-6,75	-1,47	<b>-11,42</b>	-2,43
Luftreinhaltung, Immissionsschutz	1,28	0,15	1,65	0,14	8,63	0,80
Energieerzeugung	<b>10,10</b>	1,68	-14,82	-1,59	-8,52	-0,95
Rohstoff-/Materialeffizienz, gefährliche Stoffe	-0,53	-0,09	5,66	0,68	1,81	0,21
Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling	<b>-21,07</b>	-3,16	5,21	0,56	-0,39	-0,04
Nachhaltige Wasserwirtschaft	6,85	0,93	<b>-21,95</b>	-1,95	-5,16	-0,51
Nachhaltige Mobilität	<b>-15,65</b>	-1,70	<b>22,24</b>	1,93	16,73	1,34
Energieeffizienz	1,90	0,23	-2,09	-0,17	-11,89	-0,82

Werte, die statistisch auf dem 10%-Niveau signifikant sind, sind fett gedruckt.

Alle Modelle enthalten außerdem Indikatorvariablen zur Branchenzugehörigkeit, deren Koeffizienten sind aus Platzgründen nicht dargestellt.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2003. - Berechnungen des ZEW.

Unternehmen mit umweltregulierungsgetriebenen Produktinnovationen, die keine konkreten Angaben zu dem Umweltregulierungsbereich gemacht haben, aus dem der Impuls kam, erzielen niedrigere Umsatzanteile mit Sortimentsneuheiten. Dies deutet darauf hin, dass es sich bei diesen Innovatoren um Unternehmen handelt, die sich durch Umweltregulierungen auf die ökologische Anpassung/Erneuerung ihres bestehenden Produktsortiments konzentriert haben.

Auf Seite der Prozessinnovationen (siehe Abbildung 27) sind für die Gesamtheit aller umweltregulierungsgetriebenen Prozessinnovatoren keine statistisch signifikanten Einflüsse von Umweltregulierungen auf den Innovationserfolg mit Prozessinnovationen festzustellen. Dies bedeutet gleichzeitig, dass umweltregulierungsgetriebene Prozessinnovationen keine Belastung für den Innovationserfolg (in Bezug auf Kostensenkung und in Bezug auf Qualitätsverbesserungen) bedeuten.

**Abbildung 27: Einfluss der Nutzung der Innovationsquelle Umweltregulierung auf den Innovationserfolg von Prozessinnovatoren: Schätzergebnisse von Tobit-Modellen**

Variable	Prozessinnovatoren			
	Stückkostensenkungsanteil		Umsatzsteigerung durch Qualitätsverbesserung	
	Koeffizient	t-Wert	Koeffizient	t-Wert
Quelle Umweltregulierung - Prozessinnovation	-1,97	-0,81	-5,01	-1,31
Quelle andere Regulierung - Prozessinnovation	2,35	0,95	1,29	0,28
Quelle Regulierung unbekannt - Prozessinnovation	6,19	1,39	-2,56	-0,37
Quelle Kunde – Prozessinnovation	-0,48	-0,39	<b>4,06</b>	2,15
Quelle Lieferant - Prozessinnovation	<b>3,96</b>	2,55	-1,40	-0,56
Quelle Wissenschaft - Prozessinnovation	<b>3,76</b>	1,83	2,36	0,73
Quelle Wettbewerber - Prozessinnovation	-1,51	-0,91	0,28	0,11
auch Produktinnovator	-1,02	-0,75	<b>9,46</b>	3,99
Beschäftigtenzahl (log)	<b>-2,14</b>	-2,05	-2,35	-1,40
Beschäftigtenzahl (log) – quadriert	<b>0,21</b>	2,05	0,03	0,16
Anteil Akademiker	-3,10	-1,19	-3,82	-0,91
Innovationsintensität	-0,45	-0,72	0,85	1,20
kontinuierliche FuE	1,10	0,84	0,51	0,25
gelegentliche FuE	1,16	0,75	2,53	1,05
Innovationskooperation	0,07	0,07	1,60	0,95
Standort Ostdeutschland	<b>-2,26</b>	-2,13	2,56	1,55
Anzahl der Beobachtungen	858		685	
Pseudo R <sup>2</sup>	0,013		0,023	

Aufgliederung "Quelle Umweltregulierung - Prozessinnovation" nach Handlungsfeldern:

keine konkrete Umweltregulierung genannt	<b>-7,87</b>	-2,12	-6,37	-1,17
Luftreinhaltung, Immissionsschutz	-1,80	-0,23	7,33	0,58
Energieerzeugung	2,19	0,19	-	
Rohstoff-/Materialeffizienz, gefährliche Stoffe	-3,32	-0,50	-3,45	-0,34
Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling	-10,09	-1,22	-8,13	-0,71
Nachhaltige Wasserwirtschaft	4,46	0,47	-	
Nachhaltige Mobilität	13,68	0,91	-	
Energieeffizienz	7,65	0,97	1,94	0,16

Werte, die statistisch auf dem 10%-Niveau signifikant sind, sind fett gedruckt.

Alle Modelle enthalten außerdem Indikatorvariablen zur Branchenzugehörigkeit, deren Koeffizienten sind aus Platzgründen nicht dargestellt.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2003. - Berechnungen des ZEW.

Differenziert nach Handlungsfeldern zeigt sich allerdings für jene umweltregulierungsgetriebenen Prozessinnovatoren, die keine konkrete Regulierungsquelle genannt haben, ein negativer Effekt auf den Kostensenkungserfolg. Zu vermuten ist, dass es sich hierbei um Unternehmen handelt, die ihre Anlagen an verschärfte Emissionsvorschriften angepasst haben, was zunächst zu höheren Kosten ohne gleichzeitige Rationalisierungseffekten geführt hat.

Eine aus Sicht der Industrie- und Innovationspolitik interessante Frage ist, inwieweit es Unternehmen gelingt, neue Produkte, deren Einführung durch die deutsche Umweltregulierung angestoßen wurde, auch im Ausland abzusetzen. Hohe Exporterfolge von solchen umweltregulierungsgetriebenen Produktinnovationen können auf eine Vorreiterrolle Deutschlands bei der Definition und Durchsetzung von Umweltregulierungen hindeuten: Die vom deutschen Umweltrecht geforderten Standards führen zu Innovationen, die auch unter anderen nationalen Rahmenbedingungen abgesetzt werden können. Deutschland hätte dann eine Art „Leitmarkt-Funktion“ im Umweltregulierungsbereich.<sup>1</sup> Allerdings ist die Analyse einer solchen Frage mit den vorliegenden Informationen nur sehr eingeschränkt möglich. Denn notwendig wäre ein Vergleich der Exportfähigkeit von Produkten und Technologien, die von der deutschen Umweltregulierung angestoßen wurden, mit der von Produkten und Technologien, die durch die Umweltregulierung in anderen Ländern hervorgebracht wurden. Solche Informationen liegen jedoch nicht vor. Die folgende Analyse beschränkt sich daher lediglich auf die Frage, ob der Umstand, Produktinnovationen aufgrund von Anstößen aus der Umweltregulierung eingeführt zu haben, zu niedrigeren oder höheren Exporterfolgen geführt hat.

Zur Beantwortung dieser Frage wird in gleicher Weise vorgegangen wie zur Analyse des Innovationserfolgs. Mit Hilfe multivariater Modelle wird der Einfluss, der von der Nutzung der Innovationsquelle Umweltregulierung auf den Exporterfolg ausgeht, geschätzt. Andere Einflussfaktoren auf den Exporterfolg werden durch eine Reihe von Kontrollvariablen zu erfassen versucht.<sup>2</sup> Dabei werden alle Unternehmen (Innovatoren und Nicht-Innovatoren) berücksichtigt. Für die Unternehmen des Produktionssektors wird die Exportquote als Indikator für den Exporterfolg herangezogen. In den Dienstleistungsbranchen wird das Vorhandensein einer Exportaktivität bereits als „Exportserfolg“ gewertet, da hier wegen der höheren nicht-tarifären Handelsbarrieren ein erfolgreicher Einstieg in einen Auslandsmarkt als die größte Hürde zur Erzielung eines Exporterfolgs angesehen werden kann.

Unternehmen, die Produktinnovationen eingeführt haben, die durch Umweltregulierungen angestoßen wurden, sind im Export insgesamt nicht erfolgreicher als andere Unternehmen (siehe Abbildung 28). Allerdings behindert die umweltregulierungsgetriebene Innovationstätigkeit auch nicht die Exportaktivitäten. Diese Unternehmen sind somit in gleicher Weise exportaktiv wie andere und weisen keine überdurchschnittlich starke Heimatmarktorientierung auf.

---

<sup>1</sup> Vgl. Jacob et al. (2005), Beise und Rennings (2004, 2005a,b).

<sup>2</sup> Vgl. Beise und Rammer (2004).

**Abbildung 28: Einfluss der Nutzung der Innovationsquelle Umweltregulierung auf den Exporterfolg: Schätzergebnisse von Tobit- bzw. Probit-Modellen**

Variable	Produktinnovatoren			
	Exportquote (P)		Exportaktivität (DL)	
	Koeffizient	t-Wert	Koeffizient	t-Wert
Quelle Umweltregulierung - Produktinnovation	-1,87	-0,50	-0,15	-0,68
Quelle andere Regulierung - Produktinnovation	2,79	0,70	-0,10	-0,48
Quelle Regulierung unbekannt - Produktinnovation	-9,64	-1,62	0,23	0,77
Quelle Kunde - Produktinnovation	<b>3,92</b>	1,68	<b>0,34</b>	2,70
Quelle Lieferant - Produktinnovation	<b>-5,03</b>	-1,81	0,07	0,47
Quelle Wissenschaft - Produktinnovation	1,74	0,55	-0,10	-0,62
Quelle Wettbewerber - Produktinnovation	3,09	1,24	0,15	1,04
Produktinnovator ohne externe Quellen	0,61	0,21	0,05	0,26
Prozessinnovator	-2,01	-1,25	-0,10	-1,00
Beschäftigtenzahl (log)	<b>11,00</b>	6,03	<b>0,39</b>	3,83
Beschäftigtenzahl (log) - quadriert	<b>-0,04</b>	-2,13	<b>-0,03</b>	-2,86
Anteil Akademiker	<b>26,82</b>	4,89	<b>0,52</b>	2,51
Innovationsintensität	<b>-5,71</b>	-2,04	0,04	0,78
kontinuierliche FuE	<b>10,07</b>	3,94	<b>0,73</b>	4,99
gelegentliche FuE	<b>5,53</b>	1,80	0,24	1,27
Innovationskooperation	-0,55	-0,24	0,11	0,85
Standort Ostdeutschland	<b>-10,97</b>	-6,01	<b>-0,47</b>	-4,83
relative Lohnstückkosten	-0,75	-1,57	-0,02	-0,52
Anzahl der Beobachtungen	1320		1308	
Pseudo R <sup>2</sup>	0,066		0,197	

Aufgliederung "Quelle Umweltregulierung - Produktinnovation" nach Handlungsfeldern:

keine konkrete Umweltregulierung genannt	-2,83	-0,55	<b>-0,64</b>	-1,84
Luftreinhaltung, Immissionsschutz	-3,74	-0,26	<b>1,46</b>	1,97
Energieerzeugung	7,43	0,70	-1,03	-1,54
Rohstoff-/Materialeffizienz, gefährliche Stoffe	-1,04	-0,11	-0,12	-0,13
Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling	19,06	1,10	0,26	0,53
Nachhaltige Wasserwirtschaft	-6,57	-0,53	0,20	0,31
Nachhaltige Mobilität	-9,61	-0,82	-	-
Energieeffizienz	3,96	0,25	-0,38	-0,44

P: Produktionssektor (WZ 10-37); DL: Dienstleistungssektor (WZ 40-52, 60-74, 90).

Werte, die statistisch auf dem 10%-Niveau signifikant sind, sind fett gedruckt.

Alle Modelle enthalten außerdem Indikatorvariablen zur Branchenzugehörigkeit, deren Koeffizienten sind aus Platzgründen nicht dargestellt.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2003. - Berechnungen des ZEW.

Differenziert nach Handlungsfeldern der Umweltpolitik zeigt sich dieses Ergebnis im verarbeitenden Gewerbe für jedes einzelne Handlungsfeld. Im Dienstleistungssektor ist dagegen für Produktinnovationen, die durch Regulierungen zur Luftreinhaltung bzw. zum Immissionsschutz angestoßen wurden, ein positiver Effekt auf die Exporttätigkeit nachzuweisen. Offensichtlich gelang es Dienstleistungsunternehmen – dies betrifft wohl in erster Linie technische Dienstleister und Umweltberater –, die für die deutsche Umweltregulierung entwickelten Dienstleistungsangebote auch in anderen Ländern erfolgreich anzubieten. Auf der anderen Seite zeigt sich ein negativer Effekt für jene umweltregulierungsgetriebenen Dienstleistungsinnovatoren, die keinen konkreten Regulierungsbereich angegeben haben.

Als ein weiteres Erfolgsmaß wird schließlich noch die Umsatzrentabilität betrachtet. Dahinter steht die Frage der Wettbewerbsintensität und Preissetzungsmacht in Umweltschutzgüter-

märkten. Eine These wäre, dass das Vorhandensein von Regulierungen im Verein mit regulierungsbezogenen Innovationsaktivitäten den Umweltinnovatoren eine Preissetzungsmacht gegenüber ihren Kunden beschert. Denn die Regulierung zwingt die Kunden dazu, bestimmte Umweltschutzgüter nachzufragen, wodurch die Preiselastizität der Nachfrage extrem gering ist. Gleichzeitig ermöglicht die Innovationstätigkeit der Umweltinnovatoren eine Produktdifferenzierung gegenüber anderen Anbietern, wodurch ein direkter Preisvergleich eingeschränkt ist.

Tatsächlich können umweltregulierungsgetriebene Produktinnovatoren eine höhere Umsatzrendite erzielen als andere Unternehmen (siehe Abbildung 29). Bei einer Differenzierung nach Handlungsfeldern der Umweltpolitik zeigt sich, dass dieser positive Beitrag zum Unternehmensgewinn in erster Linie aus dem Feld der Rohstoff- und Materialeffizienz stammt. Konkret handelt es sich dabei meist um Unternehmen, die neue Produkte eingeführt haben, die bestimmte gefährliche Stoffe vermeiden. Damit konnten sie offenbar eine (temporäre) Monopolstellung im Markt erreichen.

Ebenfalls ein positiver Effekt geht im Übrigen von Prozessinnovationen aus, die durch Regulierungen angestoßen wurden, bei denen es sich um andere als Umweltregulierungen handelt (z.B. produktmarktspezifische Regulierungen).

**Abbildung 29: Einfluss der Nutzung der Innovationsquelle Umweltregulierung auf die Umsatzrentabilität: Schätzergebnisse von geordneten Probit-Modellen**

Variable	alle Unternehmen	
	Umsatzrentabilität (7 Stufen)	
	Koeffizient	t-Wert
Quelle Umweltregulierung - Produktinnovation	<b>0,23</b>	2,03
Quelle Umweltregulierung - Prozessinnovation	-0,07	-0,25
Quelle andere Regulierung - Produktinnovation	-0,03	-0,29
Quelle andere Regulierung - Prozessinnovation	<b>0,51</b>	2,42
Quelle Regulierung unbekannt - Produktinnovation	<b>-0,35</b>	-2,01
Quelle Regulierung unbekannt - Prozessinnovation	0,34	0,88
Quelle Kunde – Produktinnovation	<b>0,11</b>	1,64
Quelle Kunde – Prozessinnovation	0,01	0,09
Quelle Lieferant – Produktinnovation	-0,09	-1,08
Quelle Lieferant – Prozessinnovation	-0,08	-0,64
Quelle Wissenschaft - Produktinnovation	0,01	0,12
Quelle Wissenschaft - Prozessinnovation	-0,06	-0,35
Quelle Wettbewerber - Produktinnovation	0,11	1,51
Quelle Wettbewerber - Prozessinnovation	-0,11	-0,87
Produktinnovator ohne externe Quellen	0,00	0,02
Prozessinnovator ohne externe Quellen	-0,03	-0,52
Beschäftigtenzahl (log)	<b>-0,13</b>	-2,72
Beschäftigtenzahl (log) – quadriert	<b>0,01</b>	1,77
Anteil Akademiker	-0,18	-1,54
Innovationsintensität	<b>-0,64</b>	-4,65
kontinuierliche FuE	<b>0,15</b>	2,07
gelegentliche FuE	0,01	-0,07
Innovationskooperation	-0,04	-0,66
Standort Ostdeutschland	-0,05	-1,09
relative Lohnstückkosten	-0,02	-1,37
Anzahl der Beobachtungen	2437	
Pseudo R <sup>2</sup>	0,020	

Aufgliederung "Quelle Umweltregulierung - Produktinnovation" nach Handlungsfeldern:

keine konkrete Umweltregulierung genannt	0,16	0,95
Luftreinhaltung, Immissionsschutz	0,41	1,13
Energieerzeugung	0,21	0,71
Rohstoff-/Materialeffizienz, gefährliche Stoffe	<b>0,74</b>	2,01
Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling	0,18	0,53
Nachhaltige Wasserwirtschaft	-0,02	-0,05
Nachhaltige Mobilität	0,20	0,52
Energieeffizienz	-0,08	-0,19

Aufgliederung "Quelle Umweltregulierung - Prozessinnovation" nach Handlungsfeldern:

keine konkrete Umweltregulierung genannt	-0,14	-0,47
Luftreinhaltung, Immissionsschutz	-0,44	-0,70
Energieerzeugung	0,49	0,63
Rohstoff-/Materialeffizienz, gefährliche Stoffe	-0,15	-0,28
Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling	0,67	1,43
Nachhaltige Wasserwirtschaft	-0,15	-0,19
Nachhaltige Mobilität	0,35	0,29
Energieeffizienz	0,87	1,20

Werte, die statistisch auf dem 10%-Niveau signifikant sind, sind fett gedruckt.

Alle Modelle enthalten außerdem Indikatorvariablen zur Branchenzugehörigkeit, deren Koeffizienten sind aus Platzgründen nicht dargestellt.

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel, Befragung 2003. - Berechnungen des ZEW.

### 5.4.3 Resultate Unternehmensbefragung Roland Berger

Im Rahmen der Studie „Wirtschaftsfaktor Umweltschutz – Stärkung der Akzeptanz des Umweltschutzes durch Gewinnung und öffentlichkeitswirksame Aufbereitung neuer Daten und Forschungsergebnisse“ (DIW et al., 2007) hat Roland Berger Strategy Consultants Firmeninterviews durchgeführt. Die Gesamtzahl der Interviews mit Unternehmen aus den Handlungsfeldern „Energie- und Rohstoffeffizienz“, „Erneuerbare Energien“, „Nachhaltige Mobilität“ sowie „Nachhaltige Wasserwirtschaft“ lag bei rund 120. Bei der Auswahl der Unternehmen wurde anhand eines multidimensionalen Ratings auf eine ausgewogene Berücksichtigung von einschlägigen Unternehmenscharakteristika geachtet (Umsatz, Innovation, Auslandsengagement) (DIW et al., 2007, S. 61ff.). Insgesamt wurden letztlich mit über 120 Unternehmen aus den vier Handlungsfeldern intensive und detaillierte Interviews geführt.

In diesem Abschnitt soll gezeigt werden:

- welche Regulierungen die Unternehmen in den jeweiligen Handlungsfeldern als besonders innovationsfördernd empfanden, und
- wo sie Prioritäten hinsichtlich geeigneter Wirkungsmechanismen und übergreifender politischer Maßnahmen setzen würden.

In dem folgenden Abschnitt soll dann ein Überblick über die Ergebnisse aus den einzelnen Produktgruppen gegeben werden.

Als relevant für die Innovationstätigkeit wurden von den Unternehmen die folgenden politischen Maßnahmen eingestuft (jeweils die Wichtigsten):

- Handlungsfeld Energie- und Ressourceneffizienz: Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (vor allem für MSR Branche), die Energieeinsparverordnung (vor allem für Unternehmen in der Gebäudetechnologie) und das EEG (betrifft die meisten Unternehmen).
- Handlungsfeld Erneuerbare Energien: das EEG (als mit Abstand wichtigstes Gesetz) sowie die Energieeinsparverordnung (in den Bereichen Geothermie, Biomasse/Biogas sowie Solarenergie).
- Handlungsfeld Nachhaltige Mobilität: Bundes-Immissionsschutzgesetz hat stärkste Wirkung (für alle Produktbereiche), Energiesteuer sowie Biokraftstoffquotengesetz (für Unternehmen aus dem Bereich Biokraftstoffe), Abgasnormen (für Bereiche Antriebstechnik und Emissionsreduzierung).
- Handlungsfeld Nachhaltige Wasserwirtschaft: das EEG (vor allem im Bereich Schlammbehandlung, wegen zunehmender energetischer Verwertung von Klär- und Industrie-

schlüssen aus Biomasse), die Trinkwasserverordnung (setzt Richtwerte für zulässige Belastung) sowie das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (mit Regelungen zu Abwasser).

Die Ergebnisse bestätigen im Wesentlichen die Aussagen zu den regulierungsgetriebenen Innovationen, wie sie in Abbildung 22 gezeigt wurden. Obwohl die Befragung im Rahmen des Mannheimer Innovationspanels bereits im Jahre 2003 durchgeführt wurde, hat sich an den grundsätzlichen Determinanten der regulierungsgetriebenen Innovationen nicht allzu viel geändert. Nach wie vor ist das BImSchG sehr relevant, und zwar auch in zwei der betrachteten Handlungsfelder (Energie- und Ressourceneffizienz sowie Nachhaltige Mobilität) und kann somit nicht völlig losgelöst von diesen betrachtet werden. Auch die Abgasnormen sind für den Bereich Nachhaltige Mobilität nach wie vor relevant. Das EEG spielt für die Innovationsfähigkeit in allen Handlungsfeldern mit Ausnahme der Nachhaltigen Mobilität, das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz für Nachhaltige Wasserwirtschaft eine Rolle.

Auch die Energieeinsparverordnung wird von Unternehmen aus zwei Handlungsfeldern genannt (Energieerzeugung und erneuerbare Energien). Die Trinkwasserverordnung ist für Unternehmen aus dem Handlungsfeld Nachhaltige Wasserwirtschaft von Bedeutung. Als neue Regulierung ist für den Bereich Nachhaltige Mobilität vor allem das Biokraftstoffquotengesetz hinzugekommen.

Die Prioritäten bzgl. einer innovationsfördernden Regulierung zeigt Tabelle 20. Sie enthält die von den Unternehmen als am wichtigsten angesehenen Wirkmechanismen sowie die mit dem höchsten Handlungsbedarf bewerteten Maßnahmen zur Förderung von Innovationen.

**Tabelle 20: Größter Handlungsbedarf in Handlungsfeldern aus Unternehmenssicht**

Von Unternehmen geforderte Maßnahmen und Instrumente	Energie-, Rohstoffeffizienz	Erneuerbare Energien	Nachhaltige Mobilität	Nachhaltige Wasserwirtschaft
Direkte Projektförderung	X	X		X
Ingenieure gezielt ausbilden	X	X	X	
Förderung Netzwerke und Austausch	X		X	
Steuervergünstigungen	X		X	
Schaffung von Markt- und Preismechanismen		X		
Verschärfte ordnungsrechtliche Vorschriften	X			X
Qualitätsnormen für die Öffentliche Beschaffung	X			X

Legende: Eine Maßnahme wird als Handlungsbedarf eingestuft, wenn sie in der Befragung von Roland Berger aus Sicht der Unternehmen im Vergleich zum Status quo eine sehr hohe Bedeutung bzw. einen sehr hohen Einfluss hat.

Quelle: ZEW nach DIW et al. (2007)

Bei den innovationspolitischen Maßnahmen zeigt sich, dass auf der Agenda der Unternehmen nicht nur die direkte Projektförderung, sondern insbesondere auch eine gezielte und praxisorientierte Ausbildung von Ingenieuren steht. Auch die Bildung von Netzwerken und Austausch werden gewünscht, so dass sich einmal mehr die Frage nach Förderungsmöglichkeiten für spezifische Umweltnetzwerke aufdrängt.

Bei den umweltpolitischen Instrumenten werden Steuervergünstigen in allen Handlungsfeldern als wichtig angesehen, besonders aber in den Bereichen Energie- und Rohstoffeffizienz sowie Nachhaltige Mobilität. Während in der Wasserwirtschaft eine Verschärfung des Ordnungsrechts als vergleichsweise noch wichtiger angesehen wird, können sich die Unternehmen im Handlungsfeld Erneuerbare Energien generell verschiedene Instrumente zur „Schaffung von Markt- und Preismechanismen“ vorstellen, wie sie es am Beispiel des EEG erfahren haben. Verschärftes Ordnungsrecht wünschen sich neben Unternehmen der nachhaltigen Wasserwirtschaft insbesondere Unternehmen des Handlungsfelds „Energie- und Ressourceneffizienz“ (vor allem in Form verbindlicher Energieeffizienzvorgaben). Von Qualitätsnormen für öffentliche Aufträge versprechen sich insbesondere Unternehmen des Handlungsfeldes Nachhaltige Wasserwirtschaft einen Impuls für ihre Innovationstätigkeit.

### ***5.5 Bewertung der Förderpolitik hinsichtlich Produktgruppen aus Unternehmenssicht***

Für die Bewertung von Lücken und Defiziten, aber auch von Erfolgsfaktoren ist die Ebene der Handlungsfelder in mancher Hinsicht zu aggregiert. Zwar soll Regulierung prinzipiell nicht technologiespezifisch ausgestaltet sein und keine bestimmten Technologielinien fördern (Problem des „Picking Winners“), aber es macht einen Unterschied, ob allgemein ein Handlungsfeld Erneuerbare Energien betrachtet wird oder speziell die Produktgruppe Windkraft oder Brennstoffzelle. Auch im Handlungsfeld Nachhaltige Mobilität fällt beispielsweise die Bewertung unterschiedlich aus, je nachdem ob die Produktgruppe Nachhaltige Antriebstechnik oder die Gruppe Verkehrsinfrastruktur betrachtet wird.

Insofern soll in diesem Abschnitt eine Bewertung der Instrumente in Form einer Lücken- und Defizitanalyse in Bezug auf die Produktgruppen vorgenommen werden. Als Informationsgrundlage dienen wiederum die Unternehmensinterviews von Roland Berger Strategy Consultants (DIW et al., 2007). Da auf der Basis einzelner Produktgruppen nur wenige Interviews geführt werden konnten, können in diesem Abschnitt keinerlei statistische Angaben gemacht werden. Die Informationen aus den Interviews sollen lediglich dazu beitragen, die folgenden Fragen zu klären:

- Wo liegen Schwerpunkte des Handlungsbedarfs bezüglich einzelner Produktgruppen?

- Kann der Handlungsbedarf für die einzelnen Handlungsfelder hinsichtlich der Produktgruppen konkretisiert werden?

### **5.5.1 Handlungsfeld Energie- und Ressourceneffizienz**

In den Unternehmensinterviews der Roland Berger Strategy Consultants im Bereich des Handlungsfeldes Energie- und Ressourceneffizienz waren diese nach verschiedenen Produktgruppen eingeteilt (DIW et al., 2007):

- Kreislaufwirtschaft, Entsorgung,
- Natürliche Ressourcen,
- Mess-, Steuer- und Regeltechnik (MSR),
- Energie-, Rohstoffmanagement,
- Kraftwerkstechnologie.

Ergänzend zum übergreifenden Handlungsbedarf haben die Unternehmen auch produktfeldspezifische Vorschläge und Anregungen für die Innovations- und Umweltpolitik gegeben. Tabelle 21 zeigt eine Übersicht der wichtigsten gewünschten Maßnahmen und Instrumente.

Die vorgeschlagenen innovationspolitischen Maßnahmen gehen kaum über die bestehende Förderpraxis hinaus. Lediglich im Produktbereich Kraftwerkstechnologie wird Grundlagenforschung zu Materialforschungen im Nanobereich sowie die Förderung von Pilot- und Demonstrationsanlagen für Brennstoffzellenhybridkraftwerke und Solargroßanlagen vorgeschlagen. Von dieser Produktgruppe wird auch eine bessere Vernetzung von Universitäten mit Unternehmen zur Entwicklung praxisnäherer Kompetenzen gewünscht. Die Exportförderung vor allem in den Nahen Osten ist dagegen insbesondere für Unternehmen aus der Produktgruppe Gebäudetechnik ein Thema. Unterstützung bei Patentierungsverfahren erwarten Unternehmen in der Produktgruppe Natürliche Ressourcen.

Auch im Bereich der marktbasieren Instrumente gibt es kaum spezifische Handlungsempfehlungen von Seiten der Unternehmen. Es werden allgemein Maßnahmen zur Förderung der Nachfrage nach energie- und ressourceneffizienten Produkten gefordert, insbesondere in Form von Steuererleichterungen oder direkten Subventionen. Vorteile von der Liberalisierung des Prüfwesens, insbesondere für MSR-Technik, versprechen sich die Anbieter in diesem Produktbereich.

Vergleichsweise lang ist dagegen die Wunschliste der Unternehmen im Handlungsfeld Energie- und Ressourceneffizienz zu Maßnahmen für die internationale Diffusion von Regulierung. Die Anbieter der Produktgruppe Kreislaufwirtschaft, Entsorgung fordern eine langfristige EU-weite Entsorgungsstrategie, die zu erhöhter Planungssicherheit führen würde. Als

Negativbeispiel werden hierzu die häufigen Systemwechsel beim Dosenpfand angeführt. Die Anbieter in der Produktgruppe Energie- und Rohstoffmanagement schlagen eine Diffusion europäischer Standards vor, genauso wie die Anbieter der MSR-Technik mit einer Präferenz für eine Diffusion nach Asien. In der Kraftwerkstechnologie wünschen sich die Unternehmen eine Harmonisierung der EU Normen auf deutsches Niveau.

**Tabelle 21: Handlungsbedarf im Handlungsfeld Energie- und Rohstoffeffizienz aus Unternehmenssicht**

Von Seiten der Unternehmen geforderte Maßnahmen und Instrumente	Kreislaufw., Entsorgung, Nat. Ressourcen	Gebäudetechnik, MSR-Technik	Energie-, Rohstoffmanagement	Kraftwerkstechnologie
Förderung von Grundlagenforschung				X
Förderung von Demonstrations- und Pilotprojekten				X
Exportförderung		X		
Aufbau von Material, Patent-, Literaturdatenbanken	X			
Staatliche Unterstützung bei der Patentierung	X			
Kooperation von Universitäten mit der Industrie verbessern				X
Steuererleichterungen für energieeffiziente Produkte		X	X	
Internationale Diffusion deutscher und europäischer Standards	X	X	X	X
Verschärfte Vorschriften, Zielgrößen für Energieeffizienz	X	X	X	
Vollzug des Ordnungsrechts verschärfen	X		X	
Einsparziele spezifisch für Gebäudeverbrauchsklassen formulieren		X		
Markteinführung von Mini-BHKW		X		
Mindestanforderungen bei der Öffentliche Beschaffung	X	X	X	
Internationale Harmonisierung von Öko-Labels			X	

Legende: Die Handlungsbedarfe aus Unternehmenssicht sind eine subjektive Auswahl aus verbal beschriebenen Vorschlägen, die in den Unternehmensinterviews geäußert wurden.

Quelle: ZEW nach DIW et al. (2007)

Verschärfte Vorschriften im Ordnungsrecht, aber auch ein strengerer Vollzug des geltenden Ordnungsrechts wird ebenfalls von den Unternehmen in den meisten Produktgruppen gefordert. Eine striktere Kontrolle der geltenden EU-Quoten und Abfallgesetze schlagen die Unternehmen der Kreislaufwirtschaft und Entsorgung vor. Unternehmen der Gebäudetechnik sprechen sich für die Ausweisung von Gebäudeverbrauchsklassen verbunden mit Einsparzielen aus, sowie für die verbindliche Integration von Betriebskosten in ein Bauangebot. Ein weite-

rer Vorschlag besteht in der Durchsetzung und Spezifizierung der Energiesparverordnung, z.B. für Renovierungsarbeiten im Dachbereich. Zudem sprechen sich die Unternehmen der Gebäudetechnik für eine Markteinführung für Mini-Blockheizkraftwerke aus, die den gesamten Strom fördert, und nicht nur den ins Netz eingespeisten Strom. Unternehmen aus dem Bereich Energie- und Rohstoffmanagement wünschen sich Vorschriften z.B. für den Gebrauch von Energiesparleuchten.

Letztlich kann auch die öffentliche Beschaffung zu einer Belebung der Nachfrage im Handlungsfeld Energie- und Ressourceneffizienz dienen. Mindestanforderungen bei Ausschreibungen in Form von Referenzen oder ISO-Standards würden hier gerne Unternehmen aus der Produktgruppe Kreislaufwirtschaft, Entsorgung sehen. Die Berücksichtigung energieeffizienter Gebäudetechnik in öffentlichen Ausschreibungen fordern die Unternehmen aus dieser Produktgruppe. Unternehmen aus der Produktgruppe Natürliche Ressourcen wünschen sich Vorschriften zum Einsatz von Geotextilien bei öffentlichen Aufträgen. Letztlich schlagen die Unternehmen aus der Produktgruppe Energie- und Rohstoffmanagement eine internationale Harmonisierung von Öko-Labels vor, da die gegenwärtige Zertifizierung sehr aufwändig ist.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Unternehmen im Handlungsfeld Energie- und Rohstoffeffizienz durchweg eine Internationalisierung bzw. Harmonisierung der deutschen und europäischen Umweltregulierung vorschlagen. Dies ist aufgrund der Zahlen aus Abbildung 2, die zeigen, dass die Exportquote in den Handlungsfeldern Energieeffizienz und Ressourceneffizienz mit 16 bzw. 13 Prozent bei etwa der Hälfte des Durchschnitts aller Unternehmen (26 Prozent) liegt, durchaus nachvollziehbar. Weiterhin wären produktbezogene Zielgrößen für Energieeffizienz vorteilhaft. Unterstützt werden könnten energie- und ressourceneffiziente Produkte durch international vereinheitlichte Öko-Label und durch Steuererleichterungen für energieeffiziente Produkte.

### **5.5.2 Erneuerbare Energien**

In den Unternehmensinterviews der Roland Berger Strategy Consultants im Bereich des Handlungsfeldes Erneuerbare Energien waren diese nach folgenden Produktgruppen unterteilt (DIW et al., 2007):

- Brennstoffzelle,
- Biomasse/Biogas,
- Solarenergie,
- Windkraft,
- Wasserkraft,
- Geothermie.

Ergänzend zum übergreifenden Handlungsbedarf schlagen die Unternehmen auch in diesem Handlungsfeld produktfeldspezifische Maßnahmen vor. Tabelle 22 zeigt eine Übersicht der wichtigsten geforderten Maßnahmen und Instrumente.

**Tabelle 22: Handlungsbedarf im Handlungsfeld Erneuerbare Energien aus Unternehmenssicht**

Von Unternehmen geforderte Maßnahmen und Instrumente	Brennstoffzelle	Biomasse/Biogas	Solarenergie, Wasserkraft	Windkraft, Geothermie
Förderung von Grundlagenforschung			X	
Förderung der Energiespeicherforschung	X			
Förderung der Anlagenbauer anstatt der Betreiber		X		
Förderung Geothermie				X
Verstärkte Ausbildung von Ingenieuren				X
Steuererleichterungen für Festbrennstoffe aus Biomasse		X		
Ausweitung Emissionshandel auf Gebäude	X		X	
Bessere Nutzung flexibler Mechanismen des Kyoto-Protokolls		X		
Genehmigung von Windkraftanlagen vereinheitlichen				X
Produktbezogene CO <sub>2</sub> -Vorgaben (z.B. Zero Emission Vehicles)	X			
Einspeiseverpflichtung von Biogas in Gasnetz		X		
Quotenregelung Beimischung Biogas zu Erdgas		X		
Regeneratives Wärmegesetz einführen		X	X	
Zielvorgaben zum Energieverbrauch			X	
Information über Auslandsmärkte		X		
Exportförderung				X

Legende: Die Handlungsbedarfe aus Unternehmenssicht sind eine subjektive Auswahl aus verbal beschriebenen Vorschlägen, die in den Unternehmensinterviews geäußert wurden.

Quelle: ZEW nach DIW et al. (2007)

Bei den innovationspolitisch ausgerichteten Instrumenten schlagen Vertreter der Produktgruppe Biomasse/Biogas eine stärkere Ausrichtung der Förderung auf die Anlagenbauer (im Gegensatz zu den Betreibern der Anlagen), Vertreter der Solarenergie verstärkte Grundlagenforschung im Bereich der Materialentwicklung. Vertreter der Produktgruppe Brennstoffzelle wünschen sich eine Förderung der Wasserstoffgewinnung aus regenerativen Energien, um die Ökobilanz der Brennstoffzelle zu verbessern. Eine Unterstützung für geothermische Kraftwerke in der Pilotphase bis 2009 wird von den Unternehmen der Produktgruppe Geothermie

gefordert. Die Windindustrie stellt insbesondere die Notwendigkeit der Ausbildung von Ingenieuren heraus.

Die angestrebten marktbasieren Mechanismen kreisen vor allem um den Emissionshandel. Hier wird sowohl von den Unternehmen im Bereich (stationäre) Brennstoffzelle als auch von den Unternehmen der Solarenergie eine Ausweitung des Emissionshandels auf Gebäude vorgeschlagen. Vertreter der Produktgruppe Biogas wünschen sich eine stärkere Nutzung der flexiblen Mechanismen des Kyoto Protokolls. Steuererleichterungen für Festbrennstoffe aus Biomasse wünschen sich die Unternehmen der Produktgruppe Biomasse/Biogas.

Die verfügbaren Instrumente im Bereich Erneuerbarer Energien, die zur Innovationsförderung ausgebaut werden könnten, sind vielfältig. Vertreter der Produktgruppe Brennstoffzelle halten eine „Zero Emission Politik“ für Pkw nach dem Vorbild der Los Angeles Initiative aus den 90er Jahren, die der Brennstoffzellenentwicklung einen kräftigen Schub gegeben hat, für vielversprechend. Unternehmen der Produktgruppe Biomasse/Biogas plädieren für eine Einspeiseverpflichtung von Biogas ins Erdgasnetz sowie für eine Quotenregelung für die Beimischung von Biogas zu Erdgas. Das Regenerative Wärmegesetz wird von Vertretern der Produktgruppe Biomasse/Biogas zur Förderung von Pelletheizungen als förderlich betrachtet. Auch Unternehmen der Solarthermie begrüßen dieses Vorhaben. Darüber hinaus können sich die Unternehmen in der Produktgruppe Solarenergie eine ganze Reihe von Maßnahmen vorstellen, die die Nachfrage stimulieren, z.B. Zielvorgaben für den Energieverbrauch oder die Verpflichtung zum Einbau von Solarzellen/Solarkollektoren bei Neubauten nach dem Vorbild Spaniens. Nach Ansicht der Unternehmen im Bereich Windenergie müssten die Genehmigungsregeln für die erlaubten Größen sowie die Schallemissionen von Windkraftanlagen vereinheitlicht werden.

Ergänzend halten die Unternehmen im Bereich Biogas Informationen über Auslandsmärkte für eine nützliche staatliche Maßnahme. Wegen des geringen Potenzials für Erdwärme in Deutschland sehen Vertreter der Geothermie die Exportförderung als wichtige Maßnahme an. Auffallend ist im Handlungsfeld Erneuerbare Energien die Heterogenität der Antworten, so dass sich kaum ein gemeinsamer Nenner finden lässt. Bei den übergreifenden Maßnahmen herrscht allerdings Konsens bezüglich einer mangelnden Förderung der Energiespeicherung. Zudem können die Ausweitung des Emissionshandels und die Nutzung der flexiblen Mechanismen als wichtige Instrumente zur Innovationsförderung angesehen werden. Auch die Einführung des Regenerativen Wärmegesetzes wird begrüßt.

### 5.5.3 Nachhaltige Mobilität

In den Unternehmensinterviews der Roland Berger Strategy Consultants zum Handlungsfeld Nachhaltige Mobilität waren Unternehmen aus den folgenden Produktgruppen vertreten (DIW et al., 2007):

- Nachhaltige Antriebstechnik,
- Biokraftstoffe,
- Fahrzeugkonstruktion,
- Verkehrsinfrastruktur,
- Verkehrsführung,
- Emissionsreduktion.

Auch in diesem Handlungsfeld haben die Unternehmen ergänzend zum übergreifenden Handlungsbedarf produktfeldspezifische Maßnahmen vorgeschlagen. Eine Übersicht der wichtigsten geforderten Maßnahmen und Instrumente zeigt Tabelle 23.

**Tabelle 23: Handlungsbedarf im Handlungsfeld Nachhaltige Mobilität aus Unternehmenssicht**

Von Seiten der Unternehmen geforderte Maßnahmen und Instrumente	Nachhaltige Antriebs-technik	Biokraftstoffe, Emissions-reduktion	Fahrzeug-konstruk-tion	Verkehrs-infrastruktur/- führung
Förderung von Demonstrations- und Pilotprojekten		X		X
Anwendungsfelder neuer Technologien stärker fördern				X
Förderung Spezialtechnologien (Luftschiffe, Segelantriebe)			X	
Förderung von alternativen Kraftstoffen	X	X		
Prioritäten setzen für alternative Kraftstoffe („Leitlinie“)	X			
Energie- und Umweltsteuern EU weit vereinheitlichen	X		X	
Internationale Vereinheitlichung der Förderung umwelteffizienter Fahrzeuge			X	
Verschärfung der Abgasnormen auf EU Ebene		X		
Innovationsorientierung von Ausschreibungen				X
Änderung berufsgenossenschaftlicher Regeln				X

Legende: Die Handlungsbedarfe aus Unternehmenssicht sind eine subjektive Auswahl aus verbal beschriebenen Vorschlägen, die in den Unternehmensinterviews geäußert wurden.

Quelle: ZEW nach DIW et al. (2007)

Hinsichtlich der innovationspolitisch ausgerichteten Instrumente sprechen sich Unternehmen der Produktgruppe Biokraftstoffe für eine systematische Förderung alternativer Kraftstoffe aus. Unternehmen der Produktgruppe Verkehrsführung plädieren für eine stärkere Förderung von neuen Technologien wie z.B. die elektronische Maut oder Galileo. Unternehmen aus der Fahrzeugtechnik würden sich die Förderung von Innovationen im Bereich von Spezialtechnologien wie beispielsweise Luftschiffen oder Segelantrieben wünschen. Die Unternehmen der Produktgruppe Emissionsreduktion sprechen sich dagegen für eine verstärkte Förderung von Demonstrations- und Pilotprojekten aus.

Spezifische Vorschläge zum Ausbau marktbasierter Instrumente sind kaum vorhanden. Vor allem wird von Unternehmen der Produktgruppen Nachhaltige Antriebstechnik und Fahrzeugkonstruktion auf die Vereinheitlichung von Emissions- und Energiesteuern innerhalb der EU gedrängt. Ergänzt werden könnten die marktbasierten Instrumente dagegen um eine Reihe anderer Instrumente. So schlagen Unternehmen der Produktgruppe Emissionsreduktion verschärfte Abgasnormen vor. Unternehmen aus dem Bereich Antriebstechnik wünschen sich eine klare Prioritätensetzung der Politik in Bezug auf Antriebe (Benzin, Diesel, Hybrid, Brennstoffzelle, Gas, Biokraftstoffe etc.), die in Form von Leitlinien formuliert werden könnten. Unternehmen aus der Produktgruppe Fahrzeugkonstruktion wünschen sich eine Vereinheitlichung internationaler Regelungen bezüglich der Förderung umwelteffizienter Fahrzeuge. Ergänzende Maßnahmen wären aus Sicht von Unternehmen des Bereichs Verkehrsinfrastruktur die Berücksichtigung von Lebenszykluskosten bei öffentlichen Ausschreibungen, und aus Sicht des Bereichs Verkehrsführung generell die Innovationsorientierung von Ausschreibungen. Zusätzlich regen sie eine Änderung berufsgenossenschaftlicher Regeln an. Bestimmte Inbetriebsetzungs- und Instandhaltungsmaßnahmen sollten nicht nur Elektrotechniker durchführen dürfen, sondern auch ähnlich qualifizierte Fachleute.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass auch die Antworten im Handlungsfeld Nachhaltige Mobilität sehr produktgruppenspezifisch sind. Wichtige Ansatzpunkte für die Politik dürften hier die europäische Steuerharmonisierung sowie eine Prioritätensetzung bzgl. neuer Antriebe sein. Auch eine Dynamisierung der Abgasnormen, die sich nach Ansicht der Unternehmen derzeit in Europa eher auf dem kleinsten gemeinsamen Nenner bewegen, würde Innovationen induzieren. Das Thema der Berücksichtigung von Lebenszykluskosten bei öffentlichen Ausschreibungen wird auch von Unternehmen aus dem Bereich Nachhaltige Mobilität (Verkehrsinfrastruktur) aufgegriffen.

#### 5.5.4 Nachhaltige Wasserwirtschaft

In den Unternehmensinterviews der Roland Berger Strategy Consultants im Bereich Nachhaltige Wasserwirtschaft waren diese nach verschiedenen Produktgruppen eingeteilt (DIW et al., 2007):

- Wasserversorgung,
- Abwasserversorgung,
- Regenwassermanagement,
- Hochwasserschutz,
- Reduktion Verbrauch und Stoffeintrag,
- Schlammbehandlung.

Die wichtigsten Maßnahmen und Instrumente aus Unternehmenssicht auf der Ebene der Produktbereiche finden sich in Tabelle 24. Potenziale für verstärkte Grundlagenforschung werden bei Verfahren zur Abwasserbehandlung (biotechnologische Verfahren) gesehen. Auch die Förderung von Pilottechniken zur Schlammbehandlung wird gewünscht. Eine Nachfrage nach verstärkter Förderung von KMU insbesondere in Form eines verbesserten Zugangs zu Kapitalmärkten äußern die Unternehmen aus den Produktgruppen Wasserversorgung und Regenwassermanagement. Von diesen Unternehmen wird auch eine aktive Unterstützung von Exportaktivitäten gewünscht, beispielsweise in Form von Aktivitäten der Botschaften und Außenhandelskammern sowie der Finanzierung von Messeauftritten im Ausland. Unternehmen der Abwasserversorgung wünschen sich auch Unterstützung im Innovationsmanagement, z.B. durch öffentliche Seminare und Fortbildungen. Unternehmen aus der Produktgruppe „Reduktion Verbrauch und Stoffeintrag“ äußern einen Bedarf an technologiebasierten Existenzgründungen. Bezüglich der Ausbildung wird von Unternehmen der Produktgruppe Hochwasserschutz eine praxisnähere Ausbildung vorgeschlagen, z.B. mit Vermittlung von branchenspezifischem Spezialwissen im Wasserbau. Die Verfügbarkeit von Fachkräften sollte nach Meinung von Unternehmen aus der Produktgruppe Wasserversorgung durch eine Arbeitserlaubnis für ausländische Spezialisten verbessert werden.

Höhere Wasserpreise nennen vor allem die Unternehmen aus der Produktgruppe Regenwassermanagement als spezifische Maßnahme. Eine Privatisierung der Abwasserentsorgung könnte nach Ansicht der Unternehmen den Einsatz von innovativen Techniken fördern, z.B. bei innovativen Filtersystemen. Die Unternehmen aus dem Bereich Wasserversorgung sprechen sich für eine gesetzliche Limitierung des Einsatzes von Chlor zur Desinfektion aus.

Darüber hinaus handelt es sich teilweise um Maßnahmen zur Beseitigung eines Investitionsstaus. So fordern Unternehmen der Abwasserversorgung Modelle des Public Private Partnership zur Stimulierung von Investitionen in Abwasserkanäle. Nach Meinung von Unternehmen der Produktgruppe „Reduktion Verbrauch und Stoffeintrag“ sollten funktional ausgerichtete Ausschreibungen gefördert werden, bei der die Technologiewahl dem Bieter überlassen wird.

**Tabelle 24: Handlungsbedarf im Handlungsfeld Nachhaltige Wasserwirtschaft aus Unternehmenssicht**

Von Seiten der Unternehmen geforderte Maßnahmen und Instrumente	Wasser-, Abwasserversorgung	Regenwassermanagement, Hochwasserschutz	Reduktion Verbrauch, Stoffeintrag	Schlammbehandlung
Direkte Projektförderung	X			
Verstärkte Grundlagenforschung	X			
Förderung von Demonstrations- und Pilotprojekten				X
Mehr praxis- und anwendungsorientierte Forschung				X
KMU besser fördern		X		
Verbesserter Zugang zu Kapitalmärkten für KMU	X	X		
Exportförderung	X	X		
Unterstützung des Innovationsmanagements	X			
Existenzgründer fördern			X	
Verfügbarkeit Fachkräfte erhöhen	X			
Praxisnähere Ausbildung		X		
Kooperation von Universitäten mit der Industrie verbessern	X			
Höhere Wassergebühren		X		
Privatisieren, Liberalisieren	X			
Einsatz von Chlor zur Desinfektion limitieren	X			
Erneuerung von Deichen, Hochwasserschutzsystemen		X		
Public Private Partnership (als Lösung für Investitionsstau)	X			
Förderung der Verwendung wassersparender Geräte			X	
Funktional ausschreiben			X	

Legende: Die Handlungsbedarfe aus Unternehmenssicht sind eine subjektive Auswahl aus verbal beschriebenen Vorschlägen, die in den Unternehmensinterviews geäußert wurden.

Quelle: ZEW nach DIW et al. (2007)

Es ist festzustellen, dass die geforderten innovationspolitischen Maßnahmen (z.B. für KMU, Zugang zu Kapitalmärkten für KMU, Exportförderung, Förderung von Existenzgründern) bereits weitgehend über das bestehende Instrumentarium abgedeckt sind. Hier scheint es entweder eine Diskrepanz zwischen Fördermöglichkeiten z.B. für KMU und dem Wissen um diese Maßnahmen zu geben oder die Maßnahmen sind nicht passgenau auf die Unternehmen

im Bereich Nachhaltige Wasserwirtschaft zugeschnitten. Drittens könnte auch eine geringe Effizienz oder zu hohe Bürokratie bei der Implementierung dieser Maßnahmen vorliegen. Dagegen spricht jedoch, dass diese Forderungen bei anderen Handlungsfeldern nicht auftauchen.

### **5.5.5 Zwischenergebnis**

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass aus den Unternehmensinterviews relativ gut die Heterogenität innerhalb der einzelnen Handlungsfelder deutlich wird. Zum einen ist diese Heterogenität als Ergebnis festzuhalten: Innovations- und umweltpolitische Maßnahmen treffen die Unternehmen verschiedener Produktgruppen nicht gleichartig, insofern gibt es eine Reihe von produktgruppenspezifischem Handlungsbedarf.

Zum anderen spiegeln sich in den Vorschlägen der Unternehmen zahlreiche Punkte wider, die aktuell oder in den letzten Jahren Gegenstand der umweltpolitischen Diskussion waren oder sind, beispielsweise:

- Bedarf nach Internationalisierung bzw. Vereinheitlichung der deutschen und europäischen Umweltregulierung,
- Einführung von Zielgrößen für Energieeffizienz,
- Einbeziehung von Lebenszykluskosten in international vereinheitlichte Öko-Label oder bei der öffentlichen Beschaffung,
- Steuererleichterungen für energie- und umwelteffiziente Produkte,
- Ausweitung des Emissionshandels auf Gebäude,
- Verstärkte Nutzung der flexiblen Kyoto-Mechanismen,
- Einführung des Regenerativen Wärmegesetzes,
- Prioritätensetzung bzgl. neuer Antriebe,
- Dynamisierung der europäischen Abgasnormen.

## **5.6 Erfolgsfaktoren**

Bezüglich der Identifizierung von Erfolgsfaktoren sollen hier die Ergebnisse der Studie zusammengetragen werden, die Rückschlüsse auf fördernde Faktoren für den Innovationserfolg von umweltinnovativen Unternehmen bzw. den Erfolg der Regulierung selbst zulassen.

### **Proaktive Unternehmen**

Ein Ergebnis der Regulierungsanalyse besteht darin, dass Umweltregulierung den Innovationserfolg der Unternehmen im Vergleich zu anderen Innovationen insgesamt nicht vergrößert, und zwar weder für Produkt- noch für Prozessinnovationen. Die Regulierung kann ledig-

lich dazu beitragen, dass sich solche Innovationsaktivitäten überhaupt erst lohnen. Eine Umweltregulierung bringt den Unternehmen vor allem dann Vorteile, wenn sie die Entstehung von Umweltregulierungen rechtzeitig – möglichst schon als Vorreiter, bevor andere Unternehmen per Gesetz gezwungen werden nachzuziehen - antizipieren und früh innovieren.

Referenz: Abschnitt 5.4.2.4

### **Aufnahmebereite Märkte**

Damit Umweltregulierung ökonomisch erfolgreich sein kann, müssen für neue Produkte und Prozesse aufnahmebereite nationale und internationale Märkte vorhanden sein. Dies gilt z.B. für die Abgasnormen im Bereich der Nachhaltigen Mobilität. Der Markt im Bereich der Nachhaltigen Wasserwirtschaft ist in Deutschland dagegen offenbar durch einen Investitionsstau gekennzeichnet.

Referenz: Abschnitt 5.4.2.4

### **Internationalisierung von Regulierung**

Besonders erfolgreich ist eine Regulierung dann, wenn sie sich international verbreitet, so dass sich frühe Anpassungsreaktionen der einheimischen Unternehmen in Form von Innovationen auszahlen, indem ein Zeitvorsprung gegenüber den ausländischen Wettbewerbern erzielt wird. Hierzu ist es wichtig, globale Regulierungstrends frühzeitig zu antizipieren, und der internationalen Regulierung jeweils einen Schritt voraus zu gehen. Insbesondere Unternehmen im Handlungsfeld Energie- und Rohstoffeffizienz wünschen eine internationale Diffusion deutscher und europäischer Standards.

Unternehmen sind dann besonders erfolgreich, wenn sie aufgrund einer Regulierung mit Marktneuheiten reagieren können, und dadurch eine internationale Vorreiterrolle einnehmen. Dies ist in den letzten Jahren vor allem den Unternehmen aus dem Handlungsfeld der Nachhaltigen Mobilität gelungen, die aufgrund der EU Abgasnormen innoviert haben.

Referenz: Abschnitt: 2.1, Abschnitt 2.3.2, Abschnitt 5.5.1 , Abschnitt 5.4.2.4

### **International einheitliche Abgaben**

Mit der Internationalisierung von Regulierung geht der Wunsch nach einer Vereinheitlichung von Abgaben einher. Für eine EU-weite Vereinheitlichung von Energie- und Umweltsteuern plädieren vor allem Unternehmen aus den Produktgruppen Nachhaltige Antriebstechnik sowie Fahrzeugkonstruktion. Höhere Abgaben bzw. eine Verschärfung von Zielen und Ausweitung

des Emissionshandels werden von Unternehmen aus allen Produktgruppen befürwortet, vor allem aus den Handlungsfeldern Energie- und Rohstoffeffizienz sowie Nachhaltige Mobilität.

Referenz: Abschnitt 5.5

### **Temporäre Monopolstellung**

Eine höhere Umsatzrendite im Vergleich zu Wettbewerbern können Unternehmen insbesondere dann erzielen, wenn sie durch die Innovation eine temporäre Monopolstellung erreichen. Dies ist in der Vergangenheit vor allem Unternehmen aus dem Handlungsfeld Rohstoff- und Materialeffizienz gelungen, wenn gefährliche Stoffe wie Blei, Quecksilber oder FCKW ersetzt wurden. Das Angebot von Ersatzprodukten für diese Stoffe hat möglicherweise temporär die Preissetzungsmacht dieser Unternehmen auf den Umweltschutzmärkten erhöht.

Referenz: Abschnitt 5.4.2.4

### **Qualifikation**

Der Anteil beschäftigter Akademiker in Prozent aller Beschäftigten ist bei umweltinnovativen Unternehmen besonders hoch. Während der Anteil bei allen Unternehmen im Durchschnitt bei 20 Prozent liegt, haben umweltinnovative Unternehmer einen Akademikeranteil von 29 Prozent. Diesem Umstand sollte durch eine adäquate und praxisnahe Ausbildung insbesondere von Ingenieuren Rechnung getragen werden, die vor allem von Unternehmen in den Handlungsfeldern Energie- und Rohstoffeffizienz, Erneuerbare Energien und Nachhaltige Mobilität gefordert wird.

Referenz: Abschnitt 2.3.2

### **Kooperation**

Innovatoren auf Umweltschutzmärkten kooperieren im Vergleich zu anderen Unternehmen häufiger. Insofern wird ein Mangel an Kooperationspartnern – zumindest im Bereich Energie- und Ressourceneffizienz – stärker als Innovationshemmnis empfunden als bei anderen Innovatoren. Unternehmen aus allen Handlungsfeldern – insbesondere aus dem Handlungsfeld Rohstoffeffizienz und Nachhaltige Mobilität – wünschen eine stärkere Förderung von Netzwerken und Austausch. Insofern dürften spezielle Umwelt-Netzwerke ein adäquates Instrument zur Förderung dieser Kooperationen sein, wie beispielsweise das im Rahmen der High-Tech Strategie geplante Netzwerk zur Steigerung der Materialeffizienz oder das Netzwerk „Ressourceneffizienz“ des BMU.

Referenz: Abschnitt 2.3.2, Abschnitt 2.4.3, Abschnitt 3.2.2, Abschnitt 5.4.3

## **EEG**

Unter den Instrumenten zur Förderung von Umweltinnovationen kann ein besonders erfolgreiches identifiziert werden: Das EEG. Es wirkt nicht nur auf die Diffusionsphase, sondern auch auf die frühen Phasen der Invention und Markteinführung neuer Produkte und Prozesse. Insofern ist der Gedanke, analoge Instrumente auch für andere Produktgruppen zu entwickeln, folgerichtig. Ein Beispiel sind die Überlegungen zum Regenerativen Wärmegesetz – auch Wärme-EEG genannt. Eine Verstärkung der Förderung im Bereich Wärme würden insbesondere die Unternehmen in den Produktgruppen Biomasse/Biogas und Solarenergie begrüßen.

Referenz: Abschnitt 5.2

## **Mangel an internen und externen Finanzierungsquellen**

Der Mangel an internen und externen Finanzierungsquellen wird von Innovatoren im Bereich Energie- und Ressourceneffizienz häufiger als Innovationshemmnis erwähnt als bei Unternehmen aus anderen Bereichen, die ansonsten vergleichbare Eigenschaften aufweisen. Insbesondere von KMU werden diese Engpässe bei der Finanzierung von Umweltinnovationen vorgebracht. Sie könnten durch Finanzierungshilfen vor allem für KMU überbrückt werden.

Referenz: Abschnitt 2.4.3., Abschnitt 5.3.

## **5.7 Gemischter Instrumenteneinsatz**

Die Analyse einzelner umweltpolitischer Instrumente unterliegt einigen Beschränkungen, da in der Realität häufig mehrere Instrumente aus unterschiedlichen Bereichen gleichzeitig auf die Innovationsentscheidung von Firmen einwirken. In Deutschland werden sowohl innovationspolitische Instrumente sowie zahlreiche umweltpolitischen Instrumente parallel angewendet. Regulierung wiederum ist nur ein einzelner Faktor unter zahlreichen anderen Innovationsdeterminanten (SRU, 2002).

Vor diesem Hintergrund kritisieren Blazejczak et al. (1999) den „Instrumentalismus“ in der umweltökonomischen Diskussion, d.h. die Annahme dass die Wahl des umweltpolitischen Instruments über den politischen Erfolg entscheidet. Auf der Basis einer Reihe von internationalen Fallstudien zeigen die Autoren, dass bestimmte Instrumente wie Steuern oder handelbare Nutzungsrechte in der politischen Diskussion überbetont werden, während der Erfolg der Instrumente stark von dem zugrunde liegenden Politikstil abhängt. Wichtige Probleme der Implementierung und des Designs umweltpolitischer Instrumente, z.B. ihre Stringenz, Flexibilität, Differenzierung, Phasenabhängigkeit, Durchsetzung und Sanktionen, bleiben oft unbeachtet (vgl. ausführlich hierzu DIW et al., 2007, S. 22 ff). Eine wichtige Rolle für eine inno-

vationsorientierte Umweltpolitik spielen langfristige Zielvorgaben, ein geeigneter Mix von Instrumenten, verschiedene Politikstile sowie die Akteurskonstellation.

Diese Schlussfolgerung ist im Prinzip richtig, sie unterstellt jedoch (wenn auch implizit), dass es auf die Wahl eines bestimmten Regulierungsinstrumentes nicht ankommt. Ziel dieses Gutachtens ist es dagegen, mögliche Schwerpunktsetzungen bei der Wahl von Instrumenten zur Förderung von Umweltinnovationen zu identifizieren. Dabei wird die wichtige Rolle des Politikstils durchaus beachtet, denn die Wirkung eines theoretisch besonders effektiven Instruments kann durch eine laxe Ausgestaltung leicht verpuffen. Insbesondere mittel- und langfristige Zielvorgaben sind wichtig, da sie zum einen ermöglichen, die Wirkung der Instrumente daran zu messen, was sie zu diesem Ziel beitragen, und zum anderen wichtige Signale an Innovatoren für Investitionsentscheidungen geben.

Ist das Zusammenwirken der verschiedenen Instrumente in Deutschland positiv zu beurteilen oder gibt es Defizite? Das Zusammenwirken verschiedener Instrumente der Innovationspolitik kann hier nur unvollständig überprüft werden, da sich die Analyse auf die Projektförderung des Bundes beschränkt. Es ist durchaus möglich, dass gleiche Innovationsaktivitäten auf unterschiedlichen Ebenen (Land, Bund, Europa) gefördert werden. Auf Bundesebene konnten Doppelförderungen nicht festgestellt werden.

Bei dem Einsatz von umweltpolitischen Instrumenten zur Innovationsförderung gibt es einerseits Komplementaritäten, andererseits kann es zu Regulierungsüberlagerungen kommen. So ist der Einsatz von Abgaben als vollzugsunterstützendes Element geeignet, um eine Anreizkomponente in Instrumente zu bringen, die sonst ohne ökonomische Mechanismen auskommen müssten, wie beispielsweise bei ordnungsrechtlichen Regelungen oder bei einer Selbstverpflichtung. Auch Umweltzeichen können mit ökonomischen Instrumenten oder mit ordnungsrechtlichen Maßnahmen kombiniert werden, wie das Beispiel des Top Runner Programms in Japan zeigt (siehe Kapitel 6). In Japan wird auch das staatliche Beschaffungswesen erfolgreich als ergänzendes Instrument angewendet. Andererseits kann die gleichzeitige Nutzung verschiedener umweltpolitischer Instrumente zu Regulierungsüberlagerungen führen.

## **5.8 Forschungsbedarf**

Grundsätzlich ist das Forschungsfeld Umweltinnovationen ein Bereich, in dem keine geschlossene Theorie existiert (Brunnermeier/Cohen, 2003), d.h. es gibt einen Bedarf an Grundlagenforschung. Dieser zeigte sich beispielsweise im Rahmen dieser Studie daran, dass eine Zuordnung von umweltpolitischen Instrumenten zu verschiedenen Innovationsphasen in der Literatur nicht verfügbar ist. Und auch hinsichtlich der vergleichenden Bewertung von In-

strumenten der Innovations- und Umweltpolitik gibt es kaum eine Entscheidungshilfe. Dies hängt damit zusammen, dass erstens die Endogenisierung technischen Fortschritts in umwelt-ökonomischen Modellen noch in ihren Anfängen steckt (Löschel, 2002), und dass für ökonometrische Studien bislang kaum Daten vorhanden sind. Dies dürfte sich aber in den nächsten Jahren ändern. Die Einführung des Emissionshandels ist eine hervorragende Gelegenheit, die Innovationseffekte dieses First Best-Instruments zu untersuchen. Auch Eurostat hat sich für den nächsten Europäischen Community Innovation Survey (CIS) im Jahre 2008 das Thema Umweltinnovationen als eines der Themen auf die Agenda gesetzt, die bei der nächsten Firmenbefragung in den Fragebogen integriert werden sollen.

Auch zu den aktuell diskutierten Maßnahmen und Instrumenten in der Klimapolitik gibt es Forschungsbedarf hinsichtlich der Effektivität und Effizienz ihrer Wirkungen, wie z.B. die Umlage der Kfz-Steuer auf die Mineralölsteuer, die Einbeziehung des Flugverkehrs in den Emissionshandel, die CO<sub>2</sub>-Kompensation von Dienstreisen der Bundesregierung, Grenzwerte für den CO<sub>2</sub>-Ausstoß von Pkw usw.

Zu Lead Märkten für Umweltinnovationen gibt es bislang lediglich eine explorative empirische Studie (Jacob et al., 2005). Strategische Ansatzpunkte (z.B. die Möglichkeit der Positionierung als Second Mover bzw. Early Follower) sowie Kosten-Nutzen-Aspekte einer Lead-Markt-Position blieben bislang unbeachtet. Die vorliegende Studie hat beispielsweise Hinweise darauf gegeben, dass die Abgasstandards für Pkw ein interessanter Untersuchungsgegenstand sein könnten – erstens weil sie tatsächlich zu Innovationen (im engeren Sinne) und nicht lediglich zur Diffusion des Standes der Technik geführt haben. Zweitens wegen der internationalen Verbreitung der Standards, und drittens weil die Unternehmen im Bereich Nachhaltige Mobilität ihre durch diese Regulierung hervorgerufenen Innovationen offenbar sehr erfolgreich vermarktet haben.

Praktisch fehlt für die Bewertung einer sehr technologiespezifischen Förderung von Umweltinnovationen entlang von Handlungsfeldern sowie Technik- und Produktlinien auch eine entsprechende Datenbasis, um Anbieter in diesen Handlungsfeldern systematisch identifizieren und vergleichen zu können. Sowohl die Förderdatenbanken als auch die Datenbanken zu den Innovationserhebungen gliedern sich in andere Systematiken, die nur teilweise mit der hier verwendeten Abgrenzung von Technologien übereinstimmen.

## **6 Darstellung ausländischer Best Practice Beispiele (Instrumente und umweltpolitische Ansätze)**

Im Folgenden wird der Frage nachgegangen, welche umweltpolitischen Instrumente und Initiativen in anderen Ländern existieren, die umwelteffiziente Innovationen fördern. Eine umfassende oder repräsentative Darstellung aller Länder und Maßnahmen ist im Rahmen dieses Gutachtens nicht möglich. Die Fälle stellen eine Auswahl aktueller umweltpolitischer Initiativen aus anderen Industrieländern dar, die gemeinsam mit den Auftraggebern getätigt wurde. Bei der Auswahl wurde die erwartete Relevanz der Maßnahme für die globale Weiterentwicklung von Umweltpolitik und deren Einfluss auf das Innovationsverhalten von bedeutenden Branchen zugrunde gelegt. Es wurden vorzugsweise Initiativen aus Staaten ausgewählt, die nicht Mitglied der EU sind. Weiterhin wurde nach Beispielen gesucht, aus denen möglicherweise Lektionen für die Weiterentwicklung der deutschen bzw. europäischen Umweltpolitik gezogen werden können oder bei denen zu erwarten ist, dass sie eine Anpassung der hiesigen Umweltpolitik notwendig machen. Schließlich sollte noch ein breites Spektrum unterschiedlicher Instrumente und strategischer Ansätze berücksichtigt werden.

Gegenstand der Untersuchung waren:

- Neue Ansätze der kalifornischen Klimaschutzpolitik
- Abgas- und Verbrauchsstandards für Kfz in China
- Top Runner: Dynamische Energieeffizienzstandards für Produkte in Japan
- Transitionsmanagement in den Niederlanden
- 3R Programm (Japan)
- Instrumente der Exportförderung in den USA, Japan und UK

Die Beschreibung und die Analyse der Fälle sollen einen Beitrag zu den folgenden Fragen leisten:

- Inwieweit könnte die jeweilige Maßnahme auch in Deutschland übernommen werden? Welche Innovationswirkungen können daraus erwartet werden, welche Schwierigkeiten zeichnen sich bei einem solchen Politiktransfer ab? Inwieweit sollte die Maßnahme Ausgangspunkt und Gegenstand von europäischen Politikinitiativen werden, die evtl. in den europäischen Institutionen auf die Agenda gesetzt werden können?
- Inwieweit gehen von der jeweiligen Maßnahme Innovationsimpulse aus, die wiederum einen Anpassungsdruck in Deutschland bzw. Europa erzeugen und entweder die För-

derung und Übernahme von bestimmten Technologien auch hierzulande nahe legen und/oder die Anpassung der damit zusammenhängenden Politikmuster nach sich ziehen.

Die Darstellung der Fälle folgt – soweit dies aus der Abgrenzung des Falls und der jeweils verfügbaren Datenlage möglich ist – einem gemeinsamen Raster: In einem ersten Schritt wird der jeweilige Ansatz kurz beschrieben, dazu gehört die Entstehungsgeschichte, die beteiligten und betroffenen Akteure, deren Interessen, das Budget und die Ressourcen der Zielgruppen, die von der Maßnahme betroffen sind. Weiterhin wird die Innovationsorientierung untersucht: Dabei wird soweit möglich das umfassende Regulierungsmuster berücksichtigt. Elemente des Politikmusters sind:

- die *Instrumentierung*, d.h. inwieweit ökonomische Anreize für Innovationen gegeben werden, wie das Zusammenspiel mit anderen Instrumenten gestaltet ist und welche Sanktionsmechanismen vorgesehen sind,
- die *Akteurskonfiguration*, d.h. inwieweit durch die Maßnahme auch Umweltakteure in das Innovationsgeschehen einbezogen werden, inwieweit Kooperation zwischen den verschiedenen Ressorts gefördert werden, bzw. Kooperation in der Zielgruppe gefördert wird und
- der *Politikstil*, d.h. inwieweit die Maßnahme langfristig angelegt ist, ob sie anspruchsvoll ist, eher konfrontativ oder kooperativ angelegt ist.

Mit diesen Kriterien wird auf frühere Arbeiten zurückgegriffen, nach denen Umweltinnovationen nur durch das Zusammenspiel von mehreren Faktoren aus den genannten Bereichen erklärt werden können und nicht alleine auf ein bestimmtes umweltpolitisches Instrument zurückzuführen sind (Jacob/Jänicke, 1998; Jänicke et al., 2000). Weiterhin wird diskutiert, inwieweit durch den jeweiligen Ansatz explizit die Diffusion von umwelteffizienten Technologien über den eigenen Markt hinaus gefördert wird und inwieweit die Präferenzen anderer Märkte berücksichtigt werden. Gegenstand ist hier weiterhin, ob bereits erkennbar ist, dass mit der jeweiligen Maßnahme Exportvorteile erzielt werden können, die auf einen Lead Markt für Umweltinnovationen hindeuten (Jacob et al., 2005).

Soweit zugänglich werden dann Positionen deutscher bzw. europäischer Akteure zusammengetragen, die von einer eventuellen Übertragung auf deutsche/europäische Verhältnisse betroffen wären. Die Übertragbarkeit wird weiterhin hinsichtlich von Ähnlichkei-

ten/Unterschieden der jeweiligen Marktstrukturen, den politischen Systemen und hinsichtlich rechtlicher Aspekte diskutiert.

Als Datenquellen für die Analyse wurde auf die folgenden Datenquellen zurückgegriffen und ausgewertet: (1) Policy Dokumente und Webseiten, in denen die jeweiligen Maßnahmen beschrieben werden, (2) Presseerklärungen und Veröffentlichungen von Zielgruppen und Interessengruppen und (3) wissenschaftliche Beiträge über die jeweilige Maßnahme. Diese Informationen wurden in Einzelfällen durch Interviews mit Akteuren ergänzt, die an der Entwicklung der Maßnahme beteiligt waren.

## **6.1. Kalifornische Luftreinhaltepolitik**

### **6.1.1 Kurzbeschreibung des Ansatzes**

Kalifornien ist mit einer Bevölkerungszahl von 35 Millionen und einem Bruttosozialprodukt von 1,3 Billionen Dollar nicht nur der bevölkerungsstärkste und wirtschaftlich bedeutendste US-Bundesstaat, sondern auch im internationalen Vergleich als sechstgrößte Ökonomie wirtschaftlich überaus bedeutend. Was den Ausstoß von Treibhausgasen (THG) betrifft, rangiert der Bundesstaat weltweit auf Position zwölf. Aufgrund hoher Wachstumsquoten und steigender Bevölkerungszahlen zeigt die Tendenz nach oben: Zwischen 1990 und 2002 stiegen die Emissionen um 12 % an. 2002 wurden in Kalifornien 493 Millionen Tonnen THG (CO<sub>2</sub> Äquivalente) emittiert (CEC, 2005a).

Die Folgen des Klimawandels haben sich in Form von Hitzewellen, Überflutungen, Wassermangel und Gletscherschmelze in den vergangenen Jahren auch an der US-amerikanischen Westküste bemerkbar gemacht. Zudem droht der Anstieg des Meeresspiegels. Angetrieben von diesem vielfältigen Bedrohungsszenarium sorgte Kalifornien in den vergangenen Jahren mit der Festlegung ehrgeiziger Klimaschutzziele und der damit verbundenen Einführung von neuen klimapolitischen Regulationsmechanismen wiederholt für Aufsehen.

Nachdem Kalifornien zwar schon über Jahre hinweg Maßnahmen zur Reduktion von THG unternommen hat, verkündete Gouverneur Arnold Schwarzenegger am 1. Juni 2005 auch verbindliche Ziele. Der sog. *California Climate Action Plan* sieht vor, dass Kalifornien seine THG-Emissionen bis zum Jahr 2010 auf den Stand von 2000 reduzieren wird. Zum Jahr 2020 wird die Absenkung zurück auf das Niveau von 1990 angestrebt. Bis 2050 soll schließlich eine Reduktion von 80 % unter den 1990er-Stand realisiert werden (Executive Order S-3-05). Damit unterscheidet sich dieser Climate Action Plan sehr von dem aktuellen Ziel der US-Regierung: Mit der im Februar 2002 verabschiedeten *Clear Skies & Global Climate Change Initiatives* soll der Ausstoß von THG bis zum Jahr 2012 um 18 % reduziert werden – aller-

dings in Relation zum wirtschaftlichen Wachstum und gemessen an den Emissionsmengen des Jahres 2000. Zudem soll diese Reduktion allein auf Basis von freiwilligen Programmen erreicht werden (Tänzler/Carius, 2004). Darüber hinaus bedeutet die Koppelung an die Wirtschaftsleistung, dass es in einem business as usual Szenario sogar zu einer Steigerung der Emissionen um 30% gegenüber 1990 kommen würde und somit die Kyoto Ziele weit verfehlt würden.<sup>1</sup>

In Hinblick auf die gesetzten Zielvorgaben wurde im September 2006 von Schwarzenegger ein Gesetz zur Begrenzung der kalifornischen THG-Emissionen unterzeichnet. Die *Assembly Bill No. 32* schreibt zum Jahr 2020 eine verbindliche Emissionsobergrenze fest, die dem Niveau von 1990 entspricht. Dazu soll ab Inkrafttreten des Gesetzes (am 01. Januar 2008) der Handel mit Emissionszertifikaten eingeführt werden. Damit will Kalifornien die Voraussetzungen dafür schaffen, sich einerseits der *Regional Greenhouse Gas Initiative* (RGGI) der Neu-England-Staaten, als auch andererseits dem europäischen Emissionshandel mit CO<sub>2</sub>-Zertifikaten anzuschließen. Erste Kooperationen sind mit dem Gouverneur von New York George Pataki und dem britischen Premier Tony Blair im Juli bzw. Oktober 2006 vereinbart worden (Office of the Governor, 2006a; 2006b). Das cap-and-trade Programm, das die Regulierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes von Kraftwerken (aber auch von kohlenstoffintensiven Industrien, wie der Zementherstellung oder der Gasraffinerie) betrifft, beinhaltet zudem für jene CO<sub>2</sub>-Verursacher eine verbindliche Dokumentationspflicht ihrer Emissionen. Erklärtes Ziel ist ferner die Einführung weiterer marktbasierter, flexibler Instrumente, um "the maximum technologically feasible and cost-effective reductions in GHGs [Greenhouse Gases]" zu erreichen (CARB, 2006). Eine Konkretisierung dieser Erklärungen steht allerdings noch aus.

Um die oben genannten ehrgeizigen Ziele tatsächlich fristgerecht zu erreichen, sind neben dem cap-and-trade Programm in den vergangenen Jahren in vielen Bereichen gesetzliche Regulierungen implementiert worden. Allein mit den Regulierungsmaßnahmen in den folgenden drei Bereichen will die kalifornische Regierung bis 2020 insgesamt 51 Mio. Tonnen THG einsparen:

- Im Transportsektor, der etwa 41 % der gesamten THG-Emissionen Kaliforniens ausmacht, sollen durch die Festlegung von *strengeren Abgasstandards bei Pkws* und leichten Lkws ab 2009 bis 2020 voraussichtlich 18 % THG-Emissionen eingespart werden (CEC, 2005a). Das entsprechende Gesetzesvorhaben – die sog. Pavley Bill – ist 2002 verabschiedet worden und tritt 2009 in Kraft. Der damit implementierte neue

---

<sup>1</sup> "For absolute emission of greenhouse gases, however, this means that in 2012 they would be some 30 per cent above the level of 1990 if business were to proceed 'as usual', falling far short of compliance with the duty to reduce emissions originally envisaged by the Kyoto Protocol" (Tänzler/Carius, 2004, S.215).

kalifornische sog. *Low Emission Vehicle II* (LEV II) Standard sieht eine schrittweise Herabsetzung der Obergrenzen für CO<sub>2</sub>-, CO-, HC- und NO<sub>x</sub>-Emissionen vor. Das Gesetz wird so zulässige Höchstwerte festschreiben, die signifikant unter den geltenden bundesweiten Emissionsstandards liegen.

Die LEV II CO<sub>2</sub>-Emissionsobergrenze wird 2009 bei 200,7 gCO<sub>2</sub>/100km liegen (das entspricht einem Verbrauch von 8,4 l/100km); im Jahr 2012 wird der zulässige Wert bei 144,8 gCO<sub>2</sub>/100km liegen (6 l/100km). Zum Vergleich: Die CO<sub>2</sub>-Emissionsobergrenze der freiwilligen EU Selbstverpflichtung der Autoindustrie wird ab 2008 140 gCO<sub>2</sub>/100km betragen; für 2012 ist ein Wert von 120 gCO<sub>2</sub>/100km (das entspricht 5 l/100km) vorgesehen.

- Durch die *Entwicklung erneuerbarer Energiequellen* verspricht sich die Regierung Schwarzenegger einerseits eine signifikante THG-Reduktion, als auch eine größere Energiesicherheit und höhere Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern. 2002 wurde ein *Renewable Portfolio Standard* gesetzlich verankert (Senator Bill 1078). Dabei handelt es sich um ein Förderprogramm, das verbindliche Quoten für den künftigen Anteil von "Renewables" festschreibt. Durch den Ausbau von Wind-, Solar- und Bio-kraftanlagen soll der Anteil von erneuerbaren Energien in Kalifornien kontinuierlich um jährlich ca. 1 bis 2 % ansteigen und 2010 20 % betragen. Das für 2020 angepeilte Ziel beträgt 33 %. So können in Kalifornien durch die Förderung von alternativen Energiequellen bis 2010 fünf, bzw. bis 2020 elf Millionen Tonnen THG eingespart werden.

Rechnet man hier noch die im August 2006 beschlossenen "Million Solar Roof" Initiative hinzu so kommt man zu einem noch höheren THG-Reduktionspotential: Bis 2017 sollen so weitere 3.000 Megawatt Kraftwerksleistung für "saubere" Energie entwickelt werden, so dass Kalifornien damit zusätzlich ca. 3 Mio. Tonnen THG-Emissionen einsparen würde (Office of the Governor, 2006c).

- Die California Energy Commission (CEC) hat schon in den späten 1970er Jahren *Energiesparprogramme* aufgelegt, die im Laufe der Jahre durch zunehmend strengere Effizienzstandards und Marktanreize den Energieverbrauch erheblich effizienter gestaltet haben. Bei der Förderung energiesparender Technologien nimmt Kalifornien eine klare Führungsposition ein. Dies zeigt sich am besonders niedrigen Pro-Kopf-Energieverbrauch, dort rangiert Kalifornien im Vergleich zu den übrigen 50 Bundesstaaten auf Platz 48. In absoluten Zahlen weist der "Golden State" allerdings den zweithöchsten Energieverbrauch der US-Bundesstaaten auf (Climate Group, 2005).

Eine Studie der University of California, Berkeley, von August 2006 bestätigt die kalifornische Regierung in ihrem Weg, über flexible, marktbasierende Instrumente und gezielte wirtschaftliche Anreize, Unternehmen dazu zu bewegen, in klimaschonende Technologien zu investieren. Die Forscher bescheinigen Kalifornien ein enormes Potential: So können bei konsequenter Umsetzung der verabschiedeten Förderinstrumente die erklärten THG-Reduktionsziele bis 2020 erreicht und damit gleichzeitig das kalifornische Brutto-sozialprodukt um 60 Mrd. US-Dollar erhöht sowie 17.000 neue Arbeitsplätze geschaffen werden (Roland-Holst, 2006, S. 3). In einem weitergehenden Szenarium, das von einer noch anspruchsvolleren Klimaschutzpolitik ausgeht, könnte sogar ein noch höheres Wachstum von 74 Mrd. US-Dollar und bis zu 89.000 zusätzliche Jobs im Clean Energy Sektor geschaffen werden.

### **6.1.2 Innovationsorientierung**

Betrachtet man die schon über 30-jährige kalifornische Umwelt- und Klimaschutzpolitik, so zeigt sich, dass zu der traditionellen gesetzlichen Regulierung nach dem Prinzip des *command-and-control*-Ansatzes in den letzten ca. 10 Jahren zunehmend marktbasierende Instrumente hinzugekommen sind. Der traditionelle Ansatz der Festlegung von Emissionsobergrenzen, die über dem gegenwärtig technisch Machbaren liegen, aber zu einem bestimmten zukünftigen Datum eingehalten werden müssen, wird allerdings nicht aufgegeben.

Kalifornien erarbeitete sich schon früh das Image eines Pioniers und war damit beispielgebend sowohl für die bundesstaatliche Ebene als auch für die anderen Einzelstaaten. So wurden bereits Ende der 1960er Jahre Abgasstandards eingeführt, die schließlich den Einbau von Katalysatoren in Pkw erzwingen.

Diese innovationsfördernde Politik wurde im Laufe der 1980er und 1990er Jahre weiter verfolgt. Damit hat sich Kalifornien zu einem ökologisch anspruchsvoll regulierten Pioniermarkt entwickelt, der auch Einfluss auf Anbieter außerhalb des eigenen Landes hat (Jänicke, 2000, S. 11, Jacob et al., 2005). Allein durch sein hohes Marktpotential hat Kalifornien mit seiner strengen Standardsetzung Auswirkungen auf den gesamten US-Markt und sogar darüber hinaus.

Die Standardsetzung für *Zero Emission Vehicles* (ZEV) ist ein solches Beispiel, das zeigt, dass Kalifornien auch europäische und japanische Hersteller zu erheblichen Anstrengungen motivierte, in Forschung und Entwicklung zu investieren. Das ZEV Programm wurde 1990 vom California Air Resource Board (CARB) genehmigt und verpflichtete die Autoindustrie bis 1998 mindestens 2 % und bis 2003 mindestens 10 % ZEV auf dem kalifornischen Markt abzusetzen. Als allerdings sichtbar wurde, dass die Ziele für 1998 nicht eingehalten werden,

wurde die weitere Implementierung des Programms gestoppt. Verhandlungen zwischen dem CARB und den Autoherstellern waren ergebnislos. In der Folge verklagten General Motors und DaimlerChrysler den Staat Kalifornien und das CARB und bekamen in einer einstweiligen Verfügung das Recht zugesprochen, die ZEV-Standards zunächst nicht erfüllen zu müssen (UCS o.J. bb). Das CARB zog das Programm daraufhin ganz zurück. Allerdings ist eine überarbeitete Version, die insbesondere weitere Impulse zur Entwicklung von Brennstoffzellen geben soll, seit 2004 rechtskräftig.

Von der Union of Concerned Scientists (UCS) wird das Programm, trotz der Angriffe seitens der Automobilindustrie, als außerordentlich effektiv angesehen, was die Weiterentwicklung von Wasserstofftechnologie im Transportsektor angeht (UCS o.J. bb): "California's ZEV program is critical, not only to clean up the air of California and the Northeast, but to push the automakers to develop cleaner, less-polluting technologies that can be used around the country and the world. It is the only program in the United States that is doing so" (ebd.).<sup>1</sup>

Ähnliche Auseinandersetzungen mit der Autoindustrie gibt es auch um die Verschärfung der kalifornischen Abgasbestimmungen zum Jahr 2009 durch die 2002 verabschiedeten sog. Pavley Bill (Assembly Bill 1493). Da in Kalifornien jährlich 1,5 Mio. Pkws verkauft werden – was einem Zehntel des nationalen Verkaufsvolumen darstellt – sind die Autohersteller nun dazu gezwungen, sich nach dem neuen kalifornischen LEV II Standard zu richten. Die *Alliance of Automobile Manufacturers*, zu der neben Ford, General Motors, Mazda, Mitsubishi und Toyota auch die deutschen Autokonzerne BMW, DaimlerChrysler, Porsche und Volkswagen gehören, hat im Dezember 2004 Klage gegen Kalifornien eingereicht. Hauptargument der Gruppe ist, dass die Verordnung "fuel economy standards" regele, was nach Bundesrecht nur der National Highway Traffic Safety Administration vorbehalten ist und nicht den Behörden der einzelnen Bundesstaaten (Bals/van de Sand, 2005, S. 6). Der Ausgang der gerichtlichen Auseinandersetzung ist nach wie vor offen. Allerdings zeigt sich, dass Kalifornien eine zunehmend größere Gruppe an Unterstützern hinter sich vereinigt: Bisher haben sich schon 11 weiteren US-Bundesstaaten<sup>1</sup> entschlossen, den LEV II Standard ab 2009 einzuführen.

Doch Technology Forcing findet in Kalifornien nicht nur durch die Etablierung eigener Abgasbestimmungen für Automobile statt, auch die Setzung strenger Energieeffizienzstandards fördert umwelteffiziente Technologien.

---

<sup>1</sup> Diese Gruppe setzt sich zusammen aus: New York, Massachusetts, Vermont, Maine, Pennsylvania, Connecticut, New Jersey, Rhode Island, Washington, Oregon und Arizona (Pew Center, 2006). Auf Grund seiner frühen eigenen Regulierung im Bereich der Luftreinhaltung besteht für Kalifornien eine Ausnahmeregelung (*waiver*), unabhängig von der Bundesebene eigene – wenn nötig strengere – Standards festlegen zu dürfen. Gleichzeitig haben die anderen Bundesstaaten das Recht, diese strengeren Regeln zu übernehmen (vgl. Federal Clean Air Act, Section 208 und 177).

So gehören die *building efficiency standards* in Kalifornien im bundesstaatlichen Vergleich zu den striktesten – und ältesten ihrer Art. Schon seit 1978 existieren in dem Westküstenstaat gesetzliche Energieeffizienzstandards für Gebäude. Durch diese kontinuierlich verschärften Bestimmungen konnten (zusammen mit den Effizienzstandards für elektrische Geräte) seit 1978 mehr als 56 Mrd. US-Dollar an Energiekosten eingespart werden. Es wird erwartet, dass mittelfristig bis 2013 mit diesem Instrument weitere 23 Mrd. eingespart werden (CEC, 2006). Durch kosteneffiziente Maßnahmen und über Technologien der dezentralen Energiegewinnung sollen zudem im Rahmen der sog. *Green Building Initiative* Regierungs- und Verwaltungsgebäude energiesparender mit Wärme und Energie versorgt werden (Executive Order S-20-04). Die kalifornische Regierung hat sich verpflichtet, von 2004 an alle öffentlichen Gebäude nach dem US-Gebäudeeffizienzstandard LEED<sup>1</sup> zu modernisieren und dadurch bis 2015 20 % Energie gegenüber dem gegenwärtigen Verbrauch in diesen Gebäuden einzusparen. Städte, Gemeinden und Schulen sollen ebenso wie der private Sektor ermutigt werden, auf gleichem Weg Energieressourcen, THG-Emissionen und Geld einzusparen (CEC o.J.). Die Green Building Initiative unterstützt durch die öffentliche Nachfrage die Implementation und Weiterentwicklung der Effizienzstandards.

Energiesparprogramme, egal ob für Waschmaschinen oder Gasetagenheizungen, sind ein zentraler Baustein, um den wachsenden Energiebedarf möglichst niedrig zu halten. Die neusten *appliance efficiency standards* wurden im Juli 2006 von der CEC angenommen und stellen die bis jetzt strengsten Standards dar. Die Regulierungen umfassten 21 verschiedene Gerätekategorien. Besonders in den Hauptbelastungszeiten stellt eine hocheffizient arbeitende Klimaanlage oder Beleuchtung eine geringere Belastung für die Stromnetze dar. Somit betont die kalifornische Energiebehörde in ihrem aktuellen Bericht, die Evaluierung der neusten Technologien intensiv weiterzuverfolgen, um so die Gebäude- und Gerätestandards an der neusten verfügbaren Technik auszurichten (CEC 2005b, S. 73). So wird über Standardsetzung die Technologieentwicklung vorangetrieben.

Im Bereich der Förderung regenerativer Energien wird vor allem mit einer umfassenden Förderpolitik gearbeitet. Die kalifornische Regierung hat im August 2006 eine Senator Bill (SB 1) verabschiedet, die den Anteil an Solarenergie am Gesamtenergiemix um 3000 Megawatt steigern soll. Sollte diese Zahl erreicht werden, könnte in Kalifornien ein größerer Markt für Solarenergie entstehen, als er in Deutschland oder Japan existiert (Griscom Little, 2005).

---

<sup>1</sup> Bei dem *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) handelt es sich um ein bundesweit verbreitetes Bewertungsverfahren für die Energieeffizienz von Gebäuden (<http://www.usgbc.org/>).

Mit dem sog. *Million Solar Roofs Plan* werden durch die California Public Utilities Commission (CPUC) ab dem 1. Januar 2007 finanzielle Anreize geschaffen, um so die Zahl der privat sowie kommerziell genutzten Solaranlagen signifikant zu erhöhen. Insgesamt wird die Behörde 2,9 Mrd. US-Dollar für die auf zunächst 10 Jahre angelegte Initiative zur Verfügung stellen (CPUC, 2006a). Je nach Größe werden die Anlagen unterschiedlich gefördert; mit laufender Abschreibung nehmen die Vergünstigungen schrittweise ab (CPUC, 2006b).

Die Initiative orientiert sich nach einem japanischen Finanzierungsmodell: Mit einem ähnlichen 10-Jahres-Programm (verabschiedet 1994) hat die japanische Regierung die Kosten für kleinere, private Fotovoltaik-Anlagen um ca. 72 % gesenkt und damit die Entstehung einer robusten Solarindustrie gefördert, die nun den globalen Markt dominiert (Griscom Little, 2005).

### **6.1.3 Exportorientierung**

Beispiele einer internationalen Diffusion von klimaschutzrelevanten Technologien ausgehend vom kalifornischen Markt sind nicht bekannt. Allerdings ist der kalifornische Markt im Rahmen der US-amerikanischen Klimaschutzbestrebungen durchaus als Pioniermarkt zu bezeichnen. Viele der genannten hier umgesetzten Politikinitiativen breiten sich auf bundesstaatlicher Ebene aus.

Innerhalb des Mehrebenensystems in den USA lassen sich viele Fälle interregionaler Diffusion von Politikinstrumenten beobachten, die die Verbreitung der dafür notwendigen Technologien begünstigen. Indem Kalifornien seine Vorreiterposition im Klimaschutz ausbaut, wird der Markt für bestimmte Technologien gestärkt. Daraus resultiert neben einem verbesserten Klima- und Umweltschutz auch eine verbesserte wirtschaftliche Position. In einer aktuellen Studie der University of California heißt es dazu: "California has a long history of leadership [...] [...] and continuing along these lines will yield positive economic and environmental benefits for the state" (Roland-Holst 2006, S. 3). Dies ist besonders in den Bereichen Solartechnologie oder Energieeffizienz bei Gebäuden zu beobachten.

Nach Untersuchungen der Union of Concerned Scientists (UCS) bestehen im Bereich der "clean technology" attraktive Möglichkeiten, Exportmärkte zu erschließen. Die Investitionen von Risikokapitalgesellschaften in entsprechende Technologien in Kalifornien haben sich demnach in den letzten fünf Jahren vervierfacht. Bis 2015 soll nach Annahmen von UCS der globale Markt für "clean energy" auf ein Volumen von 167 Mrd. US-Dollar anwachsen (UCS o.J. aa).

Die de facto durch horizontale Diffusion bundesweit stattfindende Einführung des kalifornischen LEV II Standard stellt einen besonderen Fall dar: In Kalifornien befinden sich kaum

Produktionsstätten der großen Automobilkonzerne, somit werden hier innovative Technologien gefördert, deren Entwicklung keine direkten Auswirkungen auf die kalifornische Wirtschaft hat.

#### **6.1.4 Interessen**

Viele der genannten kalifornischen Klimaschutzmaßnahmen gelten als beispielhaft für eine Klimapolitik, die mit der umfassenden und konsequenten Förderung von neuen Technologien die Strategie verfolgt, Emissionen einzusparen, während gleichzeitig der Wirtschaftssektor gestärkt wird.

Selbst Umweltschutzorganisationen, die dem republikanischen Gouverneur Schwarzenegger zunächst erst skeptisch gegenüberstanden, begrüßen die Klimaschutzinitiativen seiner Administration. Vor dem Hintergrund der Ablehnung der Ratifizierung des Kyoto-Protokolls schüren diese einzelstaatlichen Aktivitäten neue Hoffnungen, dass – zumindest in Teilen – auch auf bundesstaatlicher föderaler Ebene die Klimaschutzziele von Kyoto realisiert werden können.

Vertreter der europäischen – und insbesondere der deutschen – Automobilindustrie lehnen die von Schwarzenegger initiierte Politik strengerer Abgasrichtlinien für Fahrzeuge ab und haben sich deshalb einer Klage gegen den Staat Kalifornien angeschlossen (Bals/van de Sand, 2005).

#### **6.1.5 Übertragbarkeit**

Es ist wichtig, sich zu vergegenwärtigen, dass die kalifornische Vorreiterrolle stark mit der mangelnden Initiative auf der Bundesebene zusammenhängt. Kalifornien, so wird oft argumentiert, ist klimaschutzpolitisch so aktiv, weil die Bush-Administration von Beginn ihrer Regierungszeit an keine ausreichend verbindlichen (sondern meist nur auf freiwilliger Selbstverpflichtung basierenden) Maßnahmen ergriffen hat (Tänzler/Carius, 2004). Die Ausgangsposition für die kalifornische Klimaschutzpolitik ist somit im Vergleich zur europäischen oder deutschen Situation sehr verschieden.

In der Europäischen Union wurde beispielsweise gemeinsam von den Mitgliedsländern ein Handelssystem für CO<sub>2</sub>-Zertifikate entwickelt, welches seit 2005 in Betrieb ist. In Kalifornien muss ein solches cap-and-trade-Programm gegen Widerstände der Bundesregierung und in Kooperation mit zunächst nur wenigen anderen Bundesstaaten noch weiter aufgebaut werden. Doch mit dem Beschluss der Assembly Bill 32 im September 2006, ein cap-and-trade System für CO<sub>2</sub>-Emissionen einzurichten, hat Kalifornien, der weltweit zwölft größte CO<sub>2</sub>-Emittent,

einen entscheidenden Beitrag geleistet, dass ein solches marktbasierendes Regulierungsinstrument bald US-weit und evtl. bald auch weltweit zum Einsatz kommt.

Im Rahmen der seit 2004 bestehenden Klimaschutzkoalition, der sog. *West Coast Governors Global Warming Initiative*, bestehend aus Kalifornien, Oregon und Washington, haben die beiden letztgenannten Einzelstaaten zugesagt, sich an einem kommenden "market-based carbon allowance program" zu beteiligen (WCGI, 2004). Im Verbund mit den Neu-England-Staaten im Nordosten der USA, die – als weltweit drittgrößter Wirtschaftsraum – 2005 ein ähnliches regionales CO<sub>2</sub>-Regulierungsprogramm verabschiedet haben, ist ein beachtlicher Markt für den Handel mit Emissionszertifikaten entstanden. Die Einführung dieses Regulierungsinstruments steht allerdings noch am Anfang und somit lässt sich schwer sagen, ob eine Angleichung an das europäische cap-and-trade System tatsächlich bald stattfinden wird. In einer mit Großbritannien geschlossenen Kooperation will Kalifornien jedenfalls von den Erfahrungen mit dem europäischen Handelssystem lernen (Office of the Governor, 2006b).

Das kalifornische cap-and-trade System mit dem bestehenden europäischen Regulierungssystem kompatibel zu gestalten hätte klare Vorteile, so Veronique Bugnion, Forschungsleiterin für die Region Nordamerika bei dem Marktforschungsunternehmen Point Carbon. Kalifornien könne diese Möglichkeit nutzen, um sich an einem globalen Handel mit CO<sub>2</sub>-Zertifikaten zu beteiligen. Ein solcher transatlantischer Handel würde ein jährliches Volumen von "mehreren 10 Mrd. Dollar" umfassen (Ingham/Angleys, 2006).

Viele der oben angesprochenen Initiativen sind auf die besonderen Bedürfnisse und Verhältnisse in Kalifornien zugeschnitten und sind somit kaum auf europäische bzw. deutsche Verhältnisse übertragbar. Insbesondere der kalifornische Stromsektor weist einige Besonderheiten auf. Die in den 1990er Jahren begonnene Liberalisierung des Strommarktes wurde in Folge der Energiekrise 2000/2001 ausgesetzt. Auf Grund der unerwartet hohen Nachfrage blieben die erhofften Strompreisreduktionen aus und es kam stattdessen zu einer Verknappung des Angebots und so zu stark steigenden Preisen (Ruhnau, 2003). Die anspruchsvollen Effizienzstandards haben somit also nicht ausschließlich klimaschutzrelevante Gründe.

Zudem ist in Bezug auf die strengen kalifornischen Abgasregelungen festzustellen, dass es in Kalifornien keine großen Produktionsstätten für Autos und somit auch keine starke Lobby der Automobilhersteller gibt. Dies dürfte erheblich dazu beigetragen haben, dass die *Pavley Bill* verabschiedet und erfolgreich implementiert werden konnte. Auch in den 11 anderen US-Bundesstaaten, die die strengen LEV II Standards übernehmen möchten, ist die Interessenvertretung und der Einfluss der Automobilindustrie eher schwach. Verglichen mit der Situation in Deutschland und der hiesigen starken Rolle der Automobilindustrie waren die Ausgangs-

bedingungen also günstiger. Wie weit dieser Einfluss auch auf der europäischen Ebene reicht zeigt der jüngste Streit zwischen den Kommissaren Dimas und Verheugen (Drewes, 2006).

Der Generalsekretär des Europäischen Umweltbüros (EEB), John Hontelez, unterstreicht die starken Einflussmöglichkeiten der deutschen Automobilindustrie: "The German car industry, aided by the German government and a German commissioner, has apparently succeeded in weakening the proposal. The Commission has rewarded carmakers' refusal to make fuel efficiency a priority with a more lenient standard than is needed to stop the continuing growth of greenhouse gas emissions from cars in Europe. This undermines the Commission's resolve to lead, regionally and globally, on fighting climate change" (European Federation for Transport and Environment, 2007).

Abgesehen von den mitunter unterschiedlichen Rahmenbedingungen zeigt das Beispiel Kalifornien, dass es sehr wohl möglich und sicherlich wünschenswert ist, wenn in einem großen Binnenmarkt einzelne Staaten eine Vorreiterrolle einnehmen. In den USA wird in diesem Zusammenhang immer wieder von *laboratories of experimentation* gesprochen, in denen innovative Politiken im kleineren Maßstab ausprobiert werden, bevor sie auf Bundesebene umgesetzt werden (vgl. z.B. Ringquist, 1993; Kern, 2000; Rabe, 2004). Auch in der Europäischen Union ist es nach einer Testphase in Vorreiterstaaten oft zur Diffusion von innovativen Politiken wie Ökosteuern oder EEG gekommen.

## **6.2 Abgas- und Verbrauchsstandards für Kfz in China**

Im Folgenden werden zwei Maßnahmen chinesischer Umweltpolitik mit Relevanz für die Automobilindustrie und deren Märkte vorgestellt: die Verschärfung der *Abgaswerte für Kraftfahrzeuge* sowie *Verbrauchsobergrenzen für Personenkraftwagen*.

Zielgruppe beider Maßnahmen ist die chinesische Automobilindustrie. Deren Produkte sollen durch die Maßnahmen *umweltfreundlicher und wettbewerbsfähiger* werden sowie weniger Energie verbrauchen. Der schnell wachsende Transportsektor ist der Hauptgrund für den rasch steigenden Bedarf an Öl in China. China ist nach den USA der weltweit größte Nachfrager von Öl und musste 2004 40 Prozent seines Bedarfs importieren (Zhao, 2006). Beide Maßnahmen sollen auch zur *Modernisierung der chinesischen Automobilindustrie* beitragen und sie *international wettbewerbsfähiger* machen. Perspektivisch werden die verschärften Normen, sollten die Ankündigungen chinesischer Politiker Realität werden, *auch für EU-Hersteller direkt relevant*. Momentan dürften sie mit Änderungen in der Konfiguration der auf dem chinesischen Markt verkauften Modelle einzuhalten sein.

### 6.2.1 Kurzbeschreibung des Ansatzes

Der *chinesische Automobilmarkt wächst* durch den Eintritt Chinas in die WTO, fallende Automobilpreise und eine stärker werdenden Mittelschicht. Zwar ist die absolute Zahl an Autos, das Verhältnis von Autos zur Bevölkerung, und der Motorisierungsgrad von Privathaushalten sehr gering, doch waren die Wachstumsraten des Marktes in den letzten Jahren enorm. So stieg der Absatz von Pkws von 463.000 im Jahr 1996 auf knapp über eine Million im Jahr 2002. 2005 wurden bereits knapp über drei Millionen PKWs verkauft (Deloitte, 2006). Bei LKWs und Bussen stieg der Absatz von 1,64 Millionen Fahrzeuge im Jahr 2001 auf 2,75 Millionen im Jahr 2004 und sank leicht auf 2,62 Millionen im Jahr 2005 (KPMG, 2006).

Die chinesische Automobilindustrie ist nach den USA und Japan die *drittgrößte der Welt*, deren jährliche Produktion von 1999 bis 2005 von 1,8 auf 5,7 Millionen Fahrzeuge wuchs (OICA, 2006). Ihr Wachstum hat großen Beitrag zur generellen ökonomischen Entwicklung Chinas und sie soll nach Plänen der Regierung auch zukünftig eine der „Säulen“ des Wirtschaftswachstums bleiben. Es ist nicht einfach zu sagen, welche Rolle privater Verkehr in der allgemeinen Verkehrspolitik spielt. Ng und Schipper stellen beispielsweise fest, dass die meisten Städte über ein gut ausgebautes öffentliches Transportsystem verfügen und dass die *Nationale Energie Strategie* von 2004 *öffentliche Verkehrsmittel* als die wichtigsten Verkehrsmittel in großen Städten nennt (Ng/Schipper, 2005, S. 54). Nach Gan fördert die chinesische Regierung privaten Autobesitz, unterstützt aber auch das öffentliche Transportsystem (Gan, 2001). Nach Angaben der Weltbank ist der Autoverkehr wichtigstes Element der Transportpolitik, während die Bedürfnisse nicht motorisierter Haushalte vernachlässigt werden (World Bank, 2006). Sicher scheint aber, dass die Behörden Transportprobleme in den stark wachsenden Ballungsgebieten auf Grund der stark steigenden Neuzulassungszahlen von Autos überwiegend durch *Straßenbau* lösen. Da die Zentralregierung die Umweltbelastungen durch Verkehr erkannt hat, an steigender Motorisierung aber festhält, hat sie zahlreiche Forschungsbemühungen zur Entwicklung von *umweltfreundlicheren Automobiltechnologien* (Brennstoffzelle, Hybridantriebe, alternative Treibstoffe) und Demonstrationsprojekte für umweltfreundliche Fahrzeuge unternommen (Gan, 2001).

Die chinesische Regierung gibt auch *ökonomische Anreize* zum Kauf von verbrauchsarmen Motoren bei Pkws. Es gibt eine allgemeine Fahrzeugsteuer, die aus zwei Teilen besteht. Der erste Teil ist eine für alle Fahrzeuge gültige Verkaufssteuer von zehn Prozent, die direkt vom Käufer entrichtet wird. Der zweite Teil ist eine Exercise Tax, die bei den Herstellern erhoben wird und die mit der Größe des Motors ansteigt (drei Prozent für 1 Liter, 20 Prozent für vier und mehr Liter Motoren) (An, 2006). Es gibt in China *keine Benzinststeuer* und es wird keine

Maut für die Nutzung von Fernstraßen oder zum Befahren von Innenstädten erhoben (Ng/Schipper, 2005). In Shanghai ist die Zahl der registrierten Pkws limitiert. Die Limitierung wird wahrscheinlich auf Druck der Konsumenten und der Hersteller gelockert (Zhao, 2006). Gleichzeitig hat die Regierung 2004 eine Politik beschlossen, *die Investitionen ausländischer Hersteller begrenzt*, die einheimische Industrie konsolidieren soll und die private Nachfrage gegenüber der staatlichen erhöht (Ng/Schipper, 2005). Die chinesischen Hersteller sind fast ausschließlich Staatsbetriebe, der Markt ist von einer großen Zahl an Herstellern zersplittert, die sowohl von der Zentralregierung als auch auf Provinzebene durch internationale und inländische Handelsbarrieren sowie Subventionen geschützt werden. Der Schwerpunkt der heimischen Produktion liegt auf Nutzfahrzeugen (80 Prozent). Die Hersteller sind international nicht wettbewerbsfähig, da moderne Technologien, Produktionsverfahren und Standards fehlen (Wieder, 2004). Bislang wurden in erster Linie Nutzfahrzeuge in Märkte im mittleren Osten und Afrika exportiert. Nach Einschätzung von KPMG wird sich der Export nach Europa und in die USA zumindest für kommerziell genutzte Fahrzeuge in den kommenden Jahren allerdings stark erhöhen (KPMG, 2006). Der Export von PKW ist gering. 2004 hat China 50.000 PKW in den Mittleren Osten und nach Nordafrika exportiert, fast keine in den Westen. Chinesische PKW-Hersteller planen verstärkte Exporte in die USA und die EU. Marktbeobachter betrachten den Erfolg der Absichten als gering (Ernst & Young, 2006). Seit den 1980er Jahren unterstützt China den Aufbau einer heimischen PKW Industrie. Um dieses Ziel zu erreichen wird über Joint-Ventures mit internationalen Automobilkonzernen technologisches Know-How aufgebaut. Die drei größten chinesischen Herstellergruppen sind First Auto Works, Shanghai Automotive Industry Corp. und Dong Feng Motors (Gan, 2001). Der PKW-Markt wird von den Produktionen der Joint-Ventures dominiert (siehe Tabelle 25).

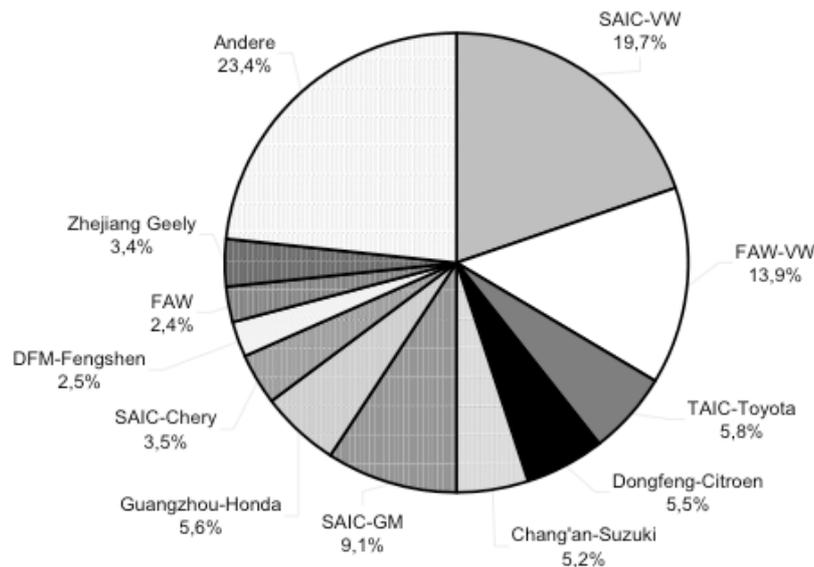
**Tabelle 25: PKW Joint-Ventures in China**

No.	Chinesischer Hersteller	Partner
1	Shanghai Automotive Industry Production	General Motors, Volkswagen
2	Brilliance China Automotive Holding	BMW
3	First Automotive Works	Daihatsu, Mazda
4	Chongqing Chang'an Automobile Corporation	Ford, Suzuki
5	Guangzhou Auto Group Corporation	Daihatsu, Honda
6	Yuejin Motor Group	FIAT
7	Dongfen Motor Corporation	Nissan, KIA; Renault/ Citroen
8	Beijing Automotive Industry Corporation	Hyundai, DaimlerChrysler, Mitsubishi

Quelle: Weider 2004

Inzwischen gibt es auch chinesische PKW-Marken, etwa SAIC Chery oder Zhejiang Geely, die eigene Modelle anbieten und Marktanteile gewinnen (Weider, 2004) (siehe Abbildung 30).

**Abbildung 30: Marktanteile verschiedener Automobilhersteller**



Quelle: Weider 2004

Über die Joint-Ventures werden die ausländischen Firmen gezwungen, bestimmte Quoten an PKW-Teilen im Land fertigen zu lassen, was zu Technologietransfer und Stärkung der technologischen Fähigkeiten der chinesischen Automobilindustrie führt, teilweise unter Missachtung von geistigen Eigentumsrechten. Zum Transfer von umweltfreundlicheren Technologien haben die Joint-Ventures von US Herstellern scheinbar bis zum Jahr 2003 nicht beigetragen, weil die Automobilhersteller keinen Grund sahen, ohne Standards bessere Technologien in China zu verwenden (Gallagher, 2006). Auch chinesische Manager berichten, dass sie nur bei strengeren Standards saubere Technologien einführen, so lange keine anderweitige Nachfrage besteht. Ein Labelling Programm für umweltfreundliche Autos ist bei dem Versuch, private Nachfrage zu stärken, gescheitert (Zhao, 2006).

### 6.2.2 Schadstoffgrenzwerte für Abgase

Seit dem Jahr 2000 gelten in China Abgaswerte der Euro I Norm. Die Euro II Abgaswerte gelten seit 2004 für alle Fahrzeuge. Shanghai und Peking haben die Euro III Abgasnorm als Vorreiter bereits 2003 bzw. 2002 verbindlich gemacht. Bis 2008 soll landesweit für alle Fahrzeuge die Euro III Norm gelten. Die Euro IV Norm soll landesweit 2010 gelten, für Peking bereits ab 2008 (siehe Annex 1). Der chinesische Clean Air Act aus dem Jahr 2000 verbietet

Produktion, Verkauf und Import von Kraftfahrzeugen, welche die Abgaswerte überschreiten. Automobile, die am Tag der Produktion die vorgeschriebenen Abgaswerte nicht erfüllen, dürfen nicht gefahren werden. Der Clean Air Act aus dem Jahre 2002 unterstützt weiterhin die Entwicklung und den Verkauf von sauberen Treibstoffen (Ng/Schipper, 2005).

Die Einführung der Abgaswerte ist eine Reaktion auf die steigende Luftverschmutzung besonders in Großstädten, wo sich die Zahl der zugelassenen Kraftfahrzeuge konzentriert. Zielgruppe sind die chinesischen Treibstoff- und Fahrzeughersteller. Allerdings ist die Kontrolle und Durchsetzung der Standards durch jährliche Inspektionen und Straßeninspektionen wesentlich weniger strikt als in Europa (Ng/Schipper, 2005). Ausländische Importeure und Produzenten müssen die Normen ebenfalls einhalten.

### **6.2.3 Treibstoffverbrauch**

Seit 2005 gelten in China *Obergrenzen für den Treibstoffverbrauch* von Pkws und SUV<sup>1</sup>. Die Obergrenzen werden 2008 verschärft. Weitere Verschärfungen sind bis jetzt nicht angekündigt. Die Grenzwerte sind nach acht Gewichtsklassen sowie Ganggetriebe bzw. Automatik differenziert und beschreiben einen maximal zulässigen Verbrauch für 100 km (siehe Annex 2).

Die Maßnahme ist eine Reaktion auf den steigenden Treibstoffverbrauch im Straßenverkehr, der die chinesische Abhängigkeit von Ölimporten maßgeblich erhöht. Ihr Ziel ist es auch, im Vergleich zum chinesischen Status quo *modernere Automobiltechnologien* in China einzuführen, den durchschnittlichen Kraftstoffverbrauch im Straßenverkehr zu senken und den Anteil von SUVs und Minivans zu senken (WIR, 2004). Kommerzielle Lkws und Pick-up Trucks fallen nicht unter die Regelung.

Zielgruppe sind inländische und ausländische Automobilhersteller, die ihre Produktion gegebenenfalls an die Standards anpassen müssen. Besonders betroffen sind Hersteller von SUVs und Minivans, da die Grenzwerte für schwere Fahrzeuge schärfer als für Kleinwagen sind und China den Bau *kleiner Pkws* forcieren möchte (Yuefu, 2003). 2004 haben nur vier Prozent der in China verkauften SUVs und Minivans die aktuellen Obergrenzen und null Prozent die ab 2008 gültigen Obergrenzen eingehalten (WIR, 2004). Dessen ungeachtet scheint das Wachstum bei Oberklassewagen ungebrochen zu sein. Allerdings sind nach Wagenklassen disaggregierte Marktdaten für China nicht verfügbar.

Hersteller sind in unterschiedlichem Maße betroffen, je nach erreichtem Treibstoffverbrauch der einzelnen Automodelle und deren Verkaufszahlen in China. Schätzungen des World Re-

---

<sup>1</sup> Seit 2005 für Fahrzeuge die neu auf den Markt kommen, seit 2006 für Fahrzeuge, die bereits im Markt vorhanden waren.

sources Instituts (WRI) ergaben etwa, dass 68 Prozent der von VW verkauften Automobile die Standards in Phase I erreichen würden, allerdings nur 19 Prozent Phase 2 (WIR, 2004). Für die chinesischen Hersteller liegen keine Angaben vor.

#### **6.2.4 Innovationsorientierung**

Chinesische *Behörden* haben auf Grund ihrer dirigistischen Tradition relativ viel Autorität bei der Durchsetzung von Umweltzielen, die aber oft durch mangelnde Implementierung durch Behörden auf kommunaler oder Provinzebene, auf Grund divergierender Interessen oder Korruption ausgehebelt wird (Tanzer, 2005). Generell gilt im Falle von Luftreinhaltung, dass die *nationale Regierung* Maßnahmen zur Luftreinhaltung festlegt und *kommunale Behörden* für Implementierung und Überwachung zuständig sind (Ng/Schipper, 2005)<sup>1</sup>. Im Falle von Auto-Umweltpolitik hat sich die Automobilindustrie als wichtige Säule des Wirtschaftswachstums mit entsprechendem Einfluss entwickelt (Zhao, 2006). Vor Einführung der Verbrauchsobergrenzen hat die Regierung ein entsprechendes Forschungsprogramm aufgelegt und eine Arbeitsgruppe mit *Vertretern der Automobilindustrie* gebildet (Yuefu, 2005).

#### **6.2.5 Abgasnormen**

Die chinesischen Abgasnormen liegen über den Normen in der EU. Allerdings hat China angekündigt, die Grenzwerte in der Luftreinhaltung bis 2020 weiter zu verschärfen (China Development Forum, 2003, S. 21). Welche Rolle dabei Abgasnormen spielen ist noch unklar. Die Regierung hat angekündigt, dass sie 2010 „internationale Emissionsstandards“ erreichen will (Kebin, 2003, S. 1). Sollte sich dies auf die Forcierung *der Euro IV im Jahre 2010* beziehen, wäre China immer noch hinter der EU zurück. Dort soll dann nach jetzigem Stand der Planung bereits die Euro V Norm eingeführt sein.

Die Abgasnormen werden gewöhnlich durch eine Verbesserung der Motorentechnologie und/oder der Treibstoffqualität erreicht. Die aktuelle Normen könnten die chinesischen Hersteller mit der Übernahme (ggf. Adaption) existierender Technologien erreichen. Der Innovationsdruck ist dementsprechend aus der Perspektive der Unternehmen hoch, die Herausforderung liegt aber eher in der Adaption als in der wirklichen Innovation. Sollten Standards langfristig strikter werden als bspw. die EU Normen, wären die betroffenen Industrien verstärktem Innovationsdruck ausgesetzt.

Die Euro II Abgasnorm ist auch mit dem Ziel eingeführt worden, die Verbreitung von moderner Automobiltechnologie in China zu unterstützen (Zhao, 2006). Chinesischen Nachrichtenagenturen zu Folge sollen die chinesischen Fahrzeughersteller zur Entwicklung neuer Techno-

---

<sup>1</sup> Wie die Vorreiterrollen von Peking und Shanghai zu Stande kamen, konnte nicht geklärt werden.

logien gezwungen werden, welche die Einhaltung der Euro III Norm erlauben. Dabei würde auch in Kauf genommen, dass kapitalschwache Firmen vom Markt verschwinden (China Daily, 2004)<sup>1</sup>. Dies betrifft auch die Qualität des Kraftstoffes. Sollte der weiterhin nicht den Anforderungen an chinesische Standards entsprechen, fürchten chinesische Wissenschaftler, dass ausländische Anbieter nach der Marktöffnung gemäß der WTO-Vereinbarung 2008 Marktanteile erobern werden (Kebin, 2003)<sup>2</sup>.

Um die Automobilhersteller zur vorgezogenen Einhaltung der Euro II Norm zu motivieren, gewährte die Regierung im Jahr 2000 eine *Steuererleichterung* von 30 Prozent auf die Konsumsteuer (die in China vom Hersteller entrichtet wird). Alle großen Hersteller machten bei Teilen ihrer Fahrzeugflotte von der Regelung Gebrauch. 2004 wurde das Programm auf den Euro III Standard übertragen, auf Grund mangelnden Treibstoffs von entsprechender Qualität aber vorerst ausgesetzt (Zhao, 2006).

Die Einführung der Standards scheint daher einem *Technology Forcing* zu entsprechen. Allerdings hat es vor Einführung der Standards einen Konsultationsprozess zumindest mit den großen Herstellern von Treibstoff gegeben, in dem sie sich zu den Erfüllungsfristen äußern konnten (Kebin, 2003). Es ist nicht ermittelbar, ob die chinesische Regierung begleitende FuE Maßnahmen eingeleitet hat, die direkt die Wirkung von Motoren bezüglich der Schadstoffe verbessern.

Auf die Automobilindustrien der EU dürften die Abgasnormen keine innovativen Auswirkungen haben.

### **6.2.6 Treibstoffverbrauch**

Die Einhaltung der Obergrenzen im Treibstoffverbrauch kann prinzipiell durch Innovationen in den Bereichen Motorentchnik und Leichtbauweise erfüllt werden. Die Vorschriften können allerdings auch durch den Einsatz vorhandener Motorentchnologien, Gewichtsreduktionen über Änderung der Fahrzeugausstattung sowie dem Einsatz weniger leistungsfähiger Motoren erreicht werden. Der Ansatz gibt daher keine Anreize für radikale Innovationen. Die chinesischen Verbrauchsobergrenzen liegen momentan *über den Verbrauchsobergrenzen in der EU sowie Japan* und werden es auch 2008 sein. Hierbei ist allerdings zu beachten, dass die Fuel-Economy Standards der EU freiwillige Vereinbarungen zwischen der EU und den Verbänden der europäischen, japanischen und koreanischen Automobilhersteller sind. Die EU-Grenzwerte können deswegen nicht als Referenzrahmen zur Beurteilung des Innovations-

---

<sup>1</sup> Siehe [www.chinadaily.com.cn/english/doc/2004-07/07/content\\_3463322.htm](http://www.chinadaily.com.cn/english/doc/2004-07/07/content_3463322.htm).

<sup>2</sup> Auch wenn die Fahrzeuge die Euro I oder II Normen erfüllen ist die Qualität des Treibstoffes oft so schlecht, dass beispielsweise der Schwefelgehalt die Katalysatoren funktionsunfähig macht (Walsh 2003 -> Sinosphre 6).

potentials des Ansatzes heran gezogen werden. Die chinesischen Standards sind allerdings *striker als* die in den USA und werden es auch zukünftig sein. Ausnahme ist einzig der Bundesstaat Kalifornien, sollte er wie angekündigt ab 2009 schärfere Standards einführen (An/Sauer, 2004).

Chinesische Wissenschaftler betonen aber, dass Fuel-Economy Standards langfristig die technologische Entwicklung in China vorantreiben sollen und die chinesische Automobilindustrie im Bereich Energieeffizienz international wettbewerbsfähig machen soll. So ist der durchschnittlich höhere Verbrauch (bei gleicher PS Stärke) chinesischer Autos im Vergleich zu Autos aus US Produktion ein Argument zur Einführung der Fuel-Economy Standards (Yuefu, 2003). Zhao vermutet, dass die Standards von Joint-Ventures problemlos in der ersten Phase eingehalten werden können, sie in der zweiten Phase aber neue Technologien in die chinesische Produktion einführen müssen (Zhao, 2006).

### **6.2.7 Exportorientierung**

Langfristig sollen beide Maßnahmen die Wettbewerbsfähigkeit der chinesischen Automobilindustrie erhöhen. Es liegen keine Informationen darüber vor, ob die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Importen auf dem chinesischen Markt oder langfristig auch auf Export gerichtet ist. Es ist aber anzunehmen, dass letzteres der Fall ist. Als Exportmarkt für chinesische Fahrzeuge käme bspw. Indien in Frage, welches ebenfalls an die Euro Norm angelehnte Standards, wenngleich mit noch größerer Verzögerung als China, einzuführen plant ([www.dieselnet.com](http://www.dieselnet.com)).

Da die Standards auch von den Joint-Ventures eingehalten werden müssen, sind die ausländischen Partner gezwungen, ihren chinesischen Partnerfirmen umweltfreundliche Technologien zur Verfügung zu stellen. In diesem Sinne erzwingen die Standards einen Technologieimport. Die Maßnahme zur Begrenzung des Treibstoffverbrauchs ist auch ein Versuch, Importe von Technologien, die vergleichsweise viel Treibstoff beanspruchen, zu beschränken.

### **6.2.8 Interessen**

Generell haben alle Fahrzeughersteller ein *erhebliches Interesse* am chinesischen Markt, der momentan weltweit die größten Wachstumsraten hat und bei anhaltender Entwicklung zu den größten der Welt zählen wird. Der Verband der europäischen Automobilindustrie sieht im Bereich *Umweltechnologien* einen der *größten EU Wettbewerbsvorteile* und strebt eine Verschärfung chinesischer Umweltstandards an. Im entsprechenden Papier heißt es:

Policy Recommendations by Priority: Uniform implementation of national regulations and standards (e.g. labour law; *environmental legislation*) Recommendations for Competitiveness:

First, the most important advantage that European firms have over both their Japanese and Chinese competitors is environmentally-friendly technology. The Chinese government will continue to promote the development of the auto sector over the next five years, but given the severe state of air pollution in China, it is also introducing tough legislation to improve fuel quality and economy. These regulations are based on European standards, and European firms should aggressively introduce products that take advantage of environmentally-friendly technologies“ (Europäische Kommission, 2006b).

Die Auto Components Working Group, eine Arbeitsgruppe der EU-Handelskammer in China aus Vertretern der Automobilindustrie, setzt sich für eine Implementierung der EU-Normen für Treibstoff ein, da mangelnde Qualität der Erreichung der Abgaswerte entgegen steht (Auto Components Working Group, 2004).

Der ehemalige Präsident des *VDA*, Bernd Gottschalk, hat während einer jüngst stattgefundenen Automesse in China ebenfalls die Bedeutung Chinas als Markt für *umweltfreundliche Technologien* unterstrichen (Spiegel Online, 2006).

### **6.2.9 Übertragbarkeit**

Da die chinesischen Grenzwerte unter denen der EU liegen und EU-Normen als Vorbild dienen, ist eine Übertragung in seiner konkreten Gestaltung ausgeschlossen. Doch sowohl die Politik zu den Abgaswerten als zum Treibstoffverbrauch sind Beispiele dafür, wie Umweltpolitik zum Technology Forcing genutzt werden kann, um Industrien nicht nur sauberer, sondern bei weltweit steigenden Standards auch wettbewerbsfähiger zu machen. Unter diesem Aspekt ist die EU bei der Aushandlung der Standards rückständiger als China, da sie oftmals hinter dem technisch Machbaren bleibt und Umweltstandards unzureichend als Marktchance erkennt (Haum/Petschow, 2003).

Der rasch wachsende Markt und die ambitionierte Umweltregulierung unterstreichen aber auch, dass Europa nicht nachlassen darf, weitergehende Anstrengungen zu unternehmen, um weiterhin ihre Wettbewerbsvorteile zu erhalten. Anspruchsvolle Umweltstandards haben sich als wichtiger Wettbewerbsvorteil für deutsche und europäische Hersteller herausgestellt, das wird auch von der Branche unterstrichen. Insofern ist das Beispiel ein hervorragender Beleg für die Notwendigkeit, weltweit die ambitioniertesten Standards zu adaptieren.

### **6.2.10 Ergebnisse und Prognosen der Kfz Politik**

Umfassende Evaluationen zur chinesischen Autopolitik liegen nicht vor. Innovative Effekte werden sich kurzfristig in der chinesischen Industrie bemerkbar machen. Langfristig könnten auch EU-Hersteller durch Innovation auf chinesische Standards reagieren müssen. Allerdings

ist hier kein Zeitraum auszumachen und zu bedenken, dass die chinesische Regierung bislang die Erreichung internationaler Standards aber nicht eine internationale Vorreiterschaft betont. Bemerkenswert ist aber, dass China sich bereits bei einer geringen Verkehrsdichte Abgaswerte verordnet. Zum Zeitpunkt einer ähnlichen Verkehrsdichte in Europa gab es dort weder Abgaswerte noch Vorgaben zur Qualität des Treibstoffes (Ng/Schipper, 2005).

### **6.3. Japan: Top Runner-Ansatz**

#### **6.3.1 Kurzbeschreibung des Ansatzes**

Der Top Runner-Ansatz wurde im Jahre 1999 vom japanischen *Wirtschaftsministerium* im Zuge der *Novellierung des Energieeinsparungsgesetzes* eingeführt. Sein Hauptziel ist die Verringerung von energieverbrauchsbezogenen Emissionen im Bereich des *Konsums und der Mobilität privater Haushalte*.

Zielgröße des Top Runner-Ansatzes ist die Energieverbrauchs-Effizienz, d.h. Regulierungsgegenstand ist der nutzungs- und nicht der herstellungsbezogene Energieverbrauch. Grundlage des Ansatzes ist ein so genanntes „maximum standard value system“, d.h. der zu erreichende Effizienz-Standard orientiert sich an den Verbrauchswerten der aktuell am Markt verfügbaren, energieeffizientesten Produkte. *Der produktgruppenspezifische Standard* wird unter Berücksichtigung des erwarteten technischen Fortschritts und der Diffusionsmöglichkeiten auf bzw. oberhalb dieser *aktuellen Bestmarke* festgelegt.<sup>1</sup> Er muss innerhalb eines bestimmten Zeitraums, der sich an dem durchschnittlichen Innovationszyklus der Produktkategorie orientiert (je nach Produktgruppe 3 bis 12 Jahre), von der Produktflotte eines jeden Herstellers und Importeurs erreicht werden. Entscheidend ist dabei der Verbrauchsdurchschnitt der tatsächlich in Verkehr gebrachten Produkte, d.h. weniger effiziente Geräte können am Markt bleiben, wenn zugleich sehr effiziente Produkte angeboten werden. Dadurch sollen Effizienzverbesserungen des Gesamtmarktes vorangetrieben werden bei gleichzeitiger Erhaltung einer gewissen Produktvielfalt (ECCJ, 2004).

Die Überprüfung erfolgt auf Basis der Selbstauskunft der Anbieter.<sup>2</sup> Wird der Standard nicht erreicht, greift ein mehrstufiges Sanktionsverfahren.<sup>3</sup> Die Standards selbst unterliegen einer

---

<sup>1</sup> Letzteres war bspw. bei Fernsehgeräten mit LCD- bzw. Plasmabildschirm der Fall. Weil diese Technologien relativ neu waren, ging man davon aus, dass weitere Effizienzpotenziale erschlossen werden könnten. Die Standards wurden daher 5 Prozent oberhalb des aktuellen Top Runners angesetzt (SEA, 2005, S. 30).

<sup>2</sup> Dazu erhalten sie von der zuständigen Behörde einen Fragebogen, in dem Verkaufsvolumina, Energieverbrauchswerte usw. anzugeben sind (ECCJ, 2006).

<sup>3</sup> Dies umfasst 1. die nicht öffentliche Mahnung an den Anbieter, 2. die Veröffentlichung des Namens des Anbieters und Anordnung zur Durchführung von Maßnahmen zur Effizienzsteigerung sowie 3. die Verhängung einer Geldbuße bis zu 10.000 US Dollar (Ito, 2005). Hier greift allerdings kein Automatismus, sondern werden

Revision, die im Zieljahr erfolgt bzw. wenn der Top Runner-Standard von der Mehrheit der am Markt befindlichen Produkte früher erreicht wird, auch vorher – so geschehen bei PCs und Pkws (SEA, 2005, S. 33).

Der Top Runner-Standard wird von einem *freiwilligen Kennzeichnungssystem* flankiert.<sup>1</sup> Es enthält zum einen eine produktbezogene Kennzeichnung. Dieses Label (siehe Annex 4), das in Katalogen, auf Verpackungen oder direkt am Produkt gezeigt werden kann, gibt Auskunft über den jährlichen Energieverbrauch des Gerätes, das Jahr, in dem der Zielstandard erreicht werden muss, sowie über das aktuelle Ausmaß der Zielerreichung (in Prozent).<sup>2</sup> Von dieser Kennzeichnungsmöglichkeit wird offenbar *reger Gebrauch* gemacht (SEA, 2005, S. 35). Zum andern können sich Geschäfte, die den Verkauf energieeffizienter Geräte aktiv unterstützen, seit 2003 für eine separate und mit einem bestimmten Label versehene Auszeichnung qualifizieren („Outlets that Excel at Promoting Energy-Efficient Products“, siehe Annex 5).<sup>3</sup>

Rechtliche Grundlage des Top Runner-Programms ist das Energieeinspargesetz. Die Durchführung ist in Verordnungen (relevante Produktgruppen, Anforderungen an Herstellungs- bzw. Importvolumen), Regulierungen (ausgenommene Produktgruppen) und Bekanntmachungen (Standards, Meßmethoden etc.) festgelegt (ECCJ, 2006). Die Auswahl von Produktgruppen und die Festlegung von Standards erfolgt in einem mehrstufigen Prozess, an dem neben Regierungs- und Industrievertretern auch Verbraucherorganisationen und wissenschaftliche Experten beteiligt sind (siehe Annex 6). Entwürfe für Top Runner-Standards werden dabei der Öffentlichkeit zur Kommentierung zugänglich gemacht. Die Zeitspanne vom Vorschlag einer neuen Produktkategorie bis zur Verabschiedung des verbindlichen Top Runner-Standards beträgt ein bis zweieinhalb Jahre (ECCJ, 2006).

Das Top Runner-Programm bezieht sich gegenwärtig auf *21 Produktgruppen*.<sup>4</sup> Auswahlkriterien sind – gemäß Artikel 18 des Energieeinspargesetzes – ein hoher Marktanteil, ein substan-

---

im Einzelfall mit dem jeweiligen Anbieter die Gründe für die Zielverfehlung auch vor dem Hintergrund seiner sonstigen Leistungen im Top Runner-Programm erörtert. Der Sanktionsmechanismus gilt nicht für Kleinanbieter, die weder über die technologischen noch finanziellen Mittel für eine angemessene Teilnahme an Programm verfügen (ECCJ, 2006).

<sup>1</sup> Das Kennzeichnungssystem gilt bislang nur für 13 der 21 Produktkategorien des Programms, so bspw. nicht für Fahrzeuge, Verkaufsautomaten und DVD-Rekorder (ECCJ, 2006).

<sup>2</sup> Erreichen des Standards wird durch ein grünes Symbol, Nicht-Erreichen durch ein orangefarbenes Symbol kenntlich gemacht.

<sup>3</sup> Daten darüber, inwieweit davon Gebrauch gemacht wird, sind nicht verfügbar

<sup>4</sup> Transformatoren (Netzteile), Leuchtstofflampen, Raumklimageräte, elektrische Kühl- und Gefriergeräte, Mikrowellen und elektrische Reiskocher, elektrische Toilettensitze, Computer, magnetische Laufwerke und Kopiergeräte, Fernsehgeräte, DVD-Rekorder sowie Video- und Kassettenrekorder, gas- und ölbetriebene Raumheizungen, Gas-Wasser- und Öl-Wasser-Erhitze, gasbetrieben Kochvorrichtungen, Verkaufsautomaten (z.B. Getränkeautomaten), Pkw und Kleintransporter.

zieller Energieverbrauch in der Nutzungsphase sowie die Relevanz von Effizienzsteigerungsmaßnahmen in der Produktgruppe.<sup>1</sup> Innerhalb einzelner Produktgruppen werden bspw. nach Gewicht (Pkw) und Größe (Bildschirm), nach Funktion (z.B. bei Kopiergeräten Anzahl Kopien pro Minute) oder nach verwendeter Technologie (z.B. Röhren-, LCD-, Plasma-TV-Geräte) differenzierte Standards angesetzt.

Entstanden ist der Ansatz während der Vorbereitungen zur internationalen Klimakonferenz 1997 in Kyoto. Obgleich die Pro-Kopf-Emissionen im internationalen Vergleich bereits niedrig waren, wollte der Gastgeber Japan mit weiteren Anstrengungen in diesem Bereich ein Zeichen setzen. Hinzu kam, dass in Japan in den 90er Jahren die Treibhausgas-Emissionen in den Sektoren private Haushalte und Transport wieder zugenommen hatten – im Zeitraum 1990 bis 2000 um etwa 20 Prozent. Die japanische Industrie befürchtete zunächst Wettbewerbsnachteile aufgrund der zusätzlichen Kosten, die von dieser Regulierungsmaßnahme ausgehen könnten. Erst unter dem Einfluss des Präsidenten des japanischen *Wirtschaftsverbandes* sowie des Chefs von *Toyota* gewannen die möglichen Vorteile in der öffentliche Debatte an Gewicht. Da die Top Runner-Produkte bereits in vielen Fällen von japanischen Unternehmen angeboten wurden, erhofften sich insbesondere diese Hersteller von der Einführung des Programms weiteren technologischen Fortschritt, *wachsende nationale Märkte und höhere internationale Wettbewerbsfähigkeit* (Schröder, 2004).

Das Top Runner-Programm ist *mit anderen umweltpolitischen Instrumenten* verknüpft. Das Gesetz zur umweltfreundlichen *öffentlichen Beschaffung*, das 2001 in Japan in Kraft getreten ist, basiert bei Energie verbrauchenden Geräten, v. a. der Bürokommunikation, auf den Top Runner-Standards (SEA, 2005, S. 37). Zudem gelten für Personenkraftwagen, die den Top Runner-Standard (über-)erfüllen, *Steuervergünstigungen* bei Anschaffung und Betrieb (Ito, 2005).

### **6.3.2 Innovationsorientierung**

Die Innovationswirkungen des Top Runner-Ansatzes können hinsichtlich der Erreichung der Zielstandards einerseits und des Beitrags des Instruments zur Zielerreichung andererseits differenziert werden.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Ausgenommen sind demnach Produkte für spezielle Anwendungen, Produkte mit sehr niedrigem Marktanteil sowie Produkte, für die keine Mess- und Evaluierungsverfahren verfügbar sind, d.h. bei denen die Entwicklung von Standards schwierig ist (Stinglwagner, 2006). Des Weiteren können Technologien mit zunehmender ‚Alterung‘ aus dem Programm ausgeschlossen werden – wie bspw. bei VHS-Videorekordern oder Röhren-Fernsehgeräten geschehen (SEA, 2005, S. 30).

<sup>2</sup> Dies entspricht einer Unterscheidung zwischen “goal-attainment evaluation” und “attributability evaluation” (SEA, 2005, S. 22).

Bezüglich Ersterem konnten *gute Ergebnisse* erzielt werden (SEA, 2005, S. 39 ff.). So wurden bei Röhren-TV-Geräten, VHS-Videorekordern und Computern die Einsparziele weit vor Fristende erreicht. Im Falle von Klimaanlage und Kühlgeräten wurden die Zielwerte nicht nur auf Basis des gewichteten Durchschnitts der Geräteflotte, sondern auf Einzelgerätebasis realisiert. Auch *bei Pkws* wird *Übererfüllung* erwartet: Bereits im Jahr 2003, also sieben Jahre vor dem Zieljahr 2010, erreichten 80 Prozent aller Neuwagen den festgelegten Verbrauchsstandard (Ito, 2005). Nach Einschätzung japanischer Industrievertreter schneiden *einheimische Anbieter* hier wesentlich *besser* ab *als ausländische Fahrzeuganbieter* (SEA, 2005, S. 41). Als Reaktion auf diese positiven Erfahrungen wurden Revisionen der *Standards vorgezogen*, wie bspw. bei Computern (von 2005 auf 2003), sowie *Erfüllungszeiträume verkürzt* – so z.B. bei PCs und magnetischen Laufwerken von 7 auf 5 Jahre (ebd., S. 33). Begünstigt wurde diese Entwicklung durch das In-Kraft-Treten des „Green Procurement Law“ im Jahre 2001, der sich, soweit möglich, an Top Runner-Standards orientiert: Bei den betreffenden Produktgruppen hat dies zu einer frühzeitigen Erreichung der Zielwerte nicht nur auf Flotten-, sondern auch auf Einzelgerätebasis geführt (ebd., S. 68).

Die *Effekte* des Top Runner-Ansatzes *variieren* allerdings teilweise je *nach Produktunterkategorie*. So zeigt sich etwa bei elektrischen Kühlschränken, dass in der Volumenklasse 401 bis 450 Liter die Standards sehr bald erreicht wurden, hingegen in der Klasse 141 bis 250 Liter die Effizienzsteigerungen nur langsam umgesetzt werden konnten. Industrievertreter führen dies teilweise darauf zurück, dass Maßnahmen zur Effizienzsteigerung bei größeren, d.h. teureren Geräten einfacher realisiert werden können als bei kostengünstigen, kleineren Geräten (ebd., S. 44).

Nach derzeitigem Kenntnisstand wurden diese positiven Innovationswirkungen nicht durch die Setzung wenig anspruchsvoller Standards ‚erkauft‘ (ebd., S. 44f.). Ein Vergleich internationaler Effizienzstandards sowie die Einschätzungen der japanischen Industrievertreter legen nahe, dass die heimischen Anbieter, wenn sie die Top Runner-Standards erreichen bzw. übertreffen wollen, technologisch mindestens so gut aufgestellt sein müssen wie ausländische Wettbewerber.

Bei den Faktoren, die Effizienzsteigerungen in der Produktentwicklung fördern, haben befragte Industrievertreter das Top Runner-Programm am häufigsten erwähnt (ebd., S. 47ff.; siehe Annex 7).<sup>1</sup> Ähnlich oft wurde das Argument „Wettbewerbsvorteile erzielen“ genannt. Bedeutsam für die Produktstrategien der Hersteller, aber von nicht ganz so hohem Stellenwert,

---

<sup>1</sup> Grundlage dieser Wirkungsanalyse waren Interviews mit 32 Vertretern von 12 Herstellern, mit 4 Vertretern von 2 Industrieverbänden, mit 9 Experten und 3 Regierungsbeamten (SEA, 2005, S. 24).

ist zudem das umweltorientierte, öffentliche Beschaffungswesen.<sup>1</sup> Als hemmende Faktoren werden v. a. mit dem Energieverbrauch konkurrierende Ziele beim Design von Produkten, ausbleibende Umsatzzuwächse sowie zusätzliche Kosten genannt.

Insgesamt nimmt das Top Runner-Programm damit in Japan eine *Schlüsselrolle* in der Unterstützung des öko-effizienten technologischen Fortschritts ein. Es hat die kommerzielle Nutzung energieeffizienter Technologien und ihre Diffusion eindeutig beschleunigen können (ebd., S. 53).

Die Ursachen dieses Erfolgs sind vielfältig:

- Die moderaten Sanktionsmaßnahmen ermöglichen die Setzung relativ anspruchsvoller Standards (Ito 2005).
- Die *japanische Industriestruktur* erweist sich insofern als günstig, als in das Top Runner-Programm überwiegend große heimische Hersteller fallen, mit denen staatliche Akteure besser interagieren können als mit einer Vielzahl kleiner und mittlerer Unternehmen (SEA 2005, S. 55f.). Dadurch ist etwa der Zugang zu Marktdaten, die für das Monitoring des Systems benötigt werden, einfacher als in Märkten mit vielen Kleinstanbietern und Importeuren.
- „*Name and shame*“-Sanktionen, wie sie im Top Runner-Programm praktiziert werden, greifen bei bekannten heimischen Markenherstellern und in einer Wirtschaftskultur, in der „corporate pride“ eine große Rolle spielt (o.V. 2006), vergleichsweise gut (ebd., S. 64).
- Ferner ist zu vermuten, dass von individuellen Produktstandards, die wie beim Top Runner-Ansatz von jedem Anbieter einer Branche zu erfüllen sind, größere Innovationswirkungen ausgehen als von kollektiven, branchenbezogenen Standards (ebd., S. 63).<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Die außerordentliche Relevanz des Top Runner-Programms illustriert das Beispiel eines Automobilherstellers, der berichtet, dass bei neuen Modellen, die etwa alle vier Jahre auf den Markt kommen, aufgrund der Top Runner-Standards i. d. R. nicht mehr die bestehenden Antriebstechnologien verwendet werden können, sondern neue, investitionsintensive Motorengenerationen entwickelt werden müssen (SEA, 2005, S. 46).

<sup>2</sup> Wie etwa von der Vereinbarung zwischen der EU und der European Automobile Manufacturers' Association. Zielgröße sind hier 140 g CO<sub>2</sub> pro Kilometer als Gesamtdurchschnitt über alle in 2008 neu zugelassene Pkws.

Die Schwachpunkte<sup>1</sup> des japanischen Programms mit Blick auf seine Innovationswirkungen sind:

- Die Setzung von Effizienzzielen orientiert sich an dem *technisch Machbaren* sowie an der *sozialen Verträglichkeit* (der Wettlauf um die Top Runner-Standards soll nicht die wirtschaftliche Existenz von Unternehmen gefährden). Dadurch werden eher inkrementelle statt radikaler Innovationen gefördert (ebd., S. 68).
- Die Differenzierung von Standards innerhalb einer Produktkategorie, etwa nach Gewicht wie bei Pkws, gewährleistet zwar Produktvielfalt, verhindert aber u. U. bestimmte Innovationssprünge, die unter Nachhaltigkeitsaspekten geboten wären – so bspw. die Substitution von großen durch kleinere Pkw (ebd.).
- Die Kaufgewohnheiten der japanischen Verbraucher konnten durch den Top Runner-Ansatz, d.h. insbesondere durch die Kennzeichnungsmaßnahmen, aber auch durch etwa die Steuervergünstigungen bei Top Runner-Pkws, bislang nicht signifikant beeinflusst werden (ebd., S. 63).

### 6.3.3 Exportorientierung

Die Standardsetzung im Rahmen des Top Runner-Programms orientiert sich ausschließlich am japanischen Markt. Dennoch kann auch ein Einfluss auf die internationale Diffusion von verbrauchseffizienten Technologien ausgeübt werden. Dieser variiert je nach Produktgruppe. Er hängt bspw. von der Exportfähigkeit des betreffenden Produktes ab. Bei Kühlschränken fällt diese z.B. sehr gering aus, da die Produktgestaltung speziell auf japanische Nutzungsgewohnheiten zugeschnitten und mit europäischen Anforderungen wenig kompatibel ist. Gleichwohl kann die durch den Top Runner-Ansatz herbeigeführte, breitere Anwendung von Basistechnologien, die wiederum deren Anwendungskosten reduziert, die Diffusion bestimmter Produkte in ausländische Märkte unterstützen. Bei Produktgruppen, bei denen die gebrauchphasenbezogene Energieeffizienz in der Verbraucherwahrnehmung von vergleichsweise geringer Bedeutung ist (z.B. Computer), sind hingegen keine Wettbewerbsvorteile zu erwarten. (SEA, 2005, S. 56)

Insgesamt finden sich hierzu in der verfügbaren Literatur allerdings kaum belastbare Aussagen, was u. a. daran liegen kann, dass im Bereich der vom Top Runner-Programm erfassten

---

<sup>1</sup> In Japan werden von den Verantwortlichen keine großen Schwächen des Top-Runner Ansatzes bezüglich der Innovationswirkung gesehen. Die hier genannte Kritik (z.B. nur inkrementelle Wirkung) wird als systemimmanent und somit hinzunehmende Charakteristika betrachtet.

Produkte kein nennenswerter Handel mit der EU in vergleichbaren Konfigurationen bzw. Ausstattungen stattfindet (Stinglwagner, 2005).

Im Zusammenhang mit dem Top Runner Programm wurde ausführlich diskutiert, inwieweit die Regulierung eine Handelsbarriere darstellen könnte, die gegen WTO Regeln verstoßen könnte, wie dies von den USA und der EU vermutet wurde. Die japanische Position, die sich dann auch durchgesetzt hat, geht davon aus, dass mit der Notifizierung der Regelung bei der WTO und der Tatsache, dass nicht das Produktdesign sondern die Performanz des Produkts geregelt wird, keine WTO Verstöße vorliegen (Yamaguchi, 2003).

#### **6.3.4 Interessen**

Der *Koalitionsvertrag* der Bundesregierung vom November 2005 formuliert das Ziel, "die europäischen Initiativen zur Verbesserung der Energieeffizienz zu unterstützen und auf ein europäisches Top-Runner-Programm hinzuwirken" (Bundesregierung, 2005, Z. 2133). In dem „Vorschlag für ein 10-Punkte-Programm für mehr Energieeffizienz im Nachfragebereich“ (BMWi, 2006) vom Juni 2006 taucht diese Zielsetzung allerdings nur noch am Rande auf.<sup>1</sup> Auf einem vom Bundeswirtschaftsministerium (BMWi) ebenfalls im Juni 2006 veranstalteten Workshop nimmt der Vertreter des *BMWi* dazu *keine eindeutige Position* ein (Stinglwagner, 2006). Das *Bundesumweltministerium* fordert hingegen, ebenso wie der *Rat für Nachhaltige Entwicklung* (RNE, 2004, S. 28), vergleichsweise explizit die Einführung eines Top Runner-Programms auf europäischer Ebene (BMU, 2006, S. 26).

Die deutsche Industrie, vertreten durch den Fachverband Elektro-Hausgeräte im *Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie* (ZVEI) e.V., lehnt den Top Runner-Ansatz ab bzw. fordert wenn, dann eine Umsetzung im europäischen Rahmen. Dies bräuchte allerdings einen enormen zeitlichen Vorlauf, würde im deutschen Markt, in dem nach Ansicht des ZVEI im EU-Vergleich bereits hohe Effizienzniveaus realisiert sind, geringe Innovationswirkungen entfalten, wäre mit einem hohen administrativen Aufwand verbunden und würde die Planungssicherheit von Anbietern verringern. Jenseits dessen hält die deutsche Haushaltsgeräte-Industrie unter Energieeffizienz-Gesichtspunkten die Stimulierung von Ersatzbeschaffungen auf der Nachfrageseite für wichtiger als das Setzen von zusätzlichen Innovationsanreizen für die Hersteller (Scholz, 2006). Kategorisch ablehnend äußert sich der Verband der Automobilindustrie (VDA, 2005).

---

<sup>1</sup> Darin heißt es unter Punkt 10 „Energieeinsparung durch EU-Maßnahmen bei energiebetriebenen Geräten und Ausrüstungen“: „Das BMWi unterbreitet in Brüssel Vorschläge zur Revision und Verbesserung der EU-weiten Energieverbrauchskennzeichnung von Geräten. Dabei wird auch der im Koalitionsvertrag angesprochene „TopRunner“-Ansatz in die Überlegungen einbezogen.“

Als Interessenvertretung der deutschen Verbraucher macht der Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv) einige Vorteile des Top Runner-Ansatzes aus (Krawinkel, 2006): Geringere Transaktionskosten für die Verbraucher, weil mittelfristig nur Top Runner am Markt sind. Schnelle und umfassende Marktdurchdringung effizienter Geräte, wodurch die Anzahl der ‚Fehlkäufe‘ verringert wird und die Einspareffekte beim Verbraucher schneller zum Tragen kommen. In diesem Zusammenhang wird jedoch auch betont, dass durch diesen Ansatz die zentralen Problemfelder im privaten Haushalt, Umrüstung von Stromheizungsanlagen sowie Effizienzsteigerungen bei der Warmwasseraufbereitung, nicht tangiert würden.

Die Umweltorganisation Greenpeace fordert in Anlehnung an das Top Runner-Programm ein Energieeffizienzgesetz, welches auf produktbezogenen, obligatorischen Standards sowie einer Kennzeichnungspflicht basiert. Darüber hinaus soll es – ebenfalls durch geeignete Kennzeichnung – ein Maximum an Stromkostentransparenz gewährleisten (Böhling, 2006).

Die europäische Kommission hält den Top Runner-Ansatz als gesetzgeberische Maßnahme für die EU für nicht geeignet (Brisaer, 2006). Aufgrund der Größe des europäischen Binnenmarktes sei das Monitoring sehr aufwändig. Zudem könne die Heterogenität des Marktes, etwa in Bezug auf unterschiedliche Kaufgewohnheiten und divergierende Einkommensverhältnisse, nicht angemessen berücksichtigt werden. Darüber hinaus sei der Aufwand für die Standardsetzung hoch und die Kosteneffizienz des Ansatzes (die höheren Anschaffungskosten müssen durch geringere Betriebskosten überkompensiert werden) nicht zwangsläufig gegeben. Zusammenfassend heißt das, „it is a model that cannot simply be imported to the EU, it is a source of inspiration“ (ebd.).

### **6.3.5 Übertragbarkeit**

Die Übertragbarkeit des Top Runner-Ansatzes auf deutsche bzw. europäische Verhältnisse muss differenziert beurteilt werden. Schröder (2004) argumentiert, dass das hohe *Umweltbewusstsein* in Europa eine zügige Marktdurchdringung von Top Runner-Produkten begünstigen würde. Von einem annähernd gleich verteilten hohen Umweltbewusstsein innerhalb Europas kann allerdings kaum ausgegangen werden (European Commission, 2005). Die (moderaten) Wirkungen auf das Kaufverhalten dürften demnach je nach Land sehr unterschiedlich ausfallen.

Entscheidender für die Anschlussfähigkeit des Top Runner-Ansatzes scheinen *Industriestruktur und Politikstil zu sein*. Eine überschaubare Zahl von Anbietern sowie gute Kooperationsbeziehungen zwischen staatlichen Autoritäten und Industrie, nicht nur auf Verbands-, sondern auch auf Unternehmensebene, sind in Japan mitverantwortlich für den Erfolg. Dies dürfte

naturgemäß eher auf nationaler, denn auf supranationaler Ebene gegeben sein, hängt aber auch von den jeweiligen Branchen ab.

Der Top-Runner Ansatz funktioniert in Japan auf den ersten Blick trotz „schwacher“ Sanktionen. Auf den zweiten Blick zeigt sich jedoch, dass „corporate pride“ offenbar ein sehr wichtiger Aspekt ist und „name-and-shame“-Sanktionen somit im japanischen Kontext eigentlich nicht als „schwach“ bezeichnet werden können. In Deutschland würden diese Sanktionen vermutlich nicht dieselbe Wirkung zeitigen, wobei sicherlich entscheidend ist, um welche Branche es sich handelt und wer dieses „name-and-shame“ auf welche Weise praktiziert. Würden überregionale Tageszeitungen entsprechende Pressemitteilungen beispielsweise vom UBA oder BMU zum Anlass einer entsprechenden Berichterstattung nehmen, dann kann man sich schon vorstellen, dass Unternehmen darauf sensibel reagieren würden (siehe bspw. die Reaktionen auf schlechte Bewertungen bei "Stiftung Warentest" oder "Ökotest"). Allerdings wäre auch zu prüfen, inwieweit entsprechende Veröffentlichungen auch klagefest wären.

Bei einer Übertragung des Top-Runner Ansatzes auf Deutschland oder Europa sollte je nach Branche versucht werden, die Industrieverbände einzubinden oder den Dialog mit Vorreiter-Unternehmen zu führen. Bei einer Branche, die in Sachen Produkt-Ökoeffizienz (sehr) heterogen ist, wird der Dialog mit einzelnen Vorreitern vermutlich zielführender sein.<sup>1</sup>

Die japanischen Erfahrungen zeigen auch, dass ein geeigneter *Instrumentenmix* die Wirkung einer bestimmten Maßnahme verstärken kann. Das bedeutet, dass die Implementierung eines Top Runner-Ansatzes in Deutschland oder Europa nach Möglichkeit etwa mit (gesetzgeberischen) Maßnahmen zur Ökologisierung des Beschaffungswesens und in Einzelfällen mit Steuervergünstigungen für Endverbraucher kombiniert werden sollte. Zudem wäre eine geeignete verbraucherorientierte Produktkennzeichnung eine Voraussetzung. Dabei gibt es allerdings im deutschen bzw. europäischen Markt miteinander konkurrierende Labels (Blauer Engel, Energieverbrauchskennzeichnung usw.). Dies kann zu (weiterer) Verwirrung bei Endverbrauchern führen, was ausgesprochen kontraproduktiv sein könnte.

---

<sup>1</sup> Deutsche Unternehmen müssen Nachteile durch eine EU-weite Einführung des Top-Runner Ansatzes nur befürchten, wenn ihre Produkte eine unterdurchschnittliche ökologische Produktperformanz aufweisen. Bei „weißer Ware“ sind deutsche Hersteller wie Miele oder Bosch-Siemens jedoch diesbezüglich sehr gut aufgestellt. Da dies allerdings branchenabhängig ist, bedarf dies einer genaueren Betrachtung, die an dieser Stelle nicht geleistet werden kann.

## **6.4. Niederlande: Transitionsmanagement**

Der Ansatz des so genannten „Transitionsmanagement“<sup>1</sup> hat in den letzten Jahren in den Niederlanden eine beachtliche Resonanz bei den politischen Entscheidungsträgern hervorgerufen. Ausgangspunkt dieser Strategie ist der Versuch, Systeminnovationen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung herbeizuführen. Gegenstand sind technisch, sozio-kulturell, regulativ und ökonomisch geprägte Systeme, die bestimmte gesellschaftliche Bedürfnisse erfüllen, beispielsweise nach Energie, Wohnen, Mobilität oder Ernährung.

Systeminnovationen sind grundlegend andere Technologien zur Erfüllung dieser Bedürfnisse; damit einher geht auch die Notwendigkeit, die ökonomischen, rechtlichen und sozio-kulturellen Rahmenbedingungen zu beeinflussen, die die jeweilige Technologie bestimmen. Beispiele für Systeminnovationen sind der Übergang von der Segel- zur Dampfschiffahrt, von der Kohle- zur erdgasbasierten Energieversorgung etc.

Systeminnovationen, und damit auch der Ansatz des Transitionsmanagements, sind langfristig angelegt (25 Jahre und mehr). Sie sollen mit einem klaren Bekenntnis der beteiligten Akteure zu langfristigen Zielen erreicht und in konkreten Projekten umgesetzt werden. Auch wenn die auf Langfristigkeit angelegte Konzeption des Transitionsmanagements noch keine umfassende Evaluation der Erfolge erlaubt, lassen sich insbesondere im Energiebereich erste Effekte einer strategischen Neuorientierung feststellen.

### **6.4.1 Kurzbeschreibung des Ansatzes**

Das niederländische Transitionsmanagement wurde 2001 im vierten *Nationalen Umweltplan (NMP4)* als umweltpolitische Strategie eingeführt. Entsprechend dem NMP4 und dem zu Grunde liegenden ICIS-MERIT-Bericht wird Transition als „gradueller Prozess gesellschaftlichen Wandels“ bezeichnet, „bei dem die Gesellschaft oder ein bedeutendes gesellschaftliches Subsystem sich strukturell verändern“ (Rotmans et al., 2000, S. 19). Transitionsmanagement darf dabei nicht als eine bestimmte Instrumentierung von Politik verstanden werden – es ist eher ein Ansatz, keine Methode (Kemp/Loorbach, 2006).

Umstellungsprozesse, wie das Transitionsmanagement sie vorsieht, bedürfen fundamentaler *Systeminnovationen* statt reiner Systemverbesserungen. Gemeint sind qualitative Innovationen, die das Niveau einzelner Organisationen übertreffen, von einer Vielzahl von Beteiligten realisiert werden und sowohl die Struktur des Systems als auch die Beziehungen zwischen

---

<sup>1</sup> Es wird im Folgenden mit dem deutschen Begriff „Transitionsmanagement“ als Übersetzung für das niederländische „transitiemanagement“ oder den in englischen Publikationen verwendeten Begriff „transition management“ gearbeitet.

den Beteiligten verändern. Systeminnovationen können auf sektoraler Ebene (z.B. einer Branche) oder lokaler Ebene (z.B. einer Stadt oder Region) stattfinden.

Ausgangspunkt der praktischen Erprobung des Transitionsmanagements sind *vier Problemfelder*, in denen Systeminnovationen angestrebt werden. Die für diese Bereiche angestrebten Ziele sind bewusst abstrakt gehalten. Das Transitionsmanagement will durch die Verpflichtung aller Akteure zu diesen Zielen eine Operationalisierung und Quantifizierung in konkreten Zwischenzielen und Teilprojekten stimulieren.

- Nachhaltiger Energiehaushalt

Ziel: Entwicklung eines zuverlässigen und effizienten Energieversorgungssystems mit niedrigen Emissionswerten

- Schutz der Artenvielfalt und nachhaltige Verwendung von natürlichen Ressourcen

Ziel: Erhalt der Artenvielfalt

- Nachhaltige Landwirtschaft

Ziel: Realisierung eines landwirtschaftlichen Systems mit minimaler Belastung der Umwelt und ohne Beeinträchtigung von Gesundheit, Landwirtschaft und Tierwelt

- Nachhaltiges Verkehrskonzept

Ziel: Schaffung eines Transportsystems mit niedrigen Emissionen, geringer Lärmbelastung, guter Erreichbarkeit, Sicherheit und Erhalt der Lebensraumqualität

### **Übersicht 3: Transitionsmanagement**

#### Schlüsselemente des Transitionsmanagements

- Langfristperspektive (mind. 25 Jahre)
- Fokus auf Systeminnovationen
- Rückkoppeln und Vorhersagen (Setzen von Kurz- und Langfristzielen basierend auf langfristigen Nachhaltigkeitsvisionen und kurzfristigen Möglichkeiten)
- Netzwerkdenken (wie sind Aktionen miteinander verbunden?)
- Fokus auf „Learning by doing“ und „Doing by learning“
- Berücksichtigung einer breiten Palette von Optionen statt Fokussierung auf nur einen Entwicklungspfad

Damit sind die Problemfelder ausgewählt worden, welche in der Vorbereitung des NMP4 als „persistente“ Probleme identifiziert wurden. Transitionsmanagement beabsichtigt nicht, die

Zukunft mittels umfassender Planungsprozesse (in Form von Blaupausen) zu kontrollieren. Entscheidend ist vielmehr der Fokus auf Marktkräfte. Eine Form von politischer „Kontextkontrolle“, d.h. eine Gestaltung von Rahmenbedingungen unter Verzicht auf Detailregelung, soll versuchen, die Marktdynamiken in Richtung gesellschaftlicher Ziele bzw. Visionen zu lenken. Kontextkontrolle wird dabei über klassische Formen von Regulierung, marktba- sierte Instrumente (Steuern, Subventionen und Emissionshandel) oder den Einsatz von Poli- tikzielen und Umweltvereinbarungen ausgeübt.

#### **6.4.2 Akteurskonfiguration und Umsetzung**

Transitionsmanagement wird in *vier Phasen* unterteilt:

- 1) Die *Schaffung eines Innovationsnetzwerkes* (transition arena) für ein definiertes Transiti- onsproblem mit Vertretern von Regierung, Wissenschaft, Unternehmen und NGOs. Dieses Netzwerk soll nicht mehr als 10-20 Personen umfassen.
- 2) Die *Generierung von integrierten Visionen* und Vorstellungen über Transitionspfade, die sich über 25-50 Jahre erstrecken. Daraus sollen Zwischenziele abgeleitet werden.
- 3) Die *Durchführung von Experimenten und konzertierten Maßnahmen* gemäß der Transitionsagenda. Experimente können neue Technologien, Regulationen, Finanzierungs- formen, etc. umfassen.
- 4) Das *Monitoring und die Evaluation* des Prozesses sowie die Umsetzung der daraus entste- henden Lernprozesse. Erfolgreiche Experimente sollen schließlich im normalen Politikpro- zess aufgegriffen und deren Diffusion gefördert werden.

Die Umsetzung des Transitionsmanagements in den Niederlanden profitiert von dessen guter institutioneller Verankerung auf Regierungsebene. Insbesondere das *Wirtschaftsministerium* hat sich – in der Hoffnung, dass die Niederlande ihre Attraktivität als Standort für innovative und nachhaltigkeits-interessierte Unternehmen langfristig ausbauen könne – als wichtiger Akteur bei der Förderung der Strategie etabliert. Im Ministerium hat sich zudem früh die Überzeugung durchgesetzt, dass die Energieversorgung mit fossilen Brennstoffen nicht mehr zukunftsträchtig sei und man stattdessen die Chance ergreifen solle, eine internationale *Vor- reiterrolle* bei der Entwicklung von Alternativen einzunehmen (Kemp/Loorbach, 2005).

In regelmäßigen Koordinierungstreffen finden sich Vertreter der „Transitions“-Ministerien (Wirtschaft, Umwelt, Verkehr und Äußeres) unter Führung des Wirtschaftsministeriums zu- sammen – eine Einrichtung, die allgemein als sehr hilfreich für die Politikkoordination bewert- et wird (vgl. Niestroy, 2005). Durch die Einbeziehung einer größeren Zahl von politischen Akteuren als im klassischen tripartistischen Korporatismus der Niederlande („Polder- Modell“) soll diesen die Möglichkeit verschafft werden, aktiv an der Politikformulierung und

Implementierung von Alternativen mitzuwirken. Während bisher insbesondere *Gewerkschaften* und *Arbeitgebervertreter* im Dialog mit der Regierung standen, zielt das Transitionsmanagement auf eine deutlich breitere Inklusion zivilgesellschaftlicher Organisationen wie *NGOs* ab.

Die Attraktivität des Konzepts für die beteiligten Akteure gerade aus der politischen Arena lässt sich auch über die *strategische Grundrichtung* des Transitionsmanagements begründen (vgl. Kemp/Loorbach, 2006):

- Die iterativen Aspekte und die eingebaute Flexibilität der Strategie wirken Zweifeln über künftige Kontrollmöglichkeiten entgegen, ohne ein bestimmtes Niveau an Managementelementen aufzugeben.
- Der Fokus auf viele parallele Ansätze statt auf eine bestimmte Instrumentierung ist keine direkte Bedrohung für existierende Politiken, z.B. die Umsetzung des Kyoto-Protokolls oder laufende Maßnahmen im Bereich Wissenschaftsförderung, Innovationspolitik und sektoraler Politik.
- Ein Ansatz, der bewusst auf Innovation und Lerneffekte abzielt, bietet nur geringe Angriffspunkte für Skeptiker.

### **6.4.3 Exkurs: Transitionsmanagement im Bereich Energie**

Von den vier Problemfeldern, die im Rahmen des niederländischen Transitionsmanagements bearbeitet werden, ist der Energiebereich der am weitesten konkretisierte. Die Transitionsbemühungen im Energiebereich haben dabei vor allem von der aktiven Rolle profitiert, die das für diesen Bereich verantwortliche Wirtschaftsministerium seit 2001 einnimmt (vgl. Kemp/Loorbach, 2006). Dennoch war der gesamte Prozess des Transitionsmanagements im Energiebereich von Beginn an stark beteiligungsorientiert ausgerichtet. 2001 startete das Wirtschaftsministerium einen umfassenden Konsultationsprozess mit NGOs, Wissenschaftlern und Unternehmen, dem ein mit insgesamt 35 Mio. € finanziertes Projekt zur *Implementierung des Transitionsmanagement (PIT)* folgte.

Die Gesamtkoordination der Transition im Energiebereich liegt mittlerweile *beim Interdepartmental Programme Management (IPM)*, in dem die *sechs Ministerien* für Wirtschaft, Umwelt, Verkehr, Landwirtschaft, Auswärtige Angelegenheiten und Finanzen zusammenarbeiten. Eine entscheidende Rolle bei der Definition von Zielen bei der Energietransition spielt zudem die so genannte *Energy Transition Task Force (ETTF)*, die gemeinsam von Wirtschaftsministerium und Umweltministerium ins Leben gerufen wurde. In der ETTF finden

sich Vertreter der Wirtschaft, Universitäten und Forschungsinstituten, zivilen Organisationen und der Regierung.

Zentrales Dokument der Transitionsbemühungen für die nächsten Jahre und Jahrzehnte im Energiebereich ist der im Mai 2006 von der ETTF verabschiedete *Transition Action Plan (TAP)* (ETTF, 2006).

Im TAP sind die Ziele des Transitionsmanagements im Energiebereich festgehalten:

- Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen auf 50 % des Niveaus von 1990 bis 2050
- Verbesserung der Energieeffizienz um jährlich 1,5 bis 2 %
- Substantieller Einsatz nachwachsender Rohstoffe und erneuerbarer Energie
- Stärkung der Wettbewerbsposition der niederländischen Wirtschaft

Um diese Ziele weiter zu konkretisieren, wurden basierend auf einer Reihe von Stakeholder-Konsultationen sechs „*Energy Transition Platforms*“ geschaffen, in denen die Transition zu einem nachhaltigen Energiesystem bis 2050 anhand von teilweise sehr ambitionierten Zielsetzungen gelingen soll (siehe Annex 8). Die Plattformen sind als *Public Private Partnerships (PPP)* organisiert.

Die sechs Plattformen und die dabei jeweils verfolgten Ziele sind:

- 1) Nachwachsende Rohstoffe: 30 % der Energie aus nachwachsenden Rohstoffen bis 2050
- 2) Nachhaltige Mobilität: Verringerung des Schadstoffausstoßes langfristig um ein Drittel
- 3) Ketteneffizienz: Schaffung der energieeffizientesten Wirtschaft der Welt bis 2050
- 4) Neues Gas, saubere fossile Brennstoffe: Schaffung der effizientesten und innovativsten Gaswirtschaft der Welt
- 5) Nachhaltige Elektrizität: CO<sub>2</sub>-freie Elektrizitätsversorgung bis 2050
- 6) Bebauung: Energieneutral bebaute Regionen, d.h. Energieverbrauch senken und Energieversorgung langfristig ohne Importe in die Regionen

Innerhalb dieser Transitionsplattformen wurden zudem insgesamt 26 „*Transitionspfade*“ definiert (siehe Annex 9). Drei Kriterien waren für die Auswahl der Transitionspfade relevant:

- 1) Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen
- 2) Machbarkeit

### 3) Perspektiven für niederländische Unternehmen

Damit lassen sich zusammenfassend – je nach Abstraktionsgrad – drei Ebenen (levels) feststellen, auf denen die Energieumstellung stattfindet.

**Tabelle 26: Handlungsebenen und –felder**

	Ebene	Merkmale
1	Nationale Strategie	Allgemeiner Rahmen und Ziele für eine langfristige Transition des niederländischen Energiehaushalts, mit Marktentwicklung und neuen Politiken
2	Themen  Transitionspfade	Sechs Bereiche, denen besondere Beachtung geschenkt wird und die jeweils von einer Plattform abgedeckt sind. Die Plattformen müssen gemeinsam die Ziele Energieeinsparung und Reduzierung von CO <sub>2</sub> -Emissionen erfüllen  Langfristige Entwicklungspfade für einen speziellen Teil des Energiehaushalts. Jede Plattform wird verschiedene Transitionspfade aufsetzen
3	Projekte	Transitionspfade werden Schritt für Schritt mit Projekten und anderen Aktivitäten gefüllt, die parallel oder nacheinander ablaufen können. Diese Pläne können im Laufe der Zeit angepasst werden, z.B. wegen technologischen Fortschritts

Quelle: ETTF (2006).

Derzeit investiert die niederländische Regierung rund *1 Milliarde €* jährlich in die Entwicklung neuer Anwendungen im Energiebereich und deren Markteinführung. Der TAP geht davon aus, dass künftig etwa 2 Milliarden € jährlich für die Finanzierung der genannten Projekte benötigt werden (etwa 1 % des nationalen Haushalts) (ETTF, 2006).

#### **6.4.4 Inwieweit gehen von der Akteurskonfiguration, dem Politikstil und der Instrumentierung Innovationseffekte aus?**

Die *Einbeziehung von Stakeholdern* aus allen Bereichen der Gesellschaft ist zentral für das Transitionsmanagement. Es zielt auf die Diffusion des neu erlangten Wissens (Ideen, Ziele und Lösungen, Innovationen, Allianzen, Kompetenzen) in größeren Zusammenhängen ab und ist als Netzwerkstrategie gedacht, die auf den Netzwerken der Teilnehmer in den Transitionsarenen aufbaut, um die dort entwickelten Kenntnisse zu verbreiten. Die Teilnehmer

sollen ihre eigenen Dispositionen reflektieren und ihre eigene Rolle in einem breiteren Kontext definieren (vgl. Kemp/Loorbach, 2006).

Die Transitionarena wird bewusst klein gehalten, um ihre Entscheidungsfähigkeit zu bewahren. Das bedeutet aber, dass dort sehr viel eher Verbände und große Organisationen vertreten sind als potentielle Innovateure. Interessenverbände neigen jedoch dazu, eher konservativ zu sein und den Status quo zu verteidigen. Dagegen kann die gezielte Unterstützung von Innovateuren die Handlungsbedingungen für eine Branche oder eine Wertschöpfungskette substantiell verändern und Nachzügler unter Druck zu setzen. Entsprechende Anstrengungen sind in den niederländischen Programmen nicht zu erkennen.

Weiterhin ist hinsichtlich der Akteurskonfiguration hervorzuheben, dass die Federführung beim Wirtschaftsministerium liegt, ohne dass ein sonderlich antagonistisches Verhältnis mit dem Umweltministerium besteht. Von allen Regierungsvertretern scheint die Notwendigkeit langfristigen Wandels anerkannt. Das Transitionsmanagement bietet eine Basis für eine interministerielle Kooperation, die auf der Ebene hoher Fachbeamten organisiert wird und bei der wichtige Ressorts beteiligt sind. In Bezug auf die klassischen Aushandlungsprozesse des Polder-Modells zielt das Transitionsmanagement zudem auf eine nicht unwesentliche Neuverteilung der Machtressourcen bei der Formulierung von politischen Strategien ab. Zivilgesellschaftliche Akteure gewinnen an Bedeutung bei der Politikgestaltung, was im Ergebnis die internen Anpassungskapazitäten des gesamten Systems erweitert und den Gesamtprozess einer Systemtransformation überhaupt erst ermöglicht (vgl. Smith et al., 2005).

Die *Instrumentierung* wird bewusst breit und letztlich offen gehalten, ohne einen bestimmten Instrumententypus vorzuziehen. Es muss abgewartet werden, welche Projekte sich in den einzelnen Plattformen als besonders erfolgreich erweisen und eventuell eine künftige Orientierung der jeweiligen Transitionsstrategien vorzeichnen. Betrachtet man die 26 Transitionspfade, die im Energiebereich nach derzeitigem Stand verfolgt werden, handelt es sich zumeist um Pilotprojekte, in denen mit öffentlicher Unterstützung zukunftsfähige Technologien auf ihre Anwendbarkeit in größerem Maßstab getestet werden (vgl. ETTF, 2006). Diese Vorgehensweise entspricht der Idee des Transitionsmanagements: Nachhaltige Systeminnovationen sollen durch die Entwicklung ökoeffizienter Technologien angestoßen werden, mit denen eine langfristige Dematerialisierungsstrategie möglich wird.

Hervorzuheben ist jedoch, dass bedeutende Mittel für die Projekte bereitgestellt werden. Das Transitionsmanagement hat damit bisher vorwiegend einen distributiven Charakter, was zusammen mit der umfassenden Beteiligung, den unscharfen Zielen, der Vielfalt von Instrumenten und der Langfristigkeit dazu beiträgt, dass es keine nennenswerte Opposition gegen die

Strategie gibt. Für den Fall, dass redistributive (Steuern, Abgaben, Emissionsrechte) oder regulative Instrumente daraus folgen, dürfte auch der Widerstand dagegen wachsen.

Der Politikstil des Transitionsmanagements ist durch seine *Dialog- und Konsensorientiertheit* ausgezeichnet, was zu der hohen Akzeptanz der beschlossenen Maßnahmen bei den beteiligten Stakeholdern beiträgt. Zweifel müssen jedoch zwangsläufig in Hinblick auf die Langfristorientierung und geringe Quantifizierung der Ziele bestehen. Aufgrund der Offenheit des Entscheidungsprozesses in den jeweiligen Transitionsarenen kann die Formulierung anspruchsvoller Ziele nicht garantiert werden. Das gleichzeitige Offenlassen einer Vielzahl von Entwicklungspfaden – ein wesentliches Credo der Strategie – birgt zudem die Gefahr, Handlungs- und Technologiefenster zwar zu erkennen, aber nicht mit dem notwendigen Nachdruck zu verfolgen und damit erfolgversprechende technologische Möglichkeiten zu verpassen (vgl. Jacob, 2004; Nill/Kemp, 2006).

Schließlich ist der *inkrementalistische Fokus* des Ansatzes hervorzuheben. Dieser Charakter wird verstärkt durch seine iterative Komponente, welche ein konsequentes Rückkoppeln und Redefinieren der eingeschlagenen Strategien verlangt. Das niederländische Transitionsmanagement zielt zwar darauf ab, die Schwächen inkrementeller Ansätze durch das gleichzeitige Setzen langfristiger Visionen und mittelfristiger Ziele zu umgehen. Inwieweit diese Kombination aus Langfrist- und Kurzfristorientierung Erfolg verspricht, lässt sich an dieser Stelle hingegen noch nicht vorhersagen.

Inwieweit werden die Präferenzen von anderen Märkten berücksichtigt? Inwieweit wird die internationale Diffusion von Technologien gefördert/beeinflusst?

Der Transition Action Plan sieht explizit den Export von Umwelttechnologien und die Stärkung der internationalen Wettbewerbsposition niederländischer Unternehmen vor. Die Entwicklung der Strategie im Energiebereich hat bei der Auswahl von förderungswürdigen Projekten die Position der Niederlande im internationalen Bereich berücksichtigt. Bei der ursprünglichen Vorauswahl von 80 möglichen Transitionspfaden im Energiebereich wurden so genannte „*Vorreiter*“-Projekte aufgrund von zwei Kriterien ausgewählt: Die Wissensposition der Niederlande und der Beitrag zu einem nachhaltigen Energiesystem. Diesen Kriterien entsprechend wurden die Projekte in folgende Kategorien eingeteilt: „*Vorreiter-Projekte*“, „*Wissensexport-Projekte*“, „*Wissensimport-Projekte*“ und „*irrelevant*“. 35 Millionen € wurden daraufhin für strategische Experimente zur Verfügung gestellt (Kemp/Loorbach, 2006).

#### **6.4.5 Inwieweit ist der Ansatz auf europäische/deutsche Verhältnisse übertragbar?**

Die Akteursstruktur des niederländischen Transitionsmanagement mit ihren Ansätzen für Branchendialoge zeichnet das Bild eines „ökologischen Korporatismus“. In einem solchen Umfeld kann jedoch mit Interessenskonflikten gerechnet werden, wenn die Aushandlung nicht zu Lasten der Substanz der Ziele erfolgt. Die Gefahr einer Blockade durch umweltpolitische Nachzügler insbesondere auf Unternehmensebene wird dadurch nicht gebannt, weil auch (oder gerade) im Transitionsmanagement keine institutionellen Vorkehrungen zur Überwindung von Entscheidungsblockaden auf den jeweiligen Entscheidungsebenen vorgesehen sind. Die langfristige Ausrichtung und bewusste Nicht-Quantifizierung der Umstellungsziele kann sich in diesem Fall kontraproduktiv auswirken. In einem stärker politisierten Umfeld, wie es in Deutschland im Vergleich zur niederländischen Konfliktkultur gegeben sein dürfte, ist die Gefahr einer Blockade und eine daraus resultierende Abweichung von langfristigen und anspruchsvollen Zielen nicht zu unterschätzen. Bei grundlegenden energiepolitischen Fragestellungen in Deutschland, wie z.B. dem Ausstieg aus der Kernenergie, besteht mitnichten ein Konsens über die korrekte Auslegung des Gemeinwohls beziehungsweise die Gestaltung langfristiger politischer Strategien. Es ist daher nur mit Vorsicht davon auszugehen, dass ein solcher Konsens in den Transitionsarenen eines nach niederländischem Vorbild konzipierten Transitionsmanagement zu erzielen wäre.

Auffällig ist in den Niederlanden zudem die geringe Vernetzung der beiden Themen Transitionsmanagement und Nachhaltigkeitsstrategie. Obwohl die Niederlande sowohl eine Transitionsstrategie als auch eine Nachhaltigkeitsstrategie haben, werden diese beiden trotz der inhaltlichen Überschneidungen kaum gemeinsam verfolgt. Zumeist scheint die Koexistenz dieser beiden Strategien zu Lasten der Nachhaltigkeitsstrategie zu gehen, die eine geringere institutionelle Unterstützung als das Transitionsmanagement genießt (vgl. ausführlich Niestroy, 2005). In Deutschland, wo die seit längerem existierende Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung als zentrales Konzept eines langfristigen Systemwandels dient, wären erhebliche Schwierigkeiten denkbar, unter denen sich ein „Transitionsmanagement“ die Legitimation bei den relevanten Akteuren und der Bevölkerung als „eine weitere Strategie“ erstreiten müsste.

Als Anknüpfungspunkt im europäischen Rahmen bietet sich in erster Linie ein Vergleich der niederländischen Plattformen mit den „European Technology Platforms“ (ETP) an (vgl. Klinkenberg/Chobanova, 2006). Dabei lassen sich in den meisten Fällen deutliche Überschneidungen feststellen, wenn auch Elemente einer niederländischen Plattform nicht notwendigerweise in einer, sondern mehreren europäischen Plattformen abgebildet sein können (und umgekehrt). Hier ist in jedem Fall Raum für weitere Analysen, inwiefern Synergiepotentiale und

Möglichkeiten für Partnerschaften zwischen den nationalen und europäischen Plattformen existieren bzw. wo die Schwächen der einen mit Bezug auf die Stärken der jeweils anderen Plattform ausgeglichen werden können.

## 6.5. *Das 3R- Programm in Japan*

### 6.5.1 **Kurzbeschreibung des Ansatzes**

Japan war seit den 1980er Jahren mit einem starken Anstieg des Abfallaufkommens infolge eines steigenden Konsums während der Phase der *bubble economy* konfrontiert. Die stark *schrumpfenden Flächenkapazitäten* japanischer Deponien und *steigende Kostenbelastungen der Industrie* für die Entsorgung resultierten in einer Zunahme illegaler Müllablagerungen und steigender Dioxinwerte aus der vermehrten Müllverbrennung, so dass sich die japanische Regierung gezwungen sah zu handeln. Die *3R Policies* (reduce, reuse, recycle) sind der wichtigste Ansatz Japans zur Schaffung einer nachhaltigen *Kreislaufgesellschaft*<sup>1</sup> im Inland und der Harmonisierung der Abfallstandards im asiatischen Ausland<sup>2</sup> (Hotta, 2006; Kanda, 2005, S. 6). Die hauptsächlichen Ziele sind

1. die Reduktion des Abfallaufkommens und
2. die Förderung der Wiedergewinnung von Wertstoffen.

Das 3R-Programm wurde eingeführt, um eine *Vielzahl von Einzelmaßnahmen* in ein *Gesamtkonzept* zu überführen. Da dieses Merkmal bis heute an dem umfangreichen Maßnahmenkatalog erkennbar ist, geht die vorliegende Darstellung nur auf jene Elemente ein, von denen eine Innovation fördernde Wirkung erwartet wird. Das *Fundamental Law for Establishing a Sound Material-Cycle Society* von 2000 (3R-Rahmengesetz) und weiterführende Spezialgesetze regeln das Programm. *Regulierungsgegenstand* ist neben der Abfallproblematik der Rohstoff- und Materialeinsatz in der Herstellungs- und Gebrauchsphase von Produkten einerseits sowie die Material- und Wertstoffgewinnung aus entsorgten Produkten andererseits. Die Produktgruppen Verpackung, Haushalts- und Elektrogeräte, Nahrungsmittel, Bauen und Wohnen sowie Automobil bilden darin den Mittelpunkt der Maßnahmen.

---

<sup>1</sup> Der Begriff *Kreislaufgesellschaft* (junkan-gata shakai) muss vom deutschen Begriff *Kreislaufwirtschaftssystem* des Dualen System Deutschlands (DSD) unterschieden werden, weil der japanische Begriff einen holistischen Ansatz und damit einen breiteren Maßnahmenkatalog impliziert. Der Entstehungshintergrund zwingt die japanische Regierung dazu, das japanische Wirtschaftssystem - charakterisiert durch Massenproduktion, Massenkonsum und Massenentsorgung – von Grund auf unter Einbindung aller Stakeholder in ein nachhaltiges Wirtschafts- und Gesellschaftssystem umzustrukturieren.

<sup>2</sup> Siehe Abschnitt zur Exportorientierung.

**Tabelle 27: Ausgaben der Zentralregierung im Bereich „Abfall und Recycling“ (2005)**

Handlungsfeld	(in Euro, gerundet)	(in Yen)
Anteil für Maßnahmen an der Gesamtsumme für den Bereich „Abfall und Recycling“	0,96 Mrd.	149,456 Mrd. (ca. 6,32 %)
Gesamtausgaben für den Umweltbereich	15,23 Mrd.	2.365,402 Mrd.

Quelle: MoE 2005, S. 154.

Tabelle 27 zeigt die staatlichen Ausgaben für das Handlungsfeld „Abfall und Recycling“, die durch die Verschränkung mit weiteren Handlungsfeldern eine weitaus höhere Summe umfasst. Die Federführung liegt beim *Ministry of Environment* (MoE) und dem *Ministry of Economy, Trade and Industry* (METI), wobei letzteres die Koordination der einzelnen Maßnahmen übernimmt. Da die Handlungsfelder *Kreislaufwirtschaft*, *Abfall*, *Recycling* und *Rohstoff- und Materialeffizienz* mit anderen verknüpft sind, sind auch weitere Ministerien thematisch in das Programm eingebunden (z.B. das *Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries* als Koordinator der japanischen Biomasse-Politik).

Die japanische Regierung formuliert konkrete Ziele für die Umsetzung im *Fundamental Plan for Establishing a Sound Material-Cycle Society* von 2003 (3R-Rahmenplan). Der Rahmenplan des 3R-Programms definiert die *Zielgrößen Resource Productivity*, *Cycle Use Rate* und *Final Disposal Amount* und enthält für das Jahr 2010 numerische Zielwerte (siehe Tabelle 28).

**Tabelle 28: Zielgrößen des 3R-Programms für das Jahr 2010 (¥ = Yen)**

Zielgröße	1990	2003	2010
<i>Input</i> : Resource Productivity (GDP/amount of natural resources*)	210.000 ¥/t (ca. 1.350 €/t)	316.000 ¥/t (ca. 2.040 €/t)	390.000 ¥/t (ca. 2512 €/t)
<i>Cycle</i> : Cycle Use Rate cyclical use amount/ (cyclical use amount + amount of natural resources*)	8 %	11,3 %	14 %
<i>Output</i> : Final Disposal Amount	110 Mio. t	40 Mio. t	28 Mio. t

Quelle: MoE 2006, S. 31.

\* Natural Resources bzw. Direct Material Input (DMI) umfasst die Gesamtheit der importierten oder im Inland gewonnenen fossilen Rohstoffe, Metalle, nichtmetallische Rohstoffe und Biomasse.

Dass diese Ziele international anspruchsvoll sind, beweist beispielsweise die Tatsache, das Japan bereits 1997 über die weltweit höchste Ressourcenproduktivität verfügte und Deutsch-

land erst an achter Stelle zu finden war (Government of Japan 2003, S. 16-20). Der weitere Anstieg der Ressourcenproduktivität bis zum Jahr 2010 unterstreicht die beanspruchte Vorreiterrolle Japans auf diesem Gebiet.

Mehrere Indikatoren zeigen das Erreichen der numerischen Zielwerte an (siehe Tabelle 29). Diese Indikatoren beinhalten eine Verdopplung des Marktvolumens und der Beschäftigtenzahlen für die kommenden Jahre, was die Handlungsfelder *Kreislaufwirtschaft*, *Abfall und Recycling* und *Rohstoff- und Materialeffizienz* als wichtige Zukunftsmärkte ausweist (Kanda 2005, S. 6; 3R White Paper 2006, S. 31). Auffällig ist, dass *Nippon Keidanren*, der größte Wirtschaftsverband in Japan, bereits 1999 in einem freiwilligen Aktionsplan erklärte, bis 2010 den Industriemüll um 75 % reduzieren zu wollen. Das gleiche Ziel findet sich im 3R-Rahmenplan von 2003. Es ist also davon auszugehen, dass sich *Wirtschaft und Ministerialbürokratie* im Vorfeld weitgehend *abgestimmt* haben (Government of Japan, 2003, S. 16-20).

**Tabelle 29: Ausgewählte Indikatoren des 3R-Programmes für das Jahr 2010**

<b>Indikatoren</b>	<b>Vergleichsjahr</b>	<b>Ziel für 2010</b>
Siedlungsmüll (ohne Wertstoffe)	(2000)	(Vergleichsjahr 2000)
Pro Person und Tag	0,63 kg/Tag	20 % Reduktion
Pro Büro und Tag	10,00 kg/Tag	20 % Reduktion
Industriemüll	(1990)	(Vergleichsjahr 1990)
	89 Mio. t	75 % Reduktion
Nachhaltige Beschaffungspolitik	(2001)	(Vergleichsjahr 2001)
Kommunalverwaltung:	ca. 24 %	100 %
Gelistete Unternehmen*:	ca. 15 %	50 %
Nichtgelistete Unternehmen**:	12 %	30 %
Ausdehnung des Marktes im Bereich Kreislaufwirtschaft	(1997)	(Vergleichsjahr 1997)
Beschäftigtenzahlen:	320.000	Verdopplung der Beschäftigtenzahlen
Marktvolumen:	12 Bill. ¥ (ca. 78 Mrd. €)	Verdopplung des Marktvolumens

Quelle: (nach Government of Japan 2003: 22-26, 3R White Paper 2006: 31).

\* Gelistete Unternehmen an den Börsen von Tokio, Osaka oder Nagoya.

\*\* Nicht an den Börsen von Tokio, Osaka oder Nagoya gelistete Unternehmen mit 500 und mehr Beschäftigten.

Der Maßnahmen-Katalog des 3R-Programms richtet sich an *unterschiedliche Zielgruppen*. Maßgebend für die Implementierung ist, dass *japanische Unternehmen ein eigenes Interesse an einer Lösung für die Abfallproblematik* haben, da sie sich der hohen Kostenbelastung für die Aufwendung der Entsorgung bzw. eventueller Strafverfolgung bei illegalem Mülldumping

ausgesetzt sehen. Dies und die Nähe von Wirtschaft, Zentralregierung und Ministerialbürokratie sorgen für einen *kooperativen Politikstil*, so dass vorrangig mit freiwilligen Maßnahmen operiert und das 3R-Programm als gemeinsamer Lösungsansatz verstanden wird (Hotta, 11. Dez 2006). Die Zentralregierung hantiert in den letzten Jahren ebenso gegenüber anderen Zielgruppen weniger mit Top-down-Maßnahmen, sondern pflegt zunehmend einen *integrativen Politikstil* wie mit den Stakeholdern des 3R-Programms. Die gegenwärtige Partizipations-situation der NPOs/NGOs, Umweltgruppen und Bürgern ist zwar weiter ausbaufähig (Hotta, 28. Nov 2006), aber die Bemühung um einen integrativen Politikstil gegenüber den verschiedenen Zielgruppen sichert eine möglichst breite Umsetzung der Maßnahmen.

### 6.5.2 Ökonomische Anreizstrukturen des 3R-Programms

Die Prämisse des 3R-Programms liegt eher auf Selbstverpflichtungen und positiven ökonomischen Anreizstrukturen denn auf ordnungspolitischen Instrumenten oder Sanktionen (Kanda, 2006, S. 7). Die folgende Darstellung fasst Prinzipien zusammen, die aus den Darstellungen über das 3R-Programm erkennbar wurden:

#### Übersicht 4: Prinzipien des 3R Programms

- Lieber Ziele und Visionen als Verpflichtungen.
- Besser fördern, statt fordern.
- Extended Producer Responsibility (EPR)

Japanische Gesetzestexte zeichnen sich allgemein durch zurückhaltende Formulierungen aus, die je nach Situation genügend Interpretationsspielraum lassen. Sie werden erst in Leitlinien<sup>1</sup>, Regulierungen, Plänen, Spezialgesetzen oder mittels Indikatoren konkretisiert. Die einzelnen Ziele sind in der Regel *gesetzlich nicht verpflichtend*, sondern stellen ungefähre numerische Größen zwischen bereits erreichten Höchstwerten fortschrittlicher Unternehmen und der Mehrheit der Unternehmen dar. Dabei handelt es sich um einen Anreiz, durch stückweises Höherlegen der Zielmarke die Masse der Unternehmen zu einem kontinuierlichen Verbesserungsprozess ihrer Technologien und Abläufe anzuregen (Top-Runner-Prinzip). Derartige Ziele orientieren sich nah an bestehenden Entwicklungsrichtungen und sind das Konsensprodukt einer Abstimmung zwischen Wirtschaft und Ministerialbürokratie. Die hauptsächliche Funktion der staatlichen Vorgaben liegt deshalb vorrangig in der Zusammenführung von Einzelmaßnahmen und Standards (Hotta, 11. Dez 2006). Die Kombination aus freiwilligen

---

<sup>1</sup> Leitlinien des 3R-Programms, unterschieden nach Wirtschaftssektoren bzw. nach Produktgruppen, sind zu finden auf den Webseiten des METI unter <http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/english/council/guidelines.html>.

Selbstaufgaben und staatlichen Zielen entwickelt also ihre weitreichende Wirkung in Japan auf Basis eines kooperativen Politikstils und vor dem Drohhorizont eventueller gesetzlicher Verpflichtungen.

Das Prinzip der *Extended Producer Responsibility* (EPR) verlagert die Verantwortung für die Entsorgung von Produkten nach ihrem Gebrauch von den Kommunen und Steuerzahlern auf die Hersteller und entspricht damit dem deutschen *Verursacherprinzip*. Die EPR ist insofern eine Kompromisslösung, da sich die japanische Verpackungsindustrie gegen die Einführung eines Pfandsystems gewehrt hat (Hotta, 11. Dez 2006). Der Gesetzgeber verpflichtet die Hersteller zur Rücknahme von Altgeräten, zur Wiedergewinnung von Wertstoffen oder zur Entsorgung, aber legt gleichzeitig den Verbrauchern eine Entsorgungsgebühr auf, die sich am Preis für die Entsorgung zum Zeitpunkt ihrer Durchführung orientiert (z.B. das Pay-Later-System für Altgeräte). Der Gesetzgeber beabsichtigt auf diese Weise, die Hersteller zur Integration umweltfreundlicher Rohstoff- und Materialverbrauchsstandards in den Herstellungsprozess anzuhalten und die Verbraucher gleichzeitig an der Verantwortung zu beteiligen. Gegenstand der finanziellen Förderung sind neben dem Bereich *Abfallmanagement* deshalb ebenso Anstrengungen für die Entwicklung umweltfreundlicher Produktdesigns.

Die einzelnen Prinzipien finden ihren Niederschlag in unterschiedlichen Maßnahmen innerhalb des 3R-Programms. Es werden an dieser Stelle beispielhaft jene Maßnahmen vorgestellt, die Innovation fördernde Elemente enthalten. Ein wichtiger Bestandteil des Instrumentariums ist die außenpolitische 3R-Initiative, mit der Japan auf die Normenangleichung in den Handlungsfeldern „Kreislaufwirtschaft, Abfall und Recycling“ und „Rohstoff- und Materialeffizienz“ hinarbeitet. Auf diese Außenhandelsaspekte wird im Abschnitt zur Exportorientierung gesondert eingegangen.

### **Übersicht 5: Ecotown Program**

Das Ecotown-Programm ist ein Unterprogramm des 3R-Programms. Kommunen und Präfekturen entwerfen einen Ecotown-Plan, in dem die Stärken regionaler bzw. lokaler Industrien und ihre Integration in ein regionales Kreislaufgesellschafts-Konzept herausgearbeitet werden. Das Umweltministerium und das Wirtschaftsministerium entscheiden gemeinsam über die eingereichten Anträge und die Vergabe von Fördergeldern.

Das METI nutzt das Ecotown-Programm als ein Instrument neben anderen Industrie-Cluster-Programmen, um auf regionaler Ebene das Entstehen von *Clustern der Recycling-Industrie* zu initiieren und damit die Schaffung neuer Beschäftigung zu unterstützen. Gegenwärtig sind 26 Regionen als „Ökostädte“ registriert (siehe Annex 10) (METI,

2006, S. 63; Hotta, 28. Nov 2006). Der größte Teil der Ecotown-Projekte sind ehemalige Zentren der japanischen Schwerindustrie wie die Region um Fukuoka (Kita-Kyushu) oder Kawasaki (bei Tokio), die mit der Umstrukturierung und Abwanderung der Industrie seit den 1970er Jahren einen starken Beschäftigungsrückgang zu verzeichnen hatten - gleichbedeutend mit sinkenden Einnahmen öffentlicher Kassen (Hotta, 28. Nov 2006).

### **Übersicht 6: Green Purchasing Law**

Alle staatlichen Institutionen sollen jährlich Ziele über den Anteil umweltfreundlicher Produkte<sup>1</sup> an ihrer Beschaffung formulieren. Die Ziele sind im Rahmen der verfügbaren Haushaltsmittel zu erreichen und müssen zusammen mit den Ergebnissen öffentlich bekannt und von unabhängiger Seite geprüft werden. Eine gesonderte Instanz innerhalb der betreffenden Behörde überwacht das Erreichen der Ziele und stimmt sich gegebenenfalls mit dem Umweltministerium ab (MoE, 2006c).

Umweltschutzkriterien sind Bestandteil bei Kauf- und Vertragsentscheidungen staatlicher Einrichtungen. Der Kriterienkatalog<sup>2</sup> für die erfassten Produktgruppen unterscheidet Elektrogeräte nach dem Gerätetyp (Stichprobe: Kopiergeräte). Die japanischen Evaluationskriterien sind beim Energieverbrauch (Niedrigverbrauchsstatus und Aus-Zustand) mit denen des EU-Energystar identisch, aber beinhalten gleichzeitig Produktanforderungen zum Rohstoff- und Materialverbrauch (EC, 2006; MoE, 2006d, S. 9-24). Ähnlich *detaillierte Unterscheidungen* in den Anforderungen sind bei anderen Produktgruppen (Stichprobe: Papier) vorzufinden. Jedoch zeigt der Vergleich mit den Anforderungen des blauen Engels, dass die deutschen Kriterien über das japanische Beispiel hinausgehen (RAL, 2006; MoE, 2006d, S. 6-9).

*Kleine und mittlere Unternehmen* (KMU) werden häufiger mit öffentlichen Fördergeldern unterstützt als finanzkräftige Großunternehmen, da sich bei ihnen die Kapitalaufbringung schwieriger gestaltet (Köster, 1998a, S. 150). Mit den Niedrigzinsdarlehen z.B. der Japan Development Bank (JDB) existieren zwar darüber hinausgehende Finanzierungsmöglichkeiten, aber aufgrund des niedrigen Leitzinssatzes der japanischen Zentralbank zeigt dieses Instrument gegenwärtig nur bedingt Wirkung (JDB, 2006).

---

<sup>1</sup> Erfasste Produktgruppen: Papier, Büromobiliar, Bürogeräte, Haushaltsgeräte, Klima- und Heizanlagen, Warmwasseranlagen, Beleuchtungstechnik, Fahrzeuge, Textilien, Feuerlöscher, sonstige Ausstattung und Dienstleistungen.

<sup>2</sup> Unabhängig entwickelte Evaluationskriterien geben genaue Richtgrößen für einzelne Produktgruppen vor. Detailliert unter <http://www.env.go.jp/en/laws/policy/green/2.pdf>. Das Green Purchasing Network, ein Netzwerk des Umweltministeriums, Verbraucherverbänden, Großunternehmen, KMU, kommunalen Verwaltungen u. a. unterhält eine umfangreiche Datenbank über umweltfreundliche Produkte (siehe beispielhafte Darstellung im Annex 11).

## Übersicht 7: Finanzielle Förderung innerhalb des 3R-Programms

- Subventionsprogramme
  - a. Subvention von KMU und Venture-Unternehmen (inkl. F+E Aktivitäten).<sup>1</sup>
  - b. Subvention für die Entwicklungen neuer Technologien und zur Umstrukturierung lokaler Industrien im Sinne einer lokalen Kreislaufgesellschaft.<sup>2</sup>
- Niedrigzinsdarlehen verschiedener Banken<sup>3</sup>
- Steuervergünstigungen<sup>4</sup> bei der Errichtung von Wiederverwertungsanlagen
- Förderung im Rahmen des *Law for Supporting Energy Savings and Recycling* (METI, 2006, S. 62). Die Einführung von Anlagen bzw. die Entwicklung von Technologien, die zur Material-, Ressourcen- oder zur Energieeffizienz beitragen, sowie Energie sparende Maßnahmen im Ausland zum Zweck der CO<sub>2</sub>-Reduktion können gefördert werden.<sup>5</sup>
- Förderung von „Environmental Community Businesses“<sup>6</sup>.

Quelle: METI, 2006, S. 62.

### 6.5.3 Innovationsorientierung

Die Einführung des 3R-Programms fasst verschiedene Prozesse der Innovationsförderung im Sinne einer *ökologischen Modernisierung* zusammen, welche mit dem Ziel der Schaffung einer Kreislaufgesellschaft bewusst vorangetrieben werden. Im Gegensatz zu end-of-pipe Maßnahmen bieten Produkt- und Prozessinnovationen den Anreiz, mit der präventiven Integration des Umweltschutzziels in den Herstellungsprozess, Gewinne erwirtschaften zu können. Vor diesem Hintergrund stellt das 3R-Programm für die japanische Regierung wichtige Aspekte zukunftsorientierter Wirtschaftspolitik dar (Gunjima, 2005, 26).

Die Ressourcenarmut Japans und die *positiven Erfahrungen eigener Wettbewerbsvorteile* auf dem europäischen und US-amerikanischen Markt seit den 1980er Jahren durch die Integration verschiedener Umweltaspekte (z.B. energieeffiziente Produkte) sorgen dafür, dass japanische Unternehmen von sich aus nach rohstoff- und materialeffizienten Produktkreisläufen und

---

<sup>1</sup> Die Fördersumme deckt max. 2/3 der Entwicklungskosten bzw. beträgt max. 45 Mio. ¥ (ca. 0,29 Mio. €) pro Fall.

<sup>2</sup> Die Förderung erfolgt über 2 Jahre, deckt max. 2/3 der Kosten (pro Fall werden im Jahr 30 – 100 Mio. ¥ (ca. 0,194 – 0,647 Mio. €) gewährt).

<sup>3</sup> Fiscal Investment and Loan Program (FILP) der Japan Development Bank (JDB) für die Unterstützung von Technologieentwicklung und KMU, Programme der Okinawa Development Finance Cooperation, Japan Finance Cooperation for Small and Medium Enterprise, National Life Finance Corporation.

<sup>4</sup> Steuererleichterungen durch Sonderabschreibungen, innerhalb der Immobiliensteuer und der Gewerbesteuer.

<sup>5</sup> Niedrigzinsdarlehen, Kreditbürgschaften, Unterstützung für KMU.

<sup>6</sup> Eine Bewerbung mit Projekten, in denen sich Unternehmen und Bürger unter dem Thema *Environmental Community Business* zusammengeschlossen haben, ist landesweit möglich. Aus den eingegangenen Bewerbungen werden Modelle mit Vorbildcharakter ausgewählt und von staatlicher Seite unterstützt.

-standards suchen (Hotta, 11.Dez 2006). Diese innovationsfreundliche Grundhaltung japanischer Unternehmen ermöglicht es der Zentralregierung, erfolgreich mit Zielkorridoren und freiwilligen Selbstverpflichtungen zu operieren, die innerhalb eines *kooperativen Aushandlungsprozesses* zu *gemeinsam definierten* und akzeptierten *Zielvorgaben* befähigen. Die sehr ehrgeizigen Zielwerte implizieren, dass Japan in vielen Bereichen bereits über sehr gute Werte verfügt.

*Erfolg* zeigt beispielsweise das Ecotown-Projekt der Präfektur Hyogo (Region rund um Kobe) beim *Aufbau effizienter Stoffkreisläufe* (z.B. bei der Wiedergewinnung von 13 % Stahl- und 30 % Kohlenstoffreste aus Altreifen und deren Weiternutzung in der Stahlproduktion sowie einer gleichzeitigen Energiegewinnung aus den 50 % Gas- bzw. Ölresten in den Hirohata Works der Nippon Steel Corporation mit staatlicher Unterstützung von 1,5 Mrd. Yen (ca. 10 Mill. €)). Insbesondere durch die koordinierte Vernetzung zwischen Verwaltung, Privatwirtschaft bzw. Bildungs- und Forschungsinstitutionen (Hyogo Ecotown Promotion Conference) wurden mehrere FuE Projekte angestoßen, die auf regionaler Ebene den Einsatz von Biomasse zur Energiegewinnung bzw. die Gewinnung von Wasserstoff aus Biomasse erproben (Hidaka, 2005, S. 43-59). Die Investitionen zahlen sich nicht immer sofort in jenen Regionen aus, die durch eine starke Abwanderung von traditionellen Industrien geprägt sind (Hotta, 11. Dez 2006). Die innovationsfördernde Wirkung des Ecotown-Programms liegt jedoch darin, den Aufbau verschiedener *Cluster der Recycling-Industrie* zu fördern, regional verteilt Chancen für den Aufbau neuer Industrien zu schaffen und auch *beschäftigungspolitisch* dem Abwanderungsprozess entgegenzuwirken.

**Tabelle 30: Recyclingraten ausgewählter Beispiele**

Siedlungsabfälle	Anstieg von 5,3 % (1990) auf 16,8 % (2003)
Industriemüll	Anstieg von 38,0 % (1990) auf 49,0 % (2003)
PET-Flaschen	Anstieg von 9,8 % (1997) auf 46,4 % (2004)
Altgeräte	Recycling von 11,62 Millionen Geräte (2004)

Quelle: nach MoE 2006a, S. 22-23.

Tabelle 30 fasst *Erfolgsbeispiele* zusammen. *Neuentwickelte Monomerisationsverfahren* ermöglichen gegenwärtig, dass PET-Flaschen in ihre Grundsubstanz zerlegt und damit die Recyclingraten in kurzer Zeit von 9,8 % auf 46,6 % gesteigert werden konnten, einhergehend mit einer gleichzeitigen Einsparung des Flaschengewichts um 10 % bis 40 %. Problematisch ist allerdings, dass der Vorrang der Reduktion einem Trend zum Massen-Recycling gewichen ist. So wirkt zwar der technologische Fortschritt der Wiederverwertungstechnologien auf die

Integration von Umweltschutzaspekten hin, *aber* verletzt die *Prämisse der Reduktion des Materialeinsatzes*.

Die Innovationsorientierung der *finanziellen Förderung* besteht darin, dass *gezielt die Entwicklung von neuen Technologien gefördert* wird (Technology-Push-Ansatz). Die strategische Auswahl von Projekten mit Vorbildcharakter unterstreicht den gewählten Weg einer Reduktion der Umweltlasten durch technologische Modernisierung. Zwar wirkt sich die Finanzierung zur Errichtung moderner Wiederverwertungs- und Entsorgungsanlagen gleichzeitig auf die Diffusion dieser Technologien aus, aber der Schaffung eines innovationsfreundlichen Klimas ist die größere Bedeutung beizumessen.

Im Gegensatz zum Primat des Technology-Push-Ansatzes innerhalb der finanziellen Förderung nutzt die japanische Regierung mit dem *Green Purchasing Law* Market-Pull-Faktoren, um die *Diffusion umweltfreundlicher Produkte und Dienstleistungen* zu unterstützen. Die Bedeutung des *Green Purchasing Law* liegt gegenwärtig also weniger auf der Reichweite *umweltfreundlicher Evaluationskriterien*, sondern auf der Integration von Umweltschutzanforderungen in die *Beschaffung für alle staatlichen Einrichtungen*. Insbesondere die Prognosen für das Jahr 2010 (kommunale Verwaltung: 100 %; privatwirtschaftliche Unternehmen: 30 - 50 %; siehe Tabelle 29) verdeutlichen, dass das Volumen der öffentlichen und der zunehmenden privaten Nachfrage die Diffusion umweltfreundlicher Produkte und Dienstleistungen fördert.

Gegenwärtig zeigt das 3R-Programm seine Innovation fördernde Wirkung in einer Entwicklung, die unter den Schlagworten *Servicing, Product Service System (PSS)* bzw. *Improved Service Life (ISL)* zusammengefasst werden kann. Japanische Hersteller verlagern Beobachtern zufolge zunehmend den Schwerpunkt *von der Prämisse des Verkaufs hin zu längerer Lebensdauer* und dem Angebot von *Dienstleistungen*, um die Umweltbelastung durch individuelle Nutzung zu reduzieren. Der Verkauf der Funktion statt des Produkts stellt eine Prozessinnovation dar, die über eine Effizienzsteigerung hinaus die Reduktion des Rohstoff- und Materialeinsatzes ermöglicht (z.B. Angebot von Chemical Management Systems (CMS) oder Schädlingsbekämpfung mit minimaler chemischer Belastung statt dem Verkauf von Pflanzenschutzmittel) (Gunjima, 2005, S. 30).

Japanische Unternehmen bieten verstärkt Reparatur-, After-Sales-, Aufstockungs-, Aufrüstungs- bzw. Instandhaltungsdienstleistungen für ihre Erzeugnisse an (Gunjima, 2005, S. 30). Die *Strategie der Dematerialisierung* bietet insoweit *Innovationspotential*, dass Verfahrensinnovation während des gesamten Rohstoff- und Materialflusses angestoßen werden. Das *Marktvolumen* und die *Beschäftigtenzahlen* einschließlich ihrer Wachstumsraten (siehe

Tabelle 31) unterstreichen die Bedeutung von Dematerialisierung und „Servicing“. Die deutlich höheren Steigerungsraten bei der Wertschöpfung im Vergleich zu den Beschäftigtenzahlen verweisen auf Produktivitätsfortschritte.

**Tabelle 31: Veränderungen des Marktvolumens und der Beschäftigtenzahlen im Handlungsfeld „Kreiswirtschaft, Abfall, Recycling“ in Japan**

		<b>2000</b>	<b>2003</b>
<b>Marktvolumen (Gesamt)</b>		20.790,2 Mrd. ¥ (ca. 134,6 Mrd. €)	21.651,7 Mrd. ¥ (ca. 140,2 Mrd. €)
	Angebot von Geräten, Anlagen	700,4 Mrd. ¥ (ca. 4,5 Mrd. €)	585,8 Mrd. ¥ (ca. 3,8 Mrd. €) (-18%)
	Angebot von Dienstleistungen	2.913,4 Mrd. ¥ (ca. 18,9 Mrd. €)	3.530,5 Mrd. ¥ (ca. 22,9 Mrd. €) (+17%)
	Angebot von Materialien, Wertstoffen, Reststoffen	17.176,4 Mrd. ¥ (ca. 111,2 Mrd. €)	17.535,4 Mrd. ¥ (ca. 113,5 Mrd. €) (+1%)
<b>Beschäftigtenzahlen (Gesamt)</b>		566.295	616.118 (+8%)
	Angebot von Geräten, Anlagen	9.252	10.083 (+8%)
	Angebot von Dienstleistung	202.607	211.546 (+4%)
	Angebot von Materialien, Wertstoffen, Reststoffen	354.436	394.489 (+10%)

Quelle: MoE 2006b, S. 2.

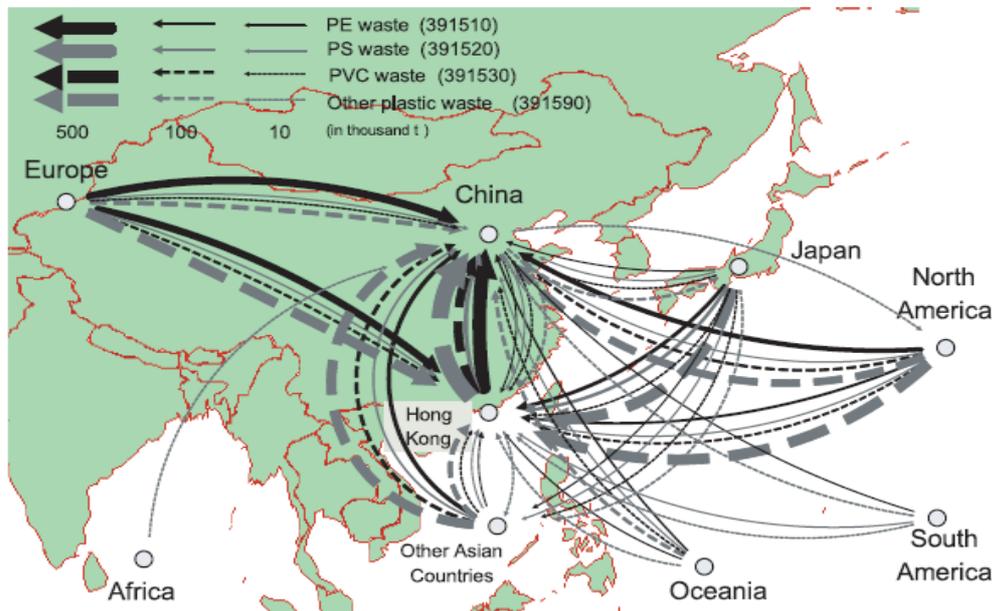
#### **6.5.4 Exportorientierung**

Die 3R-Initiative<sup>1</sup> ist fester Bestandteil japanischer Umweltaußen- und Außenwirtschaftspolitik und wird sowohl fortwährend auf G8-Gipfeln als auch auf Ministerkonferenzen thematisiert (Kanda, 2005, S. 3; MoE, 2006a, S. 43). Der besondere Fokus liegt auf Ländern wie China, Korea und weiteren asiatischen Staaten, mit denen im Handlungsfeld „Kreislaufwirtschaft, Abfall und Recycling“ ein intensiver Dialog besteht. Der Inhalt der 3R-Initiative ist für Japan direkt verknüpft mit seinen *wachsenden wirtschaftlichen Beziehungen zu China* und den absehbaren *ökologischen Folgen*, die eng mit dem wachsenden Rohstoff- und Materialfluss zwischen den Ländern verbunden sind (siehe Abbildung 31 und Annex 13). 2005 wurde mit China und Korea deshalb in einem ersten Schritt die Einführung einer Kreislaufgesellschaft im Sinne der 3R-Initiative vereinbart (Kanda, 2005, S. 3). Die japanische Regierung

<sup>1</sup> Im Bereich der Exportorientierung wird der Begriff „3R-Initiative“ und nicht „3R-Programm“ verwendet, um Unterschiede der Handlungsmöglichkeiten im Inland und Ausland und der entsprechenden Instrumente zu verdeutlichen.

sieht sich aufgrund des eigenen *Erfahrungs- und Technologievorsprungs* innerhalb dieses Verhandlungsprozesses in der Führungsrolle.

**Abbildung 31: Stoffströme von Kunststoffen zwischen Japan, China und Hongkong (2004)**



Quelle: NIES, 2005, S. 45.

Der politische Rahmen der Handlungsfelder „Kreislaufwirtschaft, Abfall und Recycling“ und „Rohstoff- und Materialeffizienz“ wird beeinflusst von einem *wachsenden grenzüberschreitenden Fluss* recycelter Produkte, Gebrauchsgüter oder Kunststoffen (Gunjima, 2005, S. 25, 29; MoE, 2006a, S. 37-38). Die Schwierigkeit Japans, das Problem der Entsorgung und Wiederverwertung nachhaltig zu gestalten, liegt darin, dass sich Hersteller, Verteiler und Konsumenten auf unterschiedliche Länder verteilen, die nicht über einen integrierten Regulierungsrahmen verfügen wie die Europäische Union. Viele der Materialströme japanischer Produkte können nicht kontrolliert werden, so dass eine fachgerechte *Entsorgung* trotz Extended Producer Responsibility (EPR) *nicht gesichert* ist. Die japanische Regierung unterstützt deshalb aktiv die *Harmonisierung der Abfalldefinitionen* und Rückverfolgbarkeit von Abfallströmen, indem sie Problemfelder wie Handelsbarrieren, illegale Mülltransporte von Gefahrenstoffen im Rahmen der Basler Convention, Supply Chain Management multinationaler Unternehmen, Urheberrechte für Technologien usw. auf internationaler Ebene thematisiert (Hotta u.a., 2005; MoE, 2006a, S. 42). Dafür sind in den Diskussionsprozess strategisch zentrale Institutionen wie das *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)*, das *National Institute of Technology and Innovation (NITE)* oder die *New Energy oder Industrial*

*Technology Development Organization* (NEDO) eingebunden, um die Einrichtung gemeinsamer Standards voranzubringen (METI, 2006a).

Ziel internationaler Zusammenarbeit ist jedoch nicht nur die Prävention von Umweltbelastungen, sondern ebenso die *aktive Förderung der Diffusion* von Technologien im Rahmen *technologischer Kooperationen* (Köster, 1998a, S. 187-197). Der intensive *Dialog mit den Zielländern* im Vorfeld, bevorzugt geführt im Rahmen der Außenwirtschaftspolitik des METI, dient der strategischen Einflussnahme auf das Zielland während der Einführung staatlicher Normen, die im optimalen Fall denen im 3R-Programm entsprechen (z.B. Unterstützung von 3R-Strategien gegenwärtig in Vietnam). Dieser Prozess wird gefördert durch Trainings und Seminare im Rahmen der technologischen Kooperationen unter Einbindung von Vertretern aus den Gebietskörperschaften und der Wirtschaft, die als Gelegenheit zur Anbahnung *strategischer Partnerschaften* dienen (MoE, 2006a, S. 41). Eine derart gezielte Einwirkung auf die Umweltgesetzgebung im Zielland und Schulung an japanischer Umwelttechnologie heben den Kenntnisstand relevanter Akteure vor Ort und vermitteln gleichzeitig passende Problemlösungsansätze in den betreffenden Handlungsfeldern.

### **6.5.5 Leitmärkte**

Leitmärkte im Kontext des 3R-Programms umfassen die Handlungsfelder *Kreislaufwirtschaft, Abfall, Recycling* und „*Rohstoff- und Materialeffizienz*“. Misst man die Leitmärkte allein anhand der Indikatoren *Marktvolumen* und *Zahl der Beschäftigten*, dann verdeutlicht die Tabelle A (siehe Annex 12), dass für den Bereich *Effektive Nutzung von Ressourcen* und den Bereich *Angebot von Dienstleistungen* bis zum Jahr 2020 die höchsten Wachstumsraten prognostiziert werden. Auffällig sind die Umstrukturierungen in oben genannten Handlungsfeldern.

Der Markt für die Herstellung von Anlagen und Materialien im Bereich *Abfallentsorgung* schrumpft stark bis 2020, ebenso der Markt für die *Errichtung von Anlagen*. Demgegenüber erfährt der Markt für *Ressourceneffizienz* im Bereich *Wiedergewonnene Stoffe* einen leichten Zuwachs (Marktvolumen 2000: 7.877,8 Mrd. ¥ ~ 51,0 Mrd. €/2020: 9.403,9 Mrd. ¥ ~ 60,9 Mrd. €; Beschäftigtenzahlen 2000: 201.691 Personen/ 2020: ca. 220.000 Personen) und der *Markt für Dienstleistungen* im Bereich *Abfallbehandlung* einen *deutlichen Zugewinn* (Marktvolumen 2000: 2.913,4 Mrd. ¥ ~ 18,9 Mrd. €/2020: 10.558,6 Mrd. ¥ ~ 68,4 Mrd. €; Beschäftigtenzahlen 2000: 202.607 Personen/ 2020: ca. 370.000 Personen) (MoE, 2004). Anhand dieser Prognosen können Dienstleistungen im Bereich der *Abfallentsorgung* sowie die *Rohstoff- und Materialeffizienz* mit Fokus auf den Bereich *Wieder gewonnene Stoffe* im Rahmen des japanischen 3R-Programms *als Leitmärkte identifiziert* werden.

### 6.5.6 Übertragbarkeit auf deutsche Verhältnisse

Auf dem Gebiet der finanziellen Förderung existieren in *Deutschland verschiedene Förderprogramme* bzw. *umweltbezogene Niedrigzinsdarlehen* der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW, 2006). Das japanische Steuersystem sieht Vergünstigungen bei der Immobiliensteuer vor. Da das Umweltbundesamt in ähnlicher Weise die Berücksichtigung ökologischer Aspekte innerhalb der *Grunderwerbs- und der Grundsteuer* (UBA, 2003, S. 140-144, 205-207) empfiehlt, kann dieser Ansatz in existierende Reformvorschläge aufgenommen werden.

Eine nachhaltige Beschaffungspolitik, wie im Green Purchasing Law angestrebt, wird in Deutschland von verschiedenen Behörden, wie z.B. dem Umweltbundesamt, ausgeübt. Europäische Initiativen für eine *nachhaltige Beschaffung der öffentlichen Hand* (z.B. Procura Plus von ICLEI<sup>1</sup> mit 490 Kommunalverwaltungen als Mitglieder) unterstreichen, dass ein *institutionalisiertes Interesse* an dieser Thematik besteht. Der Bund würde Richtungweisend diese Bemühungen unterstützen, wenn alle staatlichen Einrichtungen Nachhaltigkeitskriterien in ihre Beschaffungspolitik integrieren. Da von Seiten der Verbraucher bzw. der Unternehmen aus Kostenaspekten trotz hohem Umwelt- bzw. Nachhaltigkeitsbewusstsein umweltfreundliche Produkte nur eingeschränkt nachgefragt werden, kann das Volumen der öffentlichen Nachfrage durch eine nachhaltige Beschaffung als Vorbild fungieren und zur Diffusion umweltfreundlicher Produkte beitragen.

Die *strategische Förderung von Industrie-Clustern*, beispielsweise in der Biotechnologie, ist in Deutschland ein etabliertes Instrument. Die Übernahme des japanischen Ecotown-Ansatzes ermöglicht, in spezifischen Bereichen der Umweltindustrie in ähnlicher Weise die Vernetzung von Wirtschaft, Verwaltung und Forschungseinrichtungen anzustoßen. Die Aussicht auf Fördergelder kann Anstrengungen und Wettbewerb verschiedener Modelle und Projekte hervorrufen, die eine Innovation fördernde Wirkung zur Folge haben.

Ein Grund für die erfolgreiche Implementierung verschiedener Maßnahmen wie freiwilligen Selbstverpflichtungen bildet der *kooperative Politikstil* zwischen Politik, Wirtschaft und Verwaltung auf zentralstaatlicher Ebene. *Kontinuierliche Diskussions- und Aushandlungsprozesse* ermöglichen es den Akteuren, sich bereits im Vorfeld auf Ziele und Maßnahmen zu einigen, die von allen Beteiligten akzeptiert werden. *Der Primat der Wirtschaft* in der japanischen Politik sorgt dafür, dass vor allem jene Probleme erfolgreich gelöst werden, die wirtschaftliche Aspekte berücksichtigen. Die beteiligten *Wirtschafts- und Branchenverbände* besitzen eine integrierende Wirkung auf ihre Mitglieder und *tragen damit zur Umsetzung der Maß-*

---

<sup>1</sup> <http://www.procuraplus.org/>

*nahmen* bei. Striktere Regelungen drohen erst dann, wenn die Zielgruppen sich nicht an die Ergebnisse der Aushandlungsprozesse halten.

Der Hintergrund der japanischen Umweltaußenpolitik und Umweltwirtschaftspolitik in den betrachteten Handlungsfeldern unterscheidet sich aufgrund der besonderen Bedingungen in Asien von dem Deutschlands als Mitgliedsstaat der Europäischen Union. Da sich jedoch der Strom deutscher Produkte über die Grenzen der EU hinaus erstreckt, sollte es trotzdem *Ziel* deutscher Umweltaußenpolitik sein, auf eine *Harmonisierung internationaler Abfallstandards*, insbesondere in den Entwicklungs- und Schwellenländern hinzuwirken. Strategisches Instrument stellt hier eine *mögliche Kopplung mit der staatlichen Entwicklungshilfe* dar.

### 6.5.7 Fazit

#### Übersicht 8: Ergebnisse der Analyse des japanischen 3R-Programms

Stärken	Chancen
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Steigerung von Rohstoff- und Materialeffizienz durch technologische Innovationen bei gleichzeitiger Entwicklung von Marktpotentialen.</li> <li>▪ Strategische Förderung von innovativen Ansätzen und Diffusion umweltfreundlicher Produkte durch einen Policy-Mix aus regulativen, ökonomischen und informatorischen Instrumenten, jedoch mit dem Schwerpunkt der Reduktion von Umweltlasten durch einen technologischen Ansatz.</li> <li>▪ Operieren mit anspruchsvollen Zielkorridoren und Integration relevanter Zielgruppen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Umstrukturierung der Industrie hin zu mehr Dienstleistung (Dematerialisierungsstrategie) und damit Steigerung des Marktvolumens und der Beschäftigtenzahlen.</li> <li>▪ Revitalisierung regionaler Wirtschaftsstrukturen durch den Aufbau von Recycling-Industrie-Clustern innerhalb des Eco-town-Programms und Integration bereits bestehender Industriestrukturen.</li> </ul>
Schwächen	Herausforderungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Unsicherheit über fehlende Verbindlichkeit für alle Teilnehmer des 3R-Programms trotz kooperativen Politikstils.</li> <li>▪ Trotz Entkopplung des Pro-Kopf-Abfallaufkommens vom Wachstum des Bruttoinlandsprodukts unverändertes Gesamtabfallvolumen (Annex 14).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Entlang des japanischen 3R-Programms sollte der Fokus von der Abfallproblematik auf die Schaffung einer nachhaltigen Kreislaufgesellschaft erweitert werden.</li> <li>▪ Dazu ist die Zusammenführung unterschiedlicher Ansätze und Instrumente in Deutschland in ein Gesamtkonzept notwendig.</li> <li>▪ Das Volumen der öffentlichen Nachfrage in Deutschland sollte für eine nachhaltige Beschaffungspolitik genutzt werden.</li> </ul>

## **6.6 Exportförderung für Umwelttechnologien und erneuerbare Energien**

Exportförderung ist ein klassisches Element der Außenhandelspolitik. Aufgrund der wachsenden Bedeutung von Umwelttechnologien und erneuerbaren Energien sind diese zunehmend Gegenstand der nationalen Exportprogramme. Im Folgenden werden eine Reihe von Exportförderprogrammen für EE- und Umwelttechnologien aus USA, Großbritannien und Japan beschrieben, da sich diese Länder durch eine besonders erfolgreiche Exportperformance ausgezeichnet haben. Japan erreichte dies vor allem auf dem Sektor der Photovoltaik. Großbritannien hat Ambitionen im Bereich Windkraft entwickelt (zukünftiger Schwerpunkt Wellenenergie), während die USA eine breitere Fächerung realisieren, in die allerdings auch die Kerntechnik einbezogen ist.

Die Instrumente, die dabei zum Einsatz kommen, sind sehr vielfältig. Sie umfassen beispielsweise Kreditabsicherungen (v.a. Exportkreditagenturen), Marktbeobachtung (v.a. Informations- und Austauschplattformen), die Einbindung internationaler Organisationen und Geldgeber oder auch mittelbar die Förderung der Diffusion von Politikinnovationen. Hinsichtlich des letztgenannten Aspekts ist es auf der Basis einer Literaturstudie und Internetrecherche allerdings kaum möglich, belastbare Daten über die Erfolge solcher Initiativen zu gewinnen. Die Diffusion von Umweltpolitikinnovationen muss einerseits dem Beispielcharakter des Ursprungslands zugerechnet werden, den Aktivitäten internationaler Organisationen und dann sicherlich auch der Unterstützung durch Exportagenturen, die über Politikmaßnahmen informieren. Eine Zurechnung von Einzeleffekten ist dabei allerdings kaum möglich, selbst wenn Primärdaten erhoben werden könnten.

### **6.6.1 USA**

#### **6.6.1.1 Zusammenfassung**

In den USA ist die Förderung von Exporten für Erneuerbare Energien in der *Clean Energy Technology Exports Initiative (CETE)* zusammengefasst, die 2002 gegründet wurde (TPCC, 2005). In der Initiative kooperieren eine Reihe von Ministerien und Agenturen aus den Bereichen Energie, Umwelt, Handel und Entwicklungszusammenarbeit. Ziel der Initiative ist es, den *US-Export von EE- und Umwelttechnologien* zu stärken, den *Marktzugang* in Übersee zu erleichtern und EE in der *Entwicklungszusammenarbeit* zu fördern. In Entwicklungsländern soll der Ölverbrauch begrenzt werden. Die Initiative soll für die 25 Entwicklungsländer, in denen am meisten Treibhausgase emittiert werden, ein in der Größenordnung des *Marshallplans* vergleichbares Förderprogramm entwickeln (DoE, 2001). Das Ziel einer THG-

Reduzierung in Entwicklungsländern ist gesetzlich verankert und ihm wird eine hohe Priorität beigemessen. Diese Reduktionsziele sind auch Gegenstand der *Handelspolitik*: In 25 Entwicklungsländern sollen Zölle und andere Handelsbarrieren für umweltfreundliche Güter beseitigt werden (IPCC, 2001; USTR, 2006). Dazu sollen die verschiedenen Ressortaktivitäten koordiniert, Public-Private-Partnerships entwickelt und KMU bei Exportaktivitäten unterstützt werden. Die Initiative hat dafür einen *Fünf-Jahres-Strategieplan* vorgelegt. Mit den Aktivitäten sollen Ressourcen von *multilateralen Entwicklungsbanken, internationalen Organisationen, der Privatindustrie, privaten Finanzorganisationen, NGOs sowie ausländischen Regierungen* mobilisiert und koordiniert werden (DoE, 2001). Die Steigerung der Exporterfolge von Umwelt- und EE-Technologien in den letzten Jahren werden im Wesentlichen der CETE-Initiative zugerechnet (TPCC, 2005).

#### **6.6.1.2 Beispiele für US-Exportmarktanalysen und US-Exportperformanz**

- *Indien*: Umwelttechnologie-Markt: \$3,5 Mrd., jährliche US-Exporte durchschnittlich 17%, in den nächsten Jahren durchschnittlich 15%. Markt für „Alternative Energien“: \$18-20 Mrd. über die nächsten 5 Jahre (Clean Coal und EE), 2012 10% der neuen Stromerzeugung aus EE geplant.
- *Brasilien*: Umwelttechnologie-Markt \$1,5 Mrd. (Waste-to-Energy, Recycling), EE-Markt \$ 8 Mrd. Investitionen in Biomasse, kleine Wasserkraftwerke und WKA.
- *China*: Exporte von US-Umweltprodukten und -Dienstleistungen nach China stiegen von 2001 bis 2003 um 44%, von \$ 800 Mio. auf \$ 1,2 Mrd.
- *Länderpartnerschaften*: Koordinierungsstelle für Aktivitäten zur Beratung Chinas für die Olympischen Spiele (*Green Olympics*); Einbindung von CETE in den Energiepolitik-Dialog zw. USA und Japan.

#### **6.6.1.3 Entstehungsgeschichte**

Die Aktivitäten gehen auf eine Reihe von Vorläufern zurück: Bereits Anfang der 1980er Jahre hat es ähnliche Komitees gegeben, die durch Publikationen, den Zusammenschluss von Firmen und Forschungseinrichtungen und durch unmittelbare Förderung den Export von EE-Technologien fördern sollten (NCAT, 2005). Seit 1993 kam es zu einem regelrechten Boom entsprechender Initiativen, die mit Gründung der CETE 2002 fast alle darin zusammengefasst wurden. Die Motivation für die Gründung der Initiativen war ein als zu gering erachtetes Volumen der Exportförderung (DoE, 2001b): 1998 gaben die USA insgesamt 0,5 Cent pro Tausend US-Dollar BIP für die Exportförderung aus, Frankreich dagegen 16 Cent und Deutschland sogar 17 Cent. CETE hat also nicht nur einen rein umweltpolitischen, sondern auch einen *handels- und wirtschaftspolitischen Ansatz*. Spätestens seit dem Weltgipfel von Johannesburg

im Jahr 2002 werden auch *Partnerschaften mit internationalen Organisationen und anderen Staaten* gesucht und in ähnlicher Weise zusammengefasst.

#### **6.6.1.4 Die wichtigsten Elemente der CETE-Strategie**

##### **Institutionalisierung und Vernetzung**

- *Exportberatungsstelle (Advisory Board)*: Sicherstellung der Beteiligung des Privatsektors bei Programmdesign und -implementation.
- *Partnerschaft-Post-Initiative*: Gemeinsames Planungskomitee von *State Department* und *Commercial Service*, engere Zusammenarbeit im Personalbereich zur Verbesserung von Ausbildung und Beratung.
- *Koordinationszentrale (Advocacy Center)*: Schaltstelle zwischen Handelsministerium und anderen Mitgliedern zur Vereinfachung der Finanzdienstleistungen in der Entwicklungszusammenarbeit. Unterstützung von *financial packaging* und *financial risk-sharing* bei unsicheren Projekten durch verstärkte Kopplung mit Entwicklungshilfe-Projekten.
- *Global Technology Center*: 1994 gegründet durch USAID, Unterstützung von nachhaltigem Wirtschaftswachstum in EL durch Firmenkontakte und Technologietransfer (Internetplattform: [www.usgtn.net](http://www.usgtn.net)). 2005 durch *International Business Linkages (IBL)* abgelöst.

##### **Dienstleistungen**

- *Unterstützungs-Leitfaden und Internetpräsenz*: Information über Regierungsprogramme zur Vermarktung und Finanzierung von Erneuerbare-Energien-Gütern und Dienstleistungen sowie halbjährliche *Energy & Environmental Export News*, herausgegeben von DoC, International Trade Administration („Aid to Trade“).
- „*Commercial Service*“ für KMU: stärkere Ausrichtung auf EE- und Umwelttechnologie-Exporte, weit verbreitete Newsletter und Exportseminare, Exportförderungs-Schulung.
- *Industriepartnerschaften*: Unterstützung von Technologieanpassung/-übernahme; Unterstützung bei Beseitigung von Hindernissen bei Fachprojekten.
- *Renewable Energy Access (REA)*: Internetplattform ([www.RenewableEnergyAccess.com](http://www.RenewableEnergyAccess.com)), die auf Unterstützung des Exports von EE-Technologien spezialisiert ist.
- *Ausbildung von Handelsdirektoren*: Erweiterung der Ausbildung um Menschenrechtsfragen; Ausweitung auf staatliche und lokale Handelsförderungspartner.

## **Regulierungsexport**

- *Regulierungsdiallog mit der Industrie*: Gemeinsame Diskussion über Einsatz von Exportförderungsmitteln; Informationsweitergabe an Industrie über Absatzmöglichkeiten und -bedingungen im Ausland; Verbesserung der Marktakzeptanz im Ausland. *Dialog „nach innen“*: Durch den Austausch mit US-Kongress (jährlicher Bericht) sollen auf Basis von Vorschlägen aus der Industrie auch mögliche Gesetzesänderungen im Inland identifiziert werden.
- *Regulierungsexport: Policy, legal, and regulatory framework*. Unterstützung von *policy dialogue, capacity building* und Informationsweitergabe, Identifizierung von Handelsbarrieren, institutionelle Kapazitätsbildung, Verbesserung des institutionellen Austauschs mit Partnerländern, Stärkung lokaler *centers of expertise*.

## **Finanzierung**

- *US Small Business Administration (SBA)*: Unabhängige staatliche Behörde, 1953 gegründet: Vergibt Kreditgarantien für kleiner und mittlere Unternehmen.
- *International Sales Office*: Netzwerk von *Export Assistance Centern* in 16 Schlüsselländern, u.a. in Austausch mit ExIm und DoC. Vergibt 3 Arten von Exportkrediten für KMU (USTR, 2004).
- *Export Express*: Finanzierung von Messeteilnahmen, Grundstücks- und Ausrüstungskosten im Rahmen der Exportproduktion.
- *Export Working Capital Program*: Vor-Export-Finanzierung für Auslagen durch Verkauf oder Stand-by-Kreditbrief, der als Erfüllungs- oder Zahlungsgarantie genutzt wird.
- *International Trade Loan program*: Finanzierung von Maschinen, Ausrüstung und Grundstücke für KMU, wenn sie durch Importwettbewerb benachteiligt sind. Alle drei Kreditarten gelten als Bürgschaften für die finanzierende Bank.
- *Export/Import Bank (ExIm)*: Umfassende Informations- und Finanzierungsquelle für EE-Exportaktivitäten. Tätigkeiten umfassen u.a.: Vorphasen-Finanzierung, kurz- und mittelfristige Versicherungen für EE-Exporte von KMU; Bürgschaft für Geschäftskapital (*working capital loan guarantees*); direkte Kredite; mittel- und langfristige Kredite und Garantien für Umweltprojekte, -produkte und -dienstleistungen. (NCAT, 2005)
- *Environmental Exports Program*: Wurde 2005 ausgeweitet, fördert die veränderten Tilgungskonditionen der OECD von bis zu 15 Jahren für EE, Wasserversorgung, Sanitärprojekte. (TPCC, 2006)
- *Private Finanzpartnerschaft*: Vereinbarung zwischen Advisory Committee und privatem

Fundinganbieter PEFCO zur Erleichterung zum Zugang zu PEFCO-Kapital bei Exportberatung, gestützt durch Bürgschaften oder Versicherungen der ExIm im Auftrag der ausländischen Importeure.

- *Innovative APEC-Finanzpartnerschaft*: Vorschlag von DoE, ExIm, USAID, OPIC sowie multilaterale und private Finanzinstitutionen an APEC-Energieminister über Finanzierung von EE, Effizienz- und Infrastrukturprojekten, führte 2005 zur *APEC Energy Security Initiative*. Punktuelle Zusammenarbeit mit REEEP (TPCC, 2005).
- *Einbindung multilateraler Entwicklungsbanken und Internationaler Organisationen*: Initiative des Commercial Service, Einbindung der fünf Entwicklungsbanken in das TPCC Advocacy Network. Zu Projektbeginn (2001) Dialog mit IEA (CERT), APEC, FTAA, WTO Energy Services Negotiations u.a. *Beispiel*: 1999-2001 USAID World Bank Renewable Energy Support ermutigt die Weltbank, Erneuerbare Energien in ihr Portfolio aufzunehmen, um langfristige programmatische Erfolge zu erzielen (Mainstreaming). (DoE, 2001a)

### 6.6.2 Großbritannien

In GB sind die Aktivitäten zur Exportförderung von EE im *Renewable Energy Trade Promotion Service (RETPS)* zusammengefasst, an der eine Reihe von staatlichen Organisationen aus den Bereichen Handel, Industrie, Umwelt, Energie und Forschung beteiligt sind ([www.ukrenewables.com](http://www.ukrenewables.com)). Die Hauptaufgabe dieser Service-Initiative des Ministeriums für Handel und Industrie besteht in der Erarbeitung und Veröffentlichung von *Sektor- und Marktberichten*. Derzeit sind 600 solche Berichte online verfügbar (EIC Guide, 2006). Im Bereich EE wird ein *Schwerpunkt auf Offshore-Windkraft und Wellenkraft* gelegt, da hier ein großer heimischer Markt erwartet wird (Carbon Trust, 2006). Allerdings steht diese Entwicklung erst am Anfang; zurzeit ist Großbritannien sogar noch auf Importe angewiesen. Auch wird bezweifelt, ob die Renewables Obligation (RO) das geeignete Policy-Instrument ist, um den Heimatmarkt anzukurbeln, der wiederum Voraussetzung für den Export ist (Carbon Trust, 2006). Bisher wurde die überwiegende Anzahl der Umwelttechnologie-Exporte (80%) im Zusammenhang mit *Wassertechnologien* getätigt (DTI, 2002).

RETPS schlägt eine Reihe von *konkreten Maßnahmen* vor (DTI, 2002, 2006; EIC 2006):

- *EU-Umweltrecht* soll nicht verzögert, sondern so früh wie möglich umgesetzt werden um Exportchancen proaktiv zu erhöhen
- *FuE-Förderung* soll vereinfacht werden und verschiedene Fördermaßnahmen sollen miteinander koordiniert werden
- *Öffentliche Beschaffung* soll darauf ausgerichtet werden, Lern- und Skaleneffekte zu er-

zielen

- Hinsichtlich der *legislativen und der finanziellen Unterstützung* von Exporten soll auf das Niveau der USA oder anderer europäischer Staaten aufgeschlossen werden.

### **6.6.3 Japan**

Japan zeichnet sich durch eine umfassende Förderpolitik von Erneuerbaren Energien im heimischen Markt aus. Hervorzuheben ist die starke *industriepolitische Orientierung* und die starke Integration des Wirtschaftsministeriums in die Förderprogramme. Japanische Unternehmen haben mit ihren Umwelttechnologien, vor allem der Photovoltaik, auch erhebliche Weltmarktanteile einnehmen können (PV-Weltmarktanteil knapp 50% in 2005, BDH, 2006; Carbon Trust, 2006). Eine gezielte Exportförderpolitik kann allerdings weder in der Literatur noch von Akteuren aus der Praxis identifiziert werden (Kokko, 2003, S. 3). Japan könnte als Beispiel dafür herangezogen werden, dass eine *anspruchsvolle Regulierung des heimischen Marktes* und Erfolge auf diesen Märkten Voraussetzung und eine gute Startbedingung für internationale Erfolge sind. Begünstigend könnte allerdings auch die *japanische Industriestruktur* sein, die auch mit einer ausgeprägten Exportorientierung verbunden ist. Hinsichtlich der Innovationstätigkeit und der FuE Förderung gab es eine *Konzentration auf ausgewählte Märkte* (v.a. Photovoltaik), in denen dann eine starke Dominanz erzielt werden konnte (Japan ist neben China das einzige Land weltweit, das Photovoltaik als strategische Industriepolitik diskutiert). Hervorzuheben ist hierbei vor allem der starke Fokus auf *die Etablierung internationaler Standards*.

#### **6.6.3.1 Übertragbarkeit auf europäische und deutsche Verhältnisse**

##### **Allgemeine Punkte**

Die analysierten Beispiele aus den USA, Großbritannien und Japan haben in mehrerer Hinsicht Vorbildcharakter für die deutsche und europäische Ebene und bieten Ansatzpunkte für nationale Aktivitäten. Dies betrifft vor allem *die Einrichtung besonderer Kooperations- und Informationsstrukturen*.

Die Beispiele der USA und Japan zeigen, dass handels-, wirtschafts- und entwicklungspolitische Institutionen gewinnbringend kooperieren können. Die Verknüpfung der dahinter stehenden Themen und Agenden *Multi-Issue-Ansatz* (Verknüpfung von Umweltschutz, Industriepolitik, nationale Energiesicherheit, Außenhandelspolitik, Entwicklungszusammenarbeit, Technologie- und Regulierungsexport) bedeutet eine Aufwertung für die jeweiligen Themen, und Synergien können mobilisiert werden.

Weitere Erfolgsfaktoren dürften in der Bündelung von Finanzierungsmitteln bestehen. Damit können bestehenden Finanzströmen z.B. der Entwicklungszusammenarbeit (USA) oder der forschungs- und industriepolitischen Förderung (Japan) eine Umweltorientierung gegeben werden und die beteiligten Akteure zur Kooperation motiviert werden.

Das Beispiel von Japan (und auch Großbritannien) mit einer eher schwach ausgeprägten Exportförderung verweist allerdings auch auf die überragende Bedeutung der erfolgreichen nationalen Markteinführung für die Erzielung von Exporterfolgen. Dort sind zugleich die Industriestruktur und die von vorneherein gegebene, ausgeprägte Exportorientierung von Vorteil. Japan ist weiterhin ein Land, das sich durch eine fokussierte und langfristig angelegte Förderung auszeichnet. In den geförderten Marktsegmenten wird dann auch eine überragende Weltmarktbedeutung erreicht.

#### **6.6.3.2. Konkrete Maßnahmen Institutionalisierung und Vernetzung**

- Eine der wichtigsten Maßnahmen, die in den USA Erfolg hatte und relativ leicht übertragbar ist, ist die *Einrichtung einer zentralen koordinierenden Stelle*, die bei Exportaktivitäten beratend und koordinierend zur Verfügung steht (vergleichbar mit dem *US National Advisory Board*) und zugleich Exportkreditagenturen stärker über EE informiert. Dies wird auch von EE-Firmen ausdrücklich gewünscht. Dabei sollte ein *ressortübergreifender, integrativer Ansatz* erreicht werden, der möglichst viele beteiligte Akteure aus staatlichen und privaten Bereichen auf hochrangiger Ebene einbezieht.
- Vernetzung von Institutionen der *Außenwirtschaft und der Entwicklungszusammenarbeit* (UBA, 2004), konkret von KfW Förderbank, Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft (DEG), Hermes-Kreditversicherungs-AG, Interministerieller Ausschuss Außenwirtschaft (IMA AW) und Carl-Duisberg-Gesellschaft (CDG). Dadurch können Finanzströme der Entwicklungszusammenarbeit miteinander abgestimmt werden.
- Hinsichtlich beider Maßnahmen, also der Errichtung von Informationsnetzwerken als auch der Bündelung von Finanzierungsaktivitäten wäre zu diskutieren, inwieweit eine Entsprechung auf der europäischen Ebene geschaffen werden könnte. Hier wären einerseits die europäischen Einrichtungen der Entwicklungszusammenarbeit und der Außenwirtschaft als auch die anderer Mitgliedsstaaten miteinander zu vernetzen. Ob es hier Bereitschaft zur Koordination gibt, müsste sondiert werden. Ein erster Schritt bestünde allerdings in der Entwicklung von informellen Netzwerken, z.B. in Folge einer gemeinsamen Konferenz der Umwelt-, Entwicklungs- und Handelsministerien der Mitgliedsstaaten und der entsprechenden Kommissionsabteilungen.

## **Regulation und Dienstleistung**

- Bereitstellung von *EE-spezifischen Dienstleistungen*, insbesondere Monitoring von Zielmärkten, finanzieller Unterstützung und regulative Unterstützung; hier besteht großer Bedarf und großes Potenzial (EREC, 2003).
- Das UBA schlägt vor, Vorfeldaktivitäten unbürokratisch zu unterstützen (frühzeitige Evaluierung des Potenzials in den Zielländern, Machbarkeitsanalysen, Vorbereitung von Anträgen bei internationalen Organisationen und Finanzinstitutionen) (UBA, 2004).
- In allen drei untersuchten Ländern beruht der Erfolg auf der *Konzentration auf ausgewählte Technologien*, die entweder auf dem Heimatmarkt besonders erfolgreich waren oder an denen ein besonderes außenwirtschaftliches Interesse besteht.

## **Finanzierung**

- In Deutschland bzw. Europa gibt es mit den Exportkreditagenturen bereits eine umfassende Förderung durch *Kreditabsicherungen* beispielsweise durch Hermesbürgschaften (Bundestag, 2006). Die Weiterentwicklung der *Außenwirtschaftsförderung* auf eine verstärkte Unterstützung des Exports Erneuerbarer Energien war auch Gegenstand eines Entschließungsantrags des Deutschen Bundestags vom 7. November 2006. Die Mittel sollten im Niveau beibehalten werden, die *Abstimmung der beteiligten Partner* verbessert und insbesondere *Bedürfnisse von KMU* berücksichtigt werden (Bundestag, 2006).
- Weiterhin wird von Herstellern von EE Technologien vorgeschlagen, die Vergabe von *Kleinkrediten* zu fördern. Obwohl diese anteilig höhere Kosten bei der Versicherung verursachen würden, entspricht das eher den Bedingungen des Sektors als die Hermesbürgschaften. Zusätzlich sollte die *Bündelung* von Kleinkrediten häufiger praktiziert werden, da so die Kosten gesenkt und die Attraktivität für Geldgeber gesteigert wird. Zudem sollten sich Exportkreditagenturen *ambitionierte Ziele* setzen bezüglich des zu erreichenden Anteils der Förderung Erneuerbarer Energien am Kreditportfolio (EREC, 2003).

## **7 Vorschläge für prioritäre umweltpolitische Ansatzpunkte zur Weiterentwicklung des Instrumentariums und Aufzeigen weiteren Forschungsbedarfs**

### ***7.1 Innovationsorientierte Umweltpolitik***

Umweltinnovationen können entlang der klassischen Unterteilung der Innovationsphasen von der Invention über die Markteinführung bis zur Diffusion durch eine ganze Reihe von Maßnahmen stimuliert und gefördert werden. Im Rahmen einer innovationsorientierten Umweltpolitik werden neue Produkte und Prozesse koordiniert gefördert. Eine effektive und effiziente innovationsorientierte Umweltpolitik stellt sicher, dass vielversprechende Technologien über alle Innovationsphasen hinweg gefördert werden, und dass sich die Richtung des technischen Fortschritts tatsächlich hin zu mehr Öko-Effizienz bewegt.

In der Inventionsphase sollte der Staat das zu fördernde Bündel technologischer Lösungen möglichst breit anlegen und eine Diversität konkurrierender Innovationsdesigns zulassen. Das Problem der Unsicherheit über künftige Umweltprobleme kann nur teilweise abgemildert werden, indem Innovationsprojekte durch Experten begutachtet werden. Bei inkrementellen Innovationen kann zudem eine Beteiligung privater Geldgeber erwartet werden.

Die Diffusionsphase ist aus einer ökologischen Perspektive besonders wichtig. Denn öko-effiziente Technologien werden zwar in großer Zahl entwickelt, sie sind aber in der Innovationsphase – wie jede andere Innovation auch - in der Regel teurer oder weniger ausgereift als ihre herkömmlichen Konkurrenzprodukte, so dass die breite Marktdiffusion oft unterbleibt und die Vermarktung umweltfreundlicher Innovationen auf vergleichsweise enge Nischen beschränkt bleibt. In der Phase der Markteinführung müssen oft erhebliche Mengen Kapital und Zeit aufgebracht werden, um die Lernphase zu überbrücken und Skaleneffekte zu erzielen, die die neue Technologie gegenüber etablierten konkurrenzfähig machen. Dazu ist ein gebündeltes Handeln von privaten und verschiedenen staatlichen Akteuren sinnvoll.

Bei der Aufteilung von Innovation in drei Phasen handelt es sich allerdings um ein idealisiertes lineares Modell, in dem alle drei Phasen nacheinander durchlaufen werden. Dies muss aber nicht zwangsläufig so sein, es kann auch zu Innovationen kommen, die einfach vorhandenes Wissen neu kombinieren d.h. ohne eine FuE Phase auskommen. In der Regel läuft ein Innovationsprozess auch nicht so ab, dass zu einem Zeitpunkt eine Markteinführung erfolgt, ab der das neue Produkt unverändert von Adaptoren übernommen wird. Vielmehr findet insbesondere in der Phase der Diffusion über Feedbacks zwischen Nutzern und Produzenten eine

stetige Verbesserung der Produkteigenschaften statt. Die Veränderung von Windkraftanlagen in den letzten Jahrzehnten liefert ein eindrucksvolles Beispiel dafür.

Auch eine innovationsorientierte Umweltpolitik sieht neue Produkte und Prozesse keineswegs als Selbstzweck an, die um jeden Preis entwickelt werden müssten. Bei der Innovationsförderung sowie der Festsetzung von Standards ist immer auch die Zumutbarkeit bzw. das jeweilige Kosten-Nutzen-Verhältnis zu berücksichtigen, insbesondere wenn konkurrierende Möglichkeiten für die Erbringung von Umweltleistungen bestehen, wie beispielsweise eine CO<sub>2</sub>-Reduktion in einem bestimmten Sektor. Im Sinne einer dynamischen Betrachtung sind bei Kosten-Nutzen-Analysen Lernkurveneffekte und economies of scale im Zuge des Markteinführungsprozesses zu berücksichtigen. Gegebenenfalls sollte ein Instrument gewählt werden, dass die unterschiedlichen Grenzvermeidungskosten zwischen den Sektoren offenlegt, wie dies beispielsweise beim Zertifikatehandel der Fall ist. Grundsätzlich sollten umweltpolitische Instrumente einen kontinuierlichen Anreiz zur Verbesserung geben (dynamische Anreizwirkung) und nicht einen technischen Stand festschreiben.

Die Anforderungen an das Instrumentarium zeigen, dass die jeweilige Ausgestaltung von der Technologie, den Zielgruppen und der Innovationsphase abhängig ist, sowie ein hohes Maß der Politikkoordination zwischen verschiedenen Ressorts und Politikebenen erfordert. Die Anforderungen werden im Detail im Folgenden an den empirischen Arbeiten dieses Gutachtens untersucht.

## **7.2 *Innovationspolitische Maßnahmen***

Ausgehend von acht technologischen Handlungsfeldern, deren Förderung besonders vielversprechend erscheint, erfolgte in diesem Gutachten eine Analyse, inwieweit diese Handlungsfelder von der Innovationsförderung des Bundes abgedeckt sind und inwieweit noch Lücken oder Defizite bei der Förderung bestehen. Im Jahr 2005 erhielten 51 Prozent der Anbieter auf dem Umweltschutzmarkt, die umweltinnovative Maßnahmen durchführten, eine Innovationsförderung aus öffentlichen Mitteln. Damit profitieren umweltinnovative Unternehmen überproportional von der öffentlichen Finanzierung der Innovationen. Im Durchschnitt erhalten in der Gesamtheit der innovativen Unternehmen lediglich 35 Prozent eine Förderung.

Innerhalb der Gruppe der umweltinnovativen Unternehmen schneiden wiederum die Handlungsfelder Energieeffizienz (65 Prozent), Kreislaufwirtschaft (49 Prozent), Wasserwirtschaft (56 Prozent) und Ressourceneffizienz (71 Prozent) überproportional gut ab. Die Förderung durch Bundesministerien spielt dabei in allen diesen Handlungsfeldern die Hauptrolle: 47 Prozent der Unternehmen im Handlungsfeld Energieeffizienz, 36 Prozent im Handlungsfeld Kreislaufwirtschaft, 40 Prozent im Handlungsfeld Wasserwirtschaft sowie 63 Prozent im

Handlungsfeld Ressourceneffizienz erhalten ihre öffentliche Förderung aus Mitteln des Bundes. Insofern werden die Unternehmen, die in den genannten vier Handlungsfeldern innovativ tätig sind, durch die Förderprogramme erreicht.

Auch die Analyse der Förderprogramme des Bundes lässt den Schluss zu, dass die Handlungsfelder bereits relativ gut durch laufende und geplante Förderprogramme abgedeckt sind. Vor allem die Handlungsfelder „Erneuerbare Energien“ und „Energieeffizienz“ sind bereits sehr gut durch laufende Förderprogramme finanziert. Keine Informationen liegen allerdings vor über die Förderung von Unternehmen in den Handlungsfeldern „Nachhaltige Mobilität“ sowie „Bio-“, und „Nanotechnologie“. Gerade die Analyse der ökologisch relevanten Förderprogramme in der Biotechnologie legt den Verdacht nahe, dass nur ein kleiner Teil in ökologisch relevante Felder fließt.

Bei den explizit in der High-Tech-Strategie auftauchenden Zukunftsfeldern „Fahrzeug- und Verkehrstechnologien“, „Biotechnologien“ und „Nanotechnologien“ lohnt sich daher eine detailliertere Analyse, inwiefern diese Zukunftsfelder sich mit den entsprechenden Handlungsfeldern decken. Hier besteht Handlungsbedarf für eine Verbesserung des Umweltbezugs. Die Handlungsfelder „Rohstoff- und Materialeffizienz“, „Kreislaufwirtschaft“ und „nachhaltige Wasserwirtschaft“ sollten exponierter in der der High-Tech-Strategie auftauchen.

Die Programme des BMWi zur Verbesserung der Rahmenbedingungen sind technologieoffen ausgeschrieben, was in den Evaluationen dieser Programme als vorteilhaft herausgestellt wird, und was sich offensichtlich auch vorteilhaft auf die umweltinnovativen KMU auswirkt. Es stellt sich allerdings die Frage, ob es nicht darüber hinaus auch spezifische Umweltinnovationsnetzwerke zu Themen wie Materialeffizienz und Energieeffizienz geben sollte. Erste Ansätze sind dazu in der High-Tech-Strategie mit dem geplanten Netzwerk zu Materialeffizienz bereits vorhanden.

### ***7.3 Wie wirkt Umweltpolitik auf die Innovationstätigkeit?***

Anhand einer Frage nach regulierungsbedingten Innovationen im Mannheimer Innovationspanel 2003 wurde untersucht, welche umweltpolitischen Maßnahmen für die Innovationstätigkeit der Unternehmen im Zeitraum 2000-2002 besonders bedeutsam waren. Die wichtigsten Innovationsimpulse der Umweltregulierung gingen von den Handlungsfeldern Energieerzeugung, Rohstoff-/Materialeffizienz und Kreislaufwirtschaft aus. Umweltregulierungen trugen dabei nur teilweise zu einem höheren Innovations- und Unternehmenserfolg bei. Im Bereich der Nachhaltigen Mobilität können positive Effekte auf den Innovationserfolg mit Marktneuheiten (im Vergleich zu Nachahmerprodukten) beobachtet werden. Dies deutet auf eine umweltpolitische Vorreiterrolle Deutschlands hin, welche die Unternehmen frühzeitig zu

Innovationen veranlasst hat, die sie noch vor den Wettbewerbern auf den Markt bringen konnten. Dienstleister, die neue Dienstleistungsangebote im Zusammenhang mit Luftreinhaltung und Emissionsschutz auf den Markt gebracht haben, sind häufiger im Export erfolgreich. Und letztlich erzielten Unternehmen mit Produktinnovationen, die durch Regulierungen im Bereich Rohstoff-/Materialeffizienz angestoßen wurden, höhere Gewinne. Gleichzeitig konnten Unternehmen, die durch die „allgemeine Umweltschutzgesetzgebung“ zur Einführung neuer Produkte und Prozesse angeregt wurden, geringere Umsatzerfolge im Bereich der Produktdiversifikation sowie geringere Kostensenkungseffekte von neuen Verfahren erzielen.

Für die meisten der Handlungsfelder, die gegenwärtig im Zentrum der Umweltpolitik stehen, konnten keine überdurchschnittlichen positiven Auswirkungen auf den Innovations- und Unternehmenserfolg identifiziert werden (im Vergleich zu Innovatoren in Bereichen, die nicht dem Umweltschutz zugeordnet werden). Dies kann aber auch an Verzögerungseffekten liegen. Denn für hohe Innovationserfolge ist eine breite Marktakzeptanz notwendig. Bei neuen Regulierungsbereichen braucht es mitunter eine Reihe von Jahren, bis sich eine große Zahl von Marktakteuren in ihrem Umweltverhalten anpasst und Innovationen nachfragen, die auf Neuregelungen in der Umweltpolitik reagieren. Dies gilt insbesondere für Regulierungen, die auf eine schrittweise Diffusion neuer Umwelttechnologien setzen (wie z.B. im Bereich der regenerativen Energiegewinnung) oder langfristige Umweltziele vorgeben (wie in Bezug auf Energie- oder Materialeffizienz).

Im Bereich der Nachhaltigen Wasserwirtschaft können gewisse Hinweise auf Schwierigkeiten der Vermarktung von Innovationen ausgemacht werden. Diese könnten z.B. an einer niedrigen Zahlungsbereitschaft der Kunden (wie Wasserwerke, Abwasserverbände) oder an einer Marktsättigung liegen. Auch konzentrierten sich in diesem Handlungsfeld die regulierungsgetriebenen Innovationen bis 2002 besonders stark auf Produktinnovationen, während für weitreichende Umweltwirkungen auch Prozessinnovationen, d.h. die Diffusion von nachhaltigen Wassernutzungstechnologien, von großer Bedeutung wären.

Obwohl eine positive Wirkung von Umweltpolitik auf die Innovationstätigkeit zu erwarten ist, scheinen die Potentiale nicht vollständig und in allen Handlungsfeldern ausgenutzt zu sein. Das BMU könnte daher seine eigenen Politiken zum Gegenstand einer Durchsicht machen und danach fragen, inwieweit Innovationen (evtl. auch dynamisch) gefördert werden und welche Innovationsrichtung dabei vorgegeben wird. Dadurch könnten zusätzliche Potenziale erschlossen werden, beispielsweise im Bereich nachhaltiger Wassertechnologien, die ein beachtliches Marktpotenzial aufweisen.

#### **7.4 Preisentwicklung und Umweltinnovationen**

Ein wichtiges Ziel der Umweltpolitik besteht darin, Einfluss auf die Richtung des technischen Fortschritts zu nehmen. Dies ist vor allem über eine Fortentwicklung von preispolitischen Maßnahmen wie Abgaben oder handelbaren Zertifikaten möglich, da die Veränderung der relativen Faktorpreise für Kapital, Arbeit und Umwelt entsprechende Signale an die Marktteilnehmer weiterleitet. Wird der Faktor Umwelt verteuert, stellt sich ein umweltsparender technischer Fortschritt ein (so wie das letzte Jahrhundert durch eine Verteuierung des Faktors Arbeit einen arbeitssparenden technischen Fortschritt erlebt hat). Hohe Energiepreise beispielsweise sind förderlich für Investitionen in die Suche nach alternativen Energiequellen oder in Maßnahmen der Energieeinsparung (Beise und Rennings, 2005).

Eine sehr enge Korrelation zwischen Energiepreisen und Patentanmeldungen für energieeffiziente Technologien bestätigen in empirischen Studien Grupp (1999) für Deutschland und Popp (2002) für die USA. Allerdings zeigen Querschnittsanalysen in mehreren Ländern, dass die Ressourcenpreise alleine keine hinreichende Erklärung für das Innovationsverhalten sind, sondern dass international herausragende Innovationsleistungen weiterer Erklärungsfaktoren bedürfen, beispielsweise der Förderung oder der technologischen Kompetenz der Branchen. Dies gilt vor allem für die sehr frühen Innovationsphasen (Jacob et al., 2005).

Einen weiteren Hinweis auf die hohe Bedeutung von Preisen für die Verbreitung von Umweltinnovationen geben Rehfeld et al. (2007) in einer Befragung von innovativen Unternehmen im Bereich des produktintegrierten Umweltschutzes. Alle Innovatoren im produktintegrierten Umweltschutz wurden in den Telefoninterviews gebeten, zu verschiedenen Aussagen über Vermarktungshemmnisse von umweltfreundlichen Produkten von Kundenseite Stellung zu beziehen. Die Unternehmen wurden gefragt, ob folgende Zitate in Bezug auf die umweltfreundlichen Produktinnovationen ihres Unternehmens zutreffen oder nicht:

„Im Vergleich zu entsprechenden konventionellen Produkten:

- sind ökologische Produkte teurer,
- sind ökologische Produkte qualitativ minderwertig,
- sind ökologische Produkte weniger im Trend.“

Tabelle 32 gibt die Antworten der Unternehmen wieder. Eindeutig sind Vermarktungsprobleme nur in seltenen Fällen auf die geringere Produktqualität zurückzuführen. 84,9% der Innovatoren sind der Meinung, dies sei nicht der Grund für ihre Vermarktungsprobleme. Auch der Meinung, dass ökologische Produkte weniger im Trend liegen, widerspricht mit 68,0%

eine klare Mehrheit der befragten Unternehmen. Allerdings stimmen mehr als die Hälfte der Unternehmen (53,0%) auch der These zu, dass ökologische Produkte im Vergleich zu den konventionellen Wettbewerbern teurer seien. Vermarktungsprobleme ökologischer Produkte könnten demnach auf einen klassischen ökonomischen Faktor zurückzuführen sein: Sie sind schlichtweg zu teuer.

**Tabelle 32: Vermarktungsbarrieren von umweltfreundlichen Produktinnovationen**

<b>Zitat: von Seiten der Kunden</b> <b>„Im Vergleich zu entsprechenden, konventionellen Produkten</b> ...	<b>trifft zu</b>		<b>trifft nicht zu</b>		<b>keine Angabe</b>	
... sind ökologische Produkte teurer.“	116	53,0%	92	42,0%	11	5,0%
... sind ökologische Produkte qualitativ minderwertiger.“	22	10,0%	186	84,9%	11	5,1%
... sind ökologische Produkte weniger im Trend.“	54	24,7%	149	68,0%	16	7,3%
Anzahl der Beobachtungen = 219						

Quelle: Rehfeld et al., (2007).

Aus umweltpolitischer Sicht sollte daher die Internalisierung von externen Kosten bestehender Technologien hoch auf der Agenda stehen und auch aus innovationspolitischen Gründen vorangetrieben werden. Marktbasierte Instrumente wie Ökosteuern oder Emissionszertifikate werden bisher aus der Perspektive einer Innovationsförderung zu zaghaft eingesetzt.

### **7.5 Strategische Ansatzpunkte einer innovationsorientierten Umweltpolitik**

Das Bewusstsein, dass auch umweltpolitische Instrumente speziell die Diffusion von Umweltinnovationen unterstützen können, ist in den letzten Jahren gewachsen. Die Instrumente der Innovationsförderung sind nicht neu. Ziel dieses Gutachtens ist es vor allem, sie systematisch darzustellen und strategische Ansatzpunkte für eine innovationsorientierte Umweltpolitik aufzuzeigen.

Übersicht 9 zeigt die umweltpolitischen Instrumente in Beziehung zu den Innovationsphasen. Die grau markierten Felder sollen Phasen darstellen, auf die sich bereits heute in den Fällen der in Kapitel 4 diskutierten Beispiele Umweltregulierung auswirkt. Die Tabelle soll damit nicht suggerieren, dass es für das jeweilige Instrument gar keine darüber hinausgehenden Innovationswirkungen gegeben habe, z.B. mag es im Bereich der Großfeuerungsanlagenverordnung, der Abgasnormen für Pkw oder neuerdings im Rahmen des EU Emissionshandels durchaus zu Innovationswirkungen kommen bzw. gekommen sein. Diese sind allerdings in der Literatur nicht dokumentiert.

Daher soll die folgende Tabelle vor allem als „stilisiertes Faktum“ dienen, das keinesfalls jeden Einzelfall treffend beschreiben kann, aber grundsätzliche strategische Ansatzpunkte einer innovationsorientierten Umweltpolitik aufzeigen soll.

Zunächst einmal ist eine zentrale Feststellung, dass umweltpolitische Maßnahmen durchweg substantielle Wirkungen auf die Diffusion von neuen Produkten und Prozessen haben. Denn es gehört zu den wichtigen Aufgaben der Umweltpolitik, die Verbreitung neuer umweltfreundlicher Technologien voranzutreiben. Eine Diffusionswirkung ist sowohl bei marktwirtschaftlichen Instrumenten als auch anderen Instrumenten zur Förderung spezifischer Umweltinnovationen festzustellen: Ordnungsrecht, Selbstverpflichtungen und staatliche Fördermaßnahmen. Auch ergänzende Instrumente wie Umweltmanagementsysteme, Öko-Label und grüne Beschaffung fördern Innovationen. Umweltpolitische Instrumente haben sich zu einem kaum zu überschätzenden Motor der ökonomischen Modernisierung entwickelt. Sie beschränken sich aber bisher weitgehend auf die Phase der Diffusion von Umweltinnovationen. Im Falle von staatlichen Fördermaßnahmen gehen die Innovationswirkungen jedoch deutlich über die Diffusionsphase hinaus. So hat die Förderung von erneuerbaren Energien durch das entsprechende Gesetz auch zu einer substantiellen technologischen Weiterentwicklung alternativer Formen der Energieversorgung geführt.

Strategisches Ziel einer innovationsorientierten Umweltpolitik sollte es darüber hinaus sein, verstärkt Einfluss auf die generelle Richtung des technischen Fortschritts zu nehmen (gelb markiertes Feld in Übersicht 9). Preisänderungen sind aber bislang nur sehr unvollkommen durch entsprechende ökonomische Instrumente wie Abgaben und Zertifikate reflektiert, weshalb diese Instrumente weiter ausgebaut werden sollten. Bislang haben handelbare Emissionsrechte und Abgaben vornehmlich die Diffusion umweltfreundlicher Technologien beschleunigt. Auch das Haftungsrecht hat bislang keine erkennbare Lenkungsfunktion ausgeübt. Abgaben und Emissionsrechte können aber als „First-Best“ Instrumente so ausgebaut werden, dass sie auch einen erkennbaren Einfluss auf die Inventions- und Markteinführungsphase von neuen Umwelttechnologien haben und somit die Richtung des technischen Fortschritts beeinflussen. Ansatzpunkt für den Emissionshandel ist die Mengensteuerung, d.h. eine restriktivere Zuteilung von Verschmutzungsrechten. Und das Haftungsrecht übt ebenfalls eine Internalisierungsfunktion aus, d.h. eine Aktivität findet nicht statt, wenn sie nicht versicherbar ist.

Sollte ein marktbasierendes Instrument beispielsweise aufgrund von unerwünschten ökonomischen oder sozialen Wirkungen der Umweltpolitik nicht gewollt oder nicht durchsetzbar sein, dann kann versucht werden, mit Hilfe von anderen Instrumenten wie etwa Technology For-

cing Strategien des Ordnungsrechts (beispielsweise im Top Runner Programm) Wirkungen auf die frühen Innovationsphasen der Invention und Markteinführung zu erzielen.

**Übersicht 9: Ansatzpunkte einer innovationsorientierten Umweltpolitik**

Instrument/Phase	Invention	Markteinführung	Diffusion
<b>Auf Innovationspolitik gerichtete Instrumente</b>			
<b>Spezifische Programme zur Technologieförderung</b>			
<b>Förderung von Unternehmensnetzwerken , Technologietransfer</b>			
<b>Umweltpolitiken zur Förderung von Umweltinnovationen</b>			
<b>a) Marktbasierte Instrumente zur allgemeinen Förderung des umwelttechnischen Fortschritts</b>			
<b>Abgaben</b>	Richtung des technischen Fortschritts		
<b>Handelbare Nutzungsrechte</b>			
<b>Haftungsrecht</b>			
<b>b) Instrumente zur Förderung spezifischer Umweltinnovationen</b>			
<b>Ordnungsrecht</b>	Technology Forcing		
<b>Selbstverpflichtungen</b>			
<b>Staatliche Fördermaßnahmen</b>			
<b>c) Flankierende angebots- und nachfrageseitige Instrumente zur Diffusionsförderung von Umwelttechnologien</b>			
<b>Umweltmanagementsysteme</b>			
<b>Öko-Label</b>			
<b>Grüne Beschaffung</b>			

Bei einer weicheren Politik könnten auch dynamische Selbstverpflichtungen gewählt werden, die aber nur bei niedrigen Kosten der ökologischen Zielerreichung erfolgversprechend sind. Auch die Potentiale des Ordnungsrechts sind hierzulande bisher nicht völlig ausgeschöpft, wie die Best Practice Beispiele aus Kalifornien und Japan zeigen. Zum einen können für die

Zukunft verbindliche Performanzziele vorgegeben werden und die Markteinführung von Technologien verboten werden, die diese Ziele nicht einhalten (nach dem Vorbild der kalifornischen Luftreinhaltepolitik). Zum anderen könnte das Performanzziel aus den jeweiligen Bestandards abgeleitet werden (dynamische Performanzstandards) so dass ein kontinuierlicher Anreiz zur Verbesserung gegeben wird (nach dem Vorbild des japanischen Top Runner). In jedem Fall ist es notwendig, dass nachvollziehbare und kommunizierbare Performanzindikatoren entwickelt werden. So sind der Energieverbrauch oder bestimmte Luftschadstoffe gut zu messen. Hinsichtlich von z.B. Chemikalien und zahlreichen weiteren Umweltproblemen fehlen eindeutige Performanzkriterien.

Drittens besteht auch die Möglichkeit, nach dem Vorbild des EEG die gewünschten Umweltinnovationen finanziell zu fördern. Dies kann, wie am Beispiel des EEG gezeigt werden konnte, durchaus zu positiven Innovationseffekten führen, wenn es gelingt, durch die Ausgestaltung des Gesetzes die Probleme von Subventionen zu reduzieren (vor allem Mitnahmeeffekte, Bedenken gegen zeitliche Unbefristetheit von Subventionen).

Viertens ist es sinnvoll, diese Maßnahmen einer innovationsorientierten Umweltpolitik mit zusätzlichen angebots- und nachfrageseitigen Instrumenten zur Diffusionsförderung von Umwelttechnologien zu flankieren, welche die Funktionsfähigkeit der Umweltmärkte verbessern (Umweltmanagementsystem wie EMAS, Umweltkennzeichen) oder die Nachfragemacht des Staates nutzen (Grüne Beschaffung).

## **7.6 *Schlussfolgerungen aus der Analyse ausländischer Best Practice Beispiele***

*Frage 1: Ist Europa ein Trendsetter für die Weiterentwicklung der Umweltstandards in anderen Weltregionen? Werden dadurch Exportvorteile für Technologien und Produkte aus Europa geschaffen?*

Wenn ein solcher Zusammenhang erkennbar wäre, dann müsste auch weiterhin für ein relativ hohes europäisches Regulierungsniveau gesorgt werden, um damit den Vorsprung auch bei einem eventuellen Nachziehen anderer Regionen aufrecht zu erhalten.

Tatsächlich orientieren sich in den untersuchten Beispielen die umweltpolitischen Aktivitäten überwiegend an den europäischen Maßstäben. Die chinesische Abgaspolitik übernimmt unmittelbar die europäischen Abgasstandards. Das Niveau der kalifornischen Klimaschutzstandards entspricht den europäischen Vorgaben. Die Exportförderung in den USA wird mit einem Nachholbedarf gegenüber den europäischen Partnern begründet. Auch die japanischen Vorgaben sowohl beim Top-Runner als auch bei der Kreislaufwirtschaftspolitik scheinen –

bei allen Schwierigkeiten der Vergleichbarkeit – kaum über dem Niveau zu liegen, das auch in Europa technischer Standard ist.

Europa ist allerdings nicht das einzige Vorbild: Das kalifornische Beispiel der Solarförderung orientiert sich offenbar an dem japanischen Vorbild der Investitionsbezuschussung bei kleinen Anlagen (das allerdings in ähnlicher Form auch in Deutschland und Europa eingeführt ist). Die in Kalifornien eingeführten Beststandards für Haushaltsgeräte könnten japanischen Geräten Vorteile geben, genauso wie die Emissionsbegrenzungen für CO<sub>2</sub> bei Autos in Kalifornien und China. Das japanische Top Runner Programm könnte eine bessere Vorbereitung auf diese Exportmärkte darstellen, als die bisherigen europäischen Instrumente: Weder die freiwillige Selbstbeschränkung, noch die Kennzeichnung oder die Euro Normen geben augenscheinlich ausreichende Innovationsanreize, um auch die (teils dynamischen) Standards dieser Länder in ausreichender Weise zu bedienen. In diesem Fall dürfte ein Nachholbedarf gegeben sein: Die Klimaschutzpolitiken, die derzeit auf der ganzen Welt entwickelt werden, lassen eine scharfe Konkurrenz zwischen den Wirtschaftsregionen dieser Welt erwarten, um die Standards einzuhalten. Ein Nachlassen europäischer Anstrengungen könnte schnell dazu führen, das der Anschluss verloren geht.

Bisher ist das allerdings noch nicht zu erkennen, die europäischen Standards geben ein Beispiel für andere Regionen und es geht in den untersuchten Beispielen zumindest hinsichtlich von Kalifornien (Klimaschutz), USA (Exportförderung) und China (v.a. Abgasstandards) eher um ein Aufholen als darum, das europäische Niveau zu übertreffen. Inwieweit sich tatsächlich Marktvorteile daraus für europäische Hersteller ergeben, kann in den Kurzfallstudien nicht beantwortet werden. Die Analyse der regulierungsbedingten Innovationen in Deutschland aus dem Jahre 2003 jedenfalls zeigt, dass das Handlungsfeld Nachhaltige Mobilität von den Regulierungen zu Abgasnormen profitiert hat. Es ist umgekehrt ein erklärtes Motiv der chinesischen und auch der japanischen Politik, mit den umweltpolitischen Standards die Exportchancen der eigenen Industrie in den europäischen Märkten zu verbessern. Ob dies erfolgreich ist, kann mit den Studien nicht be- oder widerlegt werden. Diese Motivation legt allerdings wiederum nahe, dass Europa schlecht beraten wäre, in seinen umweltpolitischen Anstrengungen nachzulassen.

*Frage 2: Hat Europa seine Führungsrolle verloren? Sind die umweltpolitischen Trends und das Anspruchsniveau in anderen Regionen höher bzw. weiter entwickelt? Gehen dadurch eventuell Exportchancen verloren, weil europäische Anbieter die Regulierungsstandards nicht mehr einhalten können?*

Für eine Übernahme der Rolle des Trendsetters durch andere Regionen gibt es weniger Evidenz. In Einzelfällen sind technologische Vorteile der Wettbewerber zu erkennen, die durch eine ambitionierte Förderpolitik weiter ausgebaut werden dürften (z.B. Entwicklung und Markteinführung von Brennstoffzellen in den USA, siehe Jacob 2003). Die Förderung ist auf die Markteinführung konzentriert und zielt darauf ab, Skalen- und Lerneffekte zu realisieren. Dazu werden die Aktivitäten einer Reihe von öffentlichen Akteuren im Rahmen von Forschungsförderung, Investitionsförderung, bis hin zu öffentlicher Beschaffung koordiniert. Auch die US-Exportförderung scheint eher koordiniert als vergleichbare deutsche Initiativen.

Die japanische Recyclinginitiative hat ebenfalls das Potential, dass dort technische Standards entwickelt werden, die von europäischen Herstellern nicht mehr bedient werden können. Dies scheint derzeit nicht der Fall zu sein, zumindest wird darüber nicht berichtet. Allerdings könnte der (entstehende) japanische Markt für Recyclingtechnologien auch Exportchancen für deutsche Unternehmen bieten. Im Rahmen der Fallstudie konnte nicht geprüft werden, ob europäische Sortier-, Recycling- und Verwertungstechnologien auch auf dem dortigen Markt verwertbar wären. Dadurch könnten beträchtliche Marktpotentiale entstehen. Eine Marktstudie könnte helfen, diese Potentiale zu sondieren und zu erschließen. Hinsichtlich der dynamischen Energieeffizienzstandards ist indessen noch keine Vorreiterrolle Japans erkennbar. Das Top Runner Programm strebt keine Systeminnovationen an, sondern zielt auf inkrementelle Verbesserungen innerhalb der jeweiligen Produktgruppen.

Anspruchsvolle Energieeffizienzstandards für Automobile in Kalifornien können erwartet werden. Welche Technologien dann in der Lage sind, diese Standards einzuhalten, ist offen. Die Zero Emission Standards, die auf eine Bevorzugung von Brennstoffzellen-Pkw hinausgelaufen wären, sind in der gerichtlichen Auseinandersetzung gescheitert. Dennoch bleibt die kalifornische Politik eine wichtige Triebkraft für die Weiterentwicklung von Antriebstechnologien. Für die weitere Entwicklung kämen sowohl Hybrid-Pkw als auch effiziente Diesel Pkw in Frage. Da in den USA Diesel Pkw keinen nennenswerten Marktanteil haben, scheint es Vorteile für Hybridantriebe zu geben. Zudem sind die Abgasstandards für Stickoxide aus Dieselmotoren so streng, dass sie mit den derzeit in Europa marktgängigen Technologie nicht bedient werden können. Die europäischen Hersteller haben mit der „bluetech Initiative“ einen Verbund von namhaften europäischen Autoherstellern gebildet, die Dieseltechnologien für den US Markt entwickeln (z.B. Mercedes mit seinem NO<sub>x</sub> Speicherkatalysator) (damit werden zudem die EURO V Normen vorweggenommen). Zudem könnte ein Regulierungsexport, z.B. hinsichtlich der Begrenzung von Feinpartikeln, der Kraftstoffqualität, etc. die Erschlie-

ßung des US Marktes auch für Diesel Pkw unterstützen. Zugleich sollte aber die Entwicklung von Hybrid Antrieben und weiteren Alternativen auch hierzulande vorangetrieben werden, um den US Markt weiter bedienen zu können. Die EURO-IV Normen für Ottomotoren entsprechen etwa denen von ULEV (Ultra Low Emission Vehicle) Pkw in Kalifornien und sind somit zumindest in dieser Hinsicht gut dafür aufgestellt, dort Marktanteile zu erzielen.

Die chinesischen Abgasstandards dürften die Exportchancen für europäische Hersteller eher verbessern, die Tatsache dass deren Einführung von Vertretern der Automobilindustrie begrüßt wird, lässt sich nicht anders deuten. Hinsichtlich der CO<sub>2</sub> bezogenen Grenzwerte sieht die Situation anders aus. Die chinesischen Maßnahmen zielen darauf ab, stark motorisierte Pkw zu benachteiligen. Dies könnte für den Export europäischer Automobile erhebliche Nachteile nach sich ziehen. Bisher ist allerdings nicht erkennbar, dass die stetig steigende Nachfrage nach großen Pkw von den Maßnahmen tatsächlich eingeschränkt würde. Die hohe Priorität, mit der Klimaschutzmaßnahmen in China derzeit verfolgt werden, lassen allerdings erwarten, dass weitergehende Maßnahmen folgen werden.

Aus dem niederländischen Beispiel des Transitionmanagements lassen sich derzeit noch keine Schlussfolgerungen ziehen, inwieweit dadurch technische Standards entwickelt werden, die Exportvor- oder -nachteile für die deutsche oder andere nichteuropäische Hersteller nach sich ziehen könnten.

*Frage 3: Lassen sich aus den Best Practice Beispielen Lektionen für die Gestaltung der Umweltpolitik in Deutschland und Europa ableiten? Ist die Umweltpolitik in anderen Regionen besser auf die Förderung von Innovationen eingerichtet?*

Die Beispiele verweisen auf Potentiale hiesiger Umweltpolitik gleich in mehrfacher Hinsicht:

- **Politikintegration:**

Maßnahmen, die die Aktivitäten unterschiedlicher staatlicher Akteure miteinander verknüpfen, sind geeignet, Innovationsimpulse zu geben. Dieser Befund ist in der Literatur unumstritten. Gleichzeitig ist es auch schwierig, zwischen verschiedenen Ressorts koordinierte Programme zu entwickeln. Die Beispiele des niederländischen Transitionmanagements, die Zusammenarbeit von Wirtschafts- und Umweltministerium in Japan, die hohe Integration von Exportförderung und der Förderung von Brennstoffzellen in den USA verweisen darauf, dass es weitergehende Potentiale der ressortübergreifenden Kooperation gibt als diese hierzulande genutzt werden. Dabei stellen die Programme aller-

dings kaum die Handlungslogiken und Ziele der jeweils beteiligten Ressorts in Frage. Bei den Maßnahmen handelt es sich um Programme zur Forschungs- und Investitionsförderung. Wenn entsprechende Ressourcen zur Verfügung stehen, dürfte eine Kooperation eher zu erzielen sein, als wenn es um einen Politikwandel in den jeweiligen Ressortpolitiken geht. Allerdings könnten auch die vergleichsweise stark segmentierten deutschen Förderprogramme von einer ressortübergreifenden Koordination profitieren.

- **Langfristigkeit:**

Die Förderung von Umweltinnovationen muss – um erfolgreich zu sein – langfristig angelegt sein. Die Beispiele Japans, das niederländische Transitionsmanagement, die Förderung von Brennstoffzellen in den USA und die kalifornische Klimaschutzpolitik zeichnen sich durch eine ausgesprochen langfristige Orientierung aus. Damit können Innovationen im gesamten Innovationszyklus gefördert werden.

- **Einbezug von Interessengruppen:**

Vor allem die Beispiele aus den Niederlanden und Japan, hinsichtlich der Brennstoffzellen auch die USA zeigen, dass Regierungen in der Formulierung und Umsetzung der Maßnahmen die Zielgruppen weitgehend einbeziehen. Die in solchen Kontexten entwickelten Politiken dürften eher in der Lage sein, auch die Ressourcen privater Akteure zu mobilisieren. Dagegen ist die kalifornische Klimaschutzpolitik (auch ganz traditionell) eher antagonistisch zu den Interessengruppen aus der Industrie angelegt. Dies könnte dort, wegen der geringeren Bedeutung heimischer Industrie leichter durchzusetzen sein. Die Ziele und Standards sind dort regelmäßig Gegenstand gerichtlicher Auseinandersetzung. Allerdings sind die kalifornischen Maßnahmen regelmäßig so anspruchsvoll, dass sie auch beispielgebend für andere Wirtschaftsregionen sind. Dieser Ambitionsgrad dürfte kaum im Konsens mit den betroffenen Zielgruppen herzustellen sein. Innovationsnetzwerke sind ein geeigneter Punkt zur Einbeziehung von Interessengruppen bei gleichzeitig verbesserter Politikintegration, wenn die relevanten staatlichen Ressorts und Ebenen mit einbezogen werden. Die Beispiele des Transitionsmanagements und der Förderung von Brennstoffzellen in den USA zeigen, dass es über die finanzielle Förderung hinausgehend Anreize gibt, um ein Innovationsnetzwerk zu initiieren (z.B. über Patentaustausch).

- **Regulativen Kern stärken:**

Auch in der innovationsorientierten Umweltpolitik lässt sich ein Trend weg von ordnungsrechtlichen Instrumenten hin zu neuen Formen von umweltpolitischen Governanceformen beobachten. Den neuen Instrumenten und deren Aushandlung ist gemeinsam,

dass sie den Zielgruppen eine größere Freiheit bei der Umsetzung lassen. Die Beispiele aus Japan, Kalifornien und China zeigen, dass neue persuasive und ökonomische Instrumente sinnvoll mit „alten“ regulativen Ansätzen kombiniert werden können und dabei die Gesamtwirkung verbessert werden kann. Ohne einen solchen regulativen Kern besteht die Gefahr, dass informationsbasierte und freiwillige Instrumente leicht zu ausschließlich symbolischem Handeln führen können.

Das japanische Beispiel dynamischer Standards, die sich an der Performanz des jeweils leistungsfähigsten Herstellers orientiert, ist ein Element, das ebenfalls in die deutsche und europäische Regulierung übernommen werden sollte. Dabei sollte allerdings vermieden werden, dass bestehende technologische Trajektorien durch das Instrument fixiert werden. Dies lässt sich verhindern, indem die Produktgruppen nicht alleine angebotsseitig über die Technik definiert werden, sondern allgemeiner über ihre Funktionen. Wichtig wäre zudem eine breite Anwendung des Top Runner Programms, das sich wie in Japan nicht lediglich auf weiße Ware bezieht, sondern z.B. auch Verbrauchsgrenzen für Pkws formuliert. Weiterhin wäre zu überlegen, wie weitere Parameter über den Energieverbrauch hinausgehend in das System mit einbezogen werden können.

- **Kapazitätsschonend regulieren:**

Aus dem Beispiel des japanischen Top-Runner Programms lässt sich eine weitere Schlussfolgerung für die Weiterentwicklung des europäischen und deutschen umweltpolitischen Instrumentariums ziehen: Das Instrument kombiniert ordnungsrechtliche Ansätze (Verbot des Marktzugangs) mit Ansätzen der Selbstregulierung (Umweltzeichen) und der Förderung (Beschaffung). Während die „weicheren“ Elemente des Programms kaum umstritten sein dürften, wird ihre Wirksamkeit durch einen harten regulativen Kern ungleich erhöht. Die Kombination von unterschiedlichen Governanceansätzen mit einer wechselseitigen Verstärkung (bzw. Entlastung) ist auch in Europa z.B. bei REACH angewendet worden (Hey et al., 2007).

Insgesamt zeigt die Analyse jüngerer umweltpolitischer Initiativen aus anderen Wirtschaftsregionen, dass ein Nachlassen in den umweltpolitischen Anstrengungen leicht dazu führen könnte, dass Exportchancen verloren gehen und dass solche Chancen auch besser als bisher ausgenutzt werden können. Die Beispiele verweisen weiterhin auf Ansatzpunkte für einen „Import“ von einzelnen Elementen zur Weiterentwicklung hiesiger Umweltpolitik.

## **7.7 Vorschläge für einen Policy Mix**

Aus den Ergebnissen dieses Gutachtens ergeben sich Handlungsbedarf und -möglichkeiten in mehrfacher Hinsicht für eine sowohl angebots- als auch nachfrageseitige Förderung von Umweltinnovationen (Push- und Pull-Strategie):

### **1) Förderung von neuen umweltfreundlichen Technologien verbessern**

Die bisher schon intensive Förderung umweltfreundlicher Technologien sollte erhalten und ausgebaut werden. Technologien, die neu entwickelt und auf dem Markt eingeführt werden sollen, müssen intensiv gefördert werden. Allgemeine nachfragebasierte Instrumente allein sind dort nur von begrenztem Nutzen. Um das angebotsseitige Potential auszunutzen, bietet sich eine konsequente Umweltorientierung sowohl der innovationspolitischen Instrumente als auch der Markteinführungsprogramme an.

### **2) Innovationswettbewerb in etablierten Branchen initiieren**

In solchen Branchen, die sich bereits durch eine intensive Innovationstätigkeit auszeichnen, sind öffentliche Fördermittel für FuE Aktivitäten weniger vordringlich oder wirksam als in neu zu entwickelnden Branchen und Technologien. Die Entwicklung neuer Chemikalien, Autos oder Anlagen beansprucht erhebliche Ressourcen, die verstärkt auf Umweltziele orientiert werden können. Das kann durch Wettbewerbselemente erreicht werden, etwa mittels des Top Runner Ansatzes oder mit anspruchsvollen Performanzstandards wie beispielsweise Energieverbrauchsstandards.

### **3) Umweltpolitische Instrumente ausbauen**

Die nachfrageseitige Förderung von Umweltinnovationen hat erhebliche Verbesserungspotentiale. Obwohl eine positive Wirkung erwartet werden kann, wird durch das gegenwärtige umweltpolitische Instrumentarium das Potential nicht annähernd ausgeschöpft. Die Internalisierung externer Kosten bei bestehenden Technologien durch den anspruchsvollen Ausbau des Emissionshandels ist ein Ansatz, von dem eine positive Wirkung zu erwarten ist. Auch ordnungsrechtliche Standards sind bisher nicht in ausreichendem Maße ausgeschöpft worden. Die Dynamisierung von Standards und eine anspruchsvolle Regulierung können einen Innovationswettbewerb anstoßen. Durch eine umweltorientierte öffentliche Beschaffung können Lern- und Skaleneffekte erzielt werden, daher sollten Umweltgesichtspunkte stärker berücksichtigt werden. Auch staatliche Fördermaßnahmen nach dem Vorbild des EEG können Innovationswirkungen entfalten, beispielsweise durch das sogenannte „Wärme EEG“.

#### **4) Internationale Marktpotentiale ausschöpfen**

Umweltinnovationen bieten weltweite Marktchancen. Diese sind seitens der Politik bisher nicht ausreichend unterstützt. Hier bieten sich Aktivitäten der Exportförderung, der Marktbeobachtung sowie handelspolitische Aktivitäten (z.B. eine Privilegierung von Umwelttechnologien) an.

Sinnvoll könnten auch Marktstudien zu umweltfreundlichen Technologien in außereuropäischen Ländern sein, die öffentlichkeitswirksam vorgestellt werden. Damit könnte der umweltpolitische Diskurs noch stärker auf die ökonomischen Chancen des Umweltschutzes hinweisen.

Gemeinsam mit anderen europäischen Akteuren sollten Aktivitäten des Regulierungsexports weiter betrieben werden. Beispielsweise wäre von einer Ausweitung des europäischen Emissionshandels auf Kalifornien oder andere außereuropäische Gebiete erhebliche Signalwirkungen zu erwarten. Auch erfolgreiche nationale Regulierungen wie z.B. das EEG können einen Ansatzpunkt für Regulierungsexport darstellen.

### **7.8 *Forschungsbedarf***

Der Forschungsbedarf zu Umweltinnovationen gliedert sich sowohl in Grundlagenforschung, in angewandte Forschung, als auch in einen Bereich „öffentliche Statistik“.

In der Grundlagenforschung fehlt es an einer geschlossenen Theorie, mit der Umweltinnovationsthema und ihre Determinanten sowie Wirkungen analysiert werden könnten. Zu Lead Märkten für Umweltinnovationen gibt es bislang lediglich eine explorative empirische Studie. Strategische Ansatzpunkte (z.B. die Möglichkeit der Positionierung als Second Mover bzw. Early Follower) sowie Kosten-Nutzen-Aspekte einer Lead Markt-Position blieben bislang unbeachtet. Die vorliegende Studie hat beispielsweise Hinweise darauf gegeben, dass die Abgasstandards für Pkw ein interessanter Untersuchungsgegenstand sein könnten – erstens weil sie tatsächlich zu Innovationen (im engeren Sinne) und nicht lediglich zur Diffusion des Standes der Technik geführt haben. Zweitens wegen der internationalen Verbreitung der Standards, und drittens weil die Unternehmen im Bereich Nachhaltige Mobilität ihre durch diese Regulierung hervorgerufenen Innovationen offenbar sehr erfolgreich vermarktet haben.

In der angewandten Forschung zeigen sich die Defizite daran, dass kaum Forschung bezüglich verschiedener Innovationsphasen oder gar Handlungsfelder verfügbar ist. Auch zu den aktuell diskutierten Instrumenten in der Klimapolitik und ihren Auswirkungen auf Innovationen gibt es Forschungsbedarf, wie z.B. das Verbot herkömmlicher Glühbirnen, die Umlage

der Kfz-Steuer auf die Mineralölsteuer, die Einbeziehung des Flugverkehrs in den Emissionshandel, Grenzwerte für den CO<sub>2</sub>-Ausstoss von Pkw usw.

Praktisch fehlt für die Bewertung einer sehr technologiespezifischen Förderung von Umweltinnovationen entlang von Handlungsfeldern sowie Technik- und Produktlinien auch eine entsprechende Datenbasis, um Anbieter in diesen Handlungsfeldern systematisch identifizieren und vergleichen zu können. Sowohl die Förderdatenbanken als auch die Datenbanken zu den Innovationserhebungen gliedern sich in andere Systematiken, die nur teilweise mit der hier verwendeten Abgrenzung von Technologien übereinstimmen.

In den nächsten Jahren dürfte sich generell durch die Einführung des Emissionshandels, und hoffentlich auch durch den Europäischen Community Innovation Survey (CIS) im Jahre 2008 die Verfügbarkeit öffentlicher Daten zum Thema Umweltinnovationen verbessern, und damit die Situation etwas entschärfen. Um die Auswirkungen von Förderpolitiken auf die ausgewählten Handlungsfeldern und Produktgruppen sehr spezifisch zu untersuchen, müssten jedoch zudem die Systematiken der Förderdatenbanken verändert werden.

## 8 Literatur

- An, F., (2006), *The Chinese Fuel Economy Standards for Passenger Vehicles: How it Works, the Targets, the effects*, Presentation for the European-Asian Policy Workshop on Cars, Climate and Energy, Berlin 19.7.2006.
- An, F., A. Sauer (2004), *Comparison of Automobile Fuel Efficiency and GHG Emission Standards around the World*. Presentation IEA/ UNEP Workshop Shanghai, 13.11.2004, Washington.
- Ashford, N. (2000), An Innovation-based Strategy for a Sustainable Environment, in: Hemmelskamp, J., F. Leone, und K. Rennings (Hrsg.), *Innovation-oriented Environmental Regulation: Theoretical Approaches and Empirical Analysis*, Heidelberg, 67–107.
- Auto Components Working Group (2004), Key Recommendations. Position Paper, Peking.
- Babel, C. (1999), Abschätzung der innovativen Wirkungen des Umwelthaftungsrechts dargestellt am Beispiel des Umwelthaftungsgesetzes, in: P. Klemmer (Hrsg.), *Innovationen und Umwelt*. Analytica, Berlin, 277 – 303.
- Bals, C., I. van de Sand (2005), *Deutsche Autoindustrie klagt gegen Klimaschutzgesetz Kaliforniens*, Hintergrundpapier, Germanwatch, Bonn (<http://www.germanwatch.org/rio/auto05hg.htm>; 29.11.2006).
- Baumol, W.J., W. Oates (1971), The Use of Standards and Prices for Protection of the Environment, *Swedish Journal of Economics* 73(1), 42-54.
- Beise, M. (2001), Lead Markets: Country-specific Success Factors of the Global Diffusion of Innovations, *ZEW Economic Studies Bd. 14*, Heidelberg, Physica.
- Beise, M., J. Blazejczak, D. Edler, K. Jacob, M. Jänicke, T. Loew, U. Petschow, und K. Rennings (2003), The Emergence of Lead Markets for Environmental Innovations, in: Horbach, J., J. Huber, und T. Schulz (Hrsg.), *Nachhaltigkeit und Innovation – Rahmenbedingungen für Umweltinnovationen*, München, 11 – 53.
- Beise, M., K. Rennings (2005), Lead Markets and Regulation: A Framework for Analyzing the International Diffusion of Environmental Innovation, *Ecological Economics* 52(1) 5-17.
- Belitz, H., R. Eschenbach, O. Pfirrmann, und H. Steinke (2004), *Evaluation der Maßnahme "Förderung von Innovationen in Netzwerken – InnoNet" – Wirkungsanalyse*, Berlin
- Blazejczak, J., D. Edler, J. Hemmelskamp, und M. Jänicke (1999), Environmental Policy and Innovation – an International Comparison of Policy Frameworks and Innovation Effects, in: Klemmer, P. (Ed.), *Innovation and the Environment*, Berlin, 9–30.
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2006a), *Bundesbericht Forschung 2006*, Bonn, Berlin
- BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) (2006b), *Die Hightech-Strategie für Deutschland*, Bonn/Berlin, (<http://www.hightech-strategie.de>)
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2006), *Ökologische Industriepolitik – Memorandum für einen „New Deal“ von Wirtschaft, Umwelt und Beschäftigung*, Berlin ([http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/memorandum\\_oekol\\_industriepolitik.pdf](http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/memorandum_oekol_industriepolitik.pdf); 09.11.06).

- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2006a), *Umweltbericht 2006*, Berlin.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2006b), *Ökologische Industriepolitik*, Berlin.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), ETAP (Environmental Technologies Action Plan) (2006), *Innovationen forcieren – Umwelt schützen*. Berlin.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2007), Liste der Selbstverpflichtungen, ([http://www.bmu.de/wirtschaft\\_und\\_umwelt/selbstverpflichtungen/d0c/36514.php](http://www.bmu.de/wirtschaft_und_umwelt/selbstverpflichtungen/d0c/36514.php)).
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) (2006), *Vorschlag für ein 10-Punkte-Programm für mehr Energieeffizienz im Nachfragebereich*, Berlin ([http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/energieeffizienz-10-punkte-programm\\_property=pdf\\_bereich=bmwi\\_sprache=de\\_rwb=true.pdf](http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/E/energieeffizienz-10-punkte-programm_property=pdf_bereich=bmwi_sprache=de_rwb=true.pdf); 09.11.06).
- Böhling, A. (2006), „*Top Runner – Vorschlag für eine Energieeffizienzgesetz*“, Vortrag auf dem Top-Runner-Workshop der InitiativeEnergieeffizienz, 29. Juni 2006, Berlin ([http://www.initiative-energieeffizienz.de/uploads/media/Vortrag\\_B\\_hling.pdf](http://www.initiative-energieeffizienz.de/uploads/media/Vortrag_B_hling.pdf); 09.11.06).
- Böhringer, C., A. Lange, und U. Moslener (2005a), Der EU-Emissionshandel im Zielkonflikt zwischen Effizienz, Kompensation und Wettbewerbsneutralität. *Perspektiven der Wirtschaftspolitik*, 6 (3), 309-323.
- Böhringer, C., H. Koschel, und U. Moslener (2005b), Emissionshandel, Ökosteuern und Förderung erneuerbarer Energien: Ökonomische Überlegungen zum Zusammenwirken dreier Instrumente in der Praxis. *ZfE – Zeitschrift für Energiewirtschaft* 29 (2005), 1, 3 – 10.
- Bonus, H. (1984), *Zwei Philosophien der Umweltpolitik, Lehren aus der amerikanischen Luftreinhaltepolitik*. List Forum, Bd. 12
- Bonus, H. (1995), Umweltlizenzen, in: Junkernheinrich, M., P. Klemmer, und G. R. Wagner (Hrsg.), *Handbuch zur Umweltökonomie*, Analytica-Verlag, Berlin, 301 – 306.
- Brisaer, A. (2006), „*Main reasons why the Japanese „Top Runner“ approach is not appropriate for a legal instrument for market transformation in the EU*“, Vortrag auf dem Top-Runner-Workshop der InitiativeEnergieeffizienz, 29. Juni 2006, Berlin ([http://www.initiative-energieeffizienz.de/uploads/media/Vortrag\\_2\\_Brisaer.pdf](http://www.initiative-energieeffizienz.de/uploads/media/Vortrag_2_Brisaer.pdf); 09.11.06).
- Brockmann, K. L. (1999), Innovationswirkungen der „Erklärungen der deutschen Wirtschaft zur Klimavorsorge“ – Eine Fallstudie, in: K. Rennings (Hrsg.), *Innovation durch Umweltpolitik*, ZEW Wirtschaftsanalysen, Bd. 36, 147 – 182.
- Brunnermeier, S.B., M.A. Cohen (2003), Determinants of environmental innovation in US manufacturing industries, *Journal of Environmental Economics and Management* 45, 278-293.
- Bundesindustrieverband Deutschland Haus-, Energie- und Umwelttechnik e.V., BDH (2006), Pressemitteilung vom 24.4.2006.
- Bundesregierung (2005), *Gemeinsam für Deutschland – mit Mut und Menschlichkeit*. Koalitionsvertrag zwischen CDU, CSU und SPD, o. O.,

- ([http://www.bundesregierung.de/nsc\\_true/Content/DE/\\_\\_\\_Anlagen/koalitionsvertrag\\_templateld=raw,property=publicationFile.pdf/koalitionsvertrag](http://www.bundesregierung.de/nsc_true/Content/DE/___Anlagen/koalitionsvertrag_templateld=raw,property=publicationFile.pdf/koalitionsvertrag); 09.11.06).
- Burtraw, D. (2000), Innovation under the Tradeable Sulphur Dioxide Emission permits Programme in the US Electricity Sector, OECD, *Innovation and the Environment*, Paris, 63–84.
- California Air Resources Board (CARB) (2006), *AB 32 Fact Sheet – California Global Warming Solutions Act of 2006*, September 25, 2006 (<http://www.arb.ca.gov/cc/factsheets/ab32factsheet.pdf>; 29.11.2006).
- California Energy Commission (2005b), *Integrated Energy Policy Report*, November 2005 (<http://www.energy.ca.gov/2005publications/CEC-100-2005-007/CEC-100-2005-007-CMF.PDF>; 30.11.2006).
- California Energy Commission (CEC) (2005a), *Global Climate Change and California, final staff report, Juni 2005* (<http://www.energy.ca.gov/2005publications/CEC-600-2005-007/CEC-600-2005-007-SF.PDF>; 29.11.2006).
- California Energy Commission (CEC) (2006), *"California's Energy Efficiency Standards for Residential and Nonresidential Buildings"* (<http://www.energy.ca.gov/title24/>; 29.11.2006).
- California Energy Commission (CEC) (o.J.), *Green Building Action Plan, Work In Progress*, (Detailed direction that accompanies Governor's Executive Order S-20-04) ([http://www.energy.ca.gov/greenbuilding/documents/background/02\\_GREEN\\_BUILDING\\_ACTION\\_PLAN.PDF](http://www.energy.ca.gov/greenbuilding/documents/background/02_GREEN_BUILDING_ACTION_PLAN.PDF); 29.11.2006).
- California Public Utilities Commition (CPUC) (2006a), *"PUC adopted performance-based incentive program for groundbreaking California Solar Initiative"*, press release, 24.08.2006 ([http://www.cpuc.ca.gov/PUBLISHED/News\\_release/59156.htm](http://www.cpuc.ca.gov/PUBLISHED/News_release/59156.htm); 29.11.2006).
- California Public Utilities Commition (CPUC) (2006b), *California Solar Initiative*, fact sheet, 24.08.2006 ([http://www.cpuc.ca.gov/static/energy/solar/csi\\_factsheet\\_082406.pdf](http://www.cpuc.ca.gov/static/energy/solar/csi_factsheet_082406.pdf); 29.11.2006).
- China Development Forum (CDF) (Hrsg.) (2003), *China's National Energy Strategy and Reform*. Background Reports, Beijing.
- Climate Group (2005), *Low Carbon Leader: California*, June 2005 (<http://www.climategroup.org>; 29.11.2006).
- Del Rio Gonzalez, P. (2005), Analysing the Factors Influencing Clean Technology Adoption: A Study of the Spanish Pulp and Paper Industry, *Business Strategy and the Environment*, 14, 2005, 20-37.
- Deloitte (Hrsg.) (2006), *Future Drivers of the China Automotive Industry*, Beijing.
- Deutscher Bundestag (2006), *Ausschussdrucksache 16(9)445*, 7. November 2006.
- DIW Berlin, FhG ISI, Roland Berger Strategy Consultants (2007), Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Stärkung der Akzeptanz des Umweltschutzes durch Gewinnung und öffentlichkeitswirksame Aufbereitung neuer Daten und Forschungsergebnisse – Vertiefende Analyse zum Thema Umweltschutz und Innovationen. *Umwelt, Innovation, Beschäftigung. Band 1 der Schriftenreihe des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und des Umweltbundesamtes*, Dessau, Berlin

- Drewes, Detlef (2006), *Die Autoindustrie atmet auf. Brüssel verteilt den Kohlendioxid-Abbau auf mehreren Schultern*, Februar 2007  
(<http://www.maerkischeallgemeine.de/cms/beitrag/10867373/492531/>; 11.02.2007).
- Dutch Research Institute for Transition, (<http://www.drift.eur.nl>; 29.11.06).
- EC (European Commission) 2006, *Energy Star-Normen: Bildgebende Geräte Kopierer. Wichtigste ENERGY STAR-Kriterien*, (<http://www.eu-energystar.org/de/index.html>; Dez. 2006).
- ECCJ, Energy Conservation Centre Japan (2004), *What is the Top Runner Program - Japan's Approach to Energy Efficiency and Conservation Measures*, o. O.  
(<http://www.enecho.meti.go.jp/english/toprunner/program.pdf>; 09.11.06).
- ECCJ, Energy Conservation Centre Japan (2006), *Top Runner Programme – Developing the World's Best Energy Efficient Appliances*, o. O.  
([http://www.eccj.or.jp/top\\_runner/index\\_contents\\_e.html](http://www.eccj.or.jp/top_runner/index_contents_e.html); 09.11.06).
- Economist* (2006a), *Green dreams – the flood of money into clean energy is better news for society than it is for investors*, 18.11.2006, 11.
- Economist* (2006b), *Tilting at windmills*, Special report: Investing in clean energy, 18.11.2006, 68-70.
- Edler, J., R. Döhrn, und M. Rothgang (2003), *Internationalisierung industrieller Forschung und grenzüberschreitendes Wissensmanagement*, Physica Verlag, Heidelberg.
- Endres, A. (2003), *Die Leistungsfähigkeit des Haftungsrechtes für den Umweltschutz. Fachgespräch „Haftungsrecht als Instrument des Umweltschutzes“* vom 31. Januar 2003, Umweltbundesamt Berlin
- Energy Transition Task Force (2006), *More with Energy. Opportunities for the Netherlands*. ([http://www.senternovem.nl/mmfiles/48010145-BR-TAP-GB\\_def\\_tcm24-198516.pdf](http://www.senternovem.nl/mmfiles/48010145-BR-TAP-GB_def_tcm24-198516.pdf); 29.11.2006).
- Energy Transition, initiative of several dutch ministries, (<http://www.energietransitie.nl>; 29.11.06).
- Ernst & Young (Hrsg.) (2006), *China's Automotive Sector – at the crossroads*, London.
- Europäische Kommission (EK) (Hrsg.) (2006), *Automotive Sector: Forward-Looking Perspective of EU-China Trade & Investment Relations*, Brüssel.
- Europäische Kommission (Hrsg.) (2006b), *Automotive Sector: Forward-Looking Perspective of EU-China Trade & Investment Relations*, Brüssel.
- European Commission (2005), *The attitudes of European citizens towards the environment. Special Eurobarometer 217 / Wave 62.1 – TNS Opinion & Social*, o. O.  
([http://ec.europa.eu/environment/barometer/report\\_ebenv\\_2005\\_04\\_22\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/barometer/report_ebenv_2005_04_22_en.pdf); 13.11.06).
- European Commission (2006a), *Competitiveness Report 2006*, Brussels.
- European Federation for Transport and Environment (2007), *"News: Europe set to weaken key climate target for new cars"*, Pressemitteilung vom 07.02.2007,  
(<http://www.transportenvironment.org/Article355.html>; 11.02.2007).
- European Renewable Energy Council (2003), *European Renewable Energy Export Strategy*.
- EWEA – European Wind Energy Association (2007), *Wind Power Installed in Europe by End of 2005*, ([www.ewea.org](http://www.ewea.org)).
- Ewringmann, D. (1995), *Umweltabgaben*, in: *Junkernheinrich*, M., P. Klemmer, und G. R. Wagner (Hrsg.), *Handbuch zur Umweltökonomie*, Analytica-Verlag, Berlin, 250 - 256.

- Fischer, C., I.W.H. Parry, und W.H. Pizer, (2003), Instrument Choice for Environmental Protection when Technological Innovation is Endogenous, *Journal of Environmental Economics and Management* 45, 523–545.
- Fischer, H., K. Lichtblau, B. Meyer, J. Scheelhaase (2004), *Wachstums- und Beschäftigungsimpulse rentabler Materialeinsparungen*, Studie der GWSmbH, IW Consult der Deutschen Wirtschaft, Prognos AG und Arthur D. Little im Auftrag der Aachener Stiftung Katy Beys, Aachen.
- Flotow, P., J. Schmidt (2001), Evaluation von Selbstverpflichtungen der Verbände der chemischen Industrie, Abschlußbericht, Studie im Auftrag des Verbandes der Chemischen Industrie e.V., *Arbeitspapiere des Instituts für Ökologie und Unternehmensführung e.V.*, Bd. 36, Östrich-Winkel.
- Frondel, M., J. Horbach, und K. Rennings (2007), End-of-Pipe or Cleaner Production? An Empirical Comparison of Environmental Innovation Decisions Across OECD Countries, *Business Strategy and the Environment*.
- Gagelmann, F., M. Frondel (2005), The Impact of Emissions Trading on Innovation – Science Fiction or Reality? *European Environment* 15, 203 – 211.
- Gallagher, Kelly Sims (2006), Limits to leapfrogging in energy technologies? Evidence from the Chinese automobile industry, in: *Energy Policy* 34 (2006), 383–394.
- Gawel, E. (1993), Ökonomische Analyse des Umweltverwaltungsrechts. Ansätze zu einem neuen Forschungsprogramm, in: *Staatwissenschaften und Staatspraxis*, Jg. 4, 553-594.
- Gawel, E., K.-H. Hansmeyer (1995), Umweltauflagen, Junkernheinrich, M., P. Klemmer, und G. R. Wagner (Hrsg.), *Handbuch zur Umweltökonomie*, Analytica-Verlag, Berlin, 262 - 268.
- GNP (Green Purchasing Network) (2006), *About GNP*, (<http://www.gnp.jp/English/aboutgpn.html>, Dez. 2006).
- Görlach, B., M. Knigge, und H. Lückge (2005), *Wirkungen der Ökologischen Steuerreform auf Innovation und Marktdurchdringung*, Quantifizierung der Effekte der ökologischen Steuerreform auf Umwelt, Beschäftigung, Innovation 5.
- Government of Japan (2003), *Fundamental Plan for Establishing a Sound Material-Cycle Society*, MoE.
- Grupp, H. (1999), Umweltfreundliche Innovation durch Preissignale oder Regulation? Eine empirische Untersuchung für Deutschland, *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, Bd. 219/5+6, 611-631.
- Gunjima Takashi (2005), Trends of 3R Businesses in Japan, in: *Business and the Environment*, International Workshop 2005, IGES Kansai Research Centre, 25-31.
- Günther, E., I. Klauke (2004), Public procurement and its potentials for encouraging environmental innovation. Vortrag auf der *Seeon-Konferenz "Sustainability, Innovation and Policy"* des Netzwerks „Rahmenbedingungen für Innovationen in Richtung nachhaltiges Wirtschaften“ (RIW), ([www.riw-netzwerk.de](http://www.riw-netzwerk.de)).
- Hack, M., J. Gebauer (2003), *Umweltfreundliche öffentliche Beschaffung – EG-rechtsetzungsprozess & ökologische Potentiale*, Kurzfassung, Gutachten im Auftrag des Umweltbundesamtes, Hamburg.
- Haum, R., U. Petschow (2003), *Lead markets for environmental technologies: The case of the particulate filter for Diesel passenger cars*, Diskussionspapier des IÖW 59/ 03, Berlin.

- Hemmelskamp, J. (1999), *Umweltpolitik und technischer Fortschritt*, Schriftenreihe *Umwelt- und Ressourcenökonomie des Zentrums für Europäische Wirtschaftsforschung*, Physica-Verlag, Heidelberg.
- Hemmelskamp, J., K. Rennings, und F. Leone (Hrsg.)(2000), *Innovation-oriented Environmental regulation – Theoretical Approaches and Empirical Analysis*, Heidelberg.
- Hey, C., K. Jacob, A. Volkery (2007), *Beter regulation by new governance hybrids? Governance models and the reform of European chemicals policy*. In: *Journal of Cleaner Production*, forthcoming.
- Hidaka R. (2005), *Promoting Local Industry. An Undertaking of the Hyogo Ecotown Promotion Conference*, in: *Business and the Environment International Workshop*, IGES Kansai Research Centre, 43-59.
- Hitchens, D., J. Clausen, M. Trainor, M. Keil, und S. Thankappan (2003), *Competitiveness, Environmental Performance and Management of SMEs*, in: Wagner, M., S. Schaltegger (Hrsg.), *Greener Management International*, Issue 44, Winter 2003, Theme Issue: Sustainability Performance and Business Competitiveness, 45 – 57.
- Horbach, J., J. Huber, und T.Schulz (Hrsg.)(2003), *Nachhaltigkeit und Innovation – Rahmenbedingungen für Umweltinnovationen*, München.
- Hotta Y., M. Hideyuki, und T. Hashi (2005), *3R Initiative. Reduce, Reuse, Recycle Policy from Japan to Asia and beyond*, Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Powerpoint Präsentation.
- Ingham, R., E. Angleys (2006), *California plan on greenhouse gases challenges Bush*, Agence France Presse, Paris, 31.08.2006.
- Ito, S. (2005), *Impact of Top Runner Scheme on Improvement of Fuel Economy*, Präsentation, o. O. ([http://www.jari.jp/pdf/rt2005/12ito\\_eng.pdf](http://www.jari.jp/pdf/rt2005/12ito_eng.pdf); 09.11.06).
- Jacob, K. (2003), *Lead markets for fuel cells in stationary applications*. Berlin. ([http://web.fu-berlin.de/ffu/download/rep\\_2003\\_10.pdf](http://web.fu-berlin.de/ffu/download/rep_2003_10.pdf)).
- Jacob, K. (2004), *Politikexperimente mit ungewissem Ausgang. Ungelöste Probleme von Strategien für einen umweltverträglichen Industriewandel*, *Ökologisches Wirtschaften*, Nr. 2/04, 14-15.
- Jacob, K., M. Beise, J. Blazejczak, D. Edler, R. Haum, M. Jänicke, T. Löw, U. Petschow, und K. Rennings (2005), *Lead Markets for Environmental Innovations*, *ZEW Economic Studies*, Bd. 27, Heidelberg.
- Jänike, M. (2000), *Ökologische Modernisierung als Innovation und Diffusion in Politik und Technik: Möglichkeiten und Grenzen eines Konzepts*, FFU-Report 00-01 ([http://web.fu-berlin.de/ffu/download/rep\\_00-01.PDF](http://web.fu-berlin.de/ffu/download/rep_00-01.PDF); 29.11.2006).
- JDB (Japan Development Bank) (2006), *Where does the Fiscal Investment and Loan Program provide funding?*, JDB ([http://www.mof.go.jp/zaito/zaito98/p10\\_13-e.htm](http://www.mof.go.jp/zaito/zaito98/p10_13-e.htm); Nov. 2006).
- Kanda Y. (2005). *3R Policy in Japan and Germany*, in: *Business and the Environment International Workshop*, IGES Kansai Research Centre, 3-14.
- Karl, H., C. Orwat (2000), *Economic aspects of environmental labelling*, in: Folmer, H., T. Tietenberg (Hrsg.), *The international yearbook of environmental and resource economics*, Cheltenham/Northampton, 107 – 170.

- Kebin, He (2003), Fuel quality improvement in China and policy recommendations, in: China Development Forum (Hrsg.), *China's National Energy Strategy and Reform. Background Reports*, Beijing.
- Kemp, R. (1997), *Environmental Policy and Technical Change*, Cheltenham.
- Kemp, R., D. Loorbach (2005), Dutch Policies to Manage the Transition to Sustainable Energy, in: Beckenbach, F., U. Hampicke, C. Leipert, G. Meran, J. Minsch, H. G. Nutzinger, R. Pfriem, J. Weimann, F. Wirl, und U. Witt, *Jahrbuch Ökologische Ökonomik: Innovationen und Transformation*. Bd. 4, Marburg, 123-150.
- Kemp, R., D. Loorbach (2006), Transition Management: A Reflexive Governance Approach, in: Voß, J.-P., D. Bauknecht, und R. Kemp (Hrsg.), *Reflexive Governance for Sustainable Development*, Cheltenham, 103-131.
- Kern, K. (2000), *Die Diffusion von Politikinnovationen – Umweltpolitische Innovationen im Mehrebenensystem der USA*, Opladen, Leske+Budrich.
- KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) (2006), (<http://www.kfw.de>; Dez 2006).
- KfW Bankengruppe (2006b), *Bericht über das neukonzipierte ERP-Innovationsprogramm*. Jahresbericht per 31.12.2005, Frankfurt.
- KfW Bankengruppe (2004), *Bericht über das ERP-Innovationsprogramm*. Jahresbericht per 31.12.2003, Frankfurt.
- KfW Bankengruppe (2005), *KfW\_Befragung zu den Hemmnissen und Erfolgsfaktoren von Energieeffizienz in Unternehmen*, Publikation der Volkswirtschaftlichen Abteilung, Frankfurt.
- KfW Bankengruppe (2006a), *Bericht über das ERP-Innovationsprogramm*. Jahresbericht per 31.12.2005, Frankfurt.
- Kirchgässner, G. (1995), Umwelthaftung, in: Junkernheinrich, M., P. Klemmer, und G. R. Wagner (Hrsg.), *Handbuch zur Umweltökonomie*, Analytica-Verlag, Berlin, 284 – 289.
- Kleijn, M.J. (2005), *Foreign direct investments in Research and Development*, Presentation during the OECD Conference “Internationalisation of R&D”, Brussels, 29-30 March 2005.
- Klemmer, P., U. Lehr, und K. Löbbe (1999), *Umweltinnovationen: Anreize und Hemmnisse*, Band 2 der Schriftenreihe „Innovative Wirkungen umweltpolitischer Instrumente“, Berlin
- Klinckenberg, F., B. Chobanova (2006), Energy Transition, Energy Research Strategy and the European Technology Platforms. A Comparison of Visions and Research Agendas. Final Report, September 2006, (<http://www.senternovem.nl/EnergyTransition/Downloads/Index.asp>; 29.11.06).
- Knowledge network for System Innovations and Transitions, dutch research consortia, (<http://www.ksinetwork.nl>; 29.11.06).
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2006), *Kenntnisse in die Praxis umsetzen: Eine breit angelegte Innovationsstrategie für die EU*, Mitteilung der Kommission an den Rat das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. KOM (2006)502 endgültig, 13.09.2006, Brüssel.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2007), *Ergebnisse der Überprüfung der Strategie der Gemeinschaft zur Minderung der CO2-Emissionen von Personenkraft-*

- wagen und leichten Nutzfahrzeugen, Mitteilung der Kommission an den Rat und das Europäische Parlament, KOM(2007a) 19 endgültig, Brüssel.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (Hrsg.) (2001), *Grünbuch zur Integrierten Produktpolitik*, COM (2001)264 def, Brüssel.
- Kommission der Europäischen Gemeinschaften (Hrsg.) (2007), *Grünbuch Marktwirtschaftliche Instrumente für umweltpolitische und damit verbundene politische Ziele*, COM (2007b)140 endgültig, Brüssel.
- Koschel, H., K.L. Brockmann, T.F.N. Schmidt, M. Stronzik, und H. Bergmann (1998), *Handelbare SO<sub>2</sub>-Zertifikate für Europa Konzeption und Wirkungsanalyse eines Modellvorschlags*. ZEW Schriftenreihe Umwelt- und Ressourcenökonomie, Physica Verlag, Heidelberg.
- Köster, I. (1998a), *Strukturanalyse des japanischen Umweltsektors. Struktur der japanischen Umweltindustrien, Arbeitsgemeinschaft für Umweltfragen Japans*, Japan-Zentrum der Philipps-Universität Marburg.
- KPMG (2006), *China Commercial Vehicle Market 2006*, Hong Kong.
- Krawinkel, H. (2006), „*Top-Runner-Ansatz aus Sicht eines Verbraucherverbandes*“, Vortrag auf dem Top-Runner-Workshop der Initiative Energieeffizienz, 29. Juni 2006, Berlin ([http://www.initiative-energieeffizienz.de/uploads/media/Vortrag\\_Krawinkel.pdf](http://www.initiative-energieeffizienz.de/uploads/media/Vortrag_Krawinkel.pdf); 09.11.06).
- Kuhlmann, S. (2001), Future Governance of Innovation Policy in Europe – Three Scenarios. *Research Policy* 30 (2001), 953-976.
- Kulicke, M. (2005), Untersuchung der Wirksamkeit von PRO INNO – PROgramm INNovationskompetenz mittelständischer Unternehmen, ISI-Schriftenreihe *Innovationspotenziale*, Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart.
- Kulicke, M. (2006), *EXIST- Existenzgründungen aus Hochschulen*, Bericht der wissenschaftlichen Begleitung zum Förderzeitraum 1998 bis 2005 (Kurzfassung), BMWi Forschungsbericht Nr. 555.
- Kulicke, M., S. Bühner, und S. Ruhland (2006), *Begleitende Evaluierung des Anlaufs von PRO INNO II – Programm zur Förderung der Erhöhung der Innovationskompetenz mittelständischer Unternehmen*. Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung, Endbericht, Karlsruhe.
- Kuntze, U., R. Walz, M. Corley, H. Kalb, J. Lang, M. Schön, und B. Stahl, (1999), Innovationswirkungen ausgewählter Beispiele des Ordnungsrechts im Bereich der Umweltpolitik, in: P. Klemmer (Hrsg.), *Innovationen und Umwelt*, Analytica, Berlin, 235 – 259.
- Lachmann, G. (2007), Umweltpolitik – Gabriel will sparsame Autos erzwingen, *Die Welt*, 12.01.2007.
- Legler, H., O. Krawczyk, M. Leidmann, C. Rammer, H. Löhlein, und R. Frietsch (2006), *Zur technologischen Leistungsfähigkeit der deutschen Umweltwirtschaft im internationalen Vergleich*, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 20-2007, Hannover, Mannheim, Karlsruhe.
- Lehr, U. (1999), Innovative Wirkungen umweltpolitischer Instrumente – das Beispiel des Energieverbrauchs der Privaten Haushalte, in: P. Klemmer (Hrsg.), *Innovationen und Umwelt*, Analytica, Berlin, 305 – 328.

- Lin, G. (2001) *Globalization of the automobile industry in China Dynamics and barriers in the greening of road transportation in China*, CICERO Working Paper 2001: 09, Oslo.
- Linscheidt, B. (1999), Innovationsabgaben von Umweltabgaben in der Industrie, in: P. Klemmer (Hrsg.), *Innovationen und Umwelt*, Analytica, Berlin, 155- 165.
- Löschel, A. (2002), Technological Change in Economic Models of Environmental Policy: A Survey, *Ecological Economics* 43 (2-3), 105-126.
- METI (2006), *Shigen junkan handobukku 2006 – hōseido to 3R no dōkō*, METI, (<http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/data/pamphlet/>; Dez. 2006).
- METI (2006a), *3R Policies. Key Issues and Current Status*, METI, ([http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/english/3r\\_policy/keyissues.html](http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/english/3r_policy/keyissues.html)); Dez. 2006).
- Milliman, S.R., R. Prince (1989), Firm Incentives to Promote Technological Change in Pollution Control, *Journal of Environmental Economics and Management* 17, 247-265.
- MoE (Ministry of Environment) (2006a), *Sweeping Policy Reform towards a “Sound Material-Cycle Society” Starting from Japan and Spreading over the Entire Globe. The “3R” Loop connecting Japan with other Countries*, MoE, (<http://www.env.go.jp/en/wpaper/smc2006/index.html>); Dez. 2006).
- MoE (Ministry of Environment) (2006b), *Heisei 18-nenhan junkan hakusho*, MoE, (<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/junkan/h18/html/jh0601020200.html>); Dez. 2006).
- MoE (Ministry of Environment) (2006c), *Law Concerning the Promotion of Procurement of Eco-Friendly Goods and Services by the State and Other Entities (Law on Promoting Green Purchasing)*, MoE, (<http://www.env.go.jp/en/laws/policy/green/index.html>); Dez. 2006).
- MoE (Ministry of the Environment) (2004), *Kankyō hakusho 2004. Hyō 3-1-1 Nihon no kankyō bijinesu no shijō kibo oyobi koyō kibo no genjō to shōrai yosoku nit suite no sui-kei*, (<http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/img/219/tb1.3.1.1.gif>); Dez. 2006).
- MoE (Ministry of the Environment) (2005), *Fundamental Plan for Establishing a Sound Material-Cycle Society. Outline of the Plan/The First Progress Report of the Plan*.
- MoE (Ministry of the Environment) (2006d), *Basic Policy on Promoting Green Purchasing*, (<http://www.env.go.jp/en/laws/policy/green/2.pdf>); Dez. 2006).
- National Center for Appropriate Technology (2005), *Task 2: Conduct Market Assessment of Existing Renewable Energy Export Web Sites and Programs*, ([www.globalenergynetwork.org/download/mkt\\_assessment.pdf](http://www.globalenergynetwork.org/download/mkt_assessment.pdf).)
- NIES (National Institute of Environmental Studies) (2005), *NIES Annual Report 2005*, NIES (<http://www.nies.go.jp/kanko/annual/ae-11/ae-11-policy.pdf>); Dez. 2006).
- Niestroy, I.(2005), *Sustaining Sustainability. A Benchmark Study on National Strategies towards Sustainable Development and the Impact of Councils in Nine EU Member States*, EEAC series, Background Study No. 2. ([http://www.eeac-net.org/download/EEAC\\_6Netherlands.pdf](http://www.eeac-net.org/download/EEAC_6Netherlands.pdf)); 29.11.06).
- Nil, J., R. Kemp (2006), *Assessing prospects of evolutionary approaches for the empirical analysis of sustainable innovation policies: niche or paradigm?* Paper for the SPRU 40th Anniversary Conference, 11-13 September 2006. (<http://www.sussex.ac.uk/Units/spru/events/ocs/viewpaper.php?id=275>; 29.11.2006).

- o. V. (2006), *Successfully stimulating energy efficiency – the Top Runner Program*, auf (<http://www.leonardo-energy.org/drupal/node/991>; 09.11.06).
- Oberndorfer, U., K. Rennings (2006), *The impacts of the European Emissions Trading Scheme on Competitiveness and Employment in Europe – a Literature Review*, ZEW Mannheim, ([www.zew.de](http://www.zew.de)).
- Office of the Governor (2006a), "California, New York Agree to Explore Linking Greenhouse Gas Emission Credit Trading Markets", press release, 16.10.2006 (<http://gov.ca.gov/index.php?/press-release/4449/>; 29.11.2006).
- Office of the Governor (2006b), "Gov. Schwarzenegger, British Prime Minister Tony Blair Sign Historic Agreement to Collaborate on Climate Change, Clean Energy", press release, 31.07.2006 (<http://gov.ca.gov/index.php?/press-release/2770/>; 29.11.2006).
- Office of the Governor (2006c), "Schwarzenegger Signs Legislation to Complete Million Solar Roofs Plan", press release, 21.08.2006 (<http://gov.ca.gov/index.php/press-release/3588/>; 29.11.2006).
- Office of the United States Trade Representative (2006), *Report by the Office of the United States Trade Representative on Trade-Related Barriers to the Export of Greenhouse Gas Intensity Reducing Technologies*. October 2, 2006, ([www.ustr.gov/assets/Document\\_Library/Reports\\_Publications/2006/asset\\_upload\\_file288\\_9874.pdf](http://www.ustr.gov/assets/Document_Library/Reports_Publications/2006/asset_upload_file288_9874.pdf)).
- OICA (International Association of Automobile Manufacturers), (2005) "OICA Statistics" (for 2004 and 2000) Available at: (<http://www.oica.net/htdocs/statistics/statistics.htm>; June 7, 2005).
- Pew Center (2006), "States Poised to Adopt California Vehicle GHG Standards", updated September 2006 ([http://www.pewclimate.org/what\\_s\\_being\\_done/in\\_the\\_states/vehicle\\_ghg\\_standard.cfm](http://www.pewclimate.org/what_s_being_done/in_the_states/vehicle_ghg_standard.cfm); 29.11.2006).
- Pigou, A.C. (1932), *The Economics of Welfare*, 4. Auflage, London.
- Popp, D. (2002), Induced Innovation and Energy Prices. *American Economic Review* 92(1), 160 – 180.
- Porter, M., (1990), *The Competitive Advantage of Nations*, Free Press, New York.
- Prange, F., Ahlswede (2006), *Schwarzbuch Klima- und Umweltschädliche Subventionen und Steuervergünstigungen*, online verfügbar unter: ([http://www.foes.de/de/downloads/Politische%20Forderungen/Schwarzbuch\\_version\\_1.6\\_final.pdf](http://www.foes.de/de/downloads/Politische%20Forderungen/Schwarzbuch_version_1.6_final.pdf).)
- Rabe, B. G. (2004), *Statehouse and Greenhouse: The Emerging Politics of American Climate Change Policy*, Washington, D.C., Brookings Institution.
- RAL (RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.) (2006), „Vergabebegründung für Umweltzeichen. Recyclingpapier“, in: *RAL-UZ 14* Ausgabe Dezember 2006, ([www.blauer-engel.de](http://www.blauer-engel.de); Dez. 2006).
- Rehfeld K., K. Rennings, und A. Ziegler (2007), Determinants of Environmental Product Innovations and the Role of Integrated Product Policy – An Empirical Analysis. *Ecological Economics*.
- Rehfeld, K.-M., (2005) *Determinanten umweltfreundlicher Produktinnovationen und die Rolle der Integrierten Produktpolitik, Eine Untersuchung anhand von Fallstudien und einer telefonischen Unternehmensbefragung*, Logos Verlag.

- Rennings, K. (2000), Redefining Innovation - Eco-Innovation Research and the Contribution from Ecological Economics, *Ecological Economics* 32, 319 - 332.
- Rennings, K. (2001), *Evaluation Freiwilliger Selbstverpflichtungen aus wirtschaftswissenschaftlicher Sicht*, in: Von Flotow, P., J. Schmidt, Evaluation von Selbstverpflichtungen der Verbände der chemischen Industrie, Abschlußbericht, Studie im Auftrag des Verbandes der Chemischen Industrie e.V., Arbeitspapiere des Instituts für Ökologie und Unternehmensführung e.V., Bd. 36, Östrich-Winkel, 104 – 109.
- Rennings, K., A. Ziegler, K. Ankele, und E. Hoffmann (2006), The influence of different characteristics of the EU environmental management and auditing scheme on technical environmental innovations and economic performance , *Ecological Economics* 57 (2006), 45 – 59.
- Rennings, K., K. Ankele, E. Hoffmann, J. Nill, und A. Ziegler (2005), *Innovationen durch Umweltmanagement – Empirische Ergebnisse zum EG-Öko Audit*. Heidelberg.
- Rennings, K., K.L. Brockmann, H. Koschel, H. Bergmann, und I. Kühn (1996), *Nachhaltigkeit, Ordnungspolitik und freiwillige Selbstverpflichtung*, Heidelberg.
- Rennings, K., R. Kemp, M. Bartolomeo, J. Hemmelskamp, D. Hitchens (2004), *Blueprints for an Integration of Science, Technology and Environmental Policy (BLUEPRINT)*, ZEW Mannheim.
- Requate, T., W. Unold (2003), Environmental Policy Incentives to Adopt Advanced Abatement Technology: Will the True Ranking Please Stand Up? *European Economic Review* 47, 125-146.
- Ringquist, E. J. (1993), *Environmental Protection at the State Level, Politics and Progress in Controlling Pollution*, Armonk(NY)/London, M.E. Sharpe.
- RNE, Rat für Nachhaltige Entwicklung (2004), *Effizienz und Energieforschung als Bausteine einer konsistenten Energiepolitik*, Berlin ([http://www.nachhaltigkeitsrat.de/service/download/publikationen/broschueren/Broschueren\\_Energieempfehlung.pdf](http://www.nachhaltigkeitsrat.de/service/download/publikationen/broschueren/Broschueren_Energieempfehlung.pdf); 09.11.06).
- Roland-Holst, D. (2006), *Economic Growth and Greenhouse Gas Mitigation in California*, August 2006 (<http://calclimate.berkeley.edu/>; 29.11.2006).
- Rotmans, J., R. Kemp, M. van Asselt, F. Geels, G. Verbong, und K. Molendijk (2000), *Transities en Transitiemanagement, De casus van een emissiearme energievoorziening*. Abschlussbericht der Studie “*Transitions and transition management*” für den 4. Nationalen Umweltplan (NMP4) der Niederlande, Oktober 2000, Maastricht, ICIS & MERIT.
- Ruhnau, C. (2003), "Erneuerbare Energien in den USA – Chancen und Grenzen alternativer Entwicklungen unter der Bush-Administration", in: *Vorgänge*, Heft 2/2003, 104-110.
- Sachwald, F. (2005), *The development of global differentiated R&D networks*, Presentation during the OECD Conference “Internalisation of R&D”, Brussels, 29-30 March 2005.
- Sammer, K., R. Wüstenhagen, (2006a), The Influence of Eco-Labeling on Consumer Behaviour – Results of a Discrete Choice Analysis for Washing Machines, *Business Strategy and the Environment* 15, 185-199.
- Schleich, J., R. Walz, B. Meyer, und C. Lutz (2005), Policy Impacts on Macroeconomic Sustainability Indicators when Technical Change is Endogenous, in: J. Horbach (Hrsg.), *Indicator Systems for Sustainable Innovation*, Heidelberg, 95 – 106.

- Scholz, W. (2006), „TopRunner-Ansatz aus Sicht eines Industrieverbandes“, Vortrag auf dem Top-Runner-Workshop der Initiative Energieeffizienz, 29. Juni 2006, Berlin ([http://www.initiative-energieeffizienz.de/uploads/media/Vortrag\\_Scholz.pdf](http://www.initiative-energieeffizienz.de/uploads/media/Vortrag_Scholz.pdf); 09.11.06).
- Schröder, H. (2004), „Der japanische Toprunneransatz im Klimaschutz – ein Erfolgsmodell aus Asien“, in: *Ökologisches Wirtschaften*, Heft 3-4, 2004, S. 22-23.
- Schumpeter, J. A. (1962), *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*. 2. Auflage, Berlin.
- Schwarze, R. (2004), Ökonomische Wirkungen des Umwelthaftungsgesetzes. *DIW Wochenbericht* Nr. 49/2004, 766-771, Berlin.
- Schwarze, R. (2005), Umwelthaftungsgesetz und Umwelthaftpflichtversicherung: Eine Bilanz nach 10 Jahren, *Zeitschrift für angewandte Umweltforschung (ZAU)*, Sonderheft 15, 247 – 258.
- SEA, Swedish Environmental Protection Agency (2005), *The Top Runner Program in Japan – its effectiveness and implications for the EU*, Stockholm (<http://www.naturvardsverket.se/bokhandeln/pdf/620-5515-1.pdf>; 09.11.06).
- Smith, A., A. Stirling, F. Berkhout (2005), The Governance of Socio-Technical Transitions, in: *Research Policy* 34, 1491-1510.
- Söderholm, P., G. Klaassen (2007), Wind Power in Europe: A Simultaneous Innovation-Diffusion Model, *Environmental & Resource Economics* (2007) 35, 163-190.
- Spiegel Online (2006), *Bremsen für den Fünf-Jahres-Plan*. ([www.spiegel.de/auto/aktuell/0,1518,450526,00.html](http://www.spiegel.de/auto/aktuell/0,1518,450526,00.html); 24.11.2006),
- Sprenger, U., T. Rave (2003), *Berücksichtigung von Umweltgesichtspunkten bei Subventionen – Bestandsaufnahme und Reformansätze*. Texte 30/03 des Umweltbundesamtes, Berlin
- SRU – Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (2006), *Die nationale Umsetzung des europäischen Emissionshandels: Marktwirtschaftlicher Klimaschutz oder Fortsetzung der energiepolitischen Subventionspolitik mit anderen Mitteln?* Stellungnahme, Berlin.
- SRU- Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (2002), *Umweltgutachten 2002 – Für eine neue Vorreiterrolle*, Stuttgart.
- Stinglwagner, W. (2006), „Energiepolitische Rahmenbedingungen zur Steigerung der gerätespezifischen Energieeffizienz“, Vortrag auf dem Top-Runner-Workshop der Initiative Energieeffizienz, 29. Juni 2006, Berlin ([http://www.initiative-energieeffizienz.de/uploads/media/Vortrag\\_Stinglwagner.pdf](http://www.initiative-energieeffizienz.de/uploads/media/Vortrag_Stinglwagner.pdf); 09.11.06).
- Tänzler, D., C. Alexander (2004), The Prospects for Transatlantic Climate Policy, in: *Journal of Transatlantic Studies*, 2 (2) 2004, 209-226.
- The Office of the United States Trade Representative (2004), *Export Finance: Small Business options from the Small Business Administration*, October 3, 2004.
- Thomas, S., M. Wissner, K. Kristof, W. Irrek (2002), *Die vergessene Säule der Energiepolitik – Energieeffizienz im liberalisierten Strom- und Gasmarkt in Deutschland*. Wuppertal Spezial 24, Wuppertal Institut.
- Thomzik, M., P. Nisipeanu (2004), Das deutsche Umweltrecht als Einflussfaktor für Innovationen zum nachhaltigen Wirtschaften – Das Beispiel der Co-Vergärung von biogenen Abfällen in Faulräumen von Abwasserbehandlungsanlagen. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht (ZfU)*, 2/2004, S. 167 – 200.

- Trade Promotion Coordinating Committee (2005), *National Export Strategy. The Administration's Trade Promotion Agenda. A World of Opportunity*. Report to the United States Congress, ([www.ita.doc.gov/media/Publications/pdf/nes2005FINAL.pdf](http://www.ita.doc.gov/media/Publications/pdf/nes2005FINAL.pdf).)
- Trade Promotion Coordinating Committee (2006), *The 2006 National Export Strategy. The Administration's Trade Promotion Agenda*, ([www.ita.doc.gov/media/Publications/pdf/nes2006FINAL.pdf](http://www.ita.doc.gov/media/Publications/pdf/nes2006FINAL.pdf)).
- UBA (Umweltbundesamt) (2003), *Reduzierung der Flächeninanspruchnahme durch Siedlung und Verkehr*. Materialienband (Texte 90/03), Berlin, UBA.
- UBA (Umweltbundesamt) (2004), *Innovative Ansätze zur Schaffung von Arbeitsplätzen im Umweltschutz*, Berlin.
- UBA (Umweltbundesamt) (2006), *Fact Sheets Handlungsbereiche*.
- UK Department of Trade and Industry (2002), *Enabling business in resources management: the report of the innovation and growth team for the environmental goods and services sector*.
- UK Department of Trade and Industry (2006), *Study of Emerging Markets in the Environmental Industries Sector*.
- Union of Concerned Scientists (UCS) (o.J. aa), *Global Warming and California's Economy, fact sheet* ([http://www.ucsusa.org/assets/documents/global\\_warming/Econ-fact-sheet-final.pdf](http://www.ucsusa.org/assets/documents/global_warming/Econ-fact-sheet-final.pdf); 29.11.2006).
- Union of Concerned Scientists (UCS) (o.J. bb), *California's Zero Emission Vehicle Program, fact sheet* ([http://www.ucsusa.org/clean\\_vehicles/cars\\_pickups\\_suvs/californias-zero-emission-vehicle-zev-program.html](http://www.ucsusa.org/clean_vehicles/cars_pickups_suvs/californias-zero-emission-vehicle-zev-program.html), 30.11.2006).
- US Department of Energy, DoE (2001a), *Status Report To Congress On Current And Proposed Activities Under The Clean Energy Technology Exports (CETE) Initiative*, 2001
- US Department of Energy, DoE (2001b), *Five-Year Strategic Plan of the Clean Energy Technology Exports Initiative*, ([www.pi.energy.gov/pdf/library/CETE\\_StratPlan.pdf](http://www.pi.energy.gov/pdf/library/CETE_StratPlan.pdf)), „roadmap for future exports of U.S. clean energy technologies“ (National Energy Policy Report 2001).
- Velling, J. (2007), *EXIST - Brücke zwischen Hochschule, Forschung und unternehmerischem Denken*, Interview, EXIST-Website ([www.exist.de](http://www.exist.de))
- Verband der Automobilindustrie (VDA) (2005), *Für Mobilität, Wachstum und Arbeit am Automobilstandort Deutschland. Kernforderungen der Automobilindustrie an die Politik in der 16. Legislaturperiode*, (<http://www.vda.de/de/vda/intern/organisation/abteilungen/files/VDA-Wettbewerb-Auto-stand-D.pdf>; 29.11.2006).
- Walsh, M. (2003), *Clean Fuels in China*. *The Sinosphere Journal*, Vol. 6 Issue 1 March 2003, S. 17-20, [www.chinaenvironment.net](http://www.chinaenvironment.net)
- Walz, R. (1999), *Mikroökonomische Fundierung der innovativen Wirkungen einer CO<sub>2</sub>-/Energieabgabe*, in: P. Klemmer (Hrsg.). *Innovationen und Umwelt*. Analytica, Berlin, 261 – 276.
- Weber, M. J. Hemmelskamp (Hrsg.) (2005), *Towards Environmental Innovation Systems*, Berlin.
- Weider, M. (2004) *China – Automobilmarkt der Zukunft?* WZB Discussion Paper SP III 2004-14, Berlin.
- Wei-Shiuen Ng, L. Schipper (2005), *Motorization Trends: Policy Options in a World of Transport Challenges* *Policy Options in a World of Transport Challenges*, Word Re-

- sources Institute (Hrsg.) *Growing in the Greenhouse: Protecting the Climate by Putting Development First*, Washington.
- West Coast Governor's Global Warming Initiative (WCGI) (2004), *West Coast Governor's Global Warming Initiative – Staff Recommendations to the Governors*, November 2004 ([http://www.ef.org/westcoastclimate/WCGGI\\_Nov\\_04%20Report.pdf](http://www.ef.org/westcoastclimate/WCGGI_Nov_04%20Report.pdf); 01.12.2006).
- World Bank (2006), China: Building Institutions for Sustainable Urban Transport, *EASTR Working Paper No. 4*, Washington.
- World Resources Institute (Hrsg.) (2004), *Taking the high (fuel economy) Road. What do the new Chinese fuel economy standards mean for foreign automakers?* Washington.
- Yamaguchi, M. (2003), *Implementing the Kyoto Protocol Target and its Impacts on Trade: Japanese Automobile Fuel Efficiency Standards*, (<http://www.ppl.nl/bibliographies/wto/files/1555.pdf> ; 29.11.2006).
- Yokell, M.D. (1979), The role of the government in subsidizing solar energy. *The American Economic Review* 69(2), Papers and Proceedings of the Ninety-First Annual Meeting of the American Economic Association, 357-361.
- Yuefu, Y. (2005), *Chinese Standards and Policies on Limits of Fuel Consumption for Passenger Cars*, Presentation, China Automotive Technology & Research Centre, Beijing.
- Yuefu, Y. (2003), Formulation of Passenger Vehicle Limit Standards and Analysis of Energy Conservation Potentials in China, in: China Development Forum (Hrsg.), *China's National Energy Strategy and Reform*, Background Reports, Beijing.
- Zerle, Peter (2004), Ökologische Effektivität und ökonomische Effizienz von umweltbezogenen Selbstverpflichtungen. *Volkswirtschaftliche Diskussionsreihe Universität Augsburg*, Institut für Volkswirtschaftslehre, Beitrag 262.
- Zerle, Peter (2005), Ökologische Effektivität und ökonomische Effizienz von umweltbezogenen Selbstverpflichtungen. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht (ZfU)*, 3/2005, S. 289-319.
- Zhao, J. (2006), Whither the Car? China's Automobile Industry and Cleaner Vehicle Technologies, in: *Development and Change* 37(1), 121–144.
- Zimmermann, H., M. Wohltmann, und B. Hansjürgens (1996), *Umweltabgaben und Innovation*, Band 5 der Reihe Angewandte Umweltforschung, Berlin.

## 9. Anhang

### Annex 1: Abgasgrenzwerte China

**Table 1**  
Implementation Dates for Light-Duty Vehicle Emission Standards

Reference	Date	Region
Euro 1	2000.01 (2000.07 <sup>†</sup> )	Nationwide
Euro 2	2002.08	Beijing
	2003.03	Shanghai
	petrol: 2004.07 <sup>a</sup> (2005.07 <sup>†</sup> ) diesel: 2003.09	Nationwide
Euro 3	2005.01	Beijing
	2007.07	Nationwide
Euro 4	2008.01	Beijing
	2010.07	Nationwide

<sup>†</sup> production conformity  
<sup>a</sup> - first registration

Quelle: Dieseln.net

**Table 2**  
Emission Standards for Heavy-Duty Engines, g/kWh

Reference	Date	CO	HC	NOx	PM
Euro I	2000	4.5	1.1	8.0	0.36 <sup>a</sup>
Euro II	2002	4.0	1.1	7.0	0.15
Euro III	2007	2.1	0.66	5.0	0.1
Euro IV	2010	1.5	0.46	3.5	0.02

a - 0.612 for engines of less than 85 kW

### Annex 2: Verbrauchsobergrenzen

Neue Fahrzeuge: Phase 1 gültig ab 2005, Phase 2 ab 2008

Bereits produzierte Fahrzeuge: Phase 1 gültig ab 2006, Phase 2 ab 2009

Weight (kg)	Based on NEDC cycle, L/100-km			
	Phase I		Phase II	
	manual	auto/SUV	manual	auto/SUV
CM ≤ 750	7.2	7.6	6.2	6.6
750 < CM ≤ 865	7.2	7.6	6.5	6.9
865 < CM ≤ 980	7.7	8.2	7.0	7.4
980 < CM ≤ 1090	8.3	8.8	7.5	8.0
1090 < CM ≤ 1205	8.9	9.4	8.1	8.6
1205 < CM ≤ 1320	9.5	10.1	8.6	9.1
1320 < CM ≤ 1430	10.1	10.7	9.2	9.8
1430 < CM ≤ 1540	10.7	11.3	9.7	10.3
1540 < CM ≤ 1660	11.3	12.0	10.2	10.8
1660 < CM ≤ 1770	11.9	12.6	10.7	11.3
1770 < CM ≤ 1880	12.4	13.1	11.1	11.8
1880 < CM ≤ 2000	12.8	13.6	11.5	12.2
2000 < CM ≤ 2110	13.2	14.0	11.9	12.6
2110 < CM ≤ 2280	13.7	14.5	12.3	13.0
2280 < CM ≤ 2510	14.6	15.5	13.1	13.9
2510 < CM	15.5	16.4	13.9	14.7

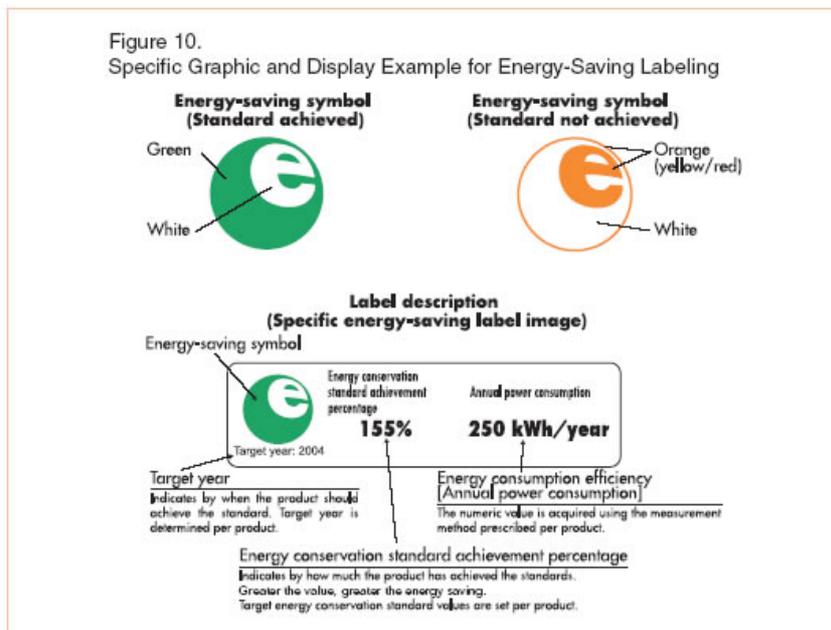
Quelle: An/ Sauer 2004

### Annex 3: Exercise Tax auf Motorengröße

Vehicle Category by Engine Displacement	Tax Rate
<b>Automobiles</b>	
1.0 to 1.5 liters	3%
1.5 to 2.0 liters	5%
2.0 to 2.5 liters	9%
2.5 to 3.0 liters	12%
3.0 to 4.0 liters	15%
4.0+ liters	20%
<b>Commercial Buses</b>	
<b>Motorcycles</b>	
<250cc	3%
>250cc	10%

Quelle: An 2006

### Annex 4: Produktspezifische Kennzeichnung (ECCJ 2006)



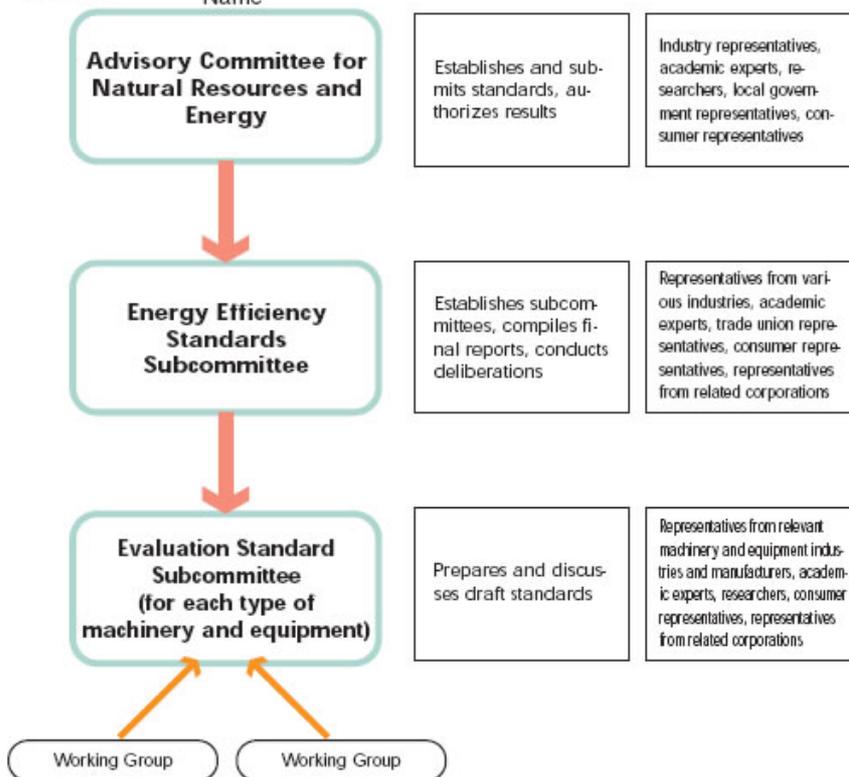
## Annex 5: Verkaufsstättenbezogene Kennzeichnung (ECCJ 2006)

Figure 11.  
Outlets that Excel at Promoting Energy-Efficient  
Products logo mark

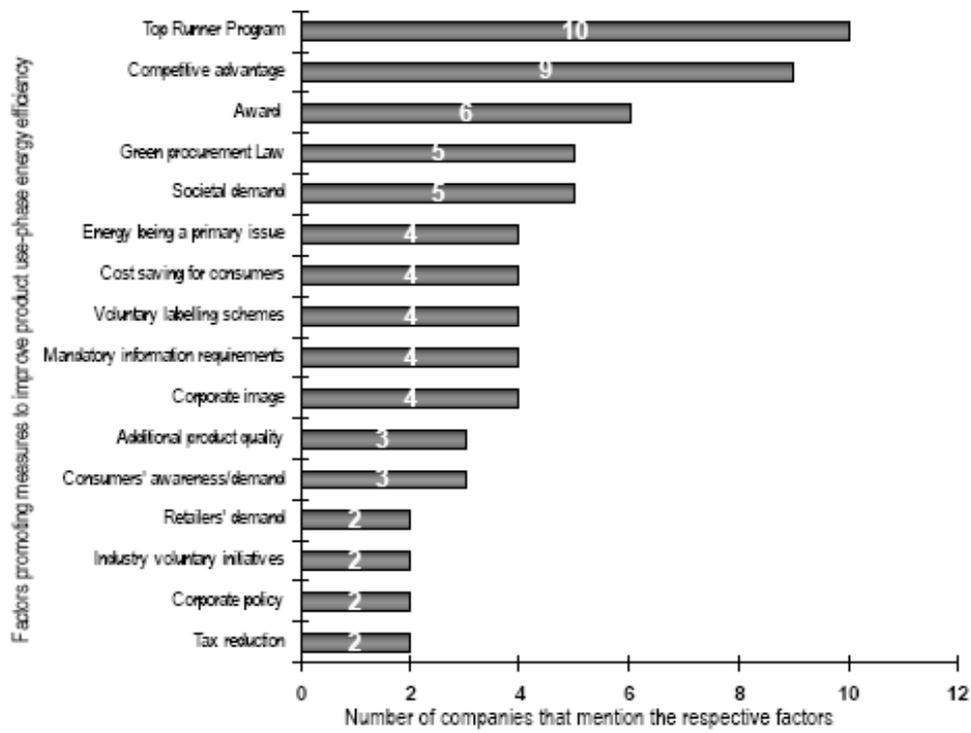


## Annex 6: Institutionelle Abläufe (ECCJ 2006)

Figure 3. Committee Name Function Membership



**Annex 7: Einflussfaktoren auf gebrauchphasenbezogene Effizienzsteigerungen (SEA 2005, S. 48)**



## Annex 8: Transitionsplattformen und Transitionspfade \*

Theme	Transition path	Effect on The Netherlands' position
New gas	Decentralized energy production	● ● ● ●
	Greenhouse horticulture	● ● ● ●
	Green gas, hydrogen	● ● ● ●
	Clean fossil fuels	● ● ●
	Built environment	● ● ●
Sustainable mobility	Hybridization	● ●
	Bio fuels	● ● ●
	Driving on hydrogen	● ● ● ●
	Intelligent transport systems	● ● ●
Green raw materials	Biomass production in the Netherlands	● ● ● ●
	Realization of import chain	●
	WISE BIOMAS co-production	● ● ● ●
	SNG in natural gas infrastructure	● ● ● ●
	More sustainable chemicals sector	● ● ● ●
Chain efficiency	Optimization of waste chains	● ● ● ●
	Precision agriculture	● ●
	Process intensification	● ●
	Multi-modal transport	● ● ● ●
	Clearing house	● ● ● ●
	Symbiosis	● ● ● ●
	Decentralized co-generation	● ● ● ●
	Paper industry	● ● ●
Sustainable electricity provision	Renewable energy sources	● ● ● ●
	Traditional electricity (decarbonization and co-generation)	● ● ●
	Electricity infrastructure	● ● ●
	Electricity savings	● ● ●

### Legend

- ● ● ● good possibilities to improve or maintain position
- ● ● mix of possibilities and opportunities to improve or maintain position
- ● opportunities to improve or maintain position
- some aspects will provide opportunities to improve or maintain position.

\* ohne Bebaute Umgebung (installiert am 30. Mai 2006, die Transitionspfade befinden sich derzeit in der Beratung (vgl.

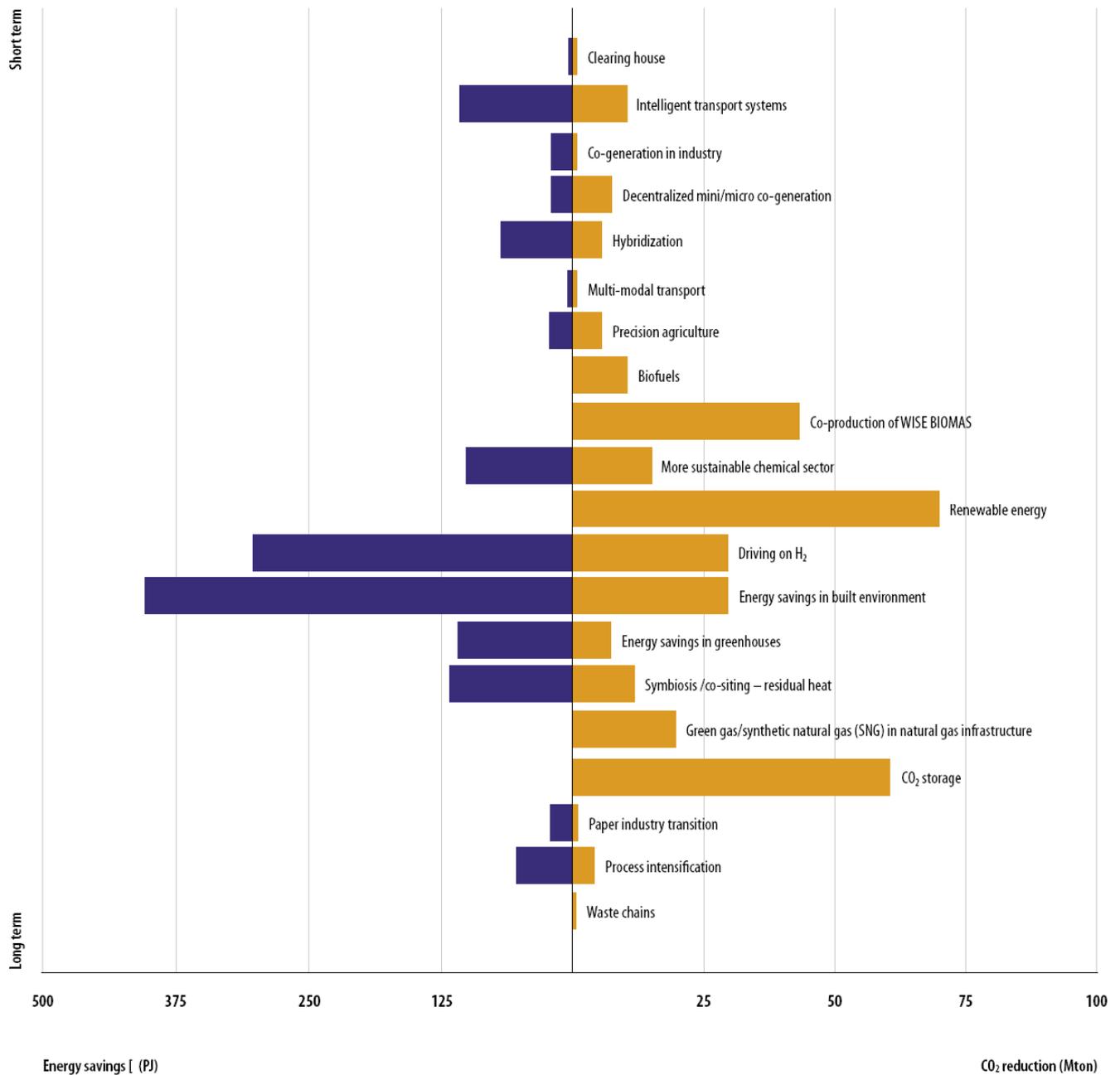
[http://www.senternovem.nl/EnergyTransition/Themes/Energy\\_in\\_the\\_Built\\_Environment\\_Platform/Transition\\_Paths/Index.asp](http://www.senternovem.nl/EnergyTransition/Themes/Energy_in_the_Built_Environment_Platform/Transition_Paths/Index.asp)  
[29.11.2006]

Quelle: ETTF (2006)

## Annex 9: Transitionspfade im Energiebereich und mögliche Einsparraten

Figure 2.

Overview of the transition portfolio and maximum achievable effects per transition path

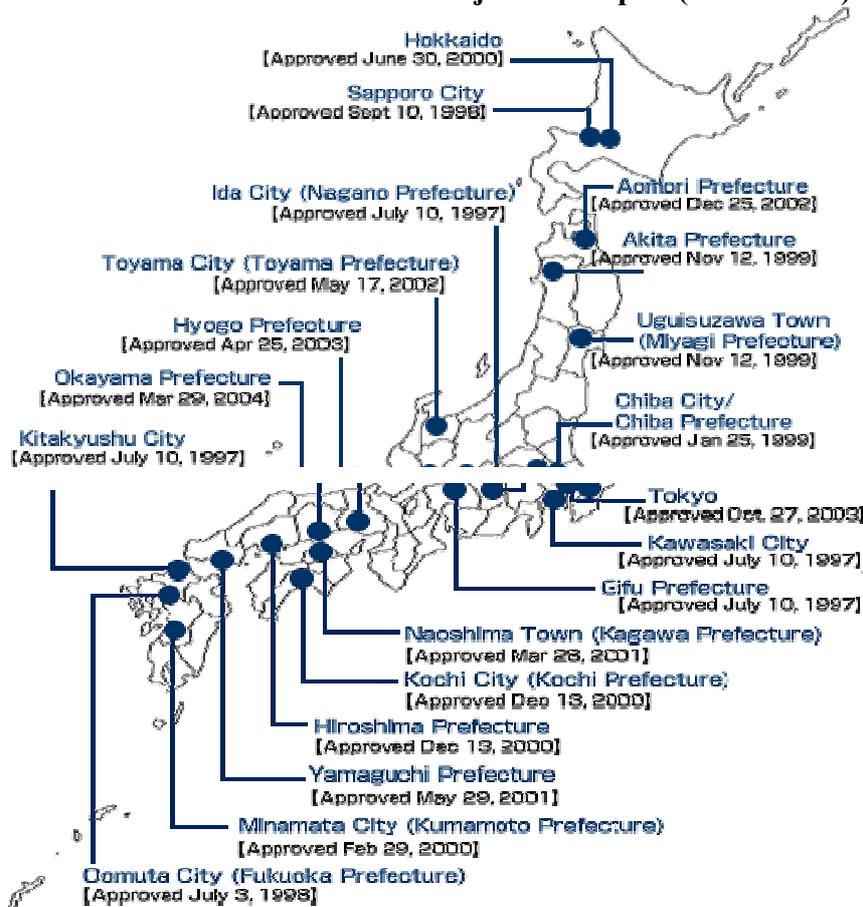


Energy savings [ PJ]

CO<sub>2</sub> reduction (Mton)

Quelle: ETTF (2006)

## Annex 10: Karte der Ecotown Projekte in Japan (Stand 2004)



Quelle: METI 2006.

## Annex 11: Darstellung der Produkt-Datenbank des Green Purchasing Network (GPN)

Table 1. "Contents of Environmental Data Base of Copiers"  
(actually only in Japanese)

Product	Company	Copy speed (/ minute)	Energy consumption	Energy Star	Two-side copy	Use of reused parts	Use of recycled plastic	Recycling of cartridges	Special note	Price (yen)
Product A	W	40	250Wh	No	Yes	Yes	Yes	◎		
Product B	X	40	157Wh	Yes	No	No	No	◎		
Product C	Y	40	209Wh	Yes	Yes	No	Yes	○		
Product D	Y	45	256Wh	No	Yes	No	Yes	○		
Product E	Z	45	195Wh	Yes	Yes	No	No	◎		
Product F	X	45	181Wh	Yes	Yes	No	No	○		
Product G	W	50	269Wh	Yes	Yes	Yes	Yes	◎		
.....										

Tel: +81-3-3406-5155

Fax: +81-3-3406-5190

E-mail: hv6h-stu@asahi-net.or.jp

Contact : Hiroyuki Sato(Secretary General of GPN)

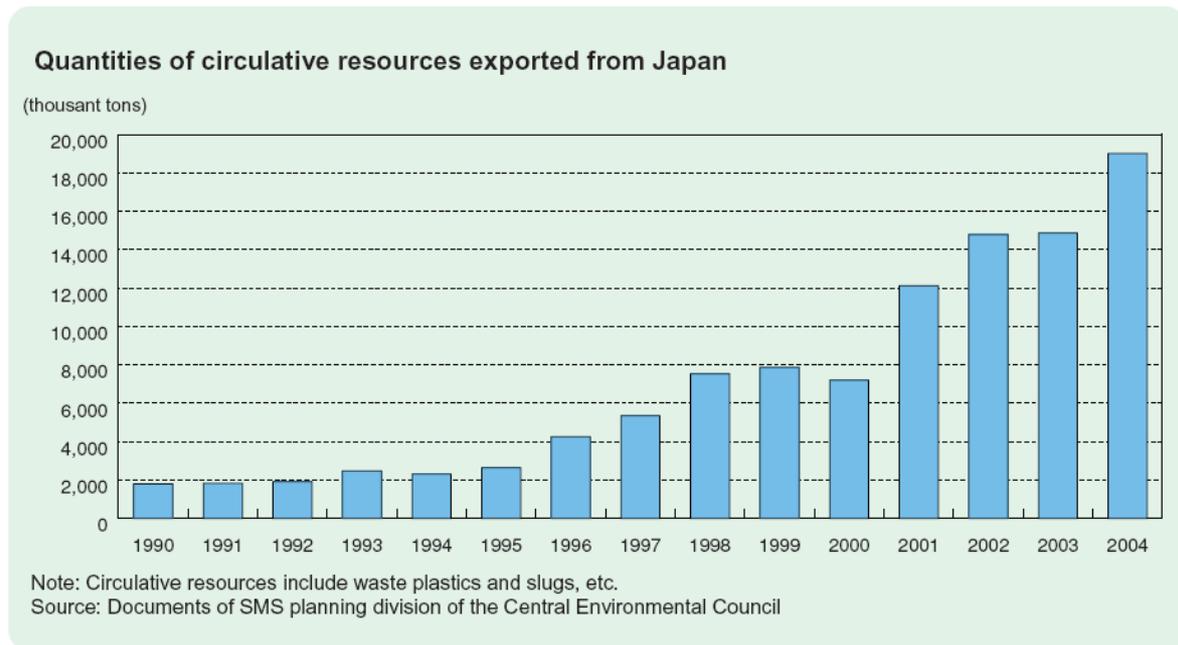
Quelle: GNP 2006.

**Annex 12: Status quo und Zukunftsprognosen des Marktvolumens und der Beschäftigtenzahlen im Umweltbereich in Japan**

Umweltindustrie	Marktvolumen (100 Mio. Yen)			Beschäftigungszahlen		
	2000	2010	2020	2000	2010	2020
<b>A. Kontrolle von Umwelt-Belastungen</b>	95.936	179.432	237.064	296.570	460.479	522.201
Herstellung von Anlagen und Materialien	20.030	54.606	73.168	27.785	61.501	68.684
Davon im Bereich Abfall-entsorgung	6.514	7.037	5.329	8.751	6.676	3.646
Angebot von Dienstleistungen	39.513	87.841	126.911	238.989	374.439	433.406
Davon im Bereich Abfall-entsorgung	29.134	69.981	105.586	202.607	323.059	374.186
Errichtung von Anlagen	36.393	36.985	36.985	29.796	24.539	20.111
Davon im Bereich Abfall-entsorgung	490	340	340	501	271	203
<b>B. Umweltfreundliche Technologien und Produkte</b>	1.742	4.530	6.085	3.108	10.821	13.340
<b>C. Ressourceneffizienz</b>	201.765	288.304	340.613	468.917	648.043	700.898
Davon im Bereich wieder gewonnener Stoffe	78.778	87.437	94.039	201.691	211.939	219.061

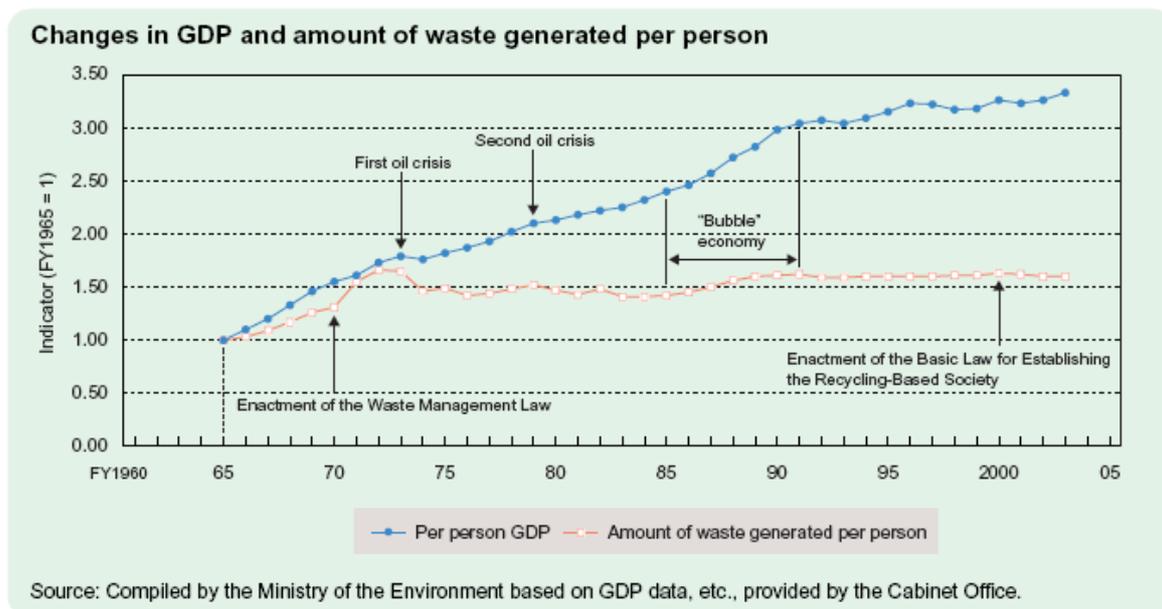
Quelle: nach MoE 2004, S.1.

## Annex 13: Aufkommen des Rohstoff- und Materialausflusses aus Japan



Quelle: MoE 2006a, S. 37.

## Annex 14: Veränderungen des Bruttoinlandsprodukt und des Abfallaufkommens in Japan (pro Kopf)



Quelle: MoE 2006a, S. 32.

In der Reihe „Umwelt, Innovation, Beschäftigung“ sind bisher die folgenden Bände erschienen:

- 01/07      Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Vertiefende Analyse zu Umweltschutz und Innovation
- 02/07      Umweltpolitische Innovations- und Wachstumsmärkte aus Sicht der Unternehmen
- 03/07      Zukunftsmarkt Solarthermische Stromerzeugung
- 04/07      Zukunftsmarkt CO<sub>2</sub>-Abscheidung und –Speicherung
- 05/07      Zukunftsmarkt Elektrische Energiespeicherung
- 06/07      Zukunftsmarkt Solares Kühlen
- 07/07      Zukunftsmarkt Energieeffiziente Rechenzentren
- 08/07      Zukunftsmarkt Biokunststoffe
- 09/07      Zukunftsmarkt Synthetische Biokraftstoffe
- 10/07      Zukunftsmarkt Hybride Antriebstechnik
- 11/07      Zukunftsmarkt Dezentrale Wasseraufbereitung und Regenwassermanagement
- 12/07      Zukunftsmarkt Nachhaltige Wasserwirtschaft und Nanotechnologie
- 13/07      Zukunftsmarkt Stofferkennung und -trennung
- 01/08      Umwelt und Innovation – Eine Evaluation von EU-Strategien und Politiken
- 02/08      Instrumente zur Förderung von Umweltinnovationen- Bestandsaufnahme, Bewertung und Defizitanalyse

Alle Veröffentlichungen können kostenlos auf [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de) heruntergeladen werden.