



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz,
Bau und Reaktorsicherheit



Sechster Nationalbericht

Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)
Referat KI I 1 · 11055 Berlin
E-Mail: KI11@bmub.bund.de · Internet: www.bmub.bund.de

Redaktion

BMUB, Referat KI I 1

Gestaltung

design.idee, büro_für_gestaltung, Erfurt

Druck

BMUB, Hausdruckerei

Bildnachweise

Titelseite: Alexander Chernyakov/iStockphoto.com

Stand

Dezember 2013

1. Auflage

20 Exemplare

Hinweis

Diese Publikation ist Teil der Öffentlichkeitsarbeit des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. Sie wird kostenlos abgegeben und ist nicht zum Verkauf bestimmt. Gedruckt auf Recyclingpapier.

Sechster Nationalbericht

Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis	10
Zusammenfassung	12
1 Rahmendaten	21
1.1 Staatliche Rahmenbedingungen	21
1.1.1 Umweltschutz als Staatsziel	21
1.1.2 Staatsaufbau	21
1.1.3 Gesetzgebung und Vollzug	21
1.2 Bevölkerung	21
1.2.1 Bevölkerungsentwicklung und demografischer Wandel	21
1.2.2 Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen	22
1.3 Geografie und Flächennutzung	23
1.3.1 Auswirkungen auf Treibhausgasemissionen	24
1.4 Klima und Klimaveränderungen in Deutschland	24
1.5 Wirtschaftliche Entwicklung	26
1.5.1 Gesamtwirtschaftliche Kennzahlen	26
1.5.2 Erwerbstätigkeit nach Wirtschaftsbereichen	26
1.5.3 Green Economy	26
1.5.4 Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen	27
1.6 Energie	27
1.6.1 Veränderungen infolge der Energiewende	27
1.6.2 Energieverbrauch nach Sektoren und nach Energieträgern	28
1.6.3 Erzeugung von Strom nach Energieträgern	31
1.6.4 Energiepreise	33
1.6.5 Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen	35
1.7 Verkehr	36
1.7.1 Verkehrsleistung (Personenverkehr und Güterverkehr)	36
1.7.2 Bestand an Kraftfahrzeugen	38
1.7.3 Kraftstoffverbrauch	39
1.7.4 Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen	39
1.8 Gebäudebereich – Wärme- und Kältebereitstellung	41
1.8.1 Energieeinsparverordnung (EnEV)	41
1.8.2 Förderung der energetischen Modernisierung	42
1.8.3 Bundesgebäude	42
1.9 Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	44
1.9.1 Struktur	44
1.9.2 Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen	44
1.10 Industrieprozesse	44
1.10.1 Struktur	44
1.10.2 Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen	44
1.11 Landwirtschaft	45
1.11.1 Struktur	45
1.11.2 Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen	46
1.11.3 Rahmenbedingungen	46
1.11.4 Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft	48

1.12	Forstwirtschaft	48
1.12.1	Struktur	48
1.12.2	Auswirkungen der Forstwirtschaft auf die Treibhausgasemissionen	48
1.12.3	Auswirkungen des Klimawandels auf die Forstwirtschaft	49
1.13	Abfallwirtschaft	50
1.13.1	Abfallmengen	50
1.13.2	Rechtliche Grundlagen und Ziele der Abfallwirtschaft	50
1.13.3	Thermische Abfallbehandlung und energetische Verwertung	51
1.13.4	Mechanisch-biologische Abfallbehandlung	52
1.13.5	Verwertung von Bio- und Grünabfall	53
1.13.6	Ablagerung	54
1.13.7	Auswirkung auf die Treibhausgasemissionen	54
1.14	Ressourceneffizienz	55
1.14.1	Ressourcenverbrauch und -produktivität	55
1.15	Kommunale Abwasserentsorgung	56
1.15.1	Abwasseranfall	56
1.15.2	Treibhausgasemissionen aus kommunalen Kläranlagen und privaten Kleinkläranlagen	56
1.15.3	Energiebedarf und Stromerzeugung der kommunalen Abwasserentsorgung	56
1.15.4	Rechtliche Regelung	56
2	Inventare anthropogener Emissionen von Treibhausgasen	57
2.1	Darstellung, Ermittlung und Struktur der Emissionsangaben	57
2.2	Genauigkeit der Emissionsangaben	57
2.3	Emissionen von Treibhausgasen 1990 bis 2011	58
2.3.1	Kohlendioxid (CO ₂)	62
2.3.2	Lachgas (N ₂ O)	62
2.3.3	Methan (CH ₄)	62
2.3.4	F-Gase	63
2.4	Beschreibung des Nationalen Systems zur Inventarerstellung	63
2.5	Beschreibung der nationalen Register	65
3	Politiken und Maßnahmen	70
3.1	Allgemeiner und politischer Rahmen	70
3.1.1	Energiekonzept und Energiewende	70
3.1.2	Steuerung und Koordinierung der Energiewende	71
3.1.3	Monitoring der Energiewende	71
3.2	Sektorübergreifende Maßnahmen des Bundes	73
3.2.1	EU-Emissionshandel	73
3.2.2	Energie- und Klimafonds EKF, Energieeffizienzfonds und Nationale Klimaschutzinitiative	74
3.2.3	Energiebesteuerung	74
3.2.4	Forschung und Entwicklung	75
3.3	Sektorbezogene Maßnahmen auf Bundesebene	75
3.3.1	Energie	75
3.3.2	Verkehr	78
3.3.3	Gebäudebereich – Wärme und Kältebereitstellung	81
3.3.4	Private Haushalte – Strom	86
3.3.5	Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	88
3.3.6	Industrieprozesse (CO ₂ -, CH ₄ - und N ₂ O-Emissionen)	91
3.3.7	Industrieprozesse – Produktverwendung (Fluorierte Treibhausgase)	92
3.3.8	Landwirtschaft	93

3.3.9	Abfallwirtschaft	94
3.3.10	Forstwirtschaft	94
3.4	Institutionelle Maßnahmen und Instrumente zum Kyoto-Protokoll	95
3.4.1	Nationales System zur Emissionsberichterstattung	95
3.4.2	Arbeitsgruppe „Emissionshandel zur Bekämpfung des Treibhauseffekts“ (AGE)	96
3.4.3	Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt)	96
3.4.4	Joint-Implementation-Koordinierungsstelle (JIKO)	96
3.4.5	National Focal Point für Bildung zum Klimaschutz	96
3.4.6	Koordinierung der Deutschen Anpassungsstrategien an den Klimawandel und Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass)	97
3.4.7	Bilaterale ständige Arbeitsgruppen „Umwelt und Energie“	97
3.5	Klimaschutzpolitische Aktivitäten der Länder und Kommunen	97
3.5.1	Bundesländer	97
3.5.2	Kommunen	103
3.6	Politiken und Maßnahmen nach Artikel 2 des Kyoto Protokolls	105
3.6.1	Aktivitäten, um Entscheidungen durch ICAO und IMO zur Emissionsminderung zu fördern	105
3.6.2	Informationen über die Umsetzung von Politiken und Maßnahmen, die nachteilige Wirkungen (inklusive nachteilige Wirkungen durch den Klimawandel) in Entwicklungsländern vermeiden	106
4	Emissionsszenarien und Projektionen sowie Abschätzung der Wirkung von Maßnahmen	108
4.1	Zur Aussagefähigkeit von Szenarien und Projektionen	108
4.2	Methodischer Ansatz	108
4.3	Beschreibung der Rahmendaten	110
4.3.1	Bevölkerung und Haushalte	110
4.3.2	Wirtschaftswachstum und Struktur	111
4.3.3	Beschäftigungsentwicklung	113
4.3.4	Projektion der Entwicklung der Primärenergiepreise und der Wechselkurse	114
4.3.5	Rahmendaten in einzelnen Sektoren	123
4.4	Ergebnisse der Vorausschätzungen nach Sektoren und Szenarien	127
4.4.1	Stromerzeugung	127
4.4.2	Andere Umwandlungssektoren	130
4.4.3	Flüchtige Emissionen der Energiesektoren	131
4.4.4	Verkehr	133
4.4.5	Gebäudebereich – Wärme und Kältebereitstellung	134
4.4.6	Private Haushalte – Strom	137
4.4.7	Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) Strom und Prozesswärme/-dampf	140
4.4.8	Industrieprozesse (CO ₂ -, CH ₄ - und N ₂ O-Emissionen)	144
4.4.9	Industrieprozesse – Produktverwendung (Fluorierte Treibhausgase)	146
4.4.10	Landwirtschaft	146
4.4.11	Abfallwirtschaft	150
4.4.12	Forstwirtschaft	150
5	Vulnerabilität, Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen	152
5.1	Künftige Klimaänderungen in Deutschland	152
5.2	Methoden und Ansätze für die Klimafolgen- und Vulnerabilitätsanalyse	155
5.3	Vorgehensweise bei der Entwicklung der Deutschen Strategie zur Anpassung an Klimawandel	157
5.4	Bewertung von Klimafolgen und Vulnerabilität	158
5.5	Anpassungsmaßnahmen	158

6	Finanzielle Unterstützung und Technologiekooperation	159
6.1	Bilaterale Zusammenarbeit	159
6.1.1	Sektorübergreifende Initiativen	160
6.1.2	Finanzierung und Technologietransfer im Bereich Minderung	161
6.1.3	Anpassung an den Klimawandel	162
6.1.4	Integration von Klimaaspekten in Planung und Entwicklung von Maßnahmen der deutschen Entwicklungszusammenarbeit	165
6.1.5	Tabellarische Übersicht der bilateralen entwicklungsrelevanten Klimafinanzierung	165
6.2	Multilaterale Zusammenarbeit	208
6.2.1	Die Globale Umweltfazilität (GEF)	208
6.2.2	Fonds für die am wenigsten entwickelten Länder (Least Developed Countries Fund, LDCF)	208
6.2.3	Sonderfonds Klimawandel (Special Climate Change Fund, SCCC)	208
6.2.4	Klimainvestitionsfonds der Weltbank (Climate Investment Funds, CIF's)	208
6.2.5	Adaptation Fund	209
6.2.6	Wald-Kohlenstoffpartnerschafts-Fazilität (Forest Carbon Partnership Facility, FCPF)	209
6.2.7	Grüner Klimafonds (Green Climate Fund, GCF)	209
6.2.8	Klimatechnologietransfer	209
6.2.9	Zusammenarbeit im Rahmen weiterer multilateraler Institutionen	210
6.3	Projektbeispiele	211
6.3.1	Projektbeispiele zur Anpassung an den Klimawandel	211
6.3.2	Projektbeispiele zur Minderung von Treibhausgasen	211
6.3.3	Projektbeispiele REDD+	212
7	Forschung, Entwicklung und systematische Beobachtung	213
7.1	Klimasystem, Variabilität und Wechselwirkungen im Erdsystem	214
7.1.1	Atmosphäre	215
7.1.2	Meeres- und Polarforschung	215
7.1.3	Wasserkreislauf	216
7.1.4	Landoberfläche und Landnutzung	217
7.1.5	Modellierung und Prognostik	218
7.2	Beobachtung und Datenmanagement	220
7.2.1	Systematische Beobachtung	220
7.2.2	Daten- und Informationsmanagement	223
7.3.	Klimawirkungsforschung	225
7.3.1.	Ökosysteme und Biodiversität	226
7.3.2.	Küstenregionen	227
7.4.	Energie- und Mitigationsforschung	228
7.4.1.	Energieforschung – Überblick	228
7.4.2.	Schlüssel- und Querschnittstechnologien für den Klimaschutz	230
7.4.3.	Forschung für erneuerbare Energien	231
7.4.4.	Mitigation in industriellen Prozessen und Produkten – integrierter Umweltschutz	232
7.4.5.	Mobilität und Klimaschutz	233
7.4.6.	Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid	234
7.5	Folgen des Klimawandels und Anpassung an den Klimawandel	234
7.5.1	Verbesserung der Abschätzung künftiger Klimaentwicklungen	234
7.5.2	Verbesserung der Klimafolgenabschätzung und der Vulnerabilitätsermittlung	235
7.5.3	Angewandte Anpassungsforschung	236
7.6	Sozioökonomische Forschung zu Ursachen und Folgen des Klimawandels	238
7.6.1	Übergreifende Forschung zu erneuerbaren Energien und zur Transformation der Energieversorgung	238
7.6.2	Sozialökologische Forschung	239
7.6.3	Ökonomische Aspekte des Klimawandels	240

7.7	Institutionelle Forschungslandschaft	241
7.8	Internationale Kooperation	243
7.8.1	Förderschwerpunkt „Forschung für die nachhaltige Entwicklung der Megastädte von morgen“	243
7.8.2	Förderschwerpunkt „Internationale Partnerschaften für nachhaltige Klimaschutz- und Umwelttechnologien und -dienstleistungen (CLIENT)“	244
7.8.3	Einbindung der Forschungsaktivitäten in internationale Programme	244
8	Bildung, Ausbildung und Öffentlichkeitsarbeit	245
8.1	Schulbildung	245
8.1.1	BMU-Bildungsservice	245
8.1.2	Aktionsprogramm „Klimaschutz in Schulen und Bildungseinrichtungen“	245
8.2	Berufliche Ausbildung	246
8.2.1	Klimaschutz in der beruflichen Bildung	246
8.2.2	Trainingsprogramme	246
8.3	Information und Aufklärung der Öffentlichkeit	247
8.3.1	Kampagnen zur Energiewende	247
8.3.2	Monitoring-Bericht zur Energiewende	248
8.3.3	Nationale Klimaschutzinitiative	248
8.3.4	Internationale Klimaschutzinitiative	248
8.3.5	Exportinitiative Energieeffizienz	248
8.3.6	Exportinitiative Erneuerbare Energien	248
8.3.7	Mittelstandsinitiative Energiewende	248
8.3.8	Erneuerbare Energien	248
8.3.9	Marktanreizprogramm – Wärme aus erneuerbaren Energien	249
8.3.10	Elektromobilität	249
8.3.11	Mobilität klimafreundlich gestalten	249
8.3.12	Ressourceneffizienz	250
	Literaturverzeichnis	251

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Sektoren	13
Abbildung 2:	Flächennutzung in Deutschland 2011	23
Abbildung 3:	Tägliche Veränderungen der Siedlungs- und Verkehrsfläche	23
Abbildung 4:	Jahresdurchschnittstemperatur in Deutschland	25
Abbildung 5:	Primärenergieverbrauch nach Energieträgern (in Petajoule)	29
Abbildung 6:	Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Primär- und Endenergieverbrauch	29
Abbildung 7:	Strompreis für Haushaltskunden	35
Abbildung 8:	Landwirtschaftliche Flächennutzung in Deutschland (2012)	45
Abbildung 9:	Produktionswert verschiedener landwirtschaftlicher Erzeugnisse der deutschen Landwirtschaft (2011)	45
Abbildung 10:	Abfallaufkommen in Deutschland 1999 bis 2010	51
Abbildung 11:	Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgasen	58
Abbildung 12:	Relative Entwicklung der Treibhausgase gegenüber 1990	59
Abbildung 13:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990 nach Quellgruppen	59
Abbildung 14:	Relative Entwicklung der F-Gase gegenüber 1995	63
Abbildung 15:	Struktur des Nationalen Systems Emissionen (NaSe)	64
Abbildung 16:	Modellübersicht zur Analyse der energiebedingten Treibhausgasemissionen	109
Abbildung 17:	Bevölkerungsprojektion aus ASTRA-D bis 2050	110
Abbildung 18:	Projektion des preisbereinigten Bruttoinlandsproduktes in Milliarden Euro 2010 inklusive einer Niedrigwachstumsvariante (- 0,3 Prozentpunkte)	111
Abbildung 19:	Gesamtwirtschaftliche Beschäftigungsentwicklung bis 2050	113
Abbildung 20:	Historischer Verlauf und aktuelle Projektionen für die Entwicklung des Rohölpreises auf dem Weltmarkt, 1980 bis 2050	114
Abbildung 21:	Historischer Verlauf und Modellierung von Rohöl-, Erdgas- und Steinkohlenpreisen, 1970 bis 2010	116
Abbildung 22:	Historischer Verlauf und aktuelle Projektionen für die Entwicklung des Erdgaspreises auf dem kontinentaleuropäischen Markt, 1980 bis 2050	117
Abbildung 23:	Historischer Verlauf und aktuelle Projektionen für die Entwicklung des Steinkohle-Weltmarktpreises für Lieferungen nach Nordwest-Europa, 1980 bis 2050	118
Abbildung 24:	Historischer Verlauf und Projektion für die Entwicklung des Weltmarktpreises für Rohöl sowie der europäischen Preise für Erdgas und Steinkohle Markt, 2000 bis 2050	119
Abbildung 25:	Settlement-Preise für den EUA-Spotmarkt sowie EUA-Futures mit Lieferung im Dezember 2012 und Dezember 2020, 2010 bis 2011	121
Abbildung 26:	Entwicklung der Wohnfläche 2008 bis 2030	124
Abbildung 27:	Nettostromerzeugung im Mit-Maßnahmen-Szenario	127
Abbildung 28:	Übersicht über den kumulierten Beitrag der Maßnahmen zur Minderung der direkt durch Brennstoffe verursachten CO ₂ -Emissionen im Mit-Maßnahmen-Szenario	134
Abbildung 29:	Für die Ensembleauswertung verwendete Klimaprojektionen. Dargestellt sind die Kombinationen der globalen und regionalen Klimamodelle auf der Basis des A1B-Emissionsszenarios	152
Abbildung 30:	Projizierte Änderung des Jahresmittels der Lufttemperatur, Mittel über die Projektionszeiträume 2021 bis 2050 (links) und 2071 bis 2100 (rechts), verwendete Klimaprojektionen	153
Abbildung 31:	Projizierte relative Änderung des mittleren Sommerniederschlags (JJA, oben) und Winterniederschlags (DJF, unten) in Prozent. Mittel über die Projektionszeiträume 2021 bis 2050 (links) und 2071 bis 2100 (rechts), verwendete Klimaprojektionen	154
Abbildung 32:	Projizierte Änderung der Anzahl heißer Tage ($T_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$), Mittel über die Projektionszeiträume 2021 bis 2050 (links) und 2071 bis 2100 (rechts), verwendete Klimaprojektionen	155
Abbildung 33:	Bilaterale entwicklungsrelevante Klimafinanzierung Deutschlands	165
Abbildung 34:	Anteil der Förderschwerpunkte an neu bewilligten Projekten 2012	230

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Relevante Indikatoren für Treibhausgasemissionen und Senken in Deutschland	16
Tabelle 2:	Entwicklung der Privathaushalte nach Haushaltsgröße bis 2030 (Trendvariante) Deutschland	22
Tabelle 3:	Zu- und Abnahme der Siedlungsflächeninanspruchnahme	24
Tabelle 4:	Anteile der Energieträger an der Bruttostromerzeugung in Deutschland [in Prozent]	30
Tabelle 5:	Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, 1998 bis 2012 [in Gigawattstunden]	30
Tabelle 6:	Einsatz von Energieträgern zur Stromerzeugung [in Petajoule], Strombereitstellung und Stromgebrauch in Deutschland von 1990 bis 2012 [Terawattstunden]	32
Tabelle 7:	Verkehrsleistung des motorisierten Personenverkehrs in Deutschland, gemessen in Milliarden Personenkilometern (1991 bis 2011)	36
Tabelle 8:	Verkehrsleistung des motorisierten Personenverkehrs in Deutschland, gemessen in Milliarden Personenkilometern (1991 bis 2011).	37
Tabelle 9:	KfZ-Bestand	38
Tabelle 10:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen in 1.000 Tonnen CO ₂ -Äquivalent (1991 bis 2011)	40
Tabelle 11:	Vergleich der maximal zulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten	41
Tabelle 12:	Erwerbstätige und Bruttowertschöpfung im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung nach Branchen	43
Tabelle 13:	Anteil des Dauergrünlands an der landwirtschaftlich genutzten Fläche 2010 bis 2012	47
Tabelle 14:	Entwicklung der Hausmüllverbrennung 1990 bis 2011	52
Tabelle 15:	Entwicklung der Ablagerungsmengen biologisch abbaubarer Abfälle einschließlich Deponieanzahl und Methanemissionen	53
Tabelle 16:	Emissionsentwicklung in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgas	60
Tabelle 17:	Spezifikationen zum Absatz 32 Anhang des Beschlusses 15/CMP.1	66
Tabelle 18:	Übersicht Status quo THG-Ziele	71
Tabelle 19:	Beteiligungsforen Energiewende	72
Tabelle 20:	Entwicklung der Vergütung für Strom aus solarer Strahlungsenergie	77
Tabelle 21:	Maßnahmen zur Emissionsminderung im Bereich Energie	78
Tabelle 22:	Maßnahmen zur Emissionsminderung im Bereich Verkehr	80
Tabelle 23:	Primärpflicht (Nutzung erneuerbarer Energien) erfüllende Maßnahmen EEWärmeG	84
Tabelle 24:	Maßnahmen zur Emissionsminderung im Gebäudebereich	86
Tabelle 25:	Maßnahmen zur Emissionsminderung im Bereich private Haushalte	88
Tabelle 26:	Maßnahmen zur Emissionsminderung im GHD-Bereich	91
Tabelle 27:	Maßnahmen zur Emissionsminderung bei Industrieprozessen	92
Tabelle 28:	Maßnahmen zur Emissionsminderung in Produktverwendung	92
Tabelle 29:	Maßnahmen zur Emissionsminderung bei Industrieprozessen	93
Tabelle 30:	Maßnahmen zur Emissionsminderung bei der Abfallwirtschaft	94
Tabelle 31:	Aktivitäten der Bundesländer zum Klimaschutz	98
Tabelle 32:	Ziele der Bundesländer zur Klimaschutz- und Energiepolitik	104
Tabelle 33:	Preisbereinigte Bruttowertschöpfung nach Sektoren und Bruttoinlandsprodukt (Preisbasis 2000), 2008 bis 2030	112
Tabelle 34:	Anteile Bruttowertschöpfung der Industrie (Milliarden Euro 2000), 2008 bis 2030	112
Tabelle 35:	Entwicklung der Brennstoffkosten für Braunkohle in Deutschland, 2008 bis 2050	119
Tabelle 36:	Ergebnisse der Referenzpreis-Projektionen für Rohöl, Erdgas, Stein- und Braunkohle, 2008 bis 2050	120
Tabelle 37:	Projektion der EU Energy-Roadmap 2050 für die Preise von Treibhausgasemissionsberechtigungen, 2020 bis 2050	121
Tabelle 38:	Personen- und Güterverkehrsnachfrage, 2010 bis 2030	122
Tabelle 39:	Entwicklung der Anzahl der Personen je privatem Haushalt 2008 bis 2050 aus ausgewählten Studien	123
Tabelle 40:	Entwicklung der Anzahl an Personen je privatem Haushalt und der privaten Haushalte 2008 bis 2050	123

Tabelle 41:	Wohnfläche in den Jahren 2010, 2015, 2020, 2025, 2030	124
Tabelle 42:	Erzeugungsdaten für ausgewählte energieintensive Produkte/Prozesse, 2000 bis 2030	125
Tabelle 43:	Erzeugungsdaten für ausgewählte energieintensive Produkte, 2000 bis 2030, Fortsetzung	126
Tabelle 44:	Energiebezugsfläche je Wirtschaftszweig im Sektor GHD	127
Tabelle 45:	Nettostromerzeugung im Mit-Maßnahmen-Szenario	128
Tabelle 46:	Zusammenfassung der Wirkung bisheriger Maßnahmen im Mit-Maßnahmen-Szenario	129
Tabelle 47:	CO ₂ -, CH ₄ - und N ₂ O-Emissionen der übrigen Umwandlungssektoren im Mit-Maßnahmen- und im Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario, 1990 bis 2030	130
Tabelle 48:	Entwicklung der flüchtigen Emissionen aus dem Energiesektor im Mit-Maßnahmen-Szenario, 2000 bis 2030	131
Tabelle 49:	Endenergiebedarf des Verkehrssektors im Mit-Maßnahmen-Szenario in Petajoule	132
Tabelle 50:	Emissionsminderung im Verkehrssektor im Mit-Maßnahmen-Szenario, Einzelmaßnahmenbetrachtung	132
Tabelle 51:	Resultierende Wirkung je Maßnahme im Mit-Maßnahmen-Szenario für Gebäude im Sektor Haushalte	135
Tabelle 52:	CO ₂ -Einsparungen der KfW-Programme in den Jahren 2015, 2020, 2025 und 2030	135
Tabelle 53:	CO ₂ -Einsparungen durch das Marktanzreizprogramm in den Jahren 2015, 2020, 2025 und 2030	136
Tabelle 54:	CO ₂ -Einsparungen durch die EnEV2009 in den Jahren 2015, 2020, 2025 und 2030	136
Tabelle 55:	CO ₂ -Einsparungen durch die Nutzungspflicht aus dem EEWärmeG in den Jahren 2015, 2020, 2025 und 2030	137
Tabelle 56:	Entwicklung des Stromverbrauchs privater Haushalte 2010 bis 2030 im Mit-Maßnahmen-Szenario	137
Tabelle 57:	Wirkung der strombezogenen Maßnahmen im Sektor private Haushalte – Mit-Maßnahmen-Szenario	138
Tabelle 58:	Wirkung der strombezogenen Maßnahmen im Sektor private Haushalte nach Gerätekategorien	139
Tabelle 59:	Resultierende Wirkung je Maßnahme im Mit-Maßnahmen-Szenario im Sektor Industrie	140
Tabelle 60:	Resultierende Wirkung je Maßnahme im Mit-Maßnahmen-Szenario im Sektor GHD	142
Tabelle 61:	Entwicklung der prozessbedingten CO ₂ -Emissionen für ausgewählte Produktionsprozesse im Mit-Maßnahmen-Szenario 2000 bis 2030	144
Tabelle 62:	Entwicklung der CH ₄ - und N ₂ O-Emissionen aus Industrieprozessen und Produktverwendung im Mit-Maßnahmen-Szenario, 2000 bis 2030	145
Tabelle 63:	Entwicklung der Emissionen an fluorierten Treibhausgasen aus Industrieprozessen und Produktverwendung im Mit-Maßnahmen-Szenario 2000 bis 2030	147
Tabelle 64:	Entwicklung der landwirtschaftlichen Aktivitätsdaten 1990 bis 2030	148
Tabelle 65:	Entwicklung der Methanemissionen in der Landwirtschaft, 1990 bis 2030	148
Tabelle 66:	Entwicklung der Lachgasemissionen in der Landwirtschaft, 1990 bis 2030	149
Tabelle 67:	Entwicklung der Methan- und Lachgasemissionen in der Landwirtschaft in Kilotonnen CO ₂ -Äquivalenten, 1990 bis 2030	149
Tabelle 68:	Entwicklung der Methan- und Lachgasemissionen aus der Abfallwirtschaft im Mit-Maßnahmen-Szenario	151
Tabelle 69:	Übersicht der bilateralen entwicklungsrelevanten Klimafinanzierung 2007 (in Euro)	166
Tabelle 70:	Übersicht der bilateralen entwicklungsrelevanten Klimafinanzierung 2008 (in Euro und US-Dollar)	170
Tabelle 71:	Übersicht der bilateralen entwicklungsrelevanten Klimafinanzierung 2009 (in Euro)	176
Tabelle 72:	Übersicht der bilateralen entwicklungsrelevanten Klimafinanzierung 2010 (in Euro und US-Dollar)	182
Tabelle 73:	Beiträge Deutschlands zur Globalen Umweltfazilität (GEF)	208
Tabelle 74:	Beiträge zu multilateralen Institutionen	210

Zusammenfassung

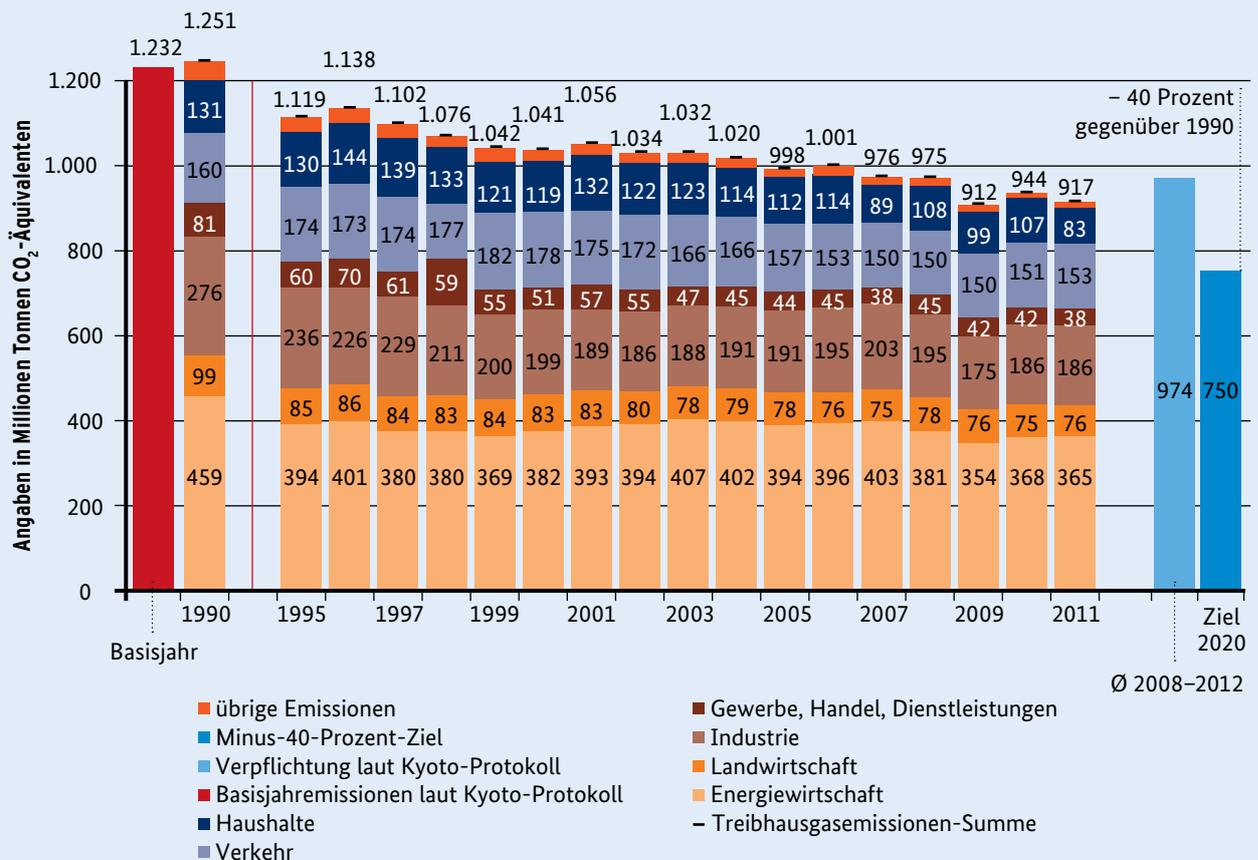
Der vorliegende Bericht zum Klimaschutz in Deutschland ist der sechste Bericht der Bundesrepublik Deutschland an die Vertragsstaatenkonferenz gemäß Artikel 12 der Klimarahmenkonvention. Die Bundesregierung informiert damit die Vertragsstaatenkonferenz über den Stand der Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in der Bundesrepublik Deutschland. Der sechste Nationalbericht zum Klimaschutz in Deutschland wurde auf Basis der „UNFCCC reporting guidelines on international communications“ und unter Berücksichtigung des Review-Berichts zum 5. Nationalbericht vom September 2011 erstellt. Er ist in Kontinuität zu seinen Vorgängern aus den Jahren 1994, 1997, 2002, 2006 und 2010 zu sehen. Der Bericht stellt die deutsche Klimaschutzpolitik vor dem Hintergrund der legislativen, politischen und sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen dar, geht auf die Auswirkungen von Klimaveränderungen ein und beschreibt die angestrebten Politiken und Maßnahmen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen und zur Anpassung an Klimaveränderungen. Er beschreibt außerdem die bisherigen und projizierten Wirkungen dieser Maßnahmen. Schließlich berichtet er über die Themen finanzielle Unterstützung und Technologietransfer sowie Bildung, Ausbildung und Information der Öffentlichkeit. Die dem Bericht zugrunde liegenden Daten beziehen sich je nach Verfügbarkeit auf die Jahre 2009 bis 2013.

Zeitgleich mit dem Nationalbericht im Januar 2014 wird Deutschland erstmals auch einen zweijährigen Bericht (biennial report) vorlegen. Dieses neue Format der zweijährigen Berichterstattung wurde auf der 17. Vertragsstaatenkonferenz in Durban 2011 beschlossen. Für die Gruppe der Industrieländer (Annex-I-Staaten), so auch Deutschland, fällt die Frist zur Vorlage des zweijährigen Berichts mit der zum Nationalbericht zusammen. Die Grundlage der Berichterstattung für die Industrieländer sind Tabellenformate, die auf der 18. Vertragsstaatenkonferenz in Doha beschlossen wurden. Der erste deutsche Zweijahresbericht wird Anfang 2014 als Anhang zum vorliegenden Nationalbericht erscheinen.

Seit dem Erscheinen des letzten, fünften Nationalberichts im Dezember 2009 hat sich die Klimaschutzpolitik in Deutschland dynamisch entwickelt:

- Deutschland ist insgesamt auf einem sehr guten Weg, die im Rahmen der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls eingegangene Verpflichtung (- 21 Prozent im Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2012) zu erfüllen: Nach dem jüngsten Nationalen Inventarbericht von 2013 sind die Emissionen 2011 um fast 26 Prozent gegenüber dem Kyoto-Basisjahr (1990) gesunken. Auch nach vorläufigen Berechnungen für das Jahr 2012 sind in Deutschland die Emissionen um mehr als 24 Prozent gegenüber dem Basisjahr gesunken. Insgesamt erreicht Deutschland damit im Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2012 eine Minderung von etwa 24 Prozent gegenüber dem Basisjahr und somit mehr als sein Kyotoziel. Die zusätzlich (also über die Minderungsverpflichtung von 21 Prozent hinaus) in diesem Zeitraum (2008 bis 2012) vermiedenen Treibhausgasemissionen belaufen sich nach den vorläufigen Berechnungen auf insgesamt etwa 192 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente.
- Die Bundesregierung hat bis 2012 die finanzielle Unterstützung für Entwicklungsländer für Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel weiter erhöht. Sie erfüllt damit ihre Verpflichtungen zur Bereitstellung neuer und zusätzlicher Finanzmittel aus der Klimarahmenkonvention.
- Die deutsche Bundesregierung hat mit dem Energiekonzept im September 2010 anspruchsvolle nationale Klimaschutzziele festgeschrieben: Deutschland will seine Treibhausgasemissionen bis zum Jahr 2020 um 40 Prozent, bis 2030 um 55 Prozent, bis 2040 um 70 Prozent und bis 2050 um 80 bis 95 Prozent gegenüber dem Basisjahr 1990 reduzieren. Daraus leiten sich die ebenfalls ambitionierten Ziele für den Ausbau der erneuerbaren Energien und zur Steigerung der Energieeffizienz ab. Damit will Deutschland einen Beitrag dazu leisten, die globale Erderwärmung auf höchstens zwei Grad Celsius gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Die Umsetzung des Energiekonzepts wird durch einen Monitoringprozess begleitet.
- Im Juni 2011 reagierte Deutschland auf die japanische Reaktorkatastrophe von Fukushima, die gezeigt hatte, dass Atomunfälle auch in einem Hochtechnologieland nicht ausgeschlossen werden können. Der Deutsche Bundestag beschloss mit großer Mehrheit den schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie bis zum Jahr 2022. Acht Kernkraftwerke wurden bereits endgültig stillgelegt. Zudem verabschiedete der Bundestag ein umfangreiches Paket mit Maßnahmen, mit dem die Beschlüsse des

Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland nach Sektoren (ohne Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft [LULUCF])



Quelle: UBA 8. Januar 2013.

Energiekonzepts ergänzt und deren Umsetzung beschleunigt werden soll.

- Die deutsche „Energiewende“ beschreibt den umfangreichen Umbau der Energieversorgung in Deutschland. Dieser wurde durch das Energiekonzept eingeleitet und durch den Beschluss zum Ausstieg aus der Kernenergie beschleunigt. Ein entscheidender Treiber für die Energiewende ist ein ambitionierter Klimaschutz, der in die internationalen Verpflichtungen nach dem Kyoto-Protokoll und der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen eingebettet ist.
- Die Maßnahmen zum Klimaschutz und der Energiewende zeigen bereits ihre Wirkungen. Sie reichen aber nach aktuellen Projektionen noch nicht aus, um die anspruchsvollen deutschen Klimaschutzziele zu erreichen. Nach dem Projektionsbericht der Bundesregierung 2013 können mit den bisher beschlossenen Maßnahmen je nach Wirtschaftsentwicklung bis zum Jahr 2020 zwischen 33 Prozent und 35 Prozent Treibhausgasemissionen erreicht werden. Im

Energiekonzept wurde das Ziel einer Minderung von 40 Prozent formuliert.

Deutschland setzt auf einen Mix von Maßnahmen und Instrumenten, um der Zieltrias der Energiepolitik – Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit – gerecht zu werden. Durch Gesetze und Verordnungen wird ein ordnungspolitischer Rahmen vorgegeben. Dabei werden unter anderem auch finanzielle Anreize gesetzt, die das Verhalten der betroffenen Akteure beeinflussen. Daneben wirken ökonomische Instrumente, wie der europäische Emissionshandel, die durch ein Preissignal das Handeln der betroffenen Akteure beeinflussen. Hinzukommen Förderprogramme, welche die Technologieforschung, den Einsatz erneuerbarer Energien, Maßnahmen zum Abbau von Hemmnissen und zur Schaffung von Akzeptanz für Klimaschutz und zur Steigerung der Energieeffizienz durch Beratung, Information oder die Vernetzung und Bürgerbeteiligung unterstützen. Schließlich spielen Anpassungsmaßnahmen eine wichtige Rolle. Durch finanzielle Unterstützung und Technologietransfer wird Deutschland auch international seiner Verantwortung gerecht.

Der vorliegende Bericht ist in acht Kapitel gegliedert:

1. Allgemeine Rahmendaten,
2. Inventare anthropogener Emissionen von Treibhausgasen,
3. Politiken und Maßnahmen,
4. Emissionsszenarien und Projektionen zur Abschätzung der Wirkung der Maßnahmen,
5. Vulnerabilität, Klimafolgen und Anpassung,
6. Finanzielle Unterstützung und internationale Technologiekoooperation,
7. Forschung und Entwicklung,
8. Bildung, Ausbildung und Information der Öffentlichkeit.

1 Allgemeine Rahmendaten

Im Bericht werden für den Klimaschutz relevante Rahmendaten für folgende Bereiche angegeben: Gesetzgebung, Bevölkerungsentwicklung, Geografie/Flächennutzung, Klimaberichterstattung und Klimaänderungen, Wirtschaftliche Entwicklung, Energie, Verkehr, Gebäude, Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft, Forstwirtschaft, Ressourceneffizienz und Abwasser.

Seit 1994 ist der Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen als Staatsziel im Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland enthalten. Die Bundesrepublik ist ein föderaler Staat, in dem die Zuständigkeiten zwischen Bund und Ländern durch das Grundgesetz geregelt werden. Die einzelnen Bereiche des Umweltrechts sind der konkurrierenden Gesetzgebung zugeordnet. Dies bedeutet, dass die Bundesländer die Gesetzgebungsbefugnis haben, solange der Bund nicht von seiner Gesetzgebungszuständigkeit Gebrauch macht. Der Bund ist aber in der Lage, die Umweltgesetzgebung zu prägen und auch EU-Richtlinien im Umweltbereich umzusetzen. Mit Umweltrecht bezeichnet man die Gesamtheit der Rechtsnormen, die den Schutz der natürlichen Umwelt und den Erhalt der Ökosysteme adressieren.

In Deutschland leben 80,2 Millionen Menschen. Der Zensus aus dem Jahr 2011 hat ergeben, dass in Deutschland rund 1,5 Millionen weniger Menschen leben, als vorher angenommen. Zudem vollzieht sich in Deutschland ein demografischer Wandel. Der Altersdurchschnitt der Bevölkerung steigt. Die Auswirkungen von Bevölkerungsentwicklung und demografischem Wandel auf Klima und Klimaschutz sind bisher kaum erforscht.

Bei der Flächennutzung ist ein Rückgang der Landwirtschaft gegenüber einer leichten Zunahme der Waldflächen sowie einer deutlichen Zunahme an Siedlungs- und Verkehrsflächen zu verzeichnen. Diese betrug

zwischen 2004 und 2011 5,15 Prozent. Besonders zugenommen hat die Inanspruchnahme von Flächen zu Wohnzwecken. Sie betrug 7,72 Prozent. Mit dem Anstieg der für Siedlung und Verkehr genutzten Fläche gehen auch ein Anstieg der klimarelevanten Emissionen und der Schadstoffbelastung einher.

Die Aussagen zur Klimaentwicklung in Deutschland beruhen auf Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD). Allgemein sind folgende Trends festzuhalten: Zwischen 1881 und 2012 ist das Gebietsmittel der Lufttemperatur in Deutschland um etwa 1,2 Grad Celsius gestiegen. Das Jahrzehnt 1990 bis 1999 war die wärmste Dekade des gesamten 20. Jahrhunderts. Die ersten Jahre des 21. Jahrhunderts waren erheblich wärmer als das Mittel der aktuellen Klimanormalperiode 1961 bis 1990 („vieljähriges Mittel“). Der Temperaturanstieg im Frühjahr und Herbst ist höher als im Sommer und Winter. Auch beim Niederschlag lassen sich in Deutschland Veränderungen beobachten. Gegenüber dem Ende des 19. Jahrhunderts (1881) ist das Gebietsmittel der jährlichen Niederschlagsmenge in Deutschland um etwa elf Prozent angestiegen, obwohl die beiden ersten Dekaden des 20. Jahrhunderts vergleichsweise trocken waren. Die jahreszeitliche Betrachtung zeigt bei den Winterniederschlägen (Dezember bis Februar) eine deutliche Zunahme um fast 50 mm oder 29 Prozent im Zeitraum 1881 bis 2012, wobei dieser Anstieg in den östlichen Landesteilen weniger hoch ausfällt. Trotz dieser Beobachtung ist der winterliche Trend statistisch aber noch nicht signifikant, denn die Menge der Niederschläge variiert von Jahr zu Jahr sehr stark. Im Sommer ergibt sich insgesamt kein wesentlicher Trend, in Sachsen und Sachsen-Anhalt ist eine Abnahme der Sommerniederschläge merkbar. Bei den Niederschlagstrends gibt es räumliche Unterschiede innerhalb Deutschlands. So ist die Zunahme im Jahreszeitraum weitgehend auf Westdeutschland beschränkt, während in den östlichen Bundesländern die Zunahmen im Winterhalbjahr durch Abnahmen im Sommer größtenteils wettgemacht werden. Für die Windgeschwindigkeit ist bislang noch kein signifikanter Trend festzustellen. Lange Reihen der mittleren Windgeschwindigkeit zeigen lediglich einige periodische Schwankungen.

Das wirtschaftliche Wachstum in Deutschland vollzog sich vor dem Hintergrund der Schuldenkrise im Berichtszeitraum moderat, die Konsolidierung des Staatshaushaltes wurde fortgesetzt und die Beschäftigung ist gestiegen. Das weltweite Wachstum der „grünen“ Märkte sorgte für einen weiteren Aufschwung der deutschen GreenTech-Branche. Deren Wachstum betrug zwischen 2007 und 2010 im Jahresdurchschnitt 12 Prozent. Deutsche GreenTech-Anbieter haben einen Anteil von 15 Prozent am Weltmarkt. Der GreenTech-Anteil am

Bruttoinlandsprodukt lag bereits 2010 bei etwa elf Prozent, für 2025 werden etwa 15 Prozent prognostiziert.¹

Der Primärenergieverbrauch in Deutschland ging seit 1990 leicht zurück. Dies ist zum einen darauf zurückzuführen, dass die Ermittlung des Primärenergieverbrauchs über das Wirkungsgradprinzip erfolgt, zum anderen sind aber auch Effizienzsteigerungen für diese Entwicklung verantwortlich. Die sektorale Struktur des Endenergieverbrauchs hat sich seit 1990 geändert: Der Anteil des Industriesektors am gesamten Endenergieverbrauch ist geringfügig gesunken. Sein Anteil sank von 31,4 Prozent 1990 auf 30 Prozent im Jahr 2011. Eine ähnliche Entwicklung zeigte der Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen mit einem leichten Rückgang von 18,3 Prozent auf 15,5 Prozent. Der Anteil der privaten Haushalte blieb relativ konstant bei 25 Prozent während im Verkehrssektor ein Anstieg von 25,1 Prozent auf 29,4 Prozent verzeichnet wurde.

2011 wurden insgesamt 33,6 Prozent des Primärenergiebedarfs durch Mineralöl gedeckt; 20,8 Prozent durch Erdgas; 12,8 Prozent durch Steinkohle und 11,6 Prozent durch Braunkohle. Die Kernenergie deckte 8,7 Prozent des Primärenergiebedarfs und die erneuerbaren Energien elf Prozent. Bei der Bruttostromerzeugung stieg der Anteil erneuerbarer Energien auf über 20 Prozent, während die Energieträger Braunkohle, Steinkohle und Kernenergie zurückgingen. Erdgas verdoppelte seinen Anteil. 2011 erzeugten erneuerbare Energien erstmals mehr Strom als die Kernenergie. Die Preise für energetische Rohstoffe sind weiter gestiegen. Die Energiekosten der Verbraucher erhöhten sich sowohl absolut als auch anteilig an den Haushaltseinkommen beziehungsweise der Wertschöpfung von Gewerbe und Industrie. Auch der Anteil der Energiekosten an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung insgesamt ist gestiegen. Wenn auch in Einzelfällen die Belastungsfähigkeit bestimmter Verbrauchergruppen mit Energiekosten an Grenzen stößt, war insgesamt die Wettbewerbsfähigkeit beziehungsweise die Bezahlbarkeit der Energieversorgung gewährleistet.

Der Verkehr in Deutschland hat seit 1991 weiter zugenommen. Der Personenverkehr ist zwischen 1991 und 2011 um 29,7 Prozent gestiegen, dabei behielt der motorisierte Personenindividualverkehr seine dominierende Stellung. Der Luftverkehr erzielte mit rund 144,2 Prozent die höchste Zuwachsrate unter allen Personenverkehrsträgern. Aber auch die Personenverkehrsleistung der Eisenbahnen nahm um 49,6 Prozent zu und hatte damit

2011 einen Anteil von 7,5 Prozent. Der Güterverkehr hat insbesondere auf der Straße stark (um 89,5 Prozent) zugenommen und hat damit seinen Anteil am gesamten Güterverkehrsaufkommen auf 71,5 Prozent erhöht, während der Anteil von Bahn und Binnenschifffahrt am gesamten Güterverkehrsaufkommen gesunken ist. Im Zeitraum 1999 bis 2009 sind die Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs deutlich gesunken (- 18 Prozent). Ursachen hierfür war neben der Verringerung der spezifischen Kraftstoffverbräuche der Einsatz von Bio-Kraftstoffen. Verstärkende Effekte hatten die Wirtschaftskrise 2008 insbesondere und ein Einbruch des Straßengüterverkehrs. Ab 2009 stiegen die Emissionen infolge des zunehmenden Straßengüterverkehrs wieder leicht an. Trotz eines erheblichen Anstiegs der Güter- und Personenverkehrsleistung zwischen 1991 und 2011 waren die Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs im Jahr 2011 4 Prozent geringer als im Jahr 1991. Damit konnte eine wichtige Trendwende erreicht werden. Insgesamt emittierte der Verkehr (ohne internationale Luft- und Seeschifffahrt) im Jahr 2011 sechs Prozent weniger Treibhausgase als 1991.

Im Gebäudebereich werden die Anforderungen an die Energieeffizienz durch die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Energieeinsparungsgesetz (EnEG) geregelt. Im Zuge der Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie wurde die Novellierung von EnEV und EnEG angestoßen. Das EnEG 2013 ist bereits in Kraft getreten. Das Verfahren zur Novellierung der EnEV 2013 wurde mit dem Kabinettsbeschluss vom 16. Oktober 2013 abgeschlossen. Der Bund unterstützt die energieeffiziente Sanierung und Errichtung von Gebäuden mit den KfW-Förderprogrammen „Energieeffizient Bauen“ und „Energieeffizient Sanieren“. Gefördert werden Neubauten und Sanierungen mit Energieeffizienzstandards, die weit über die Mindestanforderungen des Energieeinsparrechts hinausgehen. Seit 2006 konnten Energieeffizienzmaßnahmen an rund 3,1 Millionen Wohnungen sowie an über 1.600 Gebäuden auf kommunaler Ebene unterstützt werden.

Die deutsche Industrie war 2011 insgesamt für knapp 21 Prozent der deutschen Treibhausgasemissionen verantwortlich. Zur gleichen Zeit trug sie 22 Prozent zur Bruttowertschöpfung bei. Die durch den Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen verursachten Emissionen sind deutlich geringer. Trotz eines Anteils von fast 70 Prozent an der Bruttowertschöpfung betrug ihr Anteil an den Emissionen 2011 nur rund vier Prozent. Klimaschutz und Energiewende fordern von der

1 BMU, Umwelttechnologieatlas 2012.

Tabelle 1: Relevante Indikatoren für Treibhausgasemissionen und Senken in Deutschland

Relevante Indikatoren der Treibhausgasemissionen in Deutschland								
	1990	1995	2000	2005	2010	Veränderung 1990 bis 2000 (in Prozent)	Veränderung 2000 bis 2010 (in Prozent)	Veränderung 1990 bis 2010 (in Prozent)
Bevölkerung	79,4	81,7	82,2	82,5	81,8	3,53	-0,49	3,02
BIP (2006 USD in Mrd., Kaufkraftparität)	2055,8	2271,4	2490,8	2556	2732,5	21,16	9,7	32,92
Primärenergieverbrauch (Mtoe*)	351,1	336,5	336,6	338,3	327,4	-4,13	-2,73	-6,75
BIP pro Kopf (2006 USD in Mrd. Kaufparität)	25,89	27,8	30,3	30,98	33,4	17,03	10,24	29,02
Primärenergieverbrauch pro Kopf (Mtoe)	4,42	4,12	4,09	4,1	4	-7,4	-2,26	-9,49
THG-Emissionen ohne LULUCF (Megatonnen CO ₂ -Äquivalente)	1250,53	1118,59	1040,86	998,19	943,79	-16,77	-9,33	-24,53
THG-Emissionen mit LULUCF (Megatonnen CO ₂ -Äquivalente)	1214,51	1082,96	1005,79	1005,3	952,24	-17,18	-5,32	-21,59
THG-Emissionen pro pro Kopf (Tonnen CO ₂ -Äquivalente)	15,75	13,69	12,66	12,1	11,54	-19,6	-8,88	-26,74
THG-Emissionen pro Einheit BIP (kg CO ₂ -Äquivalente pro 2006 USD, Kaufkraftparität)	0,61	0,49	0,42	0,39	0,35	-31,3	-17,35	-43,22
Energieintensität (Primärenergieverbrauch/BIP)	0,17	0,15	0,13	0,13	0,11	-0,19	-0,28	-0,2
THG-Intensität des Energieverbrauchs (THG-Emissionen**/ Primärenergieverbrauch)	3,56	3,32	3,09	2,95	2,88	4,06	3,41	3,63

*Megatonne Öleinheit, **THG-Emissionen ohne LULUCF

Quellen: IEA 2012: CO₂ Emissions from Fuel Combustion; UBA 2013: Nationaler Inventarbericht Deutschland.

Wirtschaft eine hohe Veränderungs- und Anpassungsbereitschaft. Sie bieten aber auch Chancen. Steigerungen in der Produktivität und Effizienz sowie die Reduzierung des Energie- und Ressourcenbedarfs bieten Kostenvorteile und können die Wettbewerbsfähigkeit steigern.

Die Landwirtschaft trägt erheblich zu den Treibhausgasemissionen in Deutschland bei. Gründe dafür sind vor allem der Einsatz von mineralischen und organischen

Düngemitteln, die Tierhaltung sowie Grünlandumbruch und die Trockenlegung von Moorflächen. Gleichzeitig ist die Landwirtschaft von den Auswirkungen des Klimawandels besonders betroffen, da Klimaveränderungen die Ernteerträge beeinflussen können. Wälder sind natürliche Senken für Kohlendioxid. Wenn mehr Holz aus dem Wald entnommen wird, als nachwächst, können sie auch zu Emissionsquellen werden. Klimaveränderungen können die Anpassungsfähigkeit der Wälder überfordern und zu Schädigungen führen.

Daher richtet sich die Forstwirtschaft auf Anpassungen an Klimaveränderungen ein.

Die Abfall- und Kreislaufwirtschaft leistet einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz. In den letzten Jahren sind die Recycling- und Verwertungsquoten in Deutschland weiter angestiegen. Die rechtlichen Grundlagen sind im Kreislaufwirtschaftsgesetz vom Februar 2012 festgeschrieben. Dieses regelt den Umgang mit Abfall in einer klaren Hierarchie von Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling, weiterer Verwertung und Beseitigung. Eine wichtige Rolle spielt auch die vielseitige Verwertung von Bio- und Grünabfällen. Das Kreislaufwirtschaftsgesetz schreibt fest, dass Bio- und Grünabfälle ab 2015 getrennt zu sammeln sind. Bereits seit 2005 dürfen keine unbehandelten organischen Abfälle mehr auf Deponien abgelagert werden. Dadurch kann der Ausstoß des klimaschädlichen Methangases durch Abfälle weitestgehend vermieden werden.

Durch den effizienten Einsatz von Ressourcen kann ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden. Im Jahr 2002 hat Deutschland in seiner Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie das Ziel verankert, die Rohstoffproduktivität bis 2020 gegenüber 1994 zu verdoppeln. Bis 2010 wurde die Rohstoffproduktivität bereits um 47 Prozent gesteigert. Insgesamt entwickelte sich der Indikator also in die angestrebte Richtung, das Tempo der Erhöhung der letzten fünf Jahre würde jedoch nicht ausreichen, um das Ziel zu erreichen. Der Indikator würde dennoch im Zieljahr 2020 rund 82 Prozent des erforderlichen Weges zum Zielwert zurückgelegt haben. Im Februar 2012 verabschiedete die Bundesregierung das deutsche Ressourceneffizienzprogramm.

2 Inventare anthropogener Emissionen von Treibhausgasen

Deutschland ist als Vertragsstaat der Klimarahmenkonvention seit 1994 verpflichtet, Inventare zu nationalen Treibhausgasemissionen zu erstellen, zu veröffentlichen und regelmäßig fortzuschreiben. Am 15. April 2013 hat Deutschland zusammen mit den Inventaren an Treibhausgasen für die Jahre 1990 bis 2011 den Nationalen Inventarbericht (NIR 2013) vorgelegt. Darin werden die Methoden und Datenquellen beschrieben, auf denen die Berechnungen der deutschen Treibhausgasemissionen basieren. Die Darstellungen in diesem Bericht basieren auf dem Nationalen Inventarbericht 2013. Darin werden Angaben für die direkten Treibhausgase Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4), Distickstoffoxid (Lachgas, N_2O), wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW),

perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) und Schwefelhexafluorid (SF_6) tabellarisch zusammengestellt.

Die Europäische Gemeinschaft hat sich im Rahmen des Kyoto-Protokolls dazu verpflichtet, ihre Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2008 bis 2012 gegenüber dem Basisjahr (1990 beziehungsweise 1995) um acht Prozent zu mindern. Diese Verpflichtung wurde innerhalb der EU zwischen den beteiligten Mitgliedstaaten aufgeteilt. Deutschland hat sich im Rahmen dieser EU-internen Lastenverteilung (burden sharing) verpflichtet, die Emissionen aller sechs Kyoto-Gase bis zum Ende der ersten Verpflichtungsperiode (2008 bis 2012) um 21 Prozent gegenüber dem Basisjahr (1990 beziehungsweise 1995) zu mindern. Im Jahr 2011 konnte die Verpflichtung zur Minderung der Treibhausgasemissionen im Rahmen der EU-Lastenteilung mit einem Rückgang von 25,6 Prozent gegenüber dem Basisjahr erfüllt werden. Die einzelnen Treibhausgase trugen in unterschiedlichem Maß zu dieser Entwicklung bei. Bei den direkten Treibhausgasemissionen konnte Methan am stärksten gemindert werden.

Kohlendioxid (CO_2) war 2011 mit einem Anteil von 87,1 Prozent Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen. Sein relativer Anteil ist durch den überdurchschnittlichen Rückgang der anderen Treibhausgase gestiegen. Die Minderung der CO_2 -Emissionen ist stark mit der Entwicklung im Energiesektor verbunden. Verglichen mit 1990 sanken die Emissionen in allen Quellgruppen der energiebedingten Emissionen um fast 236 Millionen Tonnen CO_2 . Im Verkehrsbereich sanken die CO_2 -Emissionen im Zeitraum seit insbesondere 1999 und liegen inzwischen unter dem Ausgangsniveau. Die Emissionen von Lachgas (N_2O), deren Hauptverursacher die Anwendung stickstoffhaltiger Dünger in der Landwirtschaft, die chemische Industrie, die Brennstoffnutzung und die landwirtschaftliche Tierhaltung sind, sanken seit 1990 um circa 34,2 Prozent. Auch die Methanemissionen (CH_4), die vor allem durch landwirtschaftliche Tierhaltung, Abfalldeponierung und die Verteilung flüssiger und gasförmiger Brennstoffe verursacht wird, konnten seit 1990 um 55,6 Prozent gemindert werden. Für die Gruppe der F-Gase konnten zwar teilweise Minderungen erzielt werden, insgesamt ist jedoch derzeit noch mit einer weiteren Zunahme der Emissionen zu rechnen.

Die energiebedingten Emissionen tragen mit einem Anteil von 83 Prozent (2011) hauptsächlich zu den verursachten Treibhausgasemissionen bei. Nach vorläufigen Schätzungen ist der Treibhausgasausstoß 2012 insgesamt um 1,6 Prozent gegenüber 2011 gestiegen, die energiebedingten Emissionen haben daran den Hauptanteil.

3 Politiken und Maßnahmen

Die Bundesregierung hat im September 2010 das Energiekonzept beschlossen, welches die energiepolitische Ausrichtung Deutschlands bis 2050 beschreibt und Maßnahmen zum Ausbau der erneuerbaren Energien, der Netze und zur Energieeffizienz festlegt. Durch die Beschlüsse zur Beschleunigung der Energiewende vom 6. Juni 2011 wurden die Maßnahmen des Energiekonzepts ergänzt. Insgesamt wurden etwa 180 Maßnahmen umgesetzt oder angestoßen. Dabei handelt es sich sowohl um Gesetzesvorhaben als auch um Fördermaßnahmen. Die Energiewende wird begleitet durch den Monitoringprozess „Energie der Zukunft“. Dieser wird in einem jährlich erscheinenden Bericht dokumentiert. Der erste Monitoringbericht erschien im Dezember 2012.

Der europäische Emissionshandel ist die zentrale, sektorübergreifende Maßnahme zur CO₂-Emissionsminderung in Deutschland. Als marktwirtschaftliches Instrument der Klimapolitik setzt er einen finanziellen Anreiz zur Verminderung des Energieverbrauchs und zur Steigerung der Energieeffizienz bei gleichzeitiger Minimierung der Kosten. Teilnehmer am Emissionshandel sind die Energiewirtschaft, die energieintensive Industrie sowie seit 2012 der Luftverkehr.² Das Prinzip: Die betroffenen Unternehmen erhalten CO₂-Zertifikate oder müssen diese im Fall von Kraftwerksbetreibern ersteigern. Die Zertifikate berechtigen das Unternehmen zum Ausstoß einer genau festgelegten Menge an CO₂. Verursacht das Unternehmen mehr Emissionen, muss es zusätzliche Zertifikate ankaufen. Umgekehrt ermöglicht eine Reduzierung der Emissionen, die überzähligen Emissionszertifikate zu verkaufen und so Gewinn zu machen. Die Erlöse aus der Versteigerung der Emissionshandelszertifikate fließen in einen Energie- und Klimafonds (EKF). Sie werden für die Förderung einer umweltschonenden, zuverlässigen und bezahlbaren Energieversorgung und für Maßnahmen im Bereich des nationalen sowie internationalen Klima- und Umweltschutzes zur Verfügung gestellt.

Darüber hinaus adressiert eine Vielzahl an europäischen und bundesweiten Maßnahmen die verschiedenen für den Klimaschutz relevanten Sektoren Energie, Gebäude, Verkehr, Industrie, GHD, Land- und Forstwirtschaft, Abfallwirtschaft, Ressourceneffizienz und Wasserwirtschaft. Zu den wichtigsten Maßnahmen gehören:

- das Erneuerbare-Energien-Gesetz,
- verschiedene Maßnahmen zur Einsparungen von Strom (zum Beispiel Energieverbrauchskenn-

- zeichnungsgesetz, Mindesteffizienzstandards, Energieberatungen),
- regulatorische Maßnahmen zur Reduzierung des Abfallinputs in Deponien,
- die Biokraftstoffbeimischung,
- die KfW-Programme zum energieeffizienten Bauen und Sanieren,
- das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz,
- die Einführung der EU-Verordnung zur Festsetzung von Emissionsnormen für neue Pkw und für neue leichte Nutzfahrzeuge,
- die Energieeinsparverordnung (EnEV).

Einen wichtigen Beitrag zum Erreichen der deutschen Klimaschutzziele leistet auch die 2008 eingeführte und im Rahmen des Energiekonzepts erweiterte Nationale Klimaschutzinitiative (NKI), deren Ziel es ist, vorhandene Potenziale zur Emissionsminderung kostengünstig zu erschließen und innovative Programme und Projekte für den Klimaschutz voranzubringen. Eine weitere wichtige flankierende Maßnahme ist der 2011 neu eingerichtete Energieeffizienzfonds.

Hinzukommen Initiativen der Bundesländer und der Kommunen. Alle 16 deutschen Bundesländer haben eigene Konzepte, Programme, Pläne oder Gesetze zum Klimaschutz. Auch viele Kommunen setzen sich aktiv Ziele und erarbeiten eigene Klimaschutzkonzepte und Maßnahmen.

4 Emissionsszenarien

Die Bundesregierung geht nach aktuellen Projektionen davon aus, dass durch die bisher beschlossenen und umgesetzten Maßnahmen bis 2020 eine Minderung der Treibhausgase bis zu 35 Prozent erreicht werden kann. Um das 40-Prozent-Ziel zu erreichen, sind nach aktuellen Projektionen eine Reihe zusätzlicher Maßnahmen erforderlich. Die vorgelegten Projektionen beruhen auf dem „Projektionsbericht 2013“, den die Bundesregierung am 15. März 2013 an die Europäische Kommission übersandt hat. Für den Bericht wurden durch ein Konsortium von deutschen Forschungsinstituten Szenarien für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen Deutschlands erarbeitet. Im Rahmen der Szenarienanalysen erfolgte eine detaillierte Analyse der auf der Grundlage geltenden Rechts bis Oktober 2012 angestoßenen Maßnahmen hinsichtlich ihrer Effekte für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen

² Seit Januar 2012 ist der Luftverkehr in den EU-Emissionshandel einbezogen, jedoch der Vollzug für außereuropäische Flüge mit Beschluss vom 25. April 2013 befristet ausgesetzt worden. Die Verpflichtungen für Flüge innerhalb der EU und weiteren Gebieten (zum Beispiel überseeische Gebiete, Beitrittsstaaten, Schweiz) bleiben unberührt.

in Deutschland (*Mit-Maßnahmen-Szenario*). Berücksichtigt wurden dabei die Emissionen der vom Kyoto-Protokoll erfassten Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (N₂O), halogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW) und Schwefelhexafluorid (SF₆) für die Quellsektoren Energie, Industrieprozesse, Produktverwendung, Landwirtschaft und Abfallwirtschaft. Der Quellbereich Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft wurde in den Analysen nicht berücksichtigt.

Der Projektionsbericht 2013 enthält darüber hinaus ein Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario, in dem zusätzlich die Wirkung weiterer denkbarer klima- und energiepolitischer Instrumente (oder entsprechender Zielvorgaben) für die Szenarientwicklung berücksichtigt wird. Dieses wird im vorliegenden Bericht nicht beschrieben.

Zur Szenarientwicklung wurden ein Energiesystemmodell und ein Emissionsberechnungsmodell eingesetzt, mit deren Hilfe die Ergebnisse detaillierter, zum Teil modellgestützter Sektoranalysen zu einem konsistenten und vollständigen Mengengerüst für den Energiebedarf und die Treibhausgasemissionen verdichtet wurden, welches vollständig kompatibel zu den deutschen Treibhausgasinventaren (zum Stand des Inventarberichts 2012) ist. Spezifische Untersuchungen wurden für die Bereiche Raumwärme und Warmwasser, elektrische Geräte, Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Verkehr, Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und die fossile Stromerzeugung sowie für die flüchtigen Emissionen des Energiesektors, prozessbedingte CO₂-, CH₄- und N₂O-Emissionen angestellt. Für ausgewählte andere Quellbereiche (HFKW-, FKW- und SF₆-Emissionen sowie die Landwirtschaft) wurden Ergebnisse anderer Untersuchungen übernommen beziehungsweise aufgearbeitet.

Für die gesamten Treibhausgasemissionen (ohne Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft) ergibt sich im *Mit-Maßnahmen-Szenario* für den Zeitraum 1990 bis 2020 eine Minderung von 32,8 Prozent. Für die wirtschaftliche Entwicklung wurde dabei ein relativ stetiges, optimistisches Wachstum unterstellt, welches auf der Grundlage der projizierten Wachstumsraten des OECD *Economic Outlook 2012/1 preliminary Version* angelegt ist. Im Projektionsbericht wurde deshalb eine Sensitivitätsanalyse bezüglich der Annahmen zur konjunkturellen Entwicklung (jahresdurchschnittlich etwa 0,3 Prozentpunkte niedrigere Wachstumsrate bis 2020) durchgeführt. Diese zeigt, dass eine solche Veränderung der Basisannahmen bei den Emissionsniveaus zu Unterschieden in der Größenordnung von 23 bis 24 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente für 2020 führen kann. Im Vergleich zum

Emissionsniveau von 1990 würden damit Emissionsminderungen von 34,8 Prozent (MMS) im Jahr 2020 erreicht.

5 Vulnerabilität, Klimafolgen und Anpassung

Klimaveränderungen beeinflussen Natur und Umwelt. Sie können auch für die Menschen bedrohliche Auswirkungen haben und die Volkswirtschaft negativ beeinflussen. Die Projektionen lassen weitere Veränderungen des Klimas erwarten, deren Folgen heute nur zum Teil absehbar sind. Eine rechtzeitige Anpassung an die Folgen des Klimawandels ist daher eine Säule der Klimapolitik, die zunehmend an Bedeutung gewinnt. Mit der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) wurde im Jahre 2008 der rechtliche Rahmen für einen nationalen Anpassungsprozess gesetzt. Ziel der Anpassungsstrategie ist es, die Verwundbarkeit (Vulnerabilität) gegenüber den Folgen des Klimawandels zu mindern und die Anpassungsfähigkeit natürlicher, gesellschaftlicher und ökonomischer Systeme zu erhalten. Als zentraler Meilenstein der Umsetzung der DAS wurde im August 2011 der „Aktionsplan Anpassung“ der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel vom Bundeskabinett beschlossen. Dieser enthält unter anderem ausgewählte Vorhaben und Kooperationen mit den Bundesländern. Wichtige Aktivitäten sind: Die Aufbereitung von Wissen und die Bereitstellung von Informationen, die Rahmensetzung durch den Bund sowie förderpolitische Anreize, die Einbeziehung von Anpassung bei der Bewertung von öffentlichen Gebäuden und von Infrastruktur sowie die Wahrnehmung internationaler Verantwortung.

6 Finanzielle Unterstützung und internationale Technologiekooperation

Die Bundesregierung hat bis 2012 die finanzielle Unterstützung für Entwicklungsländer zur Minderung von Treibhausgasemissionen, für die Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels und für den Waldschutz weiter erhöht. Technologietransfer und Kapazitätsentwicklung sind Bestandteile fast aller Projekte der internationalen Zusammenarbeit der Bundesregierung. Damit erfüllt die Bundesregierung ihre Verpflichtungen zur Bereitstellung neuer und zusätzlicher Finanzmittel aus der Klimarahmenkonvention. Für den Zeitraum 2010 bis 2012 haben die Industrieländer bei der Vertragsstaatenkonferenz in Kopenhagen Ende 2009 zugesagt, zusätzliche öffentliche Mittel in Höhe von 30 Milliarden US-Dollar für die sogenannte

Fast-Start-Finanzierung für Entwicklungsländer bereitzustellen. Daran beteiligte sich die Bundesregierung mit rund 1,289 Milliarden Euro. Die Bundesregierung stellt darüber hinaus finanzielle Unterstützung für weltweite und thematisch vielfältige bi- und multilaterale Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels zur Verfügung.

In der internationalen Zusammenarbeit hat Deutschland seit 2009 die Finanzierung von Klimaschutzprojekten in Entwicklungs-, Schwellen- und Transformationsländern gesteigert. Schwerpunkte der Arbeit sind unter anderem Klimapolitik, nationale Minderungsstrategien, erneuerbare Energien, Energieeffizienzsteigerung Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels sowie der Wald- und Biodiversitätsschutz (inklusive REDD+) mit signifikanten positiven Wirkungen sowohl für Klimaschutz als auch für Klimaanpassung.

Die multilaterale Zusammenarbeit erfolgt unter anderem über die Globale Umweltfazilität (GEF), den Anpassungsfonds (AF) sowie den Klimainvestitionsfonds (CIF) und die Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) der Weltbank.

7 Forschung und Entwicklung

In Deutschland engagieren sich viele Ministerien sowie die ihnen unter- oder zugeordneten Institutionen in der Förderung der Forschung zu den Themen erneuerbare Energien, Energieeffizienz, nachhaltige Mobilität, Nachhaltigkeit, Klimawandel und Anpassung an den Klimawandel. Die Forschungsaktivitäten sind sehr vielseitig. Sie umfassen:

- Klimasystem, Variabilität und Wechselwirkungen im Erdsystem,
- Beobachtung und Datenmanagement,
- Klimawirkungsforschung,
- Energie- und Mitigationforschung, einschließlich Technologieforschung,
- Anpassung an den Klimawandel und Abschätzung von Klimafolgen,
- Sozioökonomische Forschung zur Ursachen und Folgen des Klimawandels.

Als Unterstützung für die Umsetzung der Energiewende in Deutschland spielt insbesondere die anwendungsbezogene Forschung in den Technologien erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Strom- und Wärmenetze, Energiespeicher, Abscheidung von CO₂, innovative Kraftwerke, energieoptimiertes Bauen und Mobilität eine wichtige Rolle. Im Jahr 2011 legte die Bundesregierung

das 6. Energieforschungsprogramm mit dem Titel „Forschung für eine umweltfreundliche, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ vor. Das Programm enthält die Grundlinien und Schwerpunkte der Förderpolitik für die kommenden Jahre und bildet einen wichtigen Baustein zur Umsetzung des Energiekonzepts und der Energiewende. Bei der Förderung von Forschung und Entwicklung im Energiebereich setzt die Bundesregierung Akzente auf vier Feldern:

- Fokussierung der Fördermittel auf besonders innovative, langfristig Erfolg versprechende Energietechnologien, die für den Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung in Deutschland wichtig sind,
- Ressortübergreifende Zusammenarbeit auf ausgewählten und strategisch wichtigen Feldern wie Energiespeicher, Netze und Bauen,
- Internationale Kooperationen,
- Verstärkte Abstimmung und Koordinierung, etwa über die „Koordinierungsplattform Energieforschungspolitik“.

Ein weiteres Forschungsgebiet stellt die Abschätzung künftiger Klimaentwicklungen und damit verbundener Folgen dar. Daraus leitet sich angewandte Anpassungsforschung an die Folgen des Klimawandels ab.

8 Bildung, Ausbildung und Information der Öffentlichkeit

Die Bundesregierung unterstützt nachhaltige Entwicklung durch gezielte Bildungsarbeit. Durch Konzepte und Projekte wird die Umweltbildung in Schulen und in der beruflichen Weiterbildung gefördert. Zudem werden im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative zahlreiche Bildungsprojekte in Deutschland unterstützt.

Die Bundesregierung begleitet die Themen Klimaschutz und Energiewende durch öffentlichkeitswirksame Kampagnen und stellt Material zur Information und Aufklärung der Bevölkerung bereit. Durch Kommunikation und Dialog werden Bürgerinnen und Bürger für die Notwendigkeit aktiver Klimapolitik sensibilisiert. Gleichzeitig werden ihnen eigene Handlungsspielräume aufgezeigt.

Eine aktive Öffentlichkeitsarbeit ist auch fester Bestandteil von Förderprogrammen und Projekten zum Klimaschutz. So werden fast alle Projekte zum nationalen und internationalen Klimaschutz, zur Energiewende oder zur Mobilität kommunikativ begleitet.

1 Rahmendaten

1.1 Staatliche Rahmenbedingungen

1.1.1 Umweltschutz als Staatsziel

Seit 1994 ist der Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen als Staatsziel in Artikel 20 des Grundgesetzes für die Bundesrepublik Deutschland verankert.

1.1.2 Staatsaufbau

Die Bundesrepublik ist ein föderaler Staat aus 16 Bundesländern. Die Zuständigkeiten zwischen Bund und Ländern werden durch das Grundgesetz geregelt. Die Verwaltungsorganisation in den Ländern ist in der Regel dreistufig gegliedert. Sie ist unterteilt in die Landesregierung, die Regierungspräsidien sowie die Landratsämter oder Stadtkreise. Der Aufbau der Verwaltung obliegt grundsätzlich dem jeweiligen Bundesland.

Die umweltpolitische Zusammenarbeit von Bund und Ländern erfolgt in fachspezifischen Arbeitsgruppen wie der Bund-Länder-Arbeitsgruppe Klima und Nachhaltigkeit (BLAG KliNa). Zur Umsetzung der Energiewende finden seit 2012 zusätzlich halbjährliche Bund-Länder-Gipfel auf Einladung der Bundeskanzlerin statt.

Der Staatssekretärsausschuss für nachhaltige Entwicklung ist für die Umsetzung und Weiterentwicklung der Querschnittsthemen der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie verantwortlich. In ihm sind alle Ministerien vertreten, die Leitung obliegt dem Chef des Bundeskanzleramtes. Der Ausschuss ist nach dem Kabinett das zweithöchste beschlussfassende Organ der Bundesregierung zu Fragen der Nachhaltigkeitspolitik. Hierzu gehört in erster Linie die Weiterentwicklung der Nachhaltigkeitsstrategie.

1.1.3 Gesetzgebung und Vollzug

Die Kompetenz zur Gesetzgebung ist zwischen Bund und Ländern aufgeteilt. In bestimmten im Grundgesetz ausgewiesenen Bereichen hat der Bund das ausschließliche Recht zur Gesetzgebung. Das Recht des Bundes zur konkurrierenden Gesetzgebung besteht, wenn eine bundeseinheitliche Regelung notwendig ist.

Die einzelnen Bereiche des Umweltrechts sind der konkurrierenden Gesetzgebung zugeordnet. Hierdurch ist der Bund sowohl in der Lage, die Umweltgesetzgebung zu prägen als auch EU-Richtlinien im Umweltbereich umzusetzen.

Jedes Bundesgesetz wird neben dem Parlament (Bundestag) auch der Länderkammer (Bundesrat) vorgelegt, wobei es je nach Inhalt ein Zustimmungsgesetz oder Einspruchsgesetz ist. Bei unterschiedlichen Mehrheiten in Bundestag und Bundesrat kam es in der Vergangenheit häufiger zu Blockaden. Die Föderalismusreform von 2006 hatte deshalb zum Ziel, die Kompetenz zur Gesetzgebung zwischen Bund und Ländern klarer aufzuteilen.

Für den Vollzug der Gesetze sind hauptsächlich die Bundesländer zuständig. Sie führen nicht nur die Landesgesetze, sondern entsprechend Art. 83 GG auch die meisten Bundesgesetze als eigene Angelegenheiten aus. Ausnahmen, in denen die bundeseigene Verwaltung Gesetze vollzieht, sind zum Beispiel der Auswärtige Dienst, die Bundesfinanzverwaltung, der Bundesgrenzschutz oder die Verwaltung der Bundeswasserstraßen.

1.2 Bevölkerung

1.2.1 Bevölkerungsentwicklung und demografischer Wandel

Nach dem Ergebnis des Zensus aus dem Jahr 2011 leben in Deutschland rund 80,2 Millionen Menschen. In Deutschland vollzieht sich ein demografischer Wandel, der Altersschnitt der Bevölkerung steigt. In der Bevölkerungsvorausberechnung³ ermittelte das Statistische Bundesamt 2009, wie sich Bevölkerungsgröße und Altersstruktur in Abhängigkeit verschiedener Annahmen bis zum Jahre 2060 entwickeln. Der Altersquotient bezeichnet das Verhältnis der Zahl von Senioren (ab 65 Jahren) zur Zahl der Einwohner im Erwerbsalter (20 bis unter 65 Jahre). 2008 lag dieser Quotient bei 0,34, 2060 wird er je nach Ausmaß der Zuwanderung bei 0,63 bis 0,67 liegen. Auch bei einer Heraufsetzung des Renteneintrittsalters auf 67 Jahre wird der Altersquotient bis 2060 deutlich höher sein als heute.

3 Statistisches Bundesamt 2009.

Tabelle 2: Entwicklung der Privathaushalte nach Haushaltsgröße bis 2030 (Trendvariante) Deutschland

Jahr	Insgesamt	Ein- personen- haushalte	Mehrpersonenhaushalte mit ... Personen Haushaltsgröße				Durch- schnitt- liche Haus- haltsgröße
	1.000		2	3	4	5 und mehr	
2009	40.188	15.995	13.741	5.139	3.887	1.426	2,04
2015	40.700	16.687	14.419	4.765	3.553	1.275	1,99
2020	41.044	17.118	14.991	4.468	3.303	1.164	1,95
2025	41.144	17.486	15.337	4.143	3.098	1.080	1,91
2030	41.020	17.799	15.487	3.827	2.905	1.001	1,88
in Prozent							
2009	100	39,8	34,2	2,8	9,7	3,5	
2015	100	41	35,4	11,7	8,7	3,1	
2020	100	41,7	36,5	10,9	8	2,8	
2025	100	42,5	37,3	10,1	7,5	2,6	
2030	100	43,4	37,8	9,3	7,1	2,4	

Quelle: Statistisches Bundesamt 2011b.

2011 existierten 40,4 Millionen private Haushalte, in etwa 20 Prozent davon wuchsen minderjährige Kinder heran. 2009 betrug die durchschnittliche Haushaltsgröße 2,04 Personen. Sie wird bis 2020 voraussichtlich auf 1,95 und bis 2030 auf 1,88 Personen sinken.

Im Jahr 2012 nahm nach Ergebnissen des Statistischen Bundesamtes (Destatis) die Bevölkerungszahl Deutschlands im Vergleich zum Vorjahr um 196.000 Personen (+ 0,2 Prozent) zu und lag am Jahresende bei 80,5 Millionen Einwohnern. Die Zahl der Geburten lag wie in den Vorjahren deutlich unter der Zahl der Sterbefälle. Hauptursache für den Anstieg der Bevölkerungszahl war somit wie auch schon im vergangenen Jahr die stark gestiegene Zuwanderung.⁴

1.2.2 Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen

Die Auswirkungen, die der steigende Altersdurchschnitt, die Bevölkerungsentwicklung und der regional unterschiedliche demografische Wandel auf die Entwicklung

der Treibhausgasemissionen und auf den Klimaschutz in Deutschland haben werden, sind bisher nur partiell erforscht.

Im Rahmen der interdisziplinär ausgerichteten Förderinitiative „Soziale Dimensionen von Klimaschutz und Klimawandel“ der Bundesregierung untersuchen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Projekt CLIMAGE⁵, wie Klimaschutzpolitik in alternden Gesellschaften gestaltet werden kann. Erforscht wird, wie eine alternde Gesellschaft auf die Herausforderung nach Investitionen in die Zukunft reagiert, von denen sie selbst nicht mehr profitieren wird.

Das Forschungsprojekt „EMIGMA – Empowerment von Migranten zum Klimaschutz“ hat das Ziel, das Umweltverhalten und die umweltbezogenen Einstellungen von türkisch- und russischsprachigen Migranten zu erforschen und deren Engagement für den Klimaschutz zu stärken.

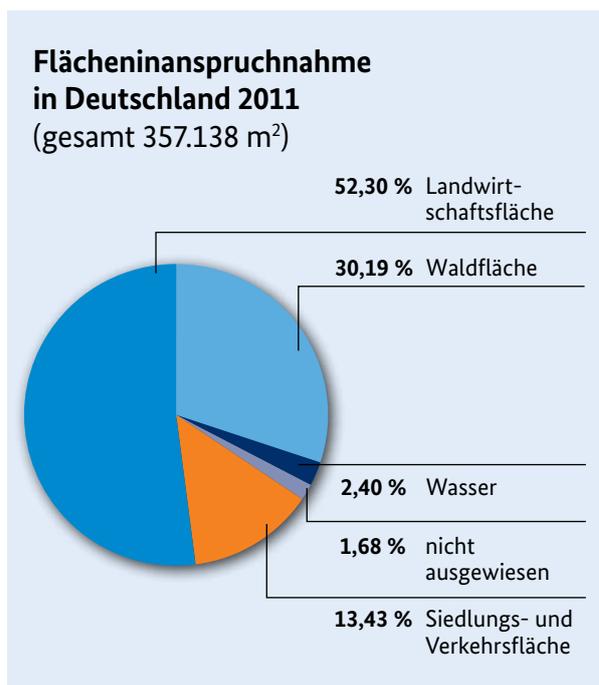
⁴ Statistisches Bundesamt, Pressemitteilung Nummer 283 vom 27. August 2013.

⁵ Universitätsklinikum Heidelberg.

1.3 Geografie und Flächennutzung

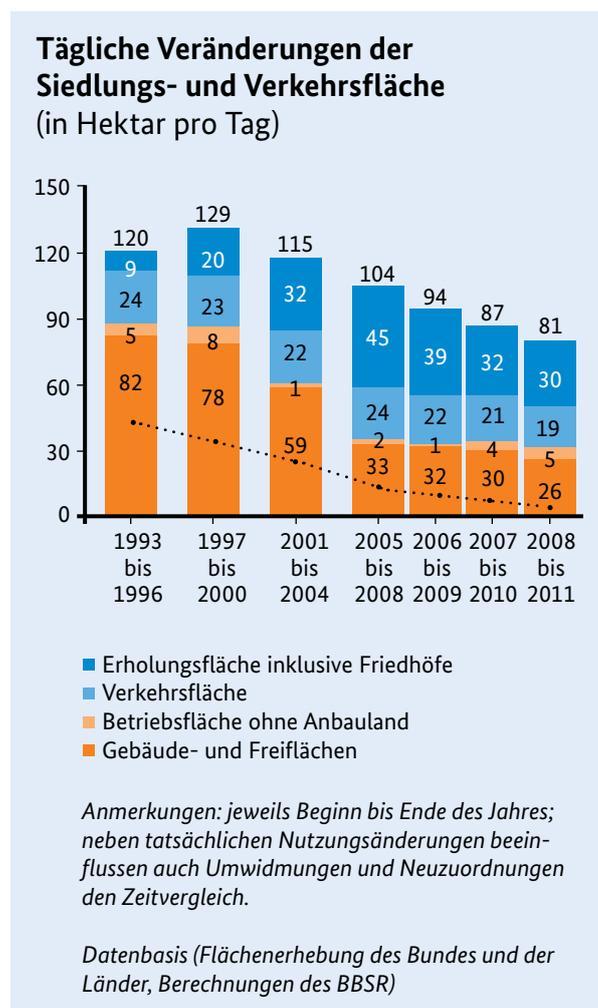
Die Gesamtfläche Deutschlands⁶ betrug 2011 357.138 Quadratkilometer. Der Anteil der Landwirtschaftsfläche (einschließlich Moor- und Heideflächen) daran belief sich auf 52,3 Prozent (186.771 Quadratkilometer). Das bedeutet, dass die Landwirtschaftsfläche gegenüber 2004 um 1,3 Prozentpunkte abgenommen hat. Die Waldfläche hat hingegen weiter zugenommen – gegenüber 2004 um 1,2 Prozentpunkte. Sie bedeckte im Jahr 2011 einen Flächenanteil von 30,2 Prozent (107.814 Quadratkilometer). Die Wasserfläche nimmt mit einem Anteil von 2,4 Prozent an der Gesamtfläche mit 8.576 Quadratkilometern den geringsten Raum in Deutschland ein. Gegenüber 2004 ist ein Zuwachs der Wasserflächen um 297 Quadratkilometern zu verzeichnen. Dieser geht in der Regel auf Flutung und Renaturierung von ehemaligen Kies-, Sand- und Braunkohleabbaufächen zurück.

Abbildung 2: Flächennutzung in Deutschland 2011



Quelle: Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2013, eigene Berechnungen.

Abbildung 3: Tägliche Veränderungen der Siedlungs- und Verkehrsfläche



Quelle: Bundesinstitut für Bau-, Stadt-, und Raumforschung BBSR, Bonn 2013.

Der Anteil der Flächen für Siedlungs und Verkehrszwecke (im Folgenden Siedlungs- und Verkehrsfläche) betrug im Jahr 2011 13,4 Prozent der Fläche Deutschlands (47.971 Quadratkilometer). Gegenüber 2004 ist dies eine Zunahme um 5,15 Prozent beziehungsweise 2.350 Quadratkilometer. Die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche hat sich jedoch verringert: Während sich die Siedlungs- und Verkehrsfläche im Dreijahreszeitraum 2001 bis 2004 täglich um 115 Hektar ausgedehnt hat, beträgt der Anstieg 2008 bis 2011 noch etwa 81 Hektar (siehe Abbildung 3). Eine Fortsetzung der durchschnittlichen jährlichen Entwicklung der letzten Jahre würde jedoch nicht genügen, um das von der Bundesregierung vorgegebene Reduktionsziel bis 2020 auf 30 Hektar pro Tag zu erreichen.

6 Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2013.

Tabelle 3: Zu- und Abnahme der Siedlungsflächeninanspruchnahme

Zu- und Abnahme der Siedlungsflächeninanspruchnahme nach Nutzungsart 2004 bis 2011	
Nutzungsarten	Zu-/Abnahme
Siedlungsfläche	
Gebäude- und Freifläche	3,08 %
Gebäude- und Freifläche Wohnen	7,72 %
Gebäude- und Freifläche Gewerbe und Industrie	4,18 %
Betriebsfläche	-1,47 %
Betriebsfläche Abbauand	-7,99 %
Erholungsfläche	30,42 %
Grünanlage	40,88 %
Verkehrsfläche	3,13 %
Straße, Weg, Platz	1,03 %
Landwirtschaftsfläche	-1,35 %
Moor	3,72 %
Heide	39,15 %
Waldfläche	1,25 %
Wasserfläche	3,59 %
Flächen anderer Nutzung	-19,94 %
Friedhof	2,73 %
Unland	19,70 %

Quelle: Statistisches Bundesamt 2013a.⁷

1.3.1 Auswirkungen auf Treibhausgasemissionen

Die zu den Auswirkungen einer steigenden Nutzung von Flächen für Verkehr und Wohnen auf den Ausstoß der Treibhausgasemissionen liegen keine hinreichend belastbaren Forschungsergebnisse vor.

1.4 Klima und Klimaveränderungen in Deutschland

Das Klima wird im Allgemeinen durch die gleichen Elemente beschrieben wie das Wetter, beispielsweise Temperatur, Niederschlag, Wind, Feuchte und Strahlung. Die Zusammenfassung der Wettererscheinungen über einen längeren Zeitraum und einen bestimmten Ort oder größeres Gebiet wird als Klima bezeichnet.

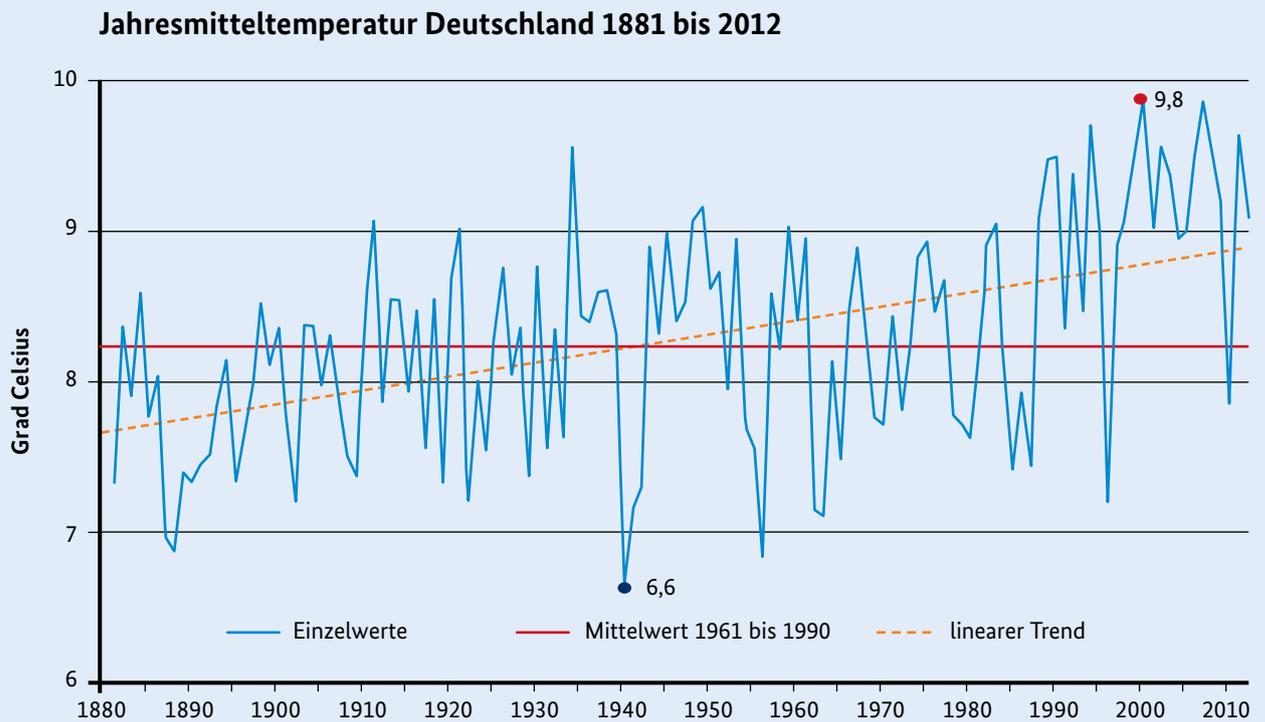
Der Deutsche Wetterdienst (DWD) hat – als Nachfolgeorganisation früherer Wetterdienste – eine über

150-jährige Erfahrung in der Wetter- und Klimabeobachtung. Einige der längsten, gut dokumentierten Klimareihen beginnen schon Ende des 18. Jahrhunderts. Um die Zuverlässigkeit der Auskünfte zu erhöhen, ergänzt der DWD seit dem Jahr 2005 die Grundlage an täglichen, digitalen Daten durch die systematische Digitalisierung historischer Wetteraufzeichnungen. Während die Datengrundlage für den Anfang des 19. Jahrhunderts noch vorwiegend auf Wetteraufzeichnungen von interessierten Laien beruht, wurde mit der Einführung der Wetterdienste ein – zumindest in Teilen – einheitliches Beobachtungsnetz errichtet, so dass seit dem die Messungen auch über den Standort hinaus repräsentativ sind.

Zwischen 1881 und 2012 ist das Gebietsmittel der Lufttemperatur in Deutschland um etwa 1,2 Grad Celsius gestiegen (linearer Trend, vergleiche Abbildung 4). Das Jahrzehnt 1990 bis 1999 war die wärmste Dekade des gesamten 20. Jahrhunderts. Die ersten Jahre des 21. Jahrhunderts waren erheblich wärmer als das Mittel der aktuellen Klimanormalperiode 1961 bis 1990

⁷ Statistisches Bundesamt 2013a. Die Begriffsbestimmungen sind dem „Verzeichnis der flächenbezogenen Nutzungsarten im Liegenschaftskataster und ihrer Begriffsbestimmungen“ (Stand: 1991) der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV-Nutzungsartenverzeichnis) entnommen.

Abbildung 4: Jahresdurchschnittstemperatur in Deutschland



Quelle: DWD 2013.

(„vieljähriges Mittel“). Dabei ist der beobachtete Temperaturanstieg seit 1881 mit Ausnahme von Baden-Württemberg im Süden und Westen Deutschlands besonders hoch. So stieg die durchschnittliche Jahrestemperatur in den Bundesländern Rheinland-Pfalz und Saarland um knapp 1,4 Grad Celsius. Im Nordosten nahmen die Temperaturen seit 1881 etwas weniger stark zu, in Mecklenburg-Vorpommern beispielsweise um rund 1,1 Grad Celsius. Der Temperaturanstieg im Frühjahr und Herbst ist höher als im Sommer und Winter.

Auch beim Niederschlag lassen sich in Deutschland Veränderungen beobachten. Gegenüber dem Ende des 19. Jahrhunderts (1881) ist das Gebietsmittel der jährlichen Niederschlagsmenge in Deutschland um etwa elf Prozent angestiegen. Die jahreszeitliche Betrachtung zeigt bei den Winterniederschlägen (Dezember bis Februar) eine deutliche Zunahme um fast 50 Millimeter oder 27 Prozent in dem 132-jährigen Zeitraum 1881 bis 2012, wobei dieser Anstieg in den östlichen Landesteilen nicht so hoch ausfällt. Bei der Bewertung des winterlichen Trends ist aber zu berücksichtigen, dass die Menge der Niederschläge von Jahr zu Jahr sehr stark variiert, was zu einer Minderung der statistischen Signifikanz führt. Im Sommer ergibt sich insgesamt kein wesentlicher Trend, lediglich in den Bundesländern Sachsen, Sachsen-Anhalt

und Thüringen ist eine leichte Abnahme der Sommerniederschläge messbar. Allgemein gibt es bei den Niederschlagstrends räumliche Unterschiede innerhalb Deutschlands. So ist die Zunahme im Jahreszeitraum weitgehend auf Westdeutschland beschränkt, während in den östlichen Bundesländern die Zunahmen im Winterhalbjahr durch Abnahmen im Sommer größtenteils wettgemacht werden. Für die Windgeschwindigkeit ist bislang ebenfalls noch kein signifikanter Trend festzustellen. Lange Reihen der mittleren Windgeschwindigkeit zeigen lediglich einige periodische Schwankungen.

Auch in Bezug auf die meteorologischen Extreme ist die Ableitung gesicherter Aussagen schwierig. Nur für die Zahl der heißen Tage mit einer Höchsttemperatur von mindestens 30 Grad Celsius lässt sich bereits eine deutliche Entwicklung erkennen. Im Flächenmittel Deutschlands ist deren mittlere Häufigkeit seit 1951 von etwa drei auf acht Tage pro Jahr angestiegen. Zwar zeigen auch die Überschreitungshäufigkeiten verschiedener hoher Niederschlagsschwellen einen leichten Anstieg, diese Trends können aber aufgrund der hohen zeitlichen und gerade beim Niederschlag auch räumlichen Variabilität noch nicht als gesichert angesehen werden. Die Entwicklung der Sturmaktivität zeigt einen ähnlichen zeitlichen Verlauf wie die mittlere Windgeschwindigkeit ohne wesentlichen Trend.

1.5 Wirtschaftliche Entwicklung

1.5.1 Gesamtwirtschaftliche Kennzahlen⁸

Das Wirtschaftswachstum in Deutschland betrug 2012 0,7 Prozent, wobei im Jahresverlauf die konjunkturelle Dynamik kontinuierlich nachließ. Zentrale Ursachen waren eine merkliche Abkühlung der Weltwirtschaft und eine mit der hohen Verschuldung der Industriestaaten einhergehende Verunsicherung der Marktteilnehmer, welche die Investitionsbereitschaft der deutschen Wirtschaft massiv beeinträchtigte. Für das Jahr 2014 wird ein Wachstum von etwa 0,5 Prozent prognostiziert. Die Bundesregierung erwartet für 2013 einen Zuwachs des preisbereinigten Bruttoinlandsproduktes um 1,6 Prozent (Zahlen April 2013). Als zentrale Annahme zur Schuldenkrise wird unterstellt, dass es zu keinen weiteren negativen Entwicklungen kommt und der Finanzsektor stabil bleibt. 2012 wies der Staatshaushalt einen ausgeglichenen Finanzierungssaldo auf. Die Bundesregierung hält in den kommenden Jahren mit dem Bundeshaushalt 2014 und dem Finanzplan bis 2017 an ihrem wachstumsfreundlichen Konsolidierungskurs fest. Die Bundesregierung wird bereits 2013 die Schuldenregel, also ein strukturelles Defizit von höchstens 0,35 Prozent des Bruttoinlandsproduktes, einhalten.

Deutsche Unternehmen sind sehr gut in den internationalen Wachstumsmärkten positioniert und haben eine ausgezeichnete Wettbewerbsfähigkeit. Sie bleiben dank Forschung und Entwicklung hoch innovativ.

Der gesamtwirtschaftliche Finanzierungssaldo konnte sich von -4,1 Prozent des Bruttoinlandsproduktes im Jahr 2010 auf einen leichten Überschuss von 0,1 Prozent im Jahr 2012 verbessern. Im Verhältnis zum Bruttoinlandsprodukt sind die Staatsausgaben zurückgegangen. Somit sind solide öffentliche Haushalte und Wirtschaftswachstum in Deutschland kein Widerspruch, sondern bedingen einander dauerhaft.

1.5.2 Erwerbstätigkeit nach Wirtschaftsbereichen

Im Jahr 2012 betrug die Zahl der erwerbstätigen Personen 41,6 Millionen, was einem weiteren Beschäftigungsrekord entsprach.⁹

2012 gab es mit rund 28,9 Millionen Personen die meisten sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im

Vergleich der letzten 20 Jahre. Dazu haben die Bestandteile der sozialen Marktwirtschaft – Tarifautonomie, offene Arbeitsmärkte und Chancengleichheit – beigetragen. Die Erwerbstätigenquote von Frauen betrug im zweiten Quartal 2012 über 71 Prozent und ist damit in den letzten Jahren stark angestiegen. Mit rund 61 Prozent im zweiten Quartal 2012 hat die Erwerbstätigenquote der Personen von 55 bis 64 Jahren ebenfalls sehr stark zugenommen. Diese Entwicklungen am Arbeitsmarkt sind unter anderem auf Arbeitsmarktreformen, verlässliche Arbeitsbedingungen und moderate Lohnabschlüsse zurückzuführen.

Von den 41,6 Millionen Erwerbstätigen im Jahr 2012 arbeitete mit über 30,6 Millionen der Großteil im Dienstleistungsbereich. Dieser ist im Vergleich zum Vorjahr mit über 300.000 mehr Erwerbstätigen erneut gewachsen. Besonders stark angestiegen ist dabei der Bereich der Unternehmensdienstleister. Während hier 2007 noch 4,7 Millionen Menschen arbeiteten, waren es 2012 bereits über 5,4 Millionen. Etwas mehr als 7,8 Millionen Personen waren im produzierenden Gewerbe tätig, welches vor allem aus dem verarbeitenden Gewerbe besteht. Das Baugewerbe wird hier allerdings nicht hinzugezählt und stellt mit seinen knapp 2,46 Millionen Erwerbstätigen einen eigenen Wirtschaftsbereich dar. Rund 670.000 Menschen waren 2012 im Bereich der Land- und Forstwirtschaft sowie der Fischerei tätig. Von den 41,6 Millionen Erwerbstätigen waren 2012 etwa 37 Millionen in einem Arbeitnehmer-Verhältnis beschäftigt.

1.5.3 Green Economy

Green Economy ist eine integrierte ökonomische Strategie, um den globalen Megatrends Klimawandel und steigende Ressourcenkonkurrenz zu begegnen und auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung voranzukommen. Die Herausforderung besteht darin, mit einem effizienteren Einsatz von Energie und Material (Ressourcen), einem verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien sowie mit einer modernen Recyclingwirtschaft, welche die Stoffkreisläufe weitgehend schließt, die ökologische Modernisierung der Wirtschaft zu befördern. Hierzu bedarf es unter anderem des Einsatzes „grüner Technologien“. Das weltweite Wachstum der „grünen“ Märkte sorgte auch für ein signifikantes Wachstum der deutschen GreenTech-Branche. Dieses betrug zwischen 2007 und 2010 im Jahresdurchschnitt 12 Prozent. Deutsche GreenTech-Anbieter haben einen Anteil von 15 Prozent am Weltmarkt. Der GreenTech-Anteil am

⁸ BMWi 2013.

⁹ BMU 2013.

Bruttoinlandsprodukt lag bereits 2010 bei etwa elf Prozent¹⁰, für 2025 werden etwa 15 Prozent prognostiziert.¹¹ Deutsche Unternehmen im Bereich der Green Economy im internationalen Vergleich¹² in Bezug auf

- umweltfreundliche Energieerzeugung:
Bei Biogasanlagen hatten deutsche Hersteller einen Weltmarktanteil von rund 90 Prozent, bei der Windkraft 25 Prozent, der Solarthermie 23 Prozent und Photovoltaik 21 Prozent.
- Energieeffizienz:
Insgesamt haben deutsche Unternehmen einen Weltmarktsanteil von über zehn Prozent.
Bei der Heiz- und Klimatechnik liegt der Anteil am Weltmarkt bei 15 Prozent, ebenso bei der Mess-, Steuer-, und Regeltechnik. In den Bereichen Elektromotoren, Wärmedämmung und Weiße Ware sind es zehn Prozent.
- Rohstoff- und Materialeffizienz:
Deutschland hat mit elf Prozent insgesamt den größten Welthandelsanteil, ist in verschiedenen Technologien Vorreiter, teilweise liegt es im Mittelfeld.
- Nachhaltige Mobilität:
Insgesamt beläuft sich der Weltmarktanteil auf etwa 18 Prozent. Deutsche Unternehmen produzieren etwa 50 Prozent der weltweit gefertigten Filter- und Katalysatorsysteme. In bisher weniger gut entwickelten Märkten wie der Brennstoffzellentechnologie ist Deutschland in der Produktentwicklung führend. Im Hinblick auf Biokraftstoffe der zweiten Generation gibt es in Deutschland eine Reihe von Vorhaben im Bereich Forschung und Entwicklung.
- Abfall- und Kreislaufwirtschaft:
Insgesamt hält Deutschland einen Weltmarktsanteil bei den Anlagen für Abfall- und Kreislaufwirtschaft von etwa 24 Prozent. Bei der automatischen Stofftrennung sind es etwa 66 Prozent.

1.5.4 Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen

Für den deutschen Projektionsbericht 2013 hat ein Forschungskonsortium im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Szenarien für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland für den Zeitraum 2005 bis 2030

erarbeitet. Für die wirtschaftliche Entwicklung wurde darin bis zum Jahr 2030 ein relativ stetiges, optimistisches Wachstum unterstellt, welches auf der Grundlage der projizierten Wachstumsraten des OECD Economic Outlook 2012/1 preliminary Version angelegt ist. Diese Projektion fällt im Vergleich zu anderen Projektionen relativ optimistisch aus (vergleiche hierzu auch Kapitel 4.3.2). Amtliche Daten, die im späteren Verlauf der Modellierungsaktivitäten zum Projektionsbericht 2013 (nach Juni 2012) veröffentlicht wurden, konnten nicht mehr berücksichtigt werden. Die amtlichen Daten zeigen für 2012 ein geringeres Wirtschaftswachstum, das eher der in diesem Bericht dargestellten Niedrigwachstumsvariante entspricht.

Im Projektionsbericht wurde deshalb eine Sensitivitätsanalyse bezüglich der Annahmen zur konjunkturellen Entwicklung (jahresdurchschnittlich etwa 0,3 Prozentpunkte niedrigere Wachstumsrate bis 2020) durchgeführt. Diese zeigt, dass eine solche Veränderung der Basisannahmen bei den Emissionsniveaus zu Unterschieden in der Größenordnung von 23 bis 24 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente für 2020 beziehungsweise von 32 bis 37 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente für 2030 führen kann. Im Vergleich zum Emissionsniveau von 1990 würden damit im Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) Emissionsminderungen von 34,8 Prozent im Jahr 2020 erreicht werden, im Jahr 2030 würde das etwas geringere Wirtschaftswachstum zu Emissionsminderungen von 45 Prozent führen.

1.6 Energie

1.6.1 Veränderungen infolge der Energiewende

Mit dem Energiekonzept vom September 2010 sowie den energiepolitischen Beschlüssen vom Juni 2011 hat sich die Bundesregierung das Ziel gesetzt, Deutschland bei wettbewerbsfähigen Energiepreisen und hohem Wohlstandsniveau zu einer energieeffizienten und umweltschonenden Volkswirtschaft umzubauen. Dieses Ziel bedeutet weitreichende Veränderungen in der Art, wie Energie erzeugt und genutzt wird. Dies bietet Chancen für Innovation, Wachstum und Beschäftigung.

10 Berechnung: Für 2010 wurde für die GreenTech-Branche in Deutschland (sechs Leitmärkte: Energieeffizienz, Nachhaltige Wasserwirtschaft, Umweltfreundliche Energien und Energiespeicherung, Nachhaltige Mobilität, Rohstoff- und Materialeffizienz und Kreislaufwirtschaft) ein Marktvolumen von 282 Milliarden Euro berechnet. 2010 betrug das Bruttoinlandsprodukt Deutschland: 2497,6 Milliarden Euro. Der GreenTech-Anteil: circa 11,3 Prozent.

11 BMU, Umwelttechnologieatlas 2012.

12 BMU, UBA 2011. Wie im Umwelttechnologie-Atlas werden als Green-Economy-Märkte näherungsweise sechs Leitmärkte definiert. Sie umfassen Energieeffizienz, Nachhaltige Wasserwirtschaft, Umweltfreundliche Energien und Energiespeicherung, Nachhaltige Mobilität, Rohstoff- und Materialeffizienz und Kreislaufwirtschaft. Diese Marktsegmente werden für die Vergleichsländer ebenfalls herangezogen.

Die ersten Erfolge der Energiewende sind bereits sichtbar: Der Energieverbrauch in Deutschland ist rückläufig und das Minderungsziel des Kyoto-Protokolls wurde trotz eines leichten Anstiegs der Treibhausgasemissionen im Jahr 2012 übererfüllt.¹³ Trotz der dauerhaften Abschaltung von acht Kernkraftwerken im Jahr 2011 ist eine zuverlässige Stromversorgung gewährleistet. Schließlich wurden die Grundlagen für einen beschleunigten Netzausbau gelegt. Eine Herausforderung bleibt die ansteigende Energiekostenbelastung. Wesentliche Ursache sind die gestiegenen Weltmarktpreise für Erdöl, Erdgas und Steinkohle, die mit Ausnahme von Steinkohle 2012 auf neue Höchststände geklettert sind. Beim Strom trägt auch ein Anstieg der Umlage für den Strom aus erneuerbaren Energien (EEG-Umlage) zur Preiserhöhung bei. Die hier skizzierten Entwicklungen werden in den folgenden Abschnitten sowie in Kapitel 3 detaillierter beschrieben.

Einmal jährlich legt die Bundesregierung aktuelle Informationen zu Stand und Entwicklung der deutschen Energiewende vor. Diese Berichte werden jeweils zum Jahresende für den jeweiligen Vorjahreszeitraum veröffentlicht. Der erste Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“ wurde im Dezember 2012 für das Jahr 2011 vorgelegt.¹⁴ Alle drei Jahre, und erstmals 2014, wird ein umfassender Fortschrittsbericht vorgelegt werden.

1.6.2 Energieverbrauch nach Sektoren und nach Energieträgern

Der Verbrauch von konventionell erzeugter Energie führt fast immer zu Belastungen für die Umwelt. Die Vermeidung und Minderung energiebezogener Umweltbelastungen erfordert eine detaillierte Betrachtung des Energieverbrauchs. Der Primärenergieverbrauch ist hierfür ein deutlicher Indikator. Der Primärenergieverbrauch ist das saldierte Ergebnis aus inländischer Produktion, dem Außenhandelsaldo bei Energieträgern unter Abzug der Hochseebunkerungen sowie unter Berücksichtigung der Lagerbestandsveränderungen. Er umfasst sowohl Primär- als auch Sekundärenergieträger.¹⁵

Der Primärenergieverbrauch ist in Deutschland seit Beginn der 90er Jahre leicht rückläufig (siehe Abbildung 5). Ein Teil dieses Effektes ist darauf zurückzuführen, dass die Ermittlung des Primärenergieverbrauchs über das Wirkungsgradprinzip erfolgt. Zu verbrennende

Energieträger (auch biogene) werden über die Einsatzmenge und den Heizwert berücksichtigt. Bei der Stromerzeugung aus Wind, Wasserkraft und Photovoltaik ist der Wirkungsgrad vereinbarungsgemäß 100 Prozent, bei der Geothermie zehn Prozent und bei der Kernenergie beträgt er 33 Prozent. Durch diese Berechnungsweise führt der bisherige Ausbau der erneuerbaren Energien (definitiv mit einem Umwandlungswirkungsgrad von 100 Prozent bewertet) durch Verdrängung anderer Energieträger mit niedrigerem Umwandlungswirkungsgrad methodenbedingt zu einem geringeren Primärenergieverbrauch. Darüber hinaus sind aber auch Effizienzsteigerungen für diese Entwicklung verantwortlich.

Im Jahr 2012 betrug der Primärenergieverbrauch nach vorläufigen Angaben 13.745 Petajoule¹⁶ und ist damit gegenüber dem Vorjahr leicht gestiegen.

Im Jahr 2011 hatte der Primärenergieverbrauch nach Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB) mit 13.599 Petajoule¹⁷ den niedrigsten Stand seit Anfang der siebziger Jahre und lag um fünf Prozent niedriger als im Vorjahr. Einen erheblichen Einfluss auf die Verbrauchsentwicklung hatte im Jahr 2011 die vergleichsweise milde Witterung. Einen weiteren wesentlichen Einflussfaktor bildeten die hohen Energiepreise. Laut Angaben der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen wäre der Energieverbrauch 2011 bereinigt und Temperatureffekte nur um ein Prozent gesunken. Der rechnerische Effekt der dauerhaften Abschaltung von acht Kernkraftwerken im Jahr 2011 führt zu einer Minderung um ca 0,5 Prozent. Gleichzeitig waren aber erhebliche, den Verbrauch steigernde Effekte 2011 wirksam. Die Produktion im verarbeitenden Gewerbe nahm um neun Prozent, das preisbereinigte Bruttoinlandsprodukt um drei Prozent zu.¹⁸

Die sektorale Struktur des Endenergieverbrauchs hat sich seit 1990 geändert: Die Bedeutung des Industriesektors ist geringfügig gesunken. Sein Anteil am gesamten Endenergieverbrauch sank von 31,4 Prozent 1990 auf 28,9 Prozent im Jahr 2012. Eine ähnliche Entwicklung zeigt der Sektor Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) mit einem Rückgang von 18,3 Prozent auf 15,5 Prozent. Im Gegensatz dazu stieg der Anteil der privaten Haushalte auf 27 Prozent und im Verkehrssektor ist sogar ein Anstieg von 25,1 Prozent auf 28,6 Prozent zu verzeichnen.

13 Umweltbundesamt 2013a. Vorläufige Daten.

14 Erhältlich über www.bundesnetzagentur.de/cln_1911/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Monitoring_EnergieDerZukunft/ErsterMonitoringbericht/erstermonitoringberichtundoeffentlichediskussion-node.html.

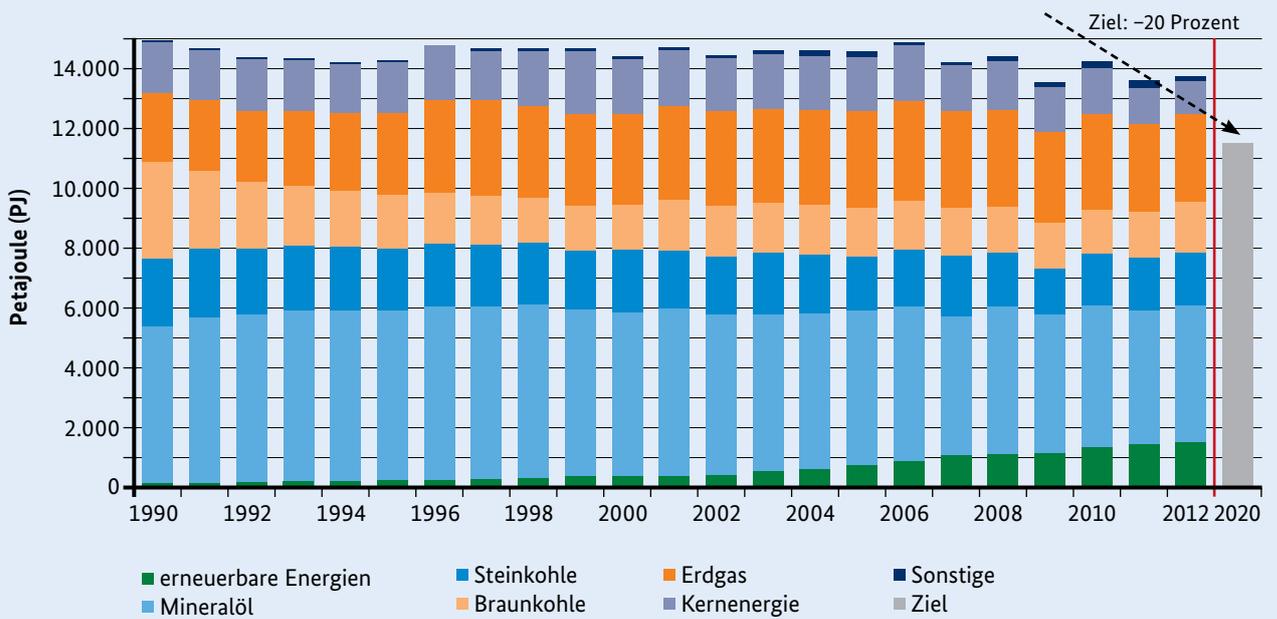
15 Erster Monitoringbericht „Energie der Zukunft“, 2012.

16 AB Energiebilanzen e. V., August 2013.

17 Ebd.

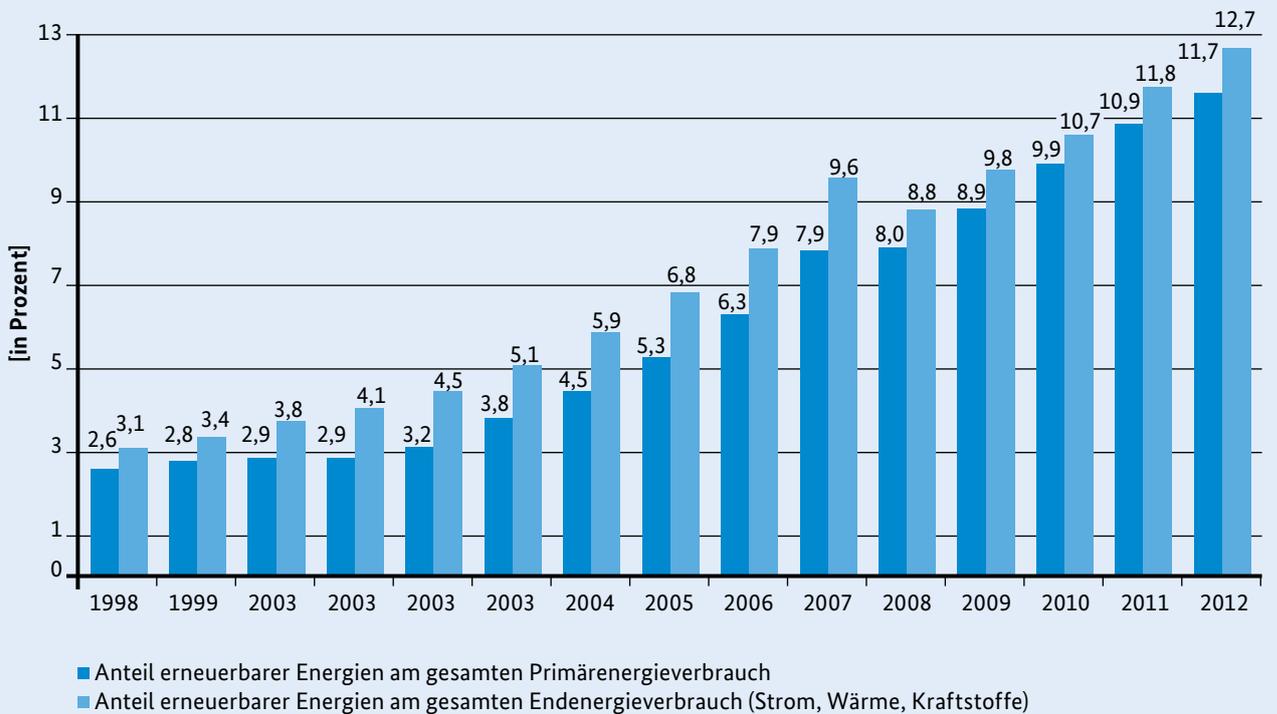
18 Vergleiche Erster Monitoringbericht „Energie der Zukunft“, 2013.

Abbildung 5: Primärenergieverbrauch nach Energieträgern (in Petajoule)



Quelle: AG Energiebilanzen e. V.: Auswertungstabellen zur Energiebilanz, Tabelle 4.

Abbildung 6: Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Primär- und Endenergieverbrauch



Quelle: AGEE-Stat 2013, AGEb e. V., 2013.

2012 entfielen auf die Endenergiesektoren 65,5 Prozent des gesamten Primärenergieverbrauchs, während der nicht energetische Verbrauch 7,1 Prozent betrug. Über 27 Prozent des Primärenergieverbrauchs gehen auf Verluste und auf den Eigenverbrauch zur Erzeugung und Lieferung von Strom sowie anderen sekundären Energiequellen, wie Fernheizung oder Kraftstoffe, zurück.¹⁹

2012 wurden insgesamt 33 Prozent des Primärenergiebedarfs durch Mineralöl gedeckt. Die entsprechenden Zahlen der anderen fossilen Energieträger waren 21,5 Prozent für Erdgas, 12,9 Prozent für Steinkohle und 12 Prozent für Braunkohle. Die Kernenergie deckte 7,9 Prozent des Primärenergiebedarfs. Die größten Verschiebungen bei relevanten Anteilen der Energieträger seit 1990 umfassen einen 44-prozentigen Rückgang des Braunkohleverbrauchs und eine 40-prozentige Erhöhung des Erdgasverbrauchs.²⁰

Die erneuerbaren Energien (Wasserkraft, Windenergie, Biomasse, Photovoltaik und Geothermie) haben ihren

Tabelle 4: Anteile der Energieträger an der Bruttostromerzeugung in Deutschland [in Prozent]

	1990	2011
Braunkohle	31,1	24,7
Kernenergie	27,7	17,7
Steinkohle	25,6	18,5
Erdgas	6,5	13,5
Mineralölprodukte	2,0	1,1
Erneuerbare Energieträger	3,6	20,3
Übrige Energieträger	3,5	4,2

Quelle: AG Energiebilanzen e. V., Bruttostromerzeugung in Deutschland von 1990 bis 2012 nach Energieträgern, Stand: Februar 2013.

Anteil am Primärenergieverbrauch schnell vervielfacht. Im Jahr 1995 betrug dieser Anteil 1,9 Prozent und ist bis zum Jahr 2012 auf 11,7 Prozent angestiegen.

Tabelle 5: Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, 1998 bis 2012 [in Gigawattstunden]

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
Wasserkraft ¹⁾	17.216	19.647	21.732	22.733	23.124	17.722	
Geothermie	0	0	0	0	0	0	
Windenergie	4.489	5.528	9.513	10.509	15.786	18.713	
Biomasse ²⁾	1.642	1.849	2.893	3.348	4.089	6.603	
Biogener Anteil des Abfalls ³⁾	1.618	1.740	1.844	1.859	1.949	2.238	
Photovoltaik	35	30	60	76	162	313	
Insgesamt	25.000	28.794	36.042	38.525	45.110	45.589	
Anteil am Bruttostromverbrauch [Prozent]	4,5	5,2	6,2	6,6	7,7	7,6	
Anteil am Primärenergieverbrauch ⁴⁾ [Prozent]	2,6	2,8	2,9	2,9	3,2	3,8	

- 1) bei Pumpspeicherkraftwerken nur Stromerzeugung aus natürlichem Zufluss
- 2) bis 1998 nur Einspeisung in das Netz der allgemeinen Versorgung, Angaben ab 2003 beinhalten auch die industrielle Stromerzeugung aus flüssiger Biomasse inklusive Pflanzenöl
- 3) Anteil des biogenen Abfalls in Abfallverbrennungsanlagen mit 50 Prozent angesetzt
- 4) Primärenergieverbrauch berechnet auf der Basis des Wirkungsgradansatzes

Quelle: BMU-EI 1, gemäß Arbeitsgruppe Erneuerbare Energien (AGEE-Stat): „Erneuerbare Energien in Zahlen – Nationale und internationale Entwicklung“, Internet Update, Stand: Juli 2013.

¹⁹ AGEB 2012, Tabelle 1.

²⁰ Ebd., Tabelle 3.

1.6.3 Erzeugung von Strom nach Energieträgern

Im Jahr 2012 betrug die Bruttostromerzeugung in Deutschland nach vorläufigen Daten 628,7 Terawattstunden.²¹ Unter Berücksichtigung des Stromaus-tauschsalos Ausland (- 23,1 Terawattstunden) ergab sich damit ein Brutto-Inlandsstromverbrauch von 605,6 Terawattstunden (2011: 606,8 Terawattstunden). In diesem Bericht werden die Daten bis Ende des Jahres 2012 betrachtet.

Zwischen 1990 und 2012 nahm die Bruttostrom-erzeugung in Deutschland kontinuierlich um rund 12 Prozent oder fast 72 Terawattstunden zu. Der Bruttostromverbrauch stieg um acht Prozent bezie-hungsweise 43 Terawattstunden.²² Seit 1990 stieg der Stromverbrauch im Sektor Verkehr mit 21 Prozent am meisten, danach folgen der Sektor GHD mit 20 Prozent, Haushalte mit 17 Prozent und der Industriesektor mit neun Prozent.²³ Betrachtet man die absoluten Anteile

der Sektoren, so wird der meiste Strom in der Industrie verbraucht (43 Prozent). Es folgen die Sektoren GHD (27 Prozent), private Haushalte (26 Prozent) und Verkehr (drei Prozent).

Die Anteile der zur Bruttostromerzeugung verwendeten Energieträger haben sich seit 1990 deutlich verän-dert (siehe Tabelle 4). Hervorzuheben ist der Anstieg der erneuerbaren Energien an der Stromproduktion von 4,5 Prozent auf 23,5 Prozent und der Rückgang der fossilen Energieträger Braunkohle, Steinkohle und Kernenergie von zusammen fast 85 Prozent im Jahr 1990 auf 60 Prozent im Jahr 2012. Der Einsatz von Erd-gas zur Stromerzeugung hat sich im gleichen Zeit-raum verdoppelt. 2011 erzeugten erneuerbare Energien mit 123,5 Terawattstunden erstmals mehr Strom als die Kernenergie.²⁴ Im Jahr 2012 stieg die Stromerzeu-gung aus erneuerbaren Energien nochmals um rund zehn Prozent im Vergleich zum Vorjahr und erreichte 142,1 Terawattstunden.

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012*
	20.095	19.638	20.008	21.170	20.443	19.031	20.953	17.671	21.793
	0	0	0	0	18	19	28	19	25
	25.509	27.229	30.710	39.713	40.574	38.648	37.793	48.883	50.670
	8.218	11.102	14.793	19.832	23.121	26.255	29.561	32.848	38.650
	2.253	3.252	3.907	4.531	4.671	4.323	4.746	4.755	4.900
	557	1.282	2.220	3.075	4.420	6.583	11.729	19.599	26.380
	56.632	62.503	71.638	88.321	93.247	94.858	104.810	123.775	142.418
	9,3	10,2	11,6	14,2	15,1	16,3	17,0	20,4	23,5
	4,5	5,3	6,3	7,9	8,0	8,9	9,9	10,9	11,6

* ab 2009 onshore+offshore

21 AGEB 2013.
 22 Ebd.
 23 AGEB 2012.
 24 AGEB 2013.

Tabelle 6: Einsatz von Energieträgern zur Stromerzeugung [in Petajoule], Strombereitstellung und Stromgebrauch in Deutschland von 1990 bis 2012 [Terawattstunden]

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	
Einsatz von Energieträgern zur Stromerzeugung¹⁾ (in Petajoule)											
Steinkohle	1.270	1.354	1.285	1.323	1.308	1.332	1.370	1.281	1.365	1.273	
Braunkohle	1.731	1.634	1.562	1.484	1.458	1.455	1.433	1.392	1.346	1.335	
Biomasse und erneuerbare Abfälle ²⁾	64	62	61	61	70	60	65	70	86	84	
Nichtererneuerbare Abfälle, Abwärme und andere	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Sonstige erneuerbare Energien	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Heizöl	108	125	112	80	78	84	79	68	69	65	
Gase	435	416	368	362	414	431	454	477	490	489	
darunter: Naturgase ³⁾	336	326	282	282	327	346	374	384	395	396	
Wasser, Wind, Photovoltaik und andere Anlagen ⁴⁾	58	53	62	64	67	104	94	98	99	110	
Kernenergie	1.663	1.608	1.732	1.674	1.649	1.681	1.763	1.858	1.763	1.855	
Insgesamt	5.329	5.252	5.183	5.047	5.045	5.148	5.258	5.244	5.218	5.211	
Strombereitstellung (in Terawattstunden)											
Bruttostromerzeugung insgesamt	550	540	538	527	529	537	553	552	557	556	
Stromflüsse aus dem Ausland	32	30	28	34	36	40	37	38	38	41	
Stromgebrauch (in Terawattstunden)											
Stromflüsse in das Ausland	31	31	34	33	34	35	43	40	39	40	
Netzverluste, Eigenverbrauch, Pumpstromeigenverbrauch	96	91	88	87	85	84	82	80	82	80	
Endenergieverbrauch Strom	455	449	445	441	446	458	465	469	475	477	
darunter: Industrie	208	194	189	180	185	190	188	195	199	201	

1) Berechnungen auf der Basis des Wirkungsgradansatzes.

2) Von 1995 bis 1999 Müll und sonstige Biomasse; von 2000 bis 2002 Biomasse und erneuerbare Abfälle, nichterneuerbare Abfälle, Abwärme und andere.

3) Erdgas, Erdöl und Grubengas.

4) Windkraft von 1995 an einschließlich Photovoltaik. Ab 2003 einschließlich Einspeisungen auf Basis regenerativer Energieträger.

Quelle: AG Energiebilanzen e. V., Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2012, Stand: August 2013 (für 2012 vorläufige Daten), AG Energiebilanzen e. V., Bruttostromerzeugung in Deutschland von 1990 bis 2012 nach Energieträgern, Stand: August 2013.

Der Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch belief sich 1998 auf 4,7 Prozent und ist über den Betrachtungszeitraum kontinuierlich gestiegen. Insbesondere seit Inkrafttreten des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) wurde ein starker Aufwärtstrend verzeichnet: von 6,8 Prozent im Jahr 2000 auf 20,5 Prozent

im Jahr 2011 und 22,9 Prozent im Jahr 2012. Im Vergleich zu 2011 erhöhte sich der Anteil somit nochmals sprunghaft um über zwei Prozentpunkte. Den größten Beitrag im Jahr 2012 leistete mit 7,1 Prozent und 46 Terawattstunden die Windenergie, gefolgt von der Biomasse, die einschließlich des biogenen Anteils des Abfalls insgesamt

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	1.268	1.231	1.200	1.230	1.182	1.161	1.234	1.259	1.083	943	1.012	961	1.007
	1.420	1.507	1.537	1.507	1.487	1.458	1.433	1.475	1.416	1.369	1.364	1.410	1.491
	56	48	48	41	50	78	92	111	112	113	120	131	137
	40	36	28	50	48	68	75	84	82	88	95	85	87
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	71	78	73	78	84	92	76	71	72	77	63	51	60
	481	489	505	524	535	590	627	648	703	615	681	636	564
	396	402	411	436	450	504	532	528	600	548	581	543	474
	149	146	168	202	247	277	351	460	514	549	611	706	792
	1.851	1.868	1.798	1.800	1.822	1.779	1.826	1.533	1.623	1.472	1.533	1.178	1.085
	5.335	5.403	5.357	5.431	5.455	5.503	5.712	5.641	5.606	5.226	5.480	5.158	5.223
	577	586	587	609	618	623	640	641	641	596	633	613	629
	45	44	46	46	44	53	46	44	40	41	42	50	44
	42	45	46	54	52	62	66	63	63	55	60	56	67
	85	91	87	90	93	96	96	95	94	86	88	86	86
	494	494	500	510	517	518	524	526	524	495	527	521	519
	208	208	209	219	225	228	229	236	233	200	222	227	226

6,9 Prozent beziehungsweise 40,9 Terawattstunden des Bruttostromverbrauchs bereitstellte. Die Photovoltaik verzeichnete einen Zubaurekord und hatte einen Anteil von sieben Prozent beziehungsweise 28 Terawattstunden am Bruttostromverbrauch, während die Wasserkraft mit 3,6 Prozent beziehungsweise 21,2 Terawattstunden erstmalig witterungsbedingt gegenüber dem Vorjahr leicht zunahm. Die Geothermie hat trotz Zuwachs mit 25 Gigawattstunden weiterhin die geringste Bedeutung.

Insgesamt ist der Einsatz der Energieträger zur Stromerzeugung zwischen 1990 und 2011 bei gleichzeitigem Anstieg der Bruttostromerzeugung um zwei Prozent gesunken. Der Grund dafür liegt in der effizienteren Nutzung

der eingesetzten Energieträger durch eine Erhöhung des Brennstoffnutzungsgrades. Dieser Indikator zeigt die Effizienz verschiedener Kraftwerkstypen an. Insgesamt erhöhte sich im Zeitraum von 1990 bis 2011 der durchschnittliche Brutto-Brennstoffnutzungsgrad im deutschen Kraftwerkspark von 39 auf 42 Prozent.²⁵

1.6.4 Energiepreise

Die Energiekosten für Verbraucherinnen und Verbraucher stiegen sowohl absolut als auch anteilig an den Haushaltseinkommen beziehungsweise der Wertschöpfung von Gewerbe und Industrie. Der Anteil der

25 Berechnungen des UBA auf Grundlage von AGEb und DBEW.

Energiekosten an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung ist gestiegen. Dennoch waren Wettbewerbsfähigkeit und Bezahlbarkeit der Energieversorgung insgesamt gewährleistet. Im europäischen und internationalen Vergleich weist Deutschland vergleichsweise hohe Strompreise auf. Ein unmittelbar preistreibender Effekt der Energiewendebeschlüsse war 2011 allerdings nicht erkennbar.

Energetische Rohstoffe und Emissionszertifikate

Die Preise für die energetischen Rohstoffe Öl, Gas und Steinkohle sind seit dem Jahrtausendwechsel gestiegen, dies ist unter anderem auf eine erhöhte internationale Nachfrage zurückzuführen. Infolge der weltweiten Wirtschaftskrise im Jahr 2008 sind die Preise kurzfristig um über 30 Prozent gefallen, danach sind sie wieder steil angestiegen.

Die Öl- und Gaspreise bewegten sich 2012 erneut auf historisch hohem Niveau. Der Preis pro Barrel Öl (OPEC-Korb) stieg leicht an und lag bei durchschnittlich 109,49 Dollar je Barrel (Einfuhrpreis: 646,62 Euro je Tonne). Der deutsche Grenzübergangspreis für Gas stieg 2012 gegenüber dem Vorjahr um 12 Prozent auf 8,129 Euro je Terajoule. Die Einfuhrpreise für Steinkohle nach Deutschland sanken hingegen aufgrund niedriger Weltnachfrage um 13 Prozent gegenüber 2011 auf 93,02 Euro je Tonne Steinkohleeinheit.

Aufgrund des Zertifikateüberschusses ist bei den Preisen für EU-Emissionszertifikate (Spotmarkt EEX) ein deutlicher Abwärtstrend zu beobachten. Im Jahresdurchschnitt lag der Preis 2012 bei 7,68 Euro je Tonne CO₂ und damit um 5,29 Euro je Tonne CO₂ niedriger als 2011. Bis März 2013 fielen die Preise weiter bis unter vier Euro je Tonne CO₂ und lagen danach etwas darüber.

Diese Preisentwicklungen auf internationaler und europäischer Ebene sind wesentliche Treiber der Energiepreis- und -kostenentwicklungen für Endverbraucher in Deutschland. Der Haushaltsgaspreis erhöhte sich 2012 auf 7,03 Cent je Kilowattstunde. Der durchschnittliche Gaspreis für Gewerbe- und Industriekunden betrug 2012 durchschnittlich 3,97 Cent je Kilowattstunde. Ebenso stiegen die Preise für Mineralölprodukte um bis zu elf Prozent an. Die Haushaltspreise für leichtes Heizöl lagen im Jahresdurchschnitt 2012 bei 88,8 Euro je 100 Liter, Benzin-Super-Kraftstoffe bei 1,65 Euro je Liter. Die Preise für Diesel-Kraftstoffe stiegen auf 1,49 Euro je Liter. Im Gegensatz zu den Gaspreisen verzeichne-

ten Mineralölprodukte in den vergangenen Jahren auch inflationsbereinigt einen Preisanstieg.

Strom

Der Großhandelspreis für Strom an der EEX-Börse in Leipzig (Terminmarkt) ist im Jahresdurchschnitt gegenüber 2011 um 7 Prozent auf 52,16 Euro je Megawattstunde gesunken. Die rückläufige Tendenz des Großhandelspreises seit der zweiten Hälfte des Jahres 2011 setzte sich 2013 fort mit durchschnittlich 42,66 Euro je Megawattstunde (Januar bis Februar). Veränderungen des Großhandelspreises beeinflussen zeitlich versetzt die Endverbraucherpreise.

Die Haushaltsstrompreise sind im Jahresdurchschnitt gegenüber 2011 um 0,66 Cent je Kilowattstunde (2,6 Prozent) auf 25,89 Cent je Kilowattstunde angestiegen (bei Verbrauch von 3.500 Kilowattstunden pro Jahr und inklusive Steuern und Abgaben). Die maßgeblichen Treiber der Strompreise für Haushaltskunden dabei waren in den letzten Jahren steigende staatlich veranlasste Preisbestandteile. Für Gewerbe- und Industriekunden, die nicht unter entsprechende Ausnahmetatbestände fallen, entwickelten sich Steuern, Abgaben und sonstige staatlich beeinflusste Preisbestandteile ähnlich wie bei den Haushaltskunden. Die Strompreise für nicht begünstigte Gewerbe und Industrie liegen auf dem Niveau von 2011 bei 14,02 Cent je Kilowattstunde (BDEW: mittelspannungsseitige Versorgung mit einem Abnahmeband von 100 Kilowatt je 1.600 Stunden bis 4.000 Kilowatt je 5.000 Stunden; inklusive Stromsteuer). Werden inflationsbereinigte Preise betrachtet, so verlief der Preisanstieg in diesen Verbrauchssektoren seit 1998 moderater.

Diese Strompreise für Gewerbe- und Industriekunden gelten jedoch nicht für stromintensive Unternehmen. Große Stromverbraucher können, sofern die jeweiligen Kriterien erfüllt sind, von mehreren Entlastungsregelungen profitieren. Dementsprechend können die Strompreise für diese Abnehmer zum Teil deutlich niedriger ausfallen. Für dieses Verbrauchssegment gibt es keine statistischen Erhebungen, die tatsächlichen Preise weisen eine hohe Bandbreite auf. Der Monitoringbericht „Energie der Zukunft“ der Bundesregierung geht von Preisen für Großabnehmer in Höhe von 5,5 Cent je Kilowattstunde aus. Demnach sind die Strompreise für Großabnehmer 2011 nominal um 0,1 Cent je Kilowattstunde auf 5,5 Cent je Kilowattstunde gestiegen und inflationsbereinigt leicht gesunken.

Abbildung 7: Strompreis für Haushaltskunden



Quelle: BDEW.

1.6.5 Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen

Die energiebedingten Emissionen sind mit einem Anteil von 83 Prozent²⁶ 2011 hauptverantwortlich für den Ausstoß von Treibhausgasen. Als energiebedingte Emissionen bezeichnet man den Ausstoß von Treibhausgasen und Luftschadstoffen, die durch die Umwandlung von Energieträgern in elektrische und/oder thermische Energie (Strom- und Wärmeproduktion) freigesetzt werden. Energiebedingte Emissionen entstehen bei der Strom- und Wärmeproduktion in Kraftwerken. Im Industriebereich entstehen sie durch bestimmte industrielle Prozesse. Im Sektor Haushalte und Kleinverbrauch entstehen energiebedingte Emissionen vor allem durch Heizen mit fossilen Energieträgern. Das Verbrennen von fester, flüssiger oder gasförmiger Biomasse wird gemäß internationalen Bilanzierungsvorgaben als CO₂-neutral bewertet, wobei jedoch andere klassische Luftschadstoffe, wie zum Beispiel Stickoxide, bilanziert werden. Im Verkehrsbereich entstehen energiebedingte Emissionen durch Abgase aus Verbrennungsmotoren. Nicht zu den energiebedingten Emissionen gehören diffuse

Emissionen aus der Landwirtschaft oder aus stillgelegten Deponien oder Bergwerken.

Der energiebedingte Ausstoß an direkten und indirekten Treibhausgasen wird in einem Industrieland wie Deutschland maßgeblich von der wirtschaftlichen Konjunktur beeinflusst. Darüber hinaus ist der Verlauf stark abhängig vom eingesetzten Energieträgermix, vom Wirkungsgrad und von der Fahrweise des fossilen Kraftwerksparkes, von Wirkungsgraden anderer eingesetzter Technologien und mit Blick auf die Wärmebedarfe von den Witterungsbedingungen.

Nach ersten vorläufigen Berechnungen und Schätzungen des Umweltbundesamtes (UBA) ist der gesamte Treibhausgasausstoß im Jahr 2012 um 1,6 Prozent im Vergleich zum Vorjahr gestiegen. Insgesamt wurden 2012 rund 931 Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente freigesetzt, 14 Millionen Tonnen mehr als im Vorjahr. Den Anstieg dominieren die CO₂-Emissionen mit einem Plus von zwei Prozent. Der Grund dafür ist, dass für die Stromerzeugung mehr Braun- und Steinkohle verbrannt wurde und witterungsbedingt mehr Gas zum

26 UBA 2013b.

Heizen eingesetzt wurde. Durch den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien konnte der Emissionsanstieg jedoch gebremst werden. Der Rückgang der Kernenergie wurde durch erneuerbare Energien kompensiert. Für den klimafreundlichen Umbau der Energieversorgung sind weitere Weichenstellungen notwendig.

1.7 Verkehr

1.7.1 Verkehrsleistung (Personenverkehr und Güterverkehr)

Die Verkehrsentwicklung seit 1991 ist durch einen moderaten Anstieg der Personenverkehrsleistung (gemessen in Milliarden Personenkilometern, Tabelle 7) und ein deutliches Wachstum des Güterverkehrsaufwands (gemessen in Tonnenkilometern, Tabelle 8)

gekennzeichnet.²⁷ Die Steigerung der Verkehrsleistung im Personenverkehr betrug zwischen 1991 und 2011 29,7 Prozent. Der motorisierte Individualverkehr (MIV) nahm dabei um 28,5 Prozent zu und behielt damit seine dominierende Stellung bei. Sein Anteil an der gesamten Personenverkehrsleistung ging dabei von 81,6 auf 80,8 Prozent nur geringfügig zurück. Die mit Abstand höchste Zuwachsrate unter allen Personenverkehrsträgern erzielte der Luftverkehr. Von 1991 bis 2011 stieg der Personenverkehrsaufwand im Luftverkehr über Deutschland um 144,2 Prozent. Sein Anteil an der gesamten Personenverkehrsleistung stieg dadurch von 2,6 auf 4,9 Prozent.

Die Verkehrsleistung des öffentlichen Straßenpersonenverkehrs (ÖSPV) verringerte sich in diesem Zeitraum um 4,7 Prozent. Der Anteil des ÖSPV an der gesamten Personenverkehrsleistung sank dadurch von 9,3 auf

Tabelle 7: Verkehrsleistung des motorisierten Personenverkehrs in Deutschland, gemessen in Milliarden Personenkilometern (1991 bis 2011)

Jahr	Eisenbahnen	in Prozent	ÖSPV	in Prozent	Luftverkehr	in Prozent	MIV	in Prozent	Gesamt
1991	57	6,5	81,6	9,3	22,6	2,6	713,5	81,6	874,7
1992	57,2	6,4	80,4	9	25,6	2,9	731,5	81,8	894,8
1993	63,4	7	79,6	8,7	27,7	3	740,8	81,3	911,5
1994	65,2	6,6	77,5	7,8	30	3	821,4	82,6	994
1995	71	7	77	7,6	32,5	3,2	830,5	82,2	1011
1996	71,7	7,1	76,7	7,6	33,6	3,3	831,8	82	1013,8
1997	72,4	7,1	76,2	7,5	35,8	3,5	833,4	81,9	1017,9
1998	72,7	7	75,7	7,3	37,5	3,6	845,3	82	1031,2
1999	73,8	7	76,2	7,2	39,9	3,8	866,7	82	1056,5
2000	75,4	7,2	77,3	7,4	42,7	4,1	849,6	81,3	1045,1
2001	75,8	7,1	77	7,2	41,9	3,9	872	81,8	1066,7
2002	70,8	6,6	75,7	7,1	40,8	3,8	880,3	82,5	1067,6
2003	71,3	6,7	75,8	7,1	43,3	4,1	875,6	82,1	1066,1
2004	72,9	6,7	82,8	7,6	48,4	4,4	887,1	81,3	1091,2
2005	76,8	7,1	82,5	7,6	52,6	4,8	875,7	80,5	1087,6
2006	79	7,2	81,8	7,4	55,6	5,1	882,6	80,3	1099
2007	79,1	7,2	81,3	7,4	58,8	5,3	883,4	80,1	1102,6
2008	82,5	7,4	79,6	7,2	60,8	5,5	888,5	79,9	1111,4
2009	82,3	7,4	78,6	7	58,4	5,2	898,7	80,4	1117,9
2010	84	7,5	78,1	7	52,8	4,7	902,4	80,8	1117,3
2011	85,3	7,5	77,8	6,9	55,2	4,9	916,6	80,8	1134,9

Quelle: BMVBS 2012.

²⁷ Für den hier verwendeten Begriff „Verkehrsaufwand“ ist gemeinhin auch die Bezeichnung „Verkehrsleistung“ üblich.

6,9 Prozent. Die Personenverkehrsleistung der Eisenbahnen nahm kräftig um 49,6 Prozent zu. Ihr Anteil an der gesamten Personenverkehrsleistung stieg damit von 6,5 Prozent im Jahr 1991 auf 7,5 Prozent im Jahr 2011. Insgesamt blieb der Anteil der vergleichsweise weniger energieintensiven Verkehrsarten ÖSPV und Eisenbahnen an der Personenverkehrsleistung im Betrachtungszeitraum auf einem Niveau zwischen 14 und 16 Prozent.

Die Güterverkehrsleistung stieg von 1991 bis 2008 kontinuierlich auf über 651 Milliarden Tonnenkilometer an. Im Jahr 2009 sank er bedingt durch die wirtschaftliche Entwicklung um über zehn Prozent. Im Jahr 2011 erreichte der Güterverkehr jedoch infolge der wirtschaftlichen Erholung bereits fast wieder das Niveau des Jahres 2008.

Im gesamten Zeitraum 1991 bis 2010 wuchs die Güterverkehrsleistung um 62,8 Prozent. Den größten Zuwachs

erzielte – allerdings ausgehend von einem sehr niedrigen Niveau – der Luftverkehr, der sich mehr als verdreifachte.

Der Straßenverkehr nahm im selben Zeitraum um 89,5 Prozent zu. Der Anteil der Güterverkehrsleistung, der auf der Straße erbracht wird, stieg damit von 61,4 Prozent im Jahr 1991 auf 71,5 Prozent im Jahr 2011. Hierzu tragen auch die Transitverkehre bei, die infolge des Falls des „Eisernen Vorhangs“ und der EU-Osterweiterung in Deutschland zugenommen haben und auf die Deutschland nach internationalen Abkommen keinen Einfluss hat.

Der Anteil der energiesparsameren Verkehrsträger Bahn und Binnenschiff an der gesamten Güterverkehrsleistung sank im Zeitraum 1991 bis 2011 von 34,6 auf 25,8 Prozent. Seit 2004 können aber zumindest die Güterbahnen wieder leichte Anteilsgewinne verzeichnen.

Tabelle 8: Verkehrsleistung des motorisierten Personenverkehrs in Deutschland, gemessen in Milliarden Personenkilometern (1991 bis 2011)

Jahr	Eisenbahnen	in Prozent	Binnenschiff	in Prozent	Straße	in Prozent	Rohrfernleitungen	in Prozent	Luftverkehr	in Prozent	Gesamt
1991	82,2	20,6	56	14	245,7	61,4	15,7	3,9	0,4	0,1	400
1992	72,8	18,3	57,2	14,4	252,3	63,3	15,7	3,9	0,4	0,1	398,5
1993	65,6	16,8	57,6	14,7	251,5	64,3	16,1	4,1	0,5	0,1	391,2
1994	70,7	16,7	61,8	14,6	272,5	64,5	16,8	4	0,5	0,1	422,3
1995	70,5	16,3	64	14,8	279,7	64,9	16,6	3,8	0,5	0,1	431,3
1996	70	16,4	61,3	14,4	280,7	65,7	14,5	3,4	0,5	0,1	427,1
1997	73,9	16,4	62,2	13,8	301,8	66,8	13,2	2,9	0,6	0,1	451,6
1998	74,2	15,8	64,3	13,7	315,9	67,2	14,8	3,1	0,7	0,1	469,9
1999	76,8	15,5	62,7	12,6	341,7	68,8	15	3	0,7	0,1	496,9
2000	82,7	16,2	66,5	13	346,3	67,7	15	2,9	0,8	0,2	511,3
2001	81	15,7	64,8	12,6	353	68,5	15,8	3,1	0,7	0,1	515,3
2002	81,1	15,7	64,2	12,4	354,5	68,7	15,2	2,9	0,8	0,2	515,8
2003	85,1	15,7	58,2	10,7	381,9	70,5	15,4	2,8	0,8	0,1	541,4
2004	91,9	16,1	63,7	11,2	398,4	69,8	16,2	2,8	1	0,2	571,1
2005	95,4	16,4	64,1	11,1	402,7	69,4	16,7	2,9	1	0,2	580
2006	107	17,2	64	10,3	435,7	69,9	15,8	2,5	1,2	0,2	623,7
2007	114,6	17,6	64,7	9,9	454,1	69,8	15,8	2,4	1,2	0,2	650,5
2008	115,7	17,7	64,1	9,8	457,6	69,9	15,7	2,4	1,4	0,2	654,3
2009	95,8	16,4	55,5	9,5	415,6	71,1	15,9	2,7	1,3	0,2	584,2
2010	107,3	17,1	62,3	9,9	441,9	70,2	16,3	2,6	1,4	0,2	629,2
2011	113,3	17,4	55	8,4	465,6	71,5	15,6	2,4	1,5	0,2	651,1

Quelle: BMVBS 2012.

1.7.2 Bestand an Kraftfahrzeugen

Im Zentralen Fahrzeugregister des Kraftfahrt-Bundesamts waren im Jahr 2011 insgesamt 50,9 Millionen Fahrzeuge registriert, davon 42,3 Millionen Pkw, 3,8 Millionen Krafträder sowie 2,6 Millionen Lkw und Sattelzugmaschinen. Werden die zulassungsfreien Mopeds, Mofas und Mokicks hinzugezählt, beträgt der Fahrzeugbestand in Deutschland insgesamt 52,9 Millionen Fahrzeuge.²⁸

Ab 2008 wurde das Fahrzeugregister des Kraftfahrt-Bundesamtes dahingehend verändert, dass vorübergehend abgemeldete Fahrzeuge nun nicht mehr im ausgewiesenen Bestand enthalten sind. Die Bestandsdaten ab 2008 sind daher nicht mit den Daten für den Zeitraum 1991 bis 2007 vergleichbar und müssen gesondert betrachtet werden.

Dennoch wird deutlich, dass der Kraftfahrzeugbestand in Deutschland stetig zunahm (Tabelle 9): Von 1991 bis 2007 stieg er um 27,8 Prozent. Bezogen auf die neue Abgrenzung wuchs der Kraftfahrzeug-Bestand im Zeitraum 2008 bis 2011 um drei Prozent. Die Zahl der Pkw stieg von 1991 bis 2007 um 26,6 Prozent und von 2008 bis 2011 nochmals um 2,7 Prozent. 2011 waren 27 Prozent der Fahrzeuge des Pkw-Bestandes mit einem Dieselmotor ausgerüstet, 1991 waren dies nur 12 Prozent. Setzt sich der hohe Anteil von Diesel-Pkw an den Neuzulassungen fort (2011: 47 Prozent), wird sich der Anteil am Gesamtbestand in den nächsten Jahren weiter erhöhen.

Deutlich stärker als der Pkw-Bestand nahm der Lkw-Bestand zu: Im Zeitraum 1991 bis 2007 um 55,6 Prozent und im Zeitraum 2008 bis 2011 um 4 Prozent. Lkw sind

Tabelle 9: KfZ-Bestand

Jahr	Pkw und Kombi	motorisierte Zweiräder	Lkw und Sattelzugmaschinen	Sonstige Kraftfahrzeuge	Gesamt
1991	36,8	3,7	1,8	2,6	44,9
1992	37,9	4	2	2,5	46,4
1993	38,9	3,9	2,1	2,4	47,3
1994	39,8	3,8	2,2	2,5	48,2
1995	40,4	3,9	2,3	2,5	49,2
1996	41	4,2	2,4	2,5	50,1
1997	41,4	4,4	2,5	2,5	50,7
1998	41,7	4,6	2,5	2,5	51,2
1999	42,3	4,9	2,6	2,5	52,4
2000	42,8	5,1	2,7	2,5	53,1
2001	43,8	5	2,8	2,5	54,1
2002	44,4	5,2	2,8	2,5	55
2003	44,7	5,2	2,8	2,5	55,2
2004	45	5,4	2,8	2,5	55,7
2005	45,4	5,6	2,8	2,6	56,3
2006	46,1	5,7	2,8	2,2	56,7
2007	46,6	5,9	2,8	2,2	57,4
2008 (*)	41,2	5,6	2,5	2,1	51,3
2009	41,3	5,9	2,5	2,1	51,8
2010	41,7	5,9	2,6	2,1	52,3
2011	42,3	5,9	2,6	2,2	52,9

(*) Ab 2008 ohne vorübergehend abgemeldete Fahrzeuge.

Quelle: BMVBS 2012.

wegen ihrer leistungsstarken Motoren und den hohen Fahrleistungen überproportional an den von Kraftfahrzeugen verursachten Emissionen beteiligt. Der Bestand an motorisierten Zweirädern wuchs gleichfalls erheblich. (1991 bis 2007: 58 Prozent 2008 bis 2011: sechs Prozent, Tabelle 9: Entwicklung des Kfz-Bestandes in Millionen Fahrzeugen (1991 bis 2011)²⁹

1.7.3 Kraftstoffverbrauch

Der Kraftstoffabsatz (aller fossilen flüssigen und gasförmigen Kraftstoffe sowie Biokraftstoffe) für den gesamten Verkehrssektor (ohne Seeschifffahrt) nahm im Zeitraum 1991 bis 2011 um sechs Prozent zu. Dabei wiesen der landgebundene und der Flugverkehr unterschiedlich Entwicklungstendenzen auf.

Im landgebundenen Verkehr³⁰ nahm der absolute Kraftstoffverbrauch gegenüber dem Jahr 1991 noch bis 1999 zu. Nach stärkeren Rückgängen bis 2005 stabilisiert sich der Verbrauch seither. 2011 wurden 11,3 Prozent weniger Kraftstoffe als im Jahr 1999 verkauft. Bezogen auf das Jahr 1991 ging der Verbrauch bis 2011 um 0,7 Prozent zurück.

Rückgänge beim spezifischen Kraftstoffverbrauch der Fahrzeuge werden durch die Zunahme der Fahrleistungen – vor allem im Straßengüterverkehr – und dem Trend zu schweren und leistungsstärkeren Fahrzeugen teilweise kompensiert.

Die wichtigsten Ursachen für die Verbrauchsrückgänge seit 1999 sind die Verbrauchsreduzierungen von Pkw-Neufahrzeugen durch Optimierung der Antriebe und Fahrzeugtechniken sowie die starke Erhöhung des Anteils von verbrauchsärmeren Diesel-Pkw an den neu in den Verkehr gebrachten Pkw. Maßgeblich für den Erfolg ist die EU Politik zur Verminderung der CO₂-Emissionen von neuen Pkw und neuen Nutzfahrzeugen in Form der EU-Verordnungen für CO₂ (443/2009/EG und 510/2011/EG). Das im Jahr 2011 überarbeitete deutsche Pkw-Label für Neufahrzeuge informiert über die Energieeffizienz und den Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeuges und setzt so ergänzende Anreize für den Erwerb effizienter Pkw. Auch die ökologische Steuerreform hat zu einer stärkeren Orientierung auf verbrauchsarme Fahrzeuge beigetragen und führte darüber hinaus zu einer Zunahme von Betankungen im Ausland und damit zum Rückgang des Kraftstoffabsatzes in Deutschland.

An der Entwicklung der Verkaufsmengen haben die verschiedenen Kraftstoffarten einen sehr unterschiedlichen Anteil. Während der Absatz von Dieselmotorkraftstoff von 1991 bis 2011 um 55 Prozent zunahm, war bei Benzin ein starker Rückgang um 38 Prozent zu verzeichnen. Gasförmige Kraftstoffe weisen in den letzten fünf Jahren starke Zuwächse auf, haben aber nach wie vor einen relativ geringen Anteil am Kraftstoffverbrauch (2011: 1,5 Prozent). Der energetische Biokraftstoffanteil im Straßenverkehr lag im Jahr 2011 in Deutschland bei rund 5,5 Prozent im Gegensatz zur Entwicklung des Verbrauchs von Kraftstoffen, die im Straßen-, Schienen- und Binnenschiffsverkehr eingesetzt werden, hat der Verbrauch von Flugkraftstoff (Kerosin) auch im Zeitraum 1999 bis 2011 um 23 Prozent zugenommen. Zwischen 1991 und 2011 hat sich damit der Absatz von Flugkraftstoffen insgesamt um 81 Prozent erhöht. Der Anteil der Flugkraftstoffe am Kraftstoffabsatz ist damit seit 1991 von neun Prozent auf 16 Prozent gestiegen.

1.7.4 Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen des Verkehrs (Tabelle 10) wird erheblich durch die Entwicklung der Emissionen des Straßenverkehrs bestimmt. In der Abgrenzung der Klimarahmenkonvention haben die Emissionen des Straßenverkehrs einen Anteil von mehr als 95 Prozent an den Emissionen des Verkehrs, da hier für den Flugverkehr nur der nationale Flugverkehr zu berücksichtigen ist und für den Schiffsverkehr nur der Binnenschiffsverkehr (die internationalen Komponenten des Flug- und Schiffsverkehrs werden nur nachrichtlich erfasst). Die Bahn weist nur geringe Emissionen auf. Die CO₂-Emissionen zur Bereitstellung der elektrischen Energie (indirekte Emissionen) werden hier nicht erfasst.

Der zeitliche Verlauf der Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs folgt weitgehend dem Verlauf des Energieverbrauchs (vergleiche 1.7.3), da CO₂ das dominierende Treibhausgas im Verkehr ist und der CO₂-Ausstoß direkt vom Verbrauch fossiler Energieträger abhängt. Im Zeitraum 1991 bis 1999 sind die Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs um 13 Prozent gestiegen. Da der Energieverbrauch und damit die CO₂-Emissionen des Bahn- und Schiffsverkehrs im gleichen Zeitraum deutlich abnahmen und der nationale Flugverkehr nur geringfügig wuchs, fiel der Anstieg der Treibhausgasemissionen für den gesamten Verkehr mit 12 Prozent etwas geringer aus.

29 Ebd.

30 Straßenverkehr, Schienenverkehr und Binnenschifffahrt, ohne Flugverkehr.

Tabelle 10: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in 1.000 Tonnen CO₂-Äquivalenten (1991 bis 2011)

Jahr	Straßenverkehr	Schienenverkehr (*)	Binnenschifffahrt	Nationaler Flugverkehr	Gesamt	Internationaler Flugverkehr (**)
1991	156.269	2.603	2.097	2.144	163.113	12.054
1992	162.265	2.568	2.237	2.019	169.088	13.224
1993	166.839	2.573	2.283	1.903	173.598	14.206
1994	163.329	2.397	2.232	1.909	169.866	14.833
1995	167.477	2.322	1.764	1.947	173.510	15.406
1996	167.512	2.333	1.620	2.015	173.480	161.551
1997	168.392	2.158	1.282	2.172	174.004	16.692
1998	171.777	2.035	1.173	2.162	177.147	17.236
1999	177.218	1.923	957	2.226	182.325	18.587
2000	173.232	1.937	888	2.351	178.408	19.721
2001	169.669	1.772	854	2.219	174.514	19.289
2002	167.583	1.642	745	2.133	172.102	19.188
2003	161.255	1.608	777	2.098	165.737	19.548
2004	161.081	1.515	868	2.064	165.529	21.378
2005	152.981	1.350	959	2.173	157.462	23.315
2006	149.030	1.272	835	2.298	153.436	24.474
2007	145.941	1.245	833	2.363	150.382	25.382
2008	145.769	1.219	759	2.365	150.112	25.672
2009	145.499	1.067	829	2.242	149.637	24.969
2010	146.858	1.088	834	2.081	150.861	24.723
2011	149.354	1.069	773	1.858	153.054	23.792

(*) ohne Emissionen aus der Bahnstromerzeugung

(**) nachrichtlich

Entwicklung der Treibhausgasemissionen in 1.000 Tonnen CO₂-Äquivalenten (1991 bis 2011).

Quelle: UBA 2013c.

Im Zeitraum 1999 bis 2009 sind die Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs deutlich gesunken (- 18 Prozent). Ursachen hierfür waren eine Verringerung der spezifischen Kraftstoffverbräuche sowie der zunehmende Einsatz von Bio-Kraftstoffen. Der Rückgang wurde infolge der Wirtschaftskrise 2008 insbesondere durch einen Einbruch des Straßengüterverkehrs vorübergehend noch verstärkt. Ab 2009 stiegen die Emissionen infolge des zunehmenden Straßengüterverkehrs wieder leicht an. Trotz eines erheblichen Anstiegs der Güterverkehrsleistung von 1991 bis 2011 um über 60 Prozent und der Personenverkehrsleistung um über 30 Prozent waren die Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs im Jahr 2011 vier Prozent geringer als im Jahr 1991. Damit konnte eine wichtige Trendwende erreicht werden.

Im Bahnverkehr waren durch die Umstellung vom Diesel- auf den elektrischen Betrieb sowie technische und betriebliche Effizienzsteigerungen wesentlich größere Emissionsminderungen zu verzeichnen. Bezogen auf das Jahr 1991 sanken die Treibhausgasemissionen des Bahnverkehrs bis 2011 um 59 Prozent.

Im Binnenschiffsverkehr sanken die Emissionen im Zeitraum 1991 bis 2011 in einer ähnlichen Größenordnung wie im Bahnverkehr (- 63 Prozent). Ursache hierfür waren – wie im Bahnverkehr – Effizienzsteigerungen sowie zunehmende Betankungen im Ausland.

Insgesamt wurden damit 2011 vom Verkehr (ohne internationale Luft- und Seeschifffahrt) rund 153 Millionen Tonnen Kohlendioxid-Äquivalente (CO₂-Äquivalente)

freigesetzt, dies sind sechs Prozent weniger Treibhausgase als im Basisjahr 1991. Der Anteil des Verkehrs an allen Treibhausgasemissionen liegt bei 17 Prozent.

1.8 Gebäudebereich – Wärme- und Kältebereitstellung

1.8.1 Energieeinsparverordnung (EnEV)

Die Energieeinsparverordnung löste 2002 die Wärmeschutzverordnung (WSchV95) und die Heizungsanlagenverordnung (HeizAnlV) ab und fasste erstmals die energetischen Anforderungen an Gebäudetechnik und Anlagentechnik zusammen.

Mit der Änderung der Energieeinsparverordnung, die am 1. Oktober 2009 in Kraft getreten ist, wurden im Wesentlichen folgende Änderungen vorgenommen:

- Zur Erhöhung der Energieeffizienz unter Wahrung der wirtschaftlichen Vertretbarkeit wurden die Anforderungen bei Neubauten an den Jahres-Primärenergiebedarf um durchschnittlich 30 Prozent und an die Außenbauteile um durchschnittlich 15 Prozent verschärft; bei wesentlichen Änderungen von bestehenden Gebäuden wurde eine Verschärfung der maximal zulässigen U-Werte für Außenbauteile um durchschnittlich 30 Prozent vorgenommen. Im Altbaubereich wurde zudem festgelegt, dass bei einer Sanierung, die mehr als zehn Prozent

der gesamten jeweiligen Bauteilfläche des Gebäudes erfasst, die geänderten Bauteile die Bauteilanforderungen erfüllen müssen.

- Auf der Grundlage der DIN V 18599 wurde ein neues Berechnungsverfahren für Wohngebäude eingeführt, das alternativ zum bestehenden Verfahren zur Bilanzierung herangezogen werden kann. Die bisherige Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren wird durch ein Referenzgebäudeverfahren ersetzt, das bezüglich der Verwendung solarthermischer Anlagen das Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) abbildet. Dabei wird der maximal zulässige Primärenergiebedarfskennwert für das Gebäude individuell anhand eines Referenzgebäudes mit gleicher Geometrie, Ausrichtung und Nutzfläche unter der Annahme standardisierter Bauteile und Anlagentechnik ermittelt.
- Einzelne Nachrüstpflichten zur Dämmung wurden hinsichtlich der Anforderungen an die Dämmqualität erweitert. Die Pflicht zur Dämmung wurde unter anderem auf begehbare und bisher ungedämmte oberste Geschossdecken ausgedehnt. Zuvor mussten nur ungedämmte, nicht begehbare, aber zugängliche oberste Geschossdecken mit einer Dämmung ausgestattet werden.
- Elektrisch betriebene Speicherheizsysteme dürfen in Wohngebäuden mit mehr als fünf Wohneinheiten nicht mehr betrieben werden, wenn durch sie ausschließlich die Raumwärme erzeugt wird. Ist das Heizsystem vor 1990 eingebaut worden, so ist das System bis Ende 2019 außer Betrieb zu nehmen. Bei Einbauten ab 1990 ist das Speicherheizsystem nach Ablauf von 30 Jahren nicht weiter zu betreiben. Für Nichtwohngebäude gelten dieselben Regeln ab einer Mindestnutzfläche von 500 Quadratmetern. Siehe hierzu auch Novellierung 2013.
- Zur Verbesserung des Vollzugs der EnEV werden die privaten Nachweispflichten, wie beispielsweise Unternehmererklärungen, intensiviert. Die Bezirks-schornsteinfeger wurden mit der Durchführung von Prüfungen an heizungstechnischen Anlagen beauftragt (zum Beispiel Außerbetriebnahme von Heizkesseln, Wärmedämmung an heizungstechnischen Anlagen).

Tabelle 11: Vergleich der maximal zulässigen Wärmedurchgangskoeffizienten

	Wärmeschutzverordnung WSchVO95	EnEV 2002 bis 2007	EnEV 2009
Bauteil	W/(m²K)	W/(m²K)	W/(m²K)
Außenfassade	0,50	0,45	0,24
	0,40	0,35	
Fenster	1,80	1,70	1,30
Decken, Dächer	0,30	0,30	0,24
		0,25	0,20
Keller	0,50	0,40	0,30
		0,50	

Quelle: Hansen und Kleemann 2005; EnEV 2009, Ergänzungen BMVBS.

Novellierung 2013

Die Novellierung des Energieeinsparungsgesetzes (EnEG) und der EnEV dienen der Umsetzung der neu gefassten EU-Gebäuderichtlinie sowie der Kabinettsbeschlüsse zum Energiekonzept und zur Energiewende, soweit sie das Energieeinsparrecht für Gebäude betreffen.

Im Energieeinsparungsgesetz (am 13. Juli 2013 in Kraft getreten) wurde eine Grundpflicht zur Errichtung von Neubauten im anspruchsvollen Niedrigstenergiegebäudestandard verankert. Dieser gilt in Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie ab 2021 für alle Neubauten, für öffentliche Neubauten bereits ab 2019. Der Niedrigstenergiegebäudestandard deckt sich weitgehend mit dem Standard des klimaneutralen Gebäudes, der nach dem Energiekonzept der Bundesregierung für Neubauten bis zum Jahr 2020 eingeführt werden soll. Weiterhin wurde die Außerbetriebnahme für Nachtstromspeicherheizungen aufgehoben.

Die Novellierung der EnEV (EnEV 2013) wurde mit Beschluss des Kabinetts am 16. Oktober 2013 abgeschlossen. Die Verkündung stand bei Redaktionsschluss des vorliegenden Berichts noch aus. Die am 16. Oktober 2013 verabschiedete Fassung sieht folgende Änderungen vor:

- Die EnEV 2012 sieht eine Verschärfung der Effizienzstandards für Neubauten nach Maßgabe der wirtschaftlichen Vertretbarkeit zum 1. Januar 2016 vor: Reduzierung des zulässigen Jahres-Primärenergiebedarfs um durchschnittlich etwa 25 Prozent und des zulässigen Wertes für die Mindestwärmeeisung der Gebäudehülle um durchschnittlich 20 Prozent.
- Beim Gebäudebestand ist keine Verschärfung vorgesehen. Die bestehende Außerbetriebnahmeverpflichtung für alte Konstanttemperaturheizkessel wird ausgeweitet (vorher: Austauschpflicht bei Einbau vor 1978, jetzt bei Einbau vor 1985 beziehungsweise 30 Jahre nach Einbau).

Vorgaben für Energieausweise und Inspektionsberichte über Klimaanlagen

- Einführung von Effizienzklassen für neue Energieausweise von Wohngebäuden mit einer Skala von A+ bis H, ähnlich wie bei Haushaltsprodukten;
- Einführung der Pflicht zur Angabe energetischer Kennwerte in Immobilienanzeigen bei Verkauf und Vermietung einschließlich der Effizienzklasse;
- Verdeutlichung der bestehenden Pflicht zur Vorlage des Energieausweises gegenüber potenziellen Käufern und Mietern (Energieausweis muss bei Besichtigung des Kauf- beziehungsweise Mietobjekts vorgelegt werden);
- Einführung der Pflicht zur Übergabe des Energieausweises an den Käufer oder neuen Mieter;
- Einführung der Pflicht zum Aushang von Energieausweisen in bestimmten Gebäuden mit starkem Publikumsverkehr, der nicht auf einer behördlichen Nutzung beruht, wenn bereits ein Energieausweis vorliegt; (Beispiele für solche Gebäude: größere Läden, Hotels, Kaufhäuser, Restaurants, Banken);

- Erweiterung der bestehenden Pflicht der öffentlichen Hand zum Aushang von Energieausweisen in behördlich genutzten Gebäuden mit starkem Publikumsverkehr auf kleinere Gebäude.
- Stärkung des Vollzugs der EnEV
- Einführung eines unabhängigen Stichprobenkontrollsystems für Energieausweise und Berichte über die Inspektion von Klimaanlagen;

1.8.2 Förderung der energetischen Modernisierung

Der Bund unterstützt die energieeffiziente Sanierung und Errichtung von Wohnungen sowie die energetische Sanierung von Gebäuden der kommunalen und sozialen Infrastruktur im Rahmen von KfW-Förderprogrammen („Energieeffizient Bauen und Sanieren“). Gefördert werden Neubauten und Sanierungen mit Energieeffizienzstandards, die weit über die Mindestanforderungen des Energieeinsparrechts hinausgehen. Dabei gilt das Prinzip: Ein besseres energetisches Ergebnis wird intensiver gefördert.

Seit 2006 konnten auf diese Weise Energieeffizienzmaßnahmen an rund 3,1 Millionen Wohnungen sowie an über 1.600 Gebäuden auf kommunaler Ebene unterstützt werden.

Für 2012 bis 2014 stehen aus dem Energie- und Klimafonds (EKF) zur Finanzierung der KfW-Förderprogramme „Energieeffizient Bauen“ und „Energieeffizient Sanieren“ Programmmittel von jährlich 1,5 Milliarden Euro zur Verfügung. Zusätzlich stehen von 2003 bis 2020 jährlich 300 Millionen Euro für direkte Zuschüsse in diesen Programmen zur Verfügung.

Bei der Gebäudesanierung werden seit November 2011 im Rahmen der KfW-Förderung auch Lösungen unterstützt, die über die Betrachtung des Einzelgebäudes hinausgehen, um erneuerbaren Energien breitere Einsatzmöglichkeiten in innerstädtischen Altbauquartieren zu bieten und weitere Investorengruppen in den Sanierungsprozess einzubeziehen. Gefördert werden Quartierskonzepte, der Einsatz von Sanierungsmanagern sowie Maßnahmen zur Wärmeversorgung im Quartier.

1.8.3 Bundesgebäude

Energetischer Sanierungsfahrplan Bundesgebäude:

Der Bund verfügt im Bereich des einheitlichen Liegenschaftsmanagements der Bundesanstalt für Immobilienmanagement über circa 2.300 Liegenschaften (zivil

und militärisch genutzt). Die Gesamtenergiekosten für Wärme und Strom betragen für diesen Bereich rund 0,4 Milliarden Euro pro Jahr.

Ziel gemäß Energiewendeabschluss vom 6. Juni 2011 ist, dass die Bundesregierung „für ihre künftigen Neubauten und bei bestehenden Liegenschaften eine Vorbildfunktion bei der Reduzierung des Energieverbrauchs einnehmen“ wird (Eckpunktepapier Energieeffizienz, Nummer 3).

Gebäude-, Verbrauchs- und Nutzerdaten werden in ein Bewertungssystem überführt und im Anschluss unter Ansatz baulicher, energetischer und immobilienwirtschaftlicher Kriterien auf die erforderlichen beziehungsweise möglichen Sanierungsmaßnahmen geprüft.

Im Wege einer ganzheitlichen Betrachtung sollen alle Maßnahmen

- zur Sanierung der Gebäudehülle,
- zum Einsatz erneuerbarer Energien,
- zur Modernisierung der Gebäudetechnik und
- zur Optimierung des Betriebs

zur Reduktion des Endenergieverbrauchs berücksichtigt werden.

Der Sanierungsfahrplan ist nahezu abgeschlossen. Nach den jetzigen Erkenntnissen ist alleine in diesem Bereich von einem Investitionsbedarf in Höhe von rund 1,6 Milliarden Euro bis 2020 auszugehen. Dabei ist bei rund 80 Prozent der Liegenschaften die Gebäudehülle und bei über 90 Prozent die Anlagentechnik zu sanieren. Um das Sanierungsziel zu erreichen, sind die energetischen Anforderungen der EnEV deutlich um durchschnittlich rund 20 Prozent zu unterschreiten.

Tabelle 12: Erwerbstätige und Bruttowertschöpfung im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistung nach Branchen

	2000	2005	2010	2020	2030
	1.000 Erwerbstätige				
Landwirtschaft, Gärtnerei	936	850	830	735	594
Industrielle Kleinbetriebe, Handwerk ¹	649	682	713	1.232	1.376
Baugewerbe	2.769	2.165	2.142	2.004	1.883
Handel	6.078	5.899	5.924	5.265	4.529
Kreditinstitute, Versicherungen	1.277	1.244	1.229	1.245	1.249
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	2.133	2.108	2.152	2.319	2.350
Sonstige private Dienstleistungen	8.093	9.028	9.435	9.601	9.297
Gesundheitswesen	3.668	4.038	4.143	4.328	4.467
Unterrichtswesen	2.150	2.278	3.215	2.065	1.788
Öffentliche Verwaltung, Sozialversicherung	2.426	2.300	2.348	1.958	1.635
Verteidigung	431	370	320	320	320
GHD insgesamt	30.610	30.962	31.552	31.072	29.488
	Reale Bruttowertschöpfung, 2005 = 100				
Landwirtschaft, Gärtnerei	102	100	104	113	113
Industrielle Kleinbetriebe, Handwerk ¹	105	100	110	133	156
Baugewerbe	126	100	112	124	139
Handel	98	100	111	119	126
Kreditinstitute, Versicherungen	115	100	107	128	154
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	90	100	114	151	191
Sonstige private Dienstleistungen	92	100	111	135	158
Gesundheitswesen	86	100	110	139	176
Unterrichtswesen	103	100	105	112	116
Öffentliche Verwaltung, Sozialversicherung	101	100	109	110	113
Verteidigung	111	100	93	112	137
GHD insgesamt	98	100	110	130	151

1 Als Restwert ermittelt.

Quelle: UBA 2009a.

1.9 Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)

1.9.1 Struktur

Die Bruttowertschöpfung des Sektors Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) betrug im Jahr 2011 1.583,8 Milliarden Euro. Sein Beitrag an der gesamten Bruttowertschöpfung Deutschlands lag damit bei 69 Prozent. Der GHD-Sektor hat damit mit Abstand den größten Anteil an der gesamtwirtschaftlichen Leistung. Gegenüber 1991 hat der GHD-Sektor seinen Anteil an der gesamten Bruttowertschöpfung um sechs Prozentpunkte erhöht. Der steigende Anteil an der Bruttowertschöpfung spiegelt sich in den Beschäftigungszahlen. 2011 waren 73,7 Prozent der Beschäftigten im GHD-Sektor beschäftigt (ohne Landwirtschaft). 1991 betrug der Anteil erst 60,9 Prozent.

1.9.2 Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen

Die hohe Bedeutung des GHD-Sektors in der Bruttowertschöpfung (BWS) geht mit einer relativ geringen Höhe der CO₂-Emissionen einher. Gemessen an den Gesamtemissionen entfallen auf den Sektor GHD im Jahr 2011 nur vier Prozent der Emissionen. Dies entspricht Emissionen in Höhe von 38 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten. Im Vergleich zu 81 Millionen Tonnen CO₂ im Jahr 1990 hat der Sektor seine Emissionen somit mehr als halbiert und weist damit unter allen Sektoren die stärkste relative Emissionsreduktion auf. Für das Jahr 2011 lag die CO₂-Intensität des Sektors bei 0,024 Tonnen CO₂-Äquivalenten je 1.000 Euro (BWS). Sie betrug damit weniger als ein Zehntel der CO₂-Intensität des Sektors Industrie, der für das gleiche Jahr eine CO₂-Intensität von 0,274 Tonnen CO₂-Äquivalenten je 1.000 Euro (BWS) aufwies.

1.10 Industrieprozesse

1.10.1 Struktur

Der Anteil der Industrie an der deutschen Bruttowertschöpfung lag OECD-Erhebungen zufolge 2011 bei 22 Prozent und damit doppelt so hoch wie zum Beispiel in Frankreich. 1970 lag er noch bei 36,5 Prozent, seit 2000 liegt er relativ konstant um 20 Prozent. Die deutsche Industrie zeichnet sich durch ihre gewachsene Spezialisierungsstruktur aus, dazu zählen unter anderem regionale Cluster-Strukturen aus leistungsfähigen Klein-, Mittel- und Großunternehmen und Forschungseinrichtungen sowie die Verfügbarkeit hoch qualifizierter Facharbeiter und Ingenieure.

In Deutschland ansässige Industrieunternehmen haben sich häufig auf hochwertige Spezial- und Nischenprodukte wie zum Beispiel technische Textilien, Spezialstähle spezialisiert. Sie erbringen vergleichsweise hohe Aufwendungen für Forschung und Entwicklung und behaupten so in vielen Bereichen ihre Spitzenposition. Viele Industrieprodukte werden exportiert. Die Exportquoten des Maschinenbaus sind zwischen 1995 und 2011 von 42,7 Prozent auf 61,4 Prozent, die der chemischen und pharmazeutischen Industrie von 41,6 Prozent auf 60,2 Prozent, die der Kfz-Industrie von 47,7 Prozent auf 63,4 Prozent und die der Elektroindustrie von 35,4 Prozent auf 49,6 Prozent gestiegen.

1.10.2 Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen

Industrieprozesse beeinflussen die Emission von Treibhausgasen in vielfacher Weise – die CO₂-Emissionen durch Verbrennungsprozesse, aber auch durch die Emission weiterer Treibhausgase. Die Emissionen in der deutschen Industrie sind seit 1990 um gut 30 Prozent gesunken. Besonders in den ersten Jahren nach der Wiedervereinigung sanken die Emissionen erheblich. Ursächlich dafür waren der Umbau der deutschen Industrielandschaft und der auf fehlender Wettbewerbsfähigkeit begründete Rückgang der Industrie in den neuen Bundesländern. Hinzu kamen ab 2005 Maßnahmen, die beispielsweise den Klinkeranteil im Zement reduzierten oder den vermehrten Einsatz von Altpapier in der Papierproduktion förderten. In den letzten Jahren hat sich die Höhe der Gesamtemissionen im Industriesektor kaum verändert. Krisenbedingt lagen die Emissionen 2009 auf dem niedrigsten Level seit 1990. Darauf folgte 2010 ein leichter Anstieg.

Der Klimaschutz fordert eine hohe Veränderungs- und Anpassungsbereitschaft von der deutschen Industrie, bietet aber auch Chancen. Die deutsche Industrie, insbesondere der Maschinen- und Anlagenbau, die Mess-, Steuer- und Regeltechnik sowie die Elektrotechnik, belegt beim Export potentieller Umwelt- und Klimaschutzgüter internationale Spitzenplätze. Seit dem Beginn der Anwendung von sogenannten End-of-Pipe-Technologien wie Katalysator und Rauchgasentschwefelung in den 1970er und 1980er Jahren hat die ökologische Gestaltung von Industrieprozessen große Schritte gemacht. Da die Steigerung von Produktivität und Effizienz in der Industrie zudem essentiell ist, um der internationalen Konkurrenz standzuhalten, wurden und werden viele Industrieprozesse in Bezug auf ihren Energie- und Ressourcenbedarf optimiert. Dies geschieht aus betriebswirtschaftlich nachvollziehbaren Gründen häufig, wenn alte Anlagen ohnehin ersetzt werden müssen.

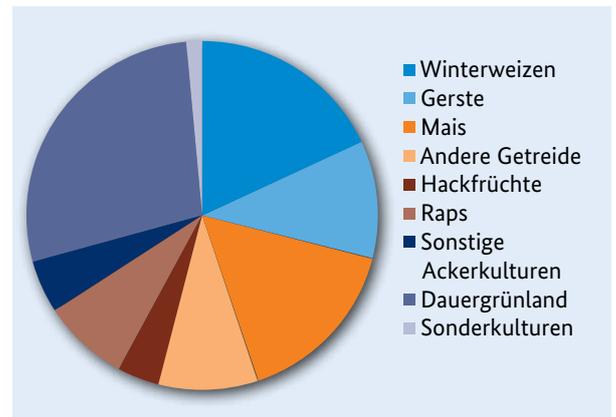
Die Bundesregierung wirkt darauf hin, dass bei Neuanschaffungen möglichst umwelt- und klimafreundliche Technologien zum Einsatz kommen. Umweltmanagementsysteme wie EMAS und weitere Normen können die ökologische Ausrichtung der industriellen Produktion unterstützen. Bei ökonomischen Instrumenten ist in der Regel ein Kompromiss zwischen ökologischer Steuerung und internationaler Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen zu finden.

1.11 Landwirtschaft

1.11.1 Struktur

Im Jahr 2010 bewirtschafteten in Deutschland rund 299.000 Betriebe ungefähr 16,7 Millionen Hektar landwirtschaftliche Fläche.³¹ Im Vergleich zur vorangegangenen Agrarstrukturerhebung 2007 ging pro Jahr die Zahl der Betriebe um rund zwei Prozent und die landwirtschaftlich genutzte Fläche um 0,2 Prozent zurück. 2011 lag die durchschnittliche Flächenausstattung der Betriebe bei rund 56 Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche. Rund 55 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche werden von Betrieben bewirtschaftet, die über mindestens 100 Hektar landwirtschaftlich genutzte Fläche verfügen. Die mittlere Flächenausstattung nimmt von Ost nach West und Nord nach Süd tendenziell ab. Der Pachtflächenanteil liegt bei knapp 60 Prozent.

Abbildung 8: Landwirtschaftliche Flächennutzung in Deutschland (2012)

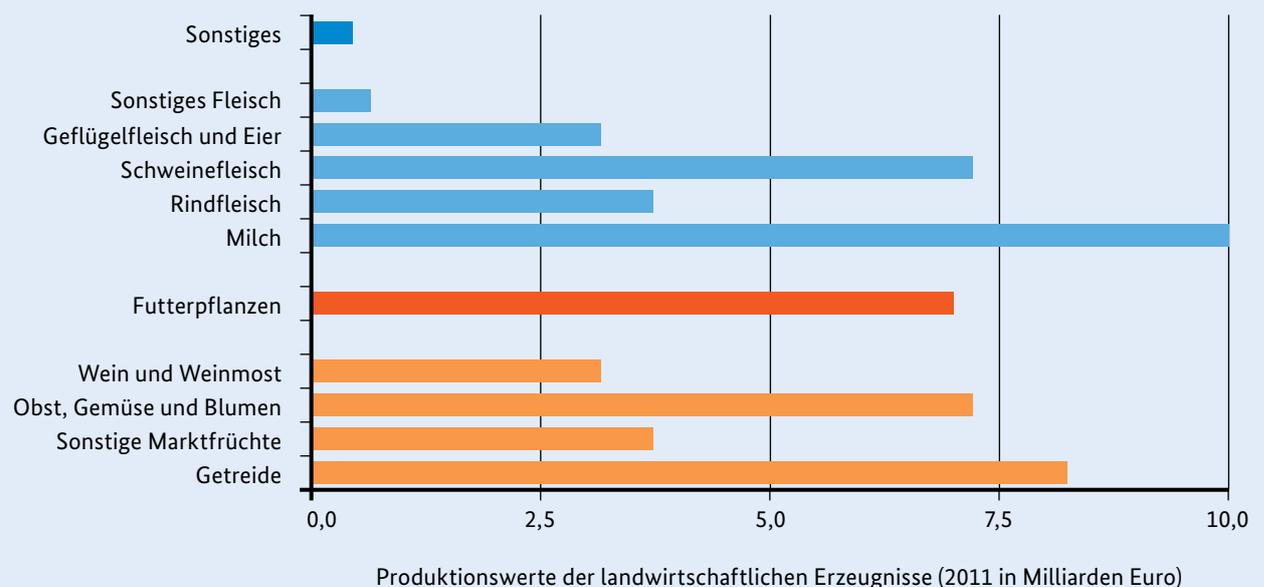


Quelle: BMELV 2013.

Ungefähr 46 Prozent der Betriebe wirtschaften im Nebenerwerb. Dies erklärt zum Teil, dass von den 1,1 Millionen in der Landwirtschaft tätigen Personen nur 0,5 Millionen Vollzeitäquivalente geleistet werden.

2012 wurden rund 71 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche ackerbaulich und 28 Prozent als Dauergrünland genutzt (Abbildung 8). In den letzten Jahren hat der Maisanbau stark zugenommen. Ursache hierfür ist unter anderem der verstärkte Anbau von Silomais als Gärsubstrat für die Biogasproduktion. 2011 betrug die

Abbildung 9: Produktionswert verschiedener landwirtschaftlicher Erzeugnisse der deutschen Landwirtschaft (2011)



Quelle: BMELV 2013.

31 Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2011.

installierte elektrische Leistung aller deutschen Biogasanlagen 2,9 Terawatt.³² Dies ist im Vergleich zu 2007 (1,2 Terawatt) mehr als eine Verdopplung. Im selben Zeitraum wuchs die Maisanbaufläche um fast 600.000 Hektar.

Bei der Tierhaltung sind die Rinderhaltung, insbesondere Milchvieh, und die Schweinehaltung von großer Bedeutung. 2011 wurden 12,5 Millionen Rinder und 27,4 Millionen Schweine gehalten. Während der Rinderbestand im letzten Jahrzehnt pro Jahr um 1,2 Prozent reduziert wurde, wuchs der Schweinebestand pro Jahr um 0,6 Prozent. 2010 lag der mittlere Viehbesatz in Deutschland bei 0,77 Großvieheinheiten pro Hektar. Abbildung 9 zeigt die wirtschaftliche Bedeutung verschiedener landwirtschaftlicher Erzeugnisse anhand ihres Produktionswertes. Jeweils ungefähr die Hälfte des Produktionswertes der deutschen Landwirtschaft von 52 Milliarden Euro (2011) stammen aus dem Pflanzenbau beziehungsweise aus der Tierzucht. Dabei sind allein 20 Prozent des Gesamtproduktionswertes der Milch zuzuordnen. Beim Pflanzenbau ist ferner zu berücksichtigen, dass die Futterpflanzen eine sektorinterne Vorleistung darstellen, da sie als Input in der Viehhaltung benötigt werden.

1.11.2 Auswirkungen auf die Treibhausgasemissionen

Der Beitrag der Landwirtschaft zu den deutschen Treibhausgasemissionen ist erheblich.³³ Untersuchungen zeigen, dass die ökologische Landwirtschaft auf die Fläche bezogen in der Regel klimafreundlicher ist als die konventionelle Landwirtschaft. Grund dafür ist im Wesentlichen der Einsatz mineralischer Düngemittel im konventionellen Bereich, da diese bei der Herstellung und Nutzung hohe Treibhausgasemissionen verursachen. Umgekehrt hat die ökologische Landwirtschaft einen höheren Flächenbedarf und kann produktbezogen höhere Treibhausgasemissionen als die konventionelle Landwirtschaft aufweisen. Wesentliche Klimawirkungen zeigt die Nutzung trockengelegter Moorflächen. Würden diese wieder vernässt, so trüge das massiv zum Klimaschutz bei. Entwässerte Moore sacken über Jahrzehnte und emittieren im Mittel 20 Tonnen CO₂ pro Hektar und Jahr. Dies entspricht in etwa einer Sackungsrate von einem Zentimeter pro Jahr, wie er oft beobachtet wird. In intensiv entwässerten Mooren werden durchaus auch zwei bis vier Zentimeter Torfschwund pro Jahr beobachtet.

Moorböden machen vier bis fünf Prozent der Fläche Deutschlands aus. Die meisten Moorböden sind seit Jahrzehnten drainiert und unter land- und forstwirtschaftlicher Nutzung. Der kontinuierliche Torfschwund setzt erhebliche Mengen an Treibhausgasen als Kohlendioxid (CO₂) und Lachgas (N₂O) frei. Die drainierten Moorböden emittierten im Jahr 2010 circa fünf Prozent der gesamten deutschen Treibhausgase und sind damit die größte Einzelquelle außerhalb des Energiesektors – höher als die Stickstoffdüngung oder Tierhaltung in der Landwirtschaft. Die Emissionen aus drainierten Moorböden sind in den letzten Jahren sogar gestiegen, weil Grünland zu Acker umgebrochen wurde. Ein Anheben des Wasserspiegels (Wiedervernässung) reduziert sofort die Treibhausgasemissionen. Jede Form der Wiedervernässung ist auf Projekt- beziehungsweise Landschaftsebene sofortiger und sicherer Klimaschutz. Bei allen Hochmooren und nährstoffarmen Niedermooren sowie den meisten nährstoffreichen Niedermooren hat die Wiedervernässung auch kleinflächig überall zu messbaren deutlichen Emissionsminderungen geführt. Werden naturnahe Wasserstände wiederhergestellt, ist die Klimaschutzwirkung optimal. Punktuell können erhöhte Methanemissionen in sehr nassen Bereichen auftreten, die aber höchstens circa 20 Prozent der geminderten CO₂- und N₂O-Emissionen ausmachen.

Umfangreiche, mehrjährige wissenschaftliche Messungen und Untersuchungen des Thünen-Institutes haben belegt, dass die Wiedervernässung von gedrainierten Mooren in Deutschland eine sichere und effiziente Maßnahme zum Klimaschutz war und ist.

Die bisherigen Wiedervernässungsprojekte haben nur selten auf Standorten mit den höchsten flächenbezogenen Emissionen, zum Beispiel tief gedrainierten Ackerflächen, stattgefunden. Daher besteht ein erhebliches noch ungenutztes Potenzial zur Emissionsminderung. Die Wiedervernässung von Moorböden erfordert neue Formen der land- und forstwirtschaftlichen Nutzung. Diese entwickeln sich derzeit bereits im Bereich nachwachsender Rohstoffe und werden gezielt gefördert und ausgebaut.

1.11.3 Rahmenbedingungen

Die Treibhausgasemissionen der deutschen Landwirtschaft werden von mehreren Faktoren beeinflusst, insbesondere von den rechtlichen Rahmenbedingungen und

32 Fachverband Biogas 2012.

33 Zum Beispiel IÖW 2008.

Tabelle 13: Anteil des Dauergrünlands an der landwirtschaftlich genutzten Fläche 2010 bis 2012

Auszug aus dem Ergebnis der Bodennutzungshaupterhebung 2012				
In Millionen Hektar	2010	2011	2012	+/- 2012 vs, 2011
Dauergrünland	4.654	4.644	4.631	-0,30 %
Landwirtschaftlich genutzte Fläche	16.704	16.721	16.667	-0,30 %
Anteil des Dauergrünlands an der landwirtschaftlich genutzten Fläche	27,86 %	27,77 %	27,79 %	

Quelle: BMELV 2013.

den Förderinstrumenten im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP).

Mit Blick auf das Ordnungsrecht sind hier insbesondere die Auflagen der Düngeverordnung zu nennen. Die Düngeverordnung beeinflusst in ihrer jetzigen Form an vielen Stellen das Management von Nährstoffen und insbesondere des Wirtschaftsdüngers. Sie definiert Mindestlagerkapazitäten, zulässige Ausbringungstechniken, den zeitlichen Abstand zwischen Ausbringung und Einarbeitung des Wirtschaftsdüngers und Sperrfristen für die Ausbringung. Des Weiteren sind Grenzwerte sowohl für die maximale Ausbringung des im Wirtschaftsdünger gebundenen Stickstoffs (N) (170 Kilogramm pro Hektar) als auch für die maximal zulässigen N- und P-Bilanz Überschüsse definiert. Die Grenzwerte für den zulässigen Stickstoff-Bilanzüberschuss wurden seit 2006 kontinuierlich abgesenkt. 2010 wurden die Ausführungsbestimmungen der Bundesländer für Gülle konkretisiert, so dass in den meisten Bundesländern eine Einarbeitung von Gülle und Geflügeltrockenkot innerhalb von vier Stunden (außer bei Ausbringung in Pflanzenbestände) festgelegt wurde.

Die Düngeverordnung wurde von einer Bund-Länder-Arbeitsgruppe evaluiert. Im Bericht dieser Gruppe (Herbst 2012) wurde Novellierungsbedarf festgestellt, zum Beispiel soll die unverzügliche Einarbeitung bundeseinheitlich geregelt werden. Seit 1990 hat der Saldo der Stickstoff-Gesamtbilanz bis zum Jahr 2010 um gut 50 Kilogramm Stickstoff pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche auf Werte um 90 Kilogramm Stickstoff pro Hektar abgenommen.³⁴ Der Rückgang hat vor allem Anfang der 90er Jahre stattgefunden und ist vor allem durch eine Reduzierung der Stickstoff-Mineraldüngermenge zu erklären. Im selben Zeitraum konnte die Stickstoff-Effizienz (Verhältnis von Stickstoff-Abfuhr zu Stickstoff-Zufuhr) von 30 Prozent auf 50 Prozent gesteigert werden.

Einen Einfluss auf die THG-Emissionen der Landwirtschaft hat auch der Grünlandumbruch, der erhebliche Mengen an THG-Emissionen freisetzt. Der Grünlandanteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland ging seit 1993 kontinuierlich zurück, hat sich aber seit 2011 bei 27,8 bis 27,9 Prozent stabilisiert³⁵ (vergleiche Tabelle 13). Der geringe Rückgang entspricht der allgemeinen Abnahme der landwirtschaftlich genutzten Fläche, bedingt vor allem durch die Inanspruchnahme von Flächen für Verkehrs- und Siedlungsprojekte.

Auf 50 Prozent der umgebrochenen Grünlandflächen wird anschließend Mais kultiviert.³⁶ Der Erhalt von Direktzahlungen aus der ersten Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) ist an die Einhaltung bestimmter Umweltstandards (Cross Compliance) gebunden. Die Cross-Compliance-Regelungen umfassen auch die Verpflichtung zur Erhaltung der landwirtschaftlichen Flächen in einem „gutem landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand“ (GLÖZ). Darunter fällt die Regelung zum Erhalt von Dauergrünland, so darf sich das Grünland im Verhältnis zum Ackerland in einer Region nicht mehr als um fünf Prozent vermindern. In den Bundesländern, wo diese Grenze in den letzten Jahren überschritten wurde, sind Grünlandumbruchverbote beziehungsweise Genehmigungsvorbehalte erlassen worden.

Im Rahmen der Förderung der zweiten Säule der GAP werden durch die Bundesländer die unterschiedlichsten Maßnahmen gefördert, die einen positiven Einfluss auf die Treibhausgasemissionen des Sektors haben. Diese reichen von der Düngungsberatung über die Investitionsförderung für die Abdeckung von Gülle- und Gärrestlagern, Förderung bestimmter Gülleausbringungstechniken bis zum Ausgleich von Bewirtschaftungseinschränkungen (vollständiger oder teilweise Düngungsverzicht).

34 Osterburg/Techen, 2012.

35 BMELV 2013.

36 Osterburg, B. et al. 2009.

1.11.4 Auswirkungen des Klimawandels auf die Landwirtschaft

Gleichzeitig ist dieser Sektor stark von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Folgen des Klimawandels für die Landwirtschaft können einerseits Ertragseinbußen wegen zu hoher Temperaturen und zu geringer Niederschläge sein. Eine Zunahme der Klimavariabilität kann zu stärkeren Ertragsschwankungen und dem Ausbleiben von Ernten führen. Bei einem moderaten Temperaturanstieg, einer verlängerten Vegetationsperiode und ausreichender Wasserversorgung ist in bestimmten Regionen aber auch mit einem höheren Ertragspotenzial für viele Fruchtarten zu rechnen. Die Ackerfrüchte nutzen in der Praxis allerdings die volle Vegetationsperiode nicht aus. Während über einige Jahrzehnte die Erträge bei Getreide anstiegen, stagnieren die Erträge seit circa zehn Jahren. Die Gründe dafür sind unklar, können aber auch mit Züchtung und Düngung zusammenhängen.

In welchem Maße der Klimawandel zukünftig landwirtschaftliche Erträge beeinflusst, ist stark von der Fruchtart und der Wasserversorgung abhängig. In warmen und trockenen Gebieten Ost- und Südwestdeutschlands schränken bereits heute Hitze- und Trockenbelastung landwirtschaftliche Produktionsmöglichkeiten ein. Dort ist ein weiterer Rückgang der landwirtschaftlichen Erträge zu erwarten, wenn nicht mit Bewässerung gegengesteuert wird. Gegenden in Mittelgebirgslagen oder in Norddeutschland hingegen, die unter heutigen Bedingungen für eine landwirtschaftliche Nutzung tendenziell zu kühl oder zu feucht sind, können von einer allmählichen Erwärmung und der längeren Vegetationsperiode profitieren. Insbesondere könnten der Anbau wärme-limitierter Kulturen – wie Mais, Obst, Wein und Ölfrüchte – oder Winterformen von Getreide möglich werden, die ein wärmeres Regionalklima benötigen. Diese kühlen Lagen sind derzeit vorwiegend unter Grünlandnutzung. Eine Umwandlung zu Ackerland würde allerdings erhebliche Humusverluste mit sich bringen.

Die Landwirtschaft kann sich vergleichsweise kurzfristig an veränderte Klima- und Wetterbedingungen anpassen. Sie hat dies in der Vergangenheit auch getan. Eine Anpassung an die möglichen Auswirkungen des Klimawandels ist vor allem mit dem Anbau angepasster Sorten und neuer Fruchtarten sowie mit angepassten Anbauverfahren zur Bodenschonung und Wassereinsparung erreichbar. Bodenschonende Anbauverfahren verbreiten sich schrittweise, vorwiegend in Ostdeutschland.

Die Landwirtschaft ist ein Hauptaktionsfeld der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)³⁷, in der die Bundesregierung die Anpassungsaktivitäten bündelt (vergleiche Kapitel 5).

1.12 Forstwirtschaft

1.12.1 Struktur

Nutzung und Verwendung des Rohstoffes Holz sind ein wichtiger Wirtschaftsfaktor in Deutschland. Für die Waldbesitzer ist der Holzverkauf die bedeutendste Einkommensquelle. Die Wälder in Deutschland werden von rund 160.000 privaten, staatlichen und kommunalen Forstbetrieben und über 4.200 Forstbetriebsgemeinschaften bewirtschaftet. Insgesamt gibt es in Deutschland rund zwei Millionen private Waldbesitzer; sie bewirtschaften rund 47 Prozent der Waldfläche. Der Kommunalwald umfasst rund 20 Prozent, der Staatswald rund 33 Prozent der Waldfläche. Diese Verteilung der Eigentumsarten trägt neben den unterschiedlichen standörtlichen Gegebenheiten wesentlich zur Vielfalt der Wälder bei. Rund 100.000 Beschäftigte in staatlichen, kommunalen und privaten Forstbetrieben erzielen einen Jahresumsatz von fünf Milliarden Euro.

Die deutsche Forstwirtschaft kann dem Cluster Forst und Holz mit 1,2 Millionen Beschäftigten und 168 Milliarden Euro Umsatz (2009) bei geeigneten Rahmenbedingungen eine sichere Rohstoffquelle bieten. Die Wertschöpfung der deutschen Holzwirtschaft basiert derzeit zum überwiegenden Teil auf Nadelholz. Im Jahr 2009 standen knapp 20 Millionen Kubikmeter Nadel-schnittholz nur eine Million Kubikmeter Laubschnittholz gegenüber. Der Absatz beim Nadelholz ist insbesondere eng an die Verwendung im Baubereich gekoppelt. Beim Laubholz werden aus überwiegend technischen Gründen die möglichen Verwendungspotenziale bei weitem noch nicht genutzt.

1.12.2 Auswirkungen der Forstwirtschaft auf die Treibhausgasemissionen

Deutschlands Wälder haben im Jahr 2008 in der Baum-biomasse etwa 1,23 Milliarden Tonnen CO₂ gespeichert (120 Tonnen je Hektar), wovon etwa 81 Prozent auf die oberirdische Biomasse und 19 Prozent auf die Wurzeln entfallen. Die Gesamtemissionen aus den Wäldern betragen im Jahre 2011 - 32.657 Gigagramm

37 UBA 2011a.

CO₂-Äquivalente. Dabei entfielen -21.378 Gigagramm CO₂ auf die Einbindung aus dem Zuwachs an Phyto-masse, -9.800 Gg CO₂ auf die Einbindung in den mi-neralischen Böden und -3.647 Gigagramm CO₂ auf die Einbindung in Totholz. Aus der Streu wurden 1.427 Giga-gramm CO₂ freigesetzt. Eine genaue Quantifizierung der Bestandsänderung in den Speichern kann jedoch nur durch den Vergleich zweier Bundeswaldinventuren er-folgen. Dies wird erst 2014/2015 möglich sein, wenn die Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur mit Stich-jahr 2012 vorliegen und in Bezug zur zweiten Bundes-waldinventur mit Stichjahr 2002 gesetzt werden können.

Die Senkenleistung des Waldes in Deutschland nimmt tendenziell ab, da sich die Holznutzung erhöht und der Zuwachs an Biomasse und Kohlenstoffspeicherung sich bei älteren Beständen verlangsamt. Doch der Waldboden bleibt auch weiterhin ein wichtiger Kohlenstoffspeicher.

1.12.3 Auswirkungen des Klimawandels auf die Forstwirtschaft

Das natürliche Vorkommen der Baumarten wird durch den Standort als Faktorenkomplex vor allem aus Klima, Boden und Wasser bestimmt. Die Wälder werden seit circa 7.000 Jahren durch den Menschen beeinflusst und in der Struktur verändert. Dabei haben sich die Waldökosys-teme ständig an die Umweltbedingungen angepasst. Doch Ausmaß, Richtung und Geschwindigkeit des aktuellen Klimawandels drohen nun die Anpassungsfähigkeit der Wälder zu überfordern. Mit zunehmender sommerlicher Wärme und der zunehmenden Dauer von Trockenpha-sen können die Wälder unter Hitze- und Trockenstress geraten. Extremwetterereignisse können zu verfrühten Blattwurf und zu Wachstumseinbußen führen. Besonders gefährdet sind auch hier die trockenen beziehungsweise wärmeren Regionen Ost- und Südwestdeutschlands so-wie generell schlecht wasserversorgte Standorte oder aus anderen Gründen wenig angepasste Bestände. Zudem kann die Gefahr durch Waldbrände steigen. Gleichzeitig verstärkt sich bei erhöhtem Stress das Risiko von Verlus-ten durch Schädlinge, wie zum Beispiel dem Borkenkäfer. Massenvermehrungen bestimmter Schädlinge wie Nonne oder Maikäfer können häufiger auftreten, bisher unbe-deutende oder unbeachtete Schädlinge zunehmen.

Vom Klimawandel besonders betroffen könnten die Berg-wälder der Alpen sein. Hier könnte sich der Klimawandel stärker auswirken als im Flachland. Zugleich könnte hier auch das Risiko für Naturgefahren (Starkniederschläge, Muren, Hochwasser, Steinschlag) deutlich zunehmen. Die Bedeutung des Waldes für den Schutz von Siedlungen und Infrastruktur könnte dadurch noch steigen.

Eine rechtzeitige Anpassung der Wälder an den Klima-wandel ist erforderlich, um das künftige Risiko für zu-nehmende Kalamitäten und damit verbundene Stö-rungen des Holzmarktes und der Waldfunktionen zu verringern. Die Waldeigentümer sollten den Waldum-bau von Reinbeständen in standortgerechte, risikoarme Mischbestände voranbringen. Angepasste Wildbestände sind hierfür eine wesentliche Voraussetzung.

Der Klimawandel ist jedoch nur einer unter mehre-ren Stressfaktoren für den Wald. Viele Bestände weisen durch die Luftverunreinigungen, heute insbesondere den hohen atmosphärischen Stickstoffeintrag, einen schlechten Gesundheitszustand auf. Dieses Phänomen ist seit den 1970er Jahren unter der Bezeichnung „neu-artige Waldschäden“ bekannt. Die Folgen für Böden und Vegetation werden noch über lange Zeit anhalten.

Die Verschiebung der Blattentfaltung auf frühere Zeit-punkte im Jahr und damit einhergehend längere Vege-tationsperioden durch höhere Temperaturen sowie der CO₂-Düngeeffekt, also die Verstärkung des Pflanzen-wachstums durch die höhere CO₂-Konzentration in der Atmosphäre, können bei ausreichender Wasser- und Nährstoffversorgung die Holzproduktion und entspre-chend die CO₂-Senken-Funktion des Waldes erhöhen. Hier muss auch die Akkumulationsrate des Boden-kohlenstoffs in Betracht gezogen werden. Derzeit sind rund 1,2 Milliarden Tonnen Kohlenstoff in der ober-und unterirdischen Biomasse der deutschen Waldflä-che gebunden. Mittelfristig dürften im Vergleich zu den klimabedingten Stressfaktoren die positiven Effekte jedoch zu vernachlässigen sein.

Einige grundsätzliche Annahmen zu den Wuchs- und Existenzbedingungen einzelner Baumarten unter den Bedingungen des Klimawandels lassen sich ableiten. Bei einer erwarteten Erwärmung, dem verstärkten Auftre-ten von Trockenphasen und einer möglichen Häufung von Sturmereignissen in Mitteleuropa würden sich an vielen Standorten die Wuchsbedingungen insbesondere der Fichte verschlechtern. Generell sind es die Interak-tionen zwischen verschiedenen Stressfaktoren, wel-che den Wald am stärksten schädigen. Bei Eichen und Wald-Kiefer werden Komplexschädigungen beobachtet. Die unteren Anbaugrenzen der Fichte in den Mittelgebirgen erhöhen sich vermutlich deutlich, was zu einer Reduktion der Fichtenanbaufläche führen kann. Die hohe Plastizität der Buche spricht dafür, dass sie auch zukünftig eine wichtige Haupt- und Mischbaumart bleiben wird, auch wenn möglicherweise die geringe Trockenheitstoleranz die Wachstumsbedingungen auf flachgründigen oder sandigen Böden und im Norddeut-schen Tiefland verschlechtert. Ob die Eichen mögliche

„Gewinner“ des Klimawandels sind, hängt von der Kontrolle der wärmeliebenden Eichenschädlinge ab.

Bund und Länder sind gefordert, die Informationsdefizite abzubauen, um die rund zwei Millionen Waldbesitzer von der Notwendigkeit von Anpassungsmaßnahmen zu überzeugen. Aus waldbaulicher Sicht werden möglichst stabile, gemischte Bestände angestrebt, die eine größere Widerstandsfähigkeit gegen großflächige Unglücksereignisse (Kalamitäten) durch beispielsweise Stürme und Borkenkäfer sowie ein größeres Anpassungsvermögen an sich ändernde Klimabedingungen haben. Bei der Wahl der Baumarten und -sorten muss darauf geachtet werden, dass sie dem Standort und seiner zu erwartenden Entwicklung angepasst sind. Waldbesitzer sollten wegen der Unsicherheit von Szenarien zu Klimaänderungen und deren Wirkungen in der langfristigen forstlichen Produktion auf eine breite Risikostreuung und eine größtmögliche Variabilität der Handlungsoptionen achten. Dabei sind die Anpassungsstrategien, die die einzelnen Länder verfolgen, durchaus unterschiedlich: Einzelne Länder befürworten eher eine gerichtete aktive Anpassung (zum Beispiel Waldumbau mit dem Ersatz sensibler Baumarten), andere eher eine Kombination aus Waldumbau und/oder Fortführung bestehender Waldbausysteme und Risikominderungsstrategien (Mischwaldoption).

Bund und Länder bauen die wissenschaftlichen Entscheidungsgrundlagen für einen klimaangepassten Waldumbau aus. Im Rahmen der Gemeinschaftsaufgabe ‚Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes‘ (GAK) fördern Bund und Länder bereits verschiedene Maßnahmen, die der Anpassung der Forstwirtschaft an den Klimawandel dienen, zum Beispiel den Umbau von Reinbeständen in stabile Laub- und Mischbestände. Unterstützt wird der auch unter Naturschutzaspekten anzustrebende naturnahe Waldbau durch angepasste Wildbestände. Ferner bestehen schon Maßnahmen zur Vorbeugung und Bewältigung von Kalamitäten. Bund und Länder entwickeln das Umweltmonitoring in Bezug auf den Waldzustand ständig weiter, um Veränderungen rechtzeitig wahrnehmen zu können und noch genügend Reaktionszeit zu haben, um Maßnahmen einleiten zu können. So werden derzeit im Rahmen der Weiterentwicklung der Deutschen Anpassungsstrategie unter anderem für die Handlungsfelder Wald und Forstwirtschaft sowie Biodiversität Indikatoren für die Beschreibung der Auswirkungen des Klimawandels und die Effektivität von Anpassungsmaßnahmen sowie eine Vulnerabilitätsbewertung entwickelt.

1.13 Abfallwirtschaft

1.13.1 Abfallmengen

In Deutschland fielen im Jahr 2010 49,2 Millionen Tonnen Siedlungsabfall an.³⁸ Siedlungsabfall beinhaltet neben den Abfällen aus Haushalten auch hausmüllähnliche Gewerbeabfälle und Sperrmüll sowie die verschiedenen Wertstoffe wie etwa Altpapier, Altglas, Bio- und Gartenabfall und Verpackungen, die nach den unterschiedlichsten Verfahren verwertet werden. Die Verwertungsquote für alle Siedlungsabfälle betrug im Jahr 2010 78 Prozent, was eine Steigerung um acht Prozent gegenüber dem Jahr 2006 bedeutet. Die Recyclingquote betrug im Jahr 2010 63 Prozent.

Neben den Siedlungsabfällen fielen 2010 folgende Massen anderer Abfälle an: 36,9 Millionen Tonnen Abfälle aus der Gewinnung und Behandlung von Bodenschätzen, 193,3 Millionen Tonnen Bau- und Abbruchabfälle, 53,3 Millionen Tonnen übrige Abfälle (insbesondere aus Produktion und Gewerbe), 40,3 Millionen Tonnen Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen (siehe nachstehende Abbildung).

Das Abfallaufkommen betrug im Jahr 2010 insgesamt 332,7 Millionen Tonnen (373 Millionen Tonnen abzüglich der Doppelzählung durch Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen). Die Verwertungsquote beträgt hierbei 77 Prozent, die Recyclingquote 69 Prozent. Von diesen Abfällen werden nur noch knapp 18 Prozent abgelagert.

1.13.2 Rechtliche Grundlagen und Ziele der Abfallwirtschaft

Das grundlegende Gesetz zur Regelung der Abfallwirtschaft ist das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) vom 24. Februar 2012.³⁹ In § 6 Absatz 1 dieses Gesetzes ist die folgende fünfstufige Zielhierarchie geregelt: Vermeidung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling, sonstige Verwertung (insbesondere energetische Verwertung und Verfüllung) und Beseitigung. Mit dem Ziel der Vermeidung und Verwertung bestimmter Abfallfraktionen wurden verschiedene Verordnungen und Gesetze zur Rücknahme einzelner Produktgruppen oder Materialien erlassen (unter anderem Verpackungen, Elektrogeräte oder Batterien). Für die Beseitigung von Abfällen hat die Deponieverordnung vom 27. April 2009⁴⁰ (Nachfolge der Abfallablagerungsverordnung vom Februar 2001), die zuletzt durch Artikel 5 Absatz 28 des Gesetzes vom

38 Statistisches Bundesamt 2012a.

39 BGBl. I, Seite 212.

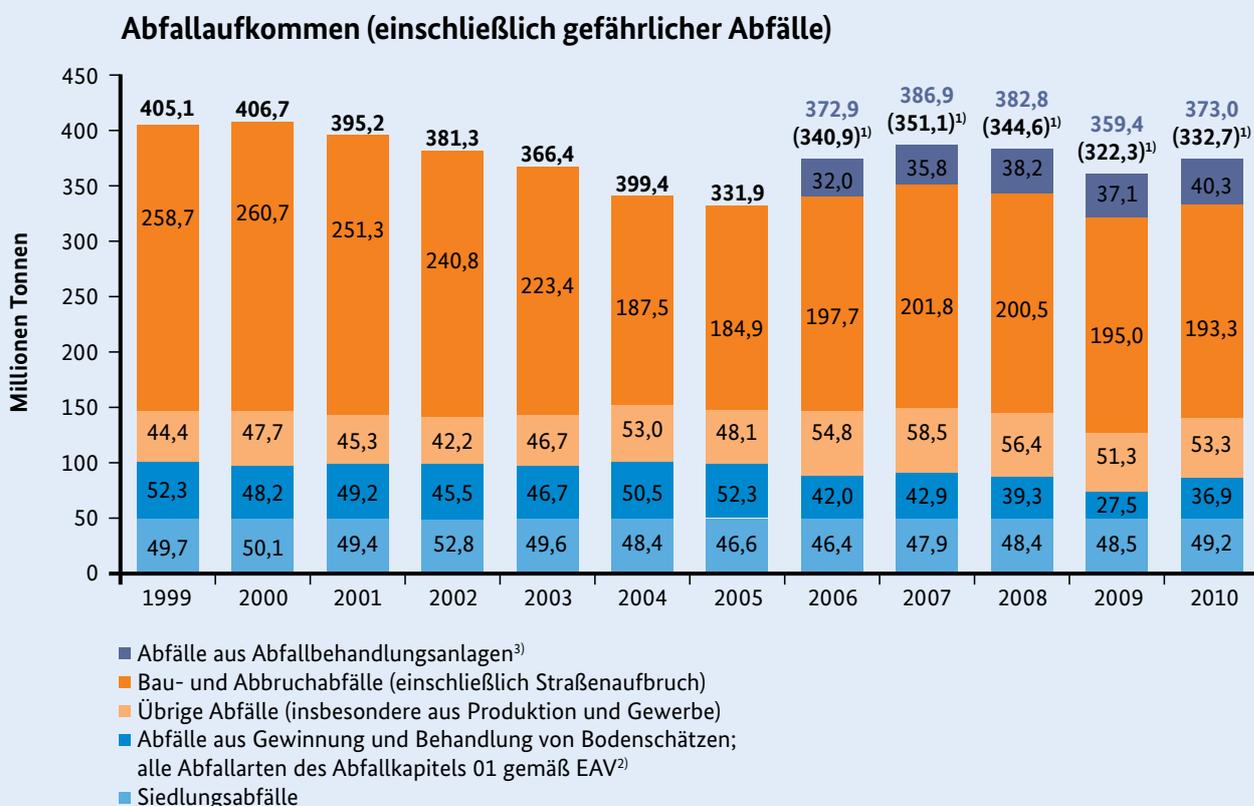
40 BGBl. I, Seite 900.

24. Februar 2012⁴¹ geändert worden ist, eine wesentliche Bedeutung. Durch die Anforderungen dieser deponierrechtlichen Regelungen wurde die Ablagerung von nicht vorbehandelten Siedlungsabfällen ab dem 1. Juni 2005 vollständig beendet, um weitere Emissionen (Deponiegas, belastetes Sickerwasser) aus Deponien zu verhindern. Biologisch abbaubare und heizwertreiche Abfälle sind daher ab dem 1. Juni 2005 von der Ablagerung auf Deponien ausgeschlossen und müssen in Abfallverbrennungsanlagen (MVA) oder in mechanisch-biologischen Behandlungsanlagen (MBA) behandelt werden.

1.13.3 Thermische Abfallbehandlung und energetische Verwertung

Im Jahr 2011 waren in Deutschland 70 Verbrennungsanlagen für Siedlungsabfälle mit einer Gesamtkapazität von rund 19 Millionen Tonnen pro Jahr in Betrieb. Die Entwicklung der Siedlungsabfallverbrennung ist in Tabelle 14 zusammengestellt. Weitere Kapazitäten sind derzeit nicht in Planung.

Abbildung 10: Abfallaufkommen in Deutschland 1999 bis 2010



- 1) Nettoabfallaufkommen, ohne Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen; 2006 erstmals als Bestandteil des Abfallaufkommens erhoben.
- 2) Abfälle aus Gewinnung und Behandlung von Bodenschätzen

- 3) Ohne Abfälle aus Abwasserbehandlungsanlagen (EAV 1908), Abfälle aus der Zubereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch oder industriellem Brauchwasser (EAV 1909), Abfälle aus der Sanierung von Böden und Grundwasser (EAV 1913) und Sekundärabfälle, die als Rohstoffe/Produkte aus dem Entsorgungsprozess herausgehen.

Hinweis: Die Regelungen des Umweltstatistikgesetzes von 1994 sind nicht auf eine unmittelbare Erfassung des Abfallaufkommens ausgerichtet. Erfasst werden seit 1996 in erster Linie die jeweils eingesetzten Abfallmengen bei den Betreibern von Abfallentsorgungsanlagen.

Quelle: Statistisches Bundesamt, Abfallbilanz 2009, Wiesbaden 2011.

41 BGI. I, Seite 212.

Tabelle 14: Entwicklung der Hausmüllverbrennung 1990 bis 2011

	Anzahl der Anlagen	Abfalldurchsatz/Kapazität in 1000 t/a	Durchschnittlicher Durchsatz je Anlage in 1000 t/a
1990	48	9.200	191
1992	50	9.500	190
1993	49	9.400	192
1995	52	10.900	210
1998	53	11.900	225
2000	61	14.000	230
2005	67	16.900	252
2011	70	19.000	271

Quelle: Nationaler Inventarbericht 2013

In den letzten Jahren kommen darüber hinaus verstärkt thermische Verfahren zum Einsatz, die Siedlungsabfälle oder daraus erzeugte heizwertreiche Fraktionen als Ersatzbrennstoff (EBS) nutzen. Ende 2011 waren 30 Ersatzbrennstoffkraftwerke mit einer Kapazität von rund 4,5 Millionen Tonnen pro Jahr im Betrieb. Weitere drei Ersatzbrennstoffkraftwerke mit einer geplanten Kapazität von rund einer Million Tonnen pro Jahr waren zu diesem Zeitpunkt im Bau. Nach der Fertigstellung dieser Anlagen wird im Jahre 2014 voraussichtlich eine Jahreskapazität von rund 5,5 Millionen Tonnen in EBS-Kraftwerken bereitstehen.

Ersatzbrennstoffe aus Siedlungsabfällen substituieren darüber hinaus bei der Mitverbrennung in bestehenden Kraftwerken und Industrieanlagen fossile Regelbrennstoffe. Im Jahr 2011 wurden etwa 0,9 Millionen Tonnen Ersatzbrennstoffe in Kohlekraftwerken und etwa zwei Millionen Tonnen in der Zementindustrie verbrannt. Bei der Mitverbrennung in diesen Anlagen werden für die nächsten Jahre keine signifikanten Änderungen der Abfallmengen erwartet.

Alle Abfallverbrennungsanlagen in Deutschland nutzen die Energie, die aus dem Abfall freigesetzt wird. Die meisten Anlagen produzieren in Kraft-/Wärmekopplung sowohl Strom als auch Wärme oder geben Dampf an Kraftwerke oder Industriebetriebe ab. Dadurch werden fossile Energieträger ersetzt und somit fossile

Ressourcen geschont. Aufgrund eines durchschnittlichen Anteils von rund 50 Prozent nicht fossiler organischer Bestandteile im Restabfall wurden darüber hinaus fossile CO₂-Emissionen vermieden. Aus dem biogenen Anteil des Abfalls wurden 2011 in Abfallverbrennungsanlagen 4.950 Gigawattstunden Strom und 7.600 Gigawattstunden Wärme klimaneutral erzeugt und damit insgesamt rund sechs Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente vermieden.⁴²

Alle Anlagen, die Abfälle thermisch behandeln, unterliegen der Verordnung über die Verbrennung und Mitverbrennung von Abfällen (17. BImSchV) und müssen zum Schutz der Umwelt anspruchsvolle Emissionsgrenzwerte und Betriebsparameter einhalten.

1.13.4 Mechanisch-biologische Abfallbehandlung

Im Jahr 2011 waren in Deutschland 46 mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen (MBA) mit einer Behandlungskapazität von rund 5,0 Millionen Tonnen pro Jahr in Betrieb. Darüber hinaus wurden etwa 2,5 Millionen Tonnen Siedlungsabfälle in 30 mechanischen Abfallbehandlungsanlagen (MA) behandelt. Bei der Behandlung von insgesamt rund 7,5 Millionen Tonnen Abfällen in MBA und MA wurden rund 4,5 Millionen Tonnen heizwertreiche Fraktionen für eine Nutzung als Ersatzbrennstoff und rund 0,2 Millionen Tonnen Metalle sowie 0,2 Millionen Tonnen sonstige Wertstoffe zur Verwertung abgetrennt. Lediglich etwa eine Million Tonnen von in diesen Anlagen vorbehandelten Abfällen wurde auf Deponien abgelagert. Durch die mechanisch-biologische Abfallbehandlung wird eine Nettoentlastung der Klimabilanz (bereinigt um den Eigenverbrauch) von rund 2,1 bis 2,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten erreicht.⁴³

Für mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen galten die strengen Anforderungen der Abfallablagerversordnung (AbfAbIV), die mit der Novellierung des Deponierechts 2009 außer Kraft getreten ist. Nunmehr sind die identischen Anforderungen in der Deponieverordnung enthalten. Ferner gelten die Anforderungen zum Betrieb und zur Luftreinhaltung der Verordnung über Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen (30. BImSchV) und die Regelungen des Anhangs 23 zur Abwasserverordnung (AbwV). Diese Anforderungen sichern eine emissionsarme Abfallbehandlung in der MBA und ein umweltverträgliches Deponieverhalten der Behandlungsrückstände.

42 BMU 2012.

43 ASA 2011.

1.13.5 Verwertung von Bio- und Grünabfall

Mit der getrennten Erfassung und Verwertung von Bio- und Grünabfällen ist in Deutschland im internationalen Vergleich die Verwertung von biologisch-abbaubaren Abfällen auf hohem Niveau etabliert: Im Durchschnitt wurden im Jahr 2011 je Einwohner rund 111 Kilogramm Bio- und Grünabfälle getrennt erfasst. Bundesweit fielen rund 9,1 Millionen Tonnen Bioabfälle unterschiedlichen Ursprungs an, Tendenz steigend.⁴⁴ Einer aktuellen Studie⁴⁵ zufolge befinden sich allein im deutschen Hausmüll noch Bio- und Grünabfälle in einer Größenordnung von vier bis fünf Millionen Tonnen, von denen, konservativ gerechnet, durch geeignete Maßnahmen nahezu zwei Millionen Tonnen pro Jahr durch geeignete Maßnahmen abschöpfbar wären. Die rechtlichen Voraussetzungen dafür wurden mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz von 2012 geschaffen. Ab 1. Januar 2015 ist das getrennte Sammeln von Bio- und Grünabfällen verpflichtend.

Seit den 1980er Jahren werden in Deutschland technische Kompostierungsanlagen für Bio- und Grünabfall betrieben. Wenig später wurden erste Vergärungsanlagen in Betrieb genommen. Mit steigenden Energieholzpreisen wurde in den letzten fünf Jahren damit begonnen, holzige Anteile zunehmend aus dem Grünabfall auszuschleusen und als Brennstoff aufzubereiten.

2011 wurden in Deutschland annähernd 1.000 größere Kompostierungsanlagen (mit jeweils über 1.000 Tonnen

Jahresdurchsatz) mit einer Gesamtkapazität von über zehn Millionen Tonnen betrieben. Dabei handelt es sich je zur Hälfte um Anlagen, die ausschließlich Grünabfälle verarbeiten und um Anlagen, die sowohl Bio- als auch Grünabfälle behandeln. Den rund zehn Millionen Tonnen Verarbeitungskapazität stehen derzeit die erwähnten rund 9,1 Millionen Tonnen getrennt erfasster Bio- und Grünabfälle gegenüber, so dass auch bei einer Ausweitung der Erfassungsverpflichtung die Verwertung der zusätzlichen Mengen sichergestellt ist.

Zusätzlich waren Ende 2011 in Deutschland etwa 100 Bioabfallvergärungsanlagen in Betrieb, die nach unterschiedlichen Verfahren kontinuierlich oder diskontinuierlich betrieben werden. Zukünftig sollen geeignete Bioabfälle verstärkt einer kombinierten Vergärung mit nachfolgender Kompostierung zugeführt werden. Dadurch würde sowohl die energetische Nutzung von Bioabfällen verbessert als auch die stoffliche Verwertung des organischen Materials und seiner Inhaltsstoffe als Bodenverbesserer ermöglicht. Voraussetzung dafür ist die Nachrüstung bestehender Kompostierungsanlagen um ein Vergärungsmodul. Verbunden mit einer gezielten nachgelagerten Aerobisierung der Gärrückstände in Kombination mit der Fassung und Behandlung methanhaltiger Abluftströme können hohe Emissionsstandards sichergestellt werden. Pro Tonne Bioabfall entstehen bei der Vergärung in Abhängigkeit von Inputqualität und Verfahren zwischen 80 und 140 Kubikmeter Biogas (Methangehalt 50 bis 65 Prozent). Dessen Energie entspricht

Tabelle 15: Entwicklung der Ablagerungsmengen biologisch abbaubarer Abfälle einschließlich Deponieanzahl und Methanemissionen

	1990	1993	1999	2003	2008	2011
Anzahl (ehemaliger) Hausmülldeponien	8.273	562	376	302	130	110
Abfälle mit höherem bioabbaubaren Anteil [Millionen Tonnen] wie zum Beispiel Hausmüll	44,3	27,8	15,5	11	0	0
Geschätzte Methanemissionen aus Deponien*) [Millionen Tonnen]	1,84	1,86	1,24	0,99	0,67	0,53

Quelle: Nationaler Inventarbericht 2013⁴⁶

44 Statistisches Bundesamt 2013b.

45 Witzenhausen-Institut 2011.

46 Quelle der Emissionsdaten ist der Nationale Inventarbericht (NIR) 2013.

*) Aufgrund der Vorgabe, Messungen statt Schätzungen für die Emissionsberichterstattung zu verwenden, ergeben sich gegenüber dem 5. Nationalbericht deutlich höhere Methanemissionen für Deponien. Bislang lagen keine vollständigen Daten hinsichtlich der erfassten Deponiegasmengen vor. In der Emissionsberichterstattung wurden die Erfassungsraten für Deponiegas durch qualifizierte Schätzung ermittelt. 2012 wurden vom statistischen Bundesamt erstmalig die gesamten Mengen des gefassten Deponiegases über den gesamten Deponiebestand erhoben. Die statistischen Daten zeigen eine deutlich geringere Erfassungsrate als bislang angesetzt. Im NIR 2013 wurden daher Rückrechnungen erforderlich, die zu deutlich höheren Methanemissionen aus Deponien gegenüber dem 5. Nationalbericht führen.

50 bis 80 Kubikmeter Erdgas. Der Gärrest kann als flüssiges Gärprodukt direkt in der Landwirtschaft zum Einsatz kommen oder nach einer Kompostierung als festes Gärprodukt vermarktet werden.

Zumeist wird das Biogas über ein Blockheizkraftwerk direkt in Strom (200 bis 300 Kilowattstunde pro Tonne [Kilowattstunde pro Tonne Input] und Wärme (ebenfalls circa 200 bis 300 Kilowattstunde pro Tonne Input) umgewandelt. Bei einem Anfall von beispielsweise 20.000 Tonnen Bioabfall pro Jahr könnte ein Blockheizkraftwerk mit einer Leistungsklasse von 600 Kilowatt (elektrisch) betrieben werden, das genügend Strom für 1.000 bis 1.500 Haushalte liefert. Möglich ist auch die Aufbereitung des Biogases auf Erdgasqualität („Biomethan“). Neben dem Ausbau der getrennten Bioabfall-erfassung soll die Verwertung von Bioabfällen optimiert werden. Ein Weg ist die thermische Nutzung geeigneter Grünabfälle. Rund ein Drittel des Grünabfalls kann als Brennstoff in Biomassekraftwerken zur Erzeugung von Strom und Wärme genutzt werden.

1.13.6 Ablagerung

Seit Juni 2005 werden in Deutschland keine Abfälle mehr auf Deponien abgelagert, die höhere organisch abbaubare Anteile enthalten und dadurch zur Methanbildung und Methanemission aus der Deponie beitragen. Von den vielen ehemaligen Hausmülldeponien (siehe Tabelle 15) waren im Jahr 2011 nur noch circa 110 in Betrieb. Voraussetzung für den Weiterbetrieb war die Einhaltung aller gesetzlichen Anforderungen zur Abdichtung sowie Erfassung und Behandlung des Sickerwassers und des Deponiegases. Nach der Deponieverordnung dürfen auf diesen Deponien nur noch Abfälle abgelagert werden, deren TOC (= total organical carbon) weniger als drei Masseprozent beträgt oder die nicht zur Gasbildung beitragen.

Hausmülldeponien wurden stillgelegt oder entsprechend den Vorschriften saniert. Dies umfasst bei den größeren Zentraldeponien regelmäßig eine aktive Deponieentgasung mit Nutzung der Energie. Bei kleinen Deponien mit schwacher Gasbildung erfolgt die Oxydation des Methans überwiegend in der Rekultivierungsschicht.

Der Abbau biologisch abbaubarer Abfälle in der Deponie (In-situ-Stabilisierung) kann durch begrenzte,

gesteuerte Luft- und Wasserzuführung beschleunigt werden. Zugleich wird der Deponiekörper von anaerobem Zustand mit Methanbildung auf aeroben Zustand mit nur noch sehr geringer Methanbildung umgestellt. Der beschleunigte Organikabbau führt zudem zu kürzeren Nachsorgezeiten. Seit Anfang 2013 werden Investitionen in solche Maßnahmen aus der Nationalen Klimaschutzinitiative gefördert.

Da keine biologisch abbaubaren Abfälle mehr neu abgelagert werden und bei den bereits vor 2005 abgelagerten der biologische Abbau voranschreitet, werden Methanemissionen aus Deponien von heute schon geringem Niveau aus weiter stetig abnehmen und in den nächsten Jahrzehnten ausklingen.

1.13.7 Auswirkung auf die Treibhausgasemissionen

Deutschland hat 2008/2009 die Potenziale der Abfallwirtschaft im Hinblick auf den Klimaschutz in einer Studie ermitteln lassen.⁴⁷ Danach verringerten sich die durch die Abfallwirtschaft insgesamt verursachten klimaschädigenden Emissionen von rund 38 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalenten 1990 bis Ende 2006 um rund 56 Millionen Tonnen auf eine Nettoentlastung von rund 18 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente. Bis 2020 sollen sämtliche Siedlungsabfälle noch konsequenter verwertet werden. Dies soll durch den weiteren Ausbau der Getrennterfassung mit bevorzugt stofflicher Verwertung und durch die Steigerung der Effizienz der Verwertung erreicht werden. Die Deponierung soll weitestgehend unterbleiben.

Nach neuen Berechnungen des Umweltbundesamtes - unter Berücksichtigung der tatsächlichen Deponiegasfassung und von Restgasemissionen aus Altdeponien - verringerten sich die Methanemissionen aus Deponien von 1,84 Millionen Tonnen im Jahr 1990 um rund 64 Prozent auf 0,67 Millionen Tonnen im Jahr 2008 und weitergehend auf 0,53 Millionen Tonnen im Jahr 2011⁴⁸ (siehe 2.9.6). Dies ist gleichbedeutend mit einer Reduzierung um insgesamt rund 27,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente bis zum Jahr 2011.

Den größten Mengenstrom des Restsiedlungsabfalls, circa 19 Millionen Tonnen, behandeln Siedlungsabfallverbrennungsanlagen (MVA). Die erzeugten Energiemengen betragen 2009 etwa 7,7 Terawattstunden

47 ifeu/ Öko-Institut 2010.

48 UBA 2013c.

Strom; zudem wurden circa 14,2 Terawattstunden Wärme exportiert. Damit und unter Berücksichtigung des Fremdenenergiebezugs sowie der Metallrückgewinnung aus den Verbrennungsrückständen wurde in MVA eine Nettoentlastung an vermiedenen fossilen CO₂-Emissionen von circa 3,9 Millionen Tonnen erreicht.

Die Vergärung von Bioabfällen aus Haushalten stellt ein weiteres Potenzial zur Verringerung der CO₂-Emissionen dar. Nach Schätzungen von IFEU- und Öko-Institut lassen sich bis 2020 durch eine optimierte Bioabfallverwertung bis zu zwei Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente einsparen.

1.14 Ressourceneffizienz

Natürliche Ressourcen, insbesondere Rohstoffe, sind wesentliche Produktionsfaktoren und damit Grundlagen unseres Wohlstands. Weltweit wurden im Jahr 2009 über 68 Milliarden Tonnen an Rohstoffen eingesetzt, rund ein Drittel mehr als im Jahr 2000, zwei Drittel mehr als im Jahr 1990 und etwa doppelt so viel wie Ende der 1970er Jahre. Bei einer prognostizierten Weltbevölkerung von über neun Milliarden Menschen im Jahr 2050 und einer rasanten wirtschaftlichen Entwicklung der Schwellenländer nimmt die Nachfrage nach Rohstoffen weiterhin stark zu. Der Pro-Kopf-Verbrauch an Rohstoffen ist derzeit in den Industrienationen rund viermal höher als in weniger entwickelten Ländern. Ein schonender und gleichzeitig effizienter Umgang mit natürlichen Ressourcen wird daher eine Schlüsselkompetenz zukunftsfähiger Gesellschaften sein. Deutschland hat die besten Voraussetzungen, beim globalen Wandel zu einer ressourceneffizienten Wirtschaftsweise voranzugehen. Eine Steigerung der Ressourceneffizienz kann die Umweltbelastungen begrenzen, die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft stärken, neue Arbeitsplätze schaffen und Beschäftigung sichern. Bereits 2002 hat die Bundesregierung in ihrer Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie das Ziel verankert, Deutschlands Rohstoffproduktivität bis 2020 gegenüber 1994 zu verdoppeln. Das am 29. Februar 2012 von der Bundesregierung verabschiedete Deutsche Ressourceneffizienzprogramm soll dazu beitragen, dieses Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie zu erreichen.

1.14.1 Ressourcenverbrauch und -produktivität

Durch den effizienten Einsatz von Ressourcen kann ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden. Im Jahr 2002 hat Deutschland in seiner Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie das Ziel verankert, die Rohstoffproduktivität bis 2020 gegenüber 1994 zu

verdoppeln. Bis 2010 wurde die Rohstoffproduktivität bereits um 47 Prozent gesteigert. Insgesamt entwickelte sich der Indikator also in die angestrebte Richtung, das Tempo der Erhöhung der letzten fünf Jahre würde jedoch nicht ausreichen, um das Ziel zu erreichen. Der Indikator würde dennoch im Zieljahr 2020 rund 82 Prozent des erforderlichen Weges zum Zielwert zurückgelegt haben.

Für die Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe betrug der durchschnittliche Kostenanteil für Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe im Jahr 2008 gut 45 Prozent des Bruttoproduktionswertes, mehr als doppelt so viel wie der Kostenanteil für Löhne, der 2008 bei 18 Prozent lag. In Sektoren, die in besonderem Maße von Rohstoffpreisen abhängig sind, wie die Automobil- oder Maschinenbauindustrie, liegen die Materialkosten bereits über 50 Prozent des Bruttoproduktionswertes. Viele Unternehmen haben dennoch ihre Aufmerksamkeit auf eine Steigerung der Arbeitsproduktivität konzentriert. Während die Materialproduktivität von 1960 bis 2005 in Deutschland um den Faktor 2 gesteigert wurde, stieg die Arbeitsproduktivität in diesem Zeitraum um den Faktor 4.

Einen weiteren Beitrag zur Einsparung abiotischer Rohstoffe kann die stoffliche Nutzung biotischer, also nachwachsender Rohstoffe erbringen. Bei der Verwendung nachwachsender Rohstoffe gibt es beachtliche Innovationschancen für neue ressourceneffiziente Technologien und Produkte.

Deutschland kann bereits auf Erfolge in der Steigerung der Ressourceneffizienz verweisen: Verankert ist der Gedanke der Ressourcenschonung schon im Recht der Anlagengenehmigung. Genehmigungsbedürftige Anlagen sind nach Bundes-Immissionsschutzgesetz so zu errichten und zu betreiben, dass durch dem Stand der Technik entsprechende Maßnahmen Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen getroffen wird.

Am Ende des Lebenszyklus von Produkten stellt die Abfallwirtschaft ein wichtiges Instrument zur Gewinnung und Bereitstellung sogenannter Sekundärrohstoffe dar. Die Internalisierung von Entsorgungskosten und hohe Umweltschutzanforderungen schaffen Anreize zur Abfallvermeidung, fördern die Abfallverwertung und sorgen damit für einen verminderten Primärrohstoffeinsatz. Die Verankerung eines allgemeinen Vermeidungs- und Verwertungsvorrangs sowie der Produktverantwortung im Abfallrecht sowie ein Ablagerungsverbot für nicht vorbehandelte Siedlungsabfälle bewirkten seit den 1990er Jahren deutlich erhöhte Erfassungs- und Verwertungsraten von Siedlungsabfällen (vergleiche Kapitel 1.13).

1.15 Kommunale Abwasserentsorgung

1.15.1 Abwasseranfall

In Deutschland sind 95,7 Prozent der Bevölkerung an öffentliche Abwasserbehandlungsanlagen angeschlossen.⁴⁹ Das Abwasser der restlichen Bevölkerung wird zu rund 79 Prozent über Kleinkläranlagen und zu rund 21 Prozent über abflusslose Gruben entsorgt. Die circa 9.900 kommunalen Kläranlagen behandeln circa zehn Milliarden Kubikmeter kommunales Abwasser aus Haushalten und Betrieben. Das Abwasser setzt sich etwa zur Hälfte aus Schmutzwasser und zur Hälfte aus Niederschlags- und Fremdwasser zusammen. Gemessen in Einwohnerwerten ist das Abwasser mit circa 125 Millionen Einwohnerwerten belastet. Ein Einwohnerwert entspricht einer Belastung mit chemischem Sauerstoffbedarf (CSB) von 120 Gramm. In industriellen Kläranlagen werden circa 1,1 Milliarden Kubikmeter Abwasser behandelt.

1.15.2 Treibhausgasemissionen aus kommunalen Kläranlagen und privaten Kleinkläranlagen

Die kommunale Abwasserbehandlung erfolgt in Deutschland normalerweise unter aeroben Bedingungen (kommunale Kläranlagen, Kleinkläranlagen), das heißt, Methanemissionen treten nur in sehr geringem Maße auf. Die offene Schlammfäulung zur Schlammstabilisierung, die zur Emission von Methan führte, wurde 1994 eingestellt. Auf kommunalen Kläranlagen ab circa 50.000 Einwohnergleichwert kann Schlammstabilisierung mittels anaeroben Faulstufen wirtschaftlich betrieben werden, entstehendes Methan wird hierbei gefasst und energetisch verwertet. Methan kann jedoch durch unkontrollierte anaerobe Prozesse in abflusslosen Gruben entstehen, wenn Haushalte nicht an die öffentliche Kanalisation beziehungsweise Kleinkläranlagen angeschlossen sind. 2010 entsorgten noch 574.600 Einwohner ihr Abwasser in abflusslosen Gruben.⁵⁰ Die organische Fracht, die in abflusslose Gruben geleitet wird, wurde jedoch seit 1990 drastisch reduziert, woraus ein stark abfallender Trend der Methanemissionen resultiert (Reduktion von circa 180 Kilotonnen pro Jahr 1990 auf circa 13 Kilotonnen pro Jahr 2009⁵¹).

Lachgasemissionen können als Nebenprodukt in der kommunalen Abwasserbehandlung, insbesondere bei der Denitrifikation, entstehen, bei der aus Nitrat gasförmige Endprodukte, hauptsächlich aber molekularer Stickstoff, gebildet wird. Die Höhe der Lachgasemissionen (N_2O) im Abwassersektor hängt von der Pro-Kopf-Eiweißzufuhr ab und weist damit einen direkten Bezug zu Lebensstilen und Konsumgewohnheiten auf.

Bei der kommunalen Abwasserbehandlung fielen 2010 gemäß den Berechnungen zum NIR 2012⁵² 3.370 Tonnen Methan (70.800 Tonnen CO_2 -Äquivalente) und 7.430 Tonnen Lachgas (2.303.300 Tonnen CO_2 -Äquivalente) an, das sind in Summe annähernd 2,4 Millionen Tonnen CO_2 -Äquivalente. Die Methanemissionen sind bei der Abwasserbehandlung seit 1990 um 93,8 Prozent gesunken; die Lachgasemissionen sind um 3,6 Prozent gestiegen.

1.15.3 Energiebedarf und Stromerzeugung der kommunalen Abwasserentsorgung

Der Strombedarf der kommunalen Kläranlagen ist im Zeitraum von 2005 bis 2010 von 4.400 Gigawattstunden pro Jahr auf 4.200 Gigawattstunden pro Jahr gesunken. Je größer eine Anlage ist, umso geringer ist der Stromverbrauch pro Einwohnerwert und Jahr. So verbrauchen Anlagen der Größenklasse 1 (<1.000 Einwohnerwert) 75 Kilowattstunden pro Einwohnerwert pro Jahr, Anlagen mit mehr als 100.000 Einwohnerwerte jedoch nur 32 Kilowattstunden pro Einwohnerwert pro Jahr.⁵³ 90 Prozent der Einwohnerwerte werden in Anlagen behandelt, die mehr als 10.000 Einwohnerwerte behandeln. Diese Anlagen verbrauchen 87 Prozent des Stromverbrauchs der Kläranlagen.

Die Stromerzeugung durch Klärgasverstromung wurde von circa 870 Gigawattstunden pro Jahr im Jahr 2005 auf 1.100 Gigawattstunden pro Jahr im Jahr 2010 gesteigert. Circa 92 Prozent des erzeugten Stroms wurden auf Kläranlagen zur Eigenversorgung genutzt.

1.15.4 Rechtliche Regelung

Im Wasserhaushaltsgesetz in der Fassung vom 5. Dezember 2012 wird die Energieeffizienz von Kläranlagen als ein Kriterium zur Festlegung des Standes der Technik genannt.

49 Statistisches Bundesamt 2012b.

50 Ebd.

51 UBA 2011b.

52 UBA 2012a.

53 UBA 2009b.

2 Inventare anthropogener Emissionen von Treibhausgasen

Deutschland hat am 15. April 2013 zusammen mit den Inventaren an Treibhausgasen für die Jahre 1990 bis 2011 den Nationalen Inventarbericht (NIR 2013) gemäß Entscheidung 3/CP.5 vorgelegt, der die Methoden sowie die Datenquellen beschreibt, auf denen die Berechnungen der deutschen Treibhausgasemissionen basieren. Die Beschreibungen dieses Kapitels basieren auf dem Nationalen Inventarbericht 2013. Zur Darlegung weiterer Details sowie der Ermittlung und Berechnung von Emissionsinventaren sei hier ausdrücklich auf diesen Nationalen Inventarbericht verwiesen.⁵⁴

Im Folgenden werden die Angaben für die direkten Treibhausgase Kohlendioxid (CO₂), Methan (CH₄), Distickstoffoxid (Lachgas, N₂O), wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (FKW) und Schwefelhexafluorid (SF₆) zusammengestellt.

2.1 Darstellung, Ermittlung und Struktur der Emissionsangaben

Die Darstellung der Emissionen der Treibhausgase in Deutschland erfolgt für die Jahre seit 1990 bis 2011 in zusammenfassenden Übersichtstabellen sowie in stoffspezifischen Trendtabellen. Zur Veranschaulichung der Emissionsentwicklung werden darüber hinaus die Entwicklungstrends auch in grafischer Form präsentiert.

Detaillierte jährliche Emissionsaussagen können den jährlich im Common Reporting Format (CRF) veröffentlichten Inventaren entnommen werden. Die in diesem Bericht verwendeten Daten entsprechen den zum 15. April 2013 korrigiert an die UNFCCC übermittelten Emissionsangaben.⁵⁵

2.2 Genauigkeit der Emissionsangaben

Unsicherheiten sind elementarer Bestandteil der Emissionsinventare und ihre Bestimmung soll zu einem quantitativen Ausdruck für die Genauigkeit der

Emissionsinventare führen. Während die Bestimmung der Unsicherheiten mit der Datenerhebung und damit im Prozessablauf der Emissionsberichterstattung unter dem Punkt Datengewinnung erfolgt, kann ihre Aggregation erst im Anschluss an die Inventarerstellung beziehungsweise den Zyklus der Emissionsberichterstattung erfolgen.

Bei der Berechnung und Aggregation der Unsicherheiten werden die Unsicherheiten der Aktivitätsraten und Emissionsfaktoren, welche in der Regel auf der untersten Ebene der Quellgruppen in der für die Emissionsberechnung verwendeten Datenbank ZSE von Experten geschätzt wurden, in Unsicherheiten von Emissionen umgerechnet und aggregiert. Die Aggregation der Unsicherheiten nach Tier 1 gemäß IPCC Good Practice Guidance⁵⁶ wird einmal jährlich am Ende des Berichtserstattungszyklus für das aktuelle Berichtsjahr durchgeführt. Alle drei Jahre wird zusätzlich eine Unsicherheitenbestimmung gemäß der IPCC Tier 2 Methode vorgenommen.

Deutschland berichtet im aktuellen NIR 2013 Unsicherheiten, die nach der Tier-1-Methode ermittelt worden sind. Dazu wurden die Einzelunsicherheiten durch die Daten liefernden Experten der Facheinheiten im Umweltbundesamt sowie externe Einrichtungen geschätzt. Die Gesamtunsicherheit des Inventars nach Tier 1 für das Jahr 2011 beträgt 6,3 Prozent (level) beziehungsweise 6,5 Prozent (trend). Die Lachgasemissionen insgesamt haben an der Gesamtunsicherheit einen maßgeblichen Anteil, der merklich durch die Lachgasemissionen aus landwirtschaftlichen Böden (CRF 4.D) bestimmt wird. Die CO₂-Emissionen des Sektors Verbrennung von Brennstoffen (CRF 1.A) steuern einen weiteren wichtigen Anteil zur Gesamtunsicherheit bei. Dabei dominieren die festen Brennstoffe des Sektors öffentliche Elektrizitäts- und Wärmeversorgung (CRF 1.A.1.a) sowie die mobilen Quellen (CRF 1.A.3) mit Schwerpunkt Straßenverkehr (CRF 1.A.3.b) und die Feuerungen der Haushalte und Kleinverbraucher (CRF 1.A.4.a/b).

Bedeutsame Beiträge zur Gesamtunsicherheit liefern ebenso die CO₂-Senken und -Quellen des Sektors

54 Der Nationale Inventarbericht ist veröffentlicht unter: www.uba.de/uba-info-medien/4503.html.

55 Die CRF-Tabellen der Nationalen Treibhausgasinventare sind veröffentlicht unter: www.unfccc.int/files/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/application/zip/deu-2013-crf-11apr.zip.

56 IPCC 2000.

LULUCF und die Methanemissionen aus der Abfallablagerung (CRF 6.A) sowie aus der Nutztierhaltung (Fermentation bei der Verdauung CRF 4.A).

Detaillierte Angaben zu den vorliegenden Unsicherheiten können dem NIR 2013 entnommen werden (Kapitel 1.7.2 und 18).

2.3 Emissionen von Treibhausgasen 1990 bis 2011

Mit dem Inkrafttreten des Kyoto-Protokolls im Februar 2005 ist die internationale Staatengemeinschaft verpflichtet, verbindliche Handlungsziele und Umsetzungsinstrumente für den globalen Klimaschutz zu realisieren. Die Europäische Gemeinschaft (damals mit 15 Mitgliedstaaten) hat in diesem Rahmen die Verpflichtung übernommen, ihre Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2008 bis 2012 gegenüber dem Basisjahr (1990 beziehungsweise 1995⁵⁷) um acht Prozent zu mindern. Diese Verpflichtung wurde innerhalb der EU im Rahmen einer Lastenteilung⁵⁸ zwischen den beteiligten Mitgliedstaaten aufgeteilt. Danach hat Deutschland mit der Verpflichtung zu einer Emissionsminderung von 21 Prozent gegenüber dem Basisjahr einen

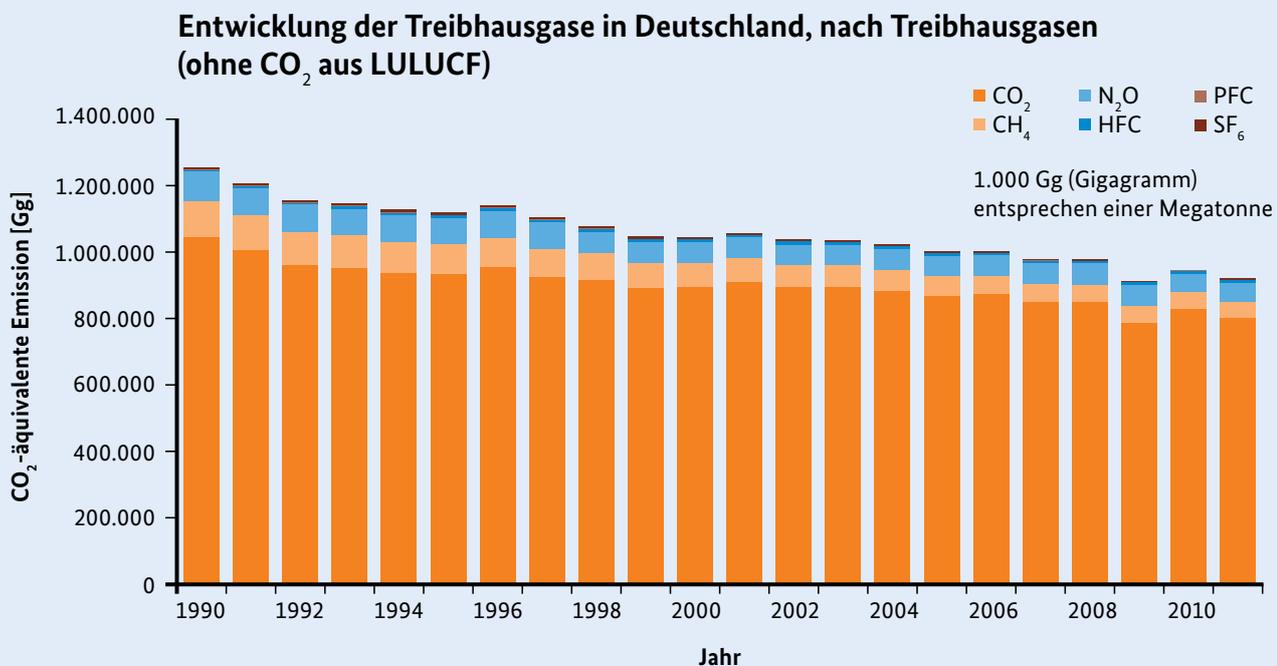
erheblichen Beitrag zur Erfüllung der EU-Verpflichtung übernommen.

Auch im Jahr 2011 konnte die Verpflichtung zur Minderung der Treibhausgasemissionen im Rahmen der EU-Lastenteilung mit einem Rückgang von 25,6 Prozent gegenüber dem Basisjahr erfüllt werden. Die einzelnen Treibhausgase trugen dabei in unterschiedlichem Maß zu dieser Entwicklung bei. Bei den direkten Treibhausgasen konnten die Emissionen der mengenmäßig dominierenden Gase deutlich gemindert werden, am stärksten bei Methan. Die Hauptursachen für diese Entwicklungen sind:

- Umstellungen der Nutzung fester Brennstoffe auf emissionsärmere flüssige und gasförmige Brennstoffe im Zeitraum seit 1990;
- Steigende Bedeutung der Nutzung der erneuerbaren Energien und damit verbundene Substitution fossiler Brennstoffe;
- Gesteigerte Anlageneffizienz;
- Veränderung von Tierhaltungsbedingungen und der Abbau von Tierbeständen;
- Erfüllung gesetzlicher Regelungen im Bereich der Abfallwirtschaft.

Die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland seit 1990 ist in Tabelle 16 für die einzelnen

Abbildung 11: Entwicklung der Treibhausgase in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgasen

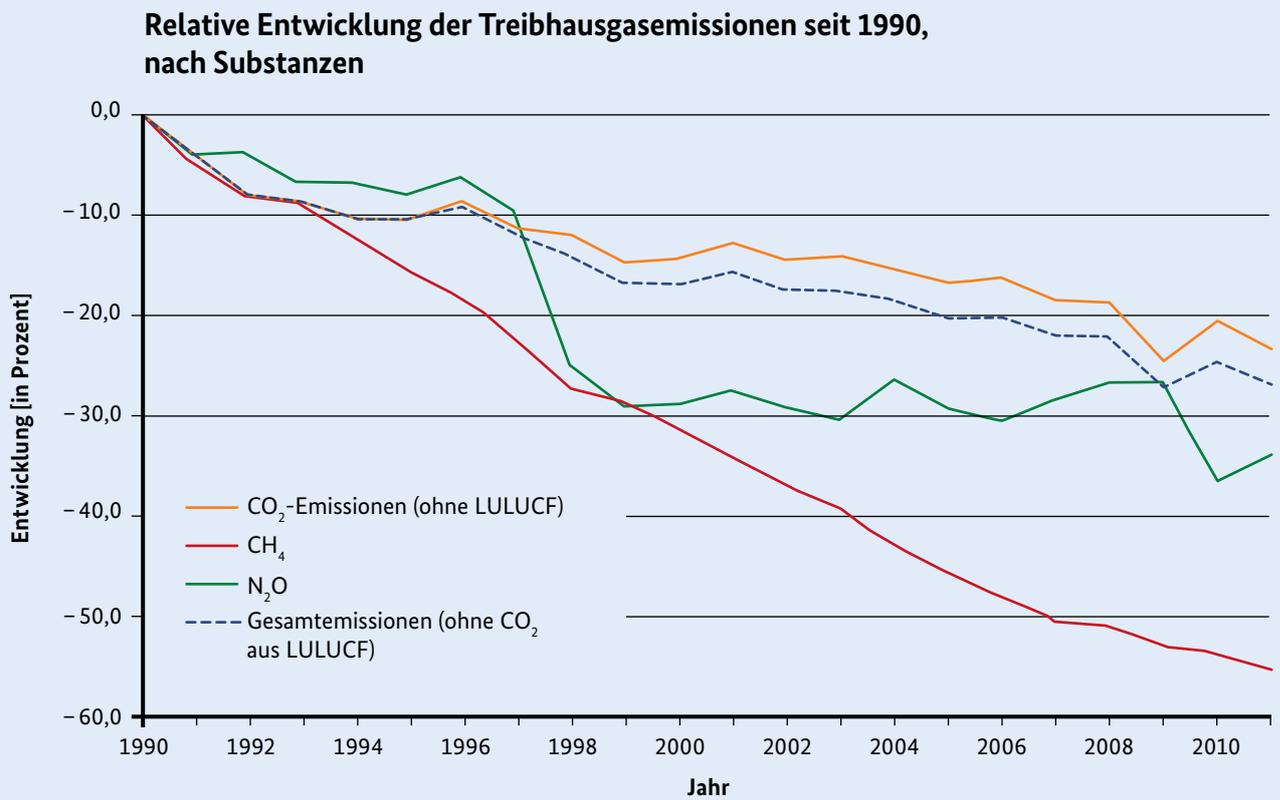


Quelle: UBA 2013c.

57 Für HFKW, FKW und SF₆.

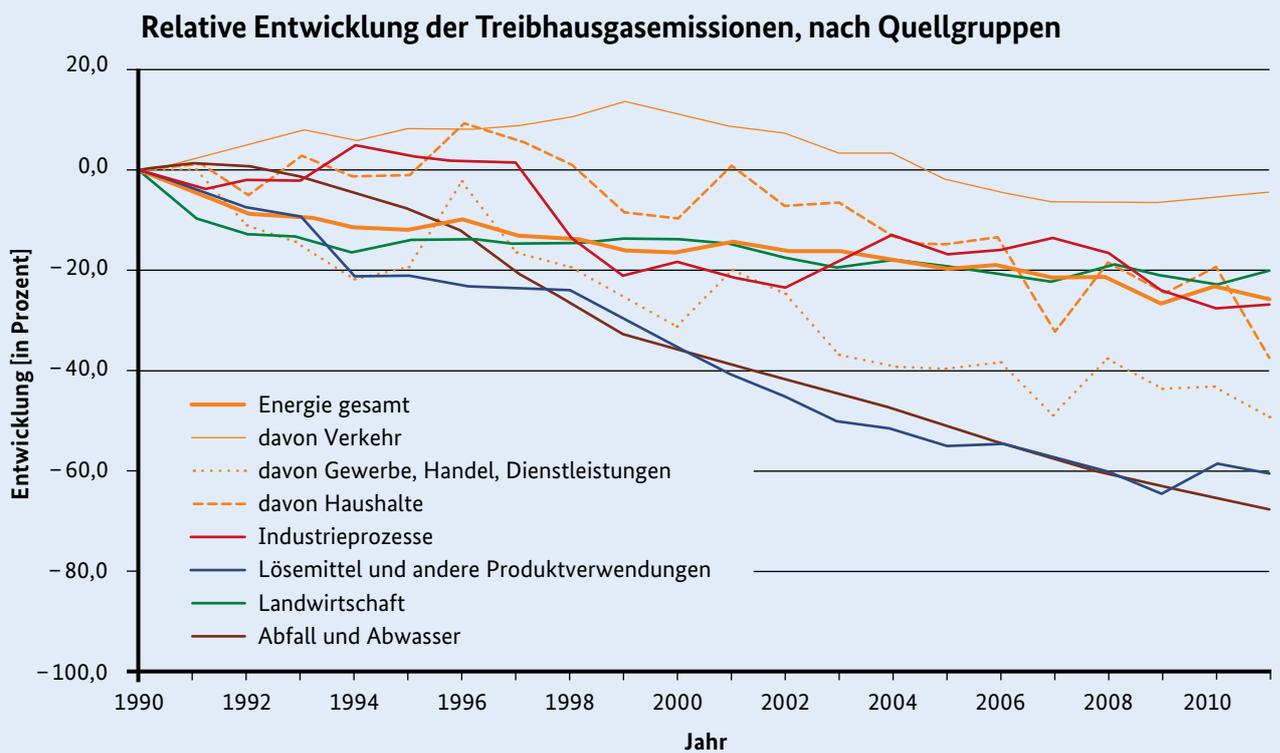
58 Burden Sharing Agreement: Beschlossen mit Entscheidung 2002/358/EG des Rates vom 25. April 2002 über die Genehmigung des Protokolls von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen im Namen der Europäischen Gemeinschaft sowie die gemeinsame Erfüllung der daraus erwachsenden Verpflichtungen [Amtsblatt L 130 vom 15. Mai 2002].

Abbildung 12: Relative Entwicklung der Treibhausgase gegenüber 1990



Quelle: UBA 2013c

Abbildung 13: Entwicklung der Treibhausgasemissionen seit 1990 nach Quellgruppen



Quelle: UBA 2013c.

Treibhausgase sowie in Abbildung 11 insgesamt als CO₂-Äquivalent-Emission grafisch dargestellt. Detaillierte Tabellen finden sich im NIR 2013, Anhangkapitel 22.3. Auch im Jahr 2011 war die Freisetzung von Kohlendioxid mit einem Anteil von 87,1 Prozent

Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen. Diese stammten größtenteils aus der stationären und mobilen Verbrennung fossiler Energieträger. Durch den überdurchschnittlichen Rückgang der Emissionen der anderen Treibhausgase ist der relative Anteil der

Tabelle 16: Emissionsentwicklung in Deutschland seit 1990, nach Treibhausgas

Emissionsentwicklung	Basisjahr ⁽¹⁾	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Gigagramm									
Netto-CO ₂ -Emissionen/-Einbindungen ⁽²⁾	1.005.890	1.005.890	968.485	921.476	912.499	896.650	895.151	916.031	887.270
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF) ⁽²⁾	1.041.914	1.041.914	1.004.595	957.437	948.543	932.360	930.781	951.757	922.957
CH ₄	5.236	5.236	4.972	4.796	4.773	4.580	4.411	4.272	4.052
N ₂ O	280	280	268	269	260	260	257	262	253
HFCs (CO ₂ -Äquivalente)	7.012	4.592	4.214	4.377	6.361	6.853	7.012	6.699	7.460
PFCs (CO ₂ -Äquivalente)	1.780	2.627	2.277	2.062	1.931	1.640	1.780	1.738	1.398
SF ₆ (CO ₂ -Äquivalente)	6.779	4.642	4.975	5.491	6.262	6.551	6.779	6.460	6.404
Emissionsentwicklung gegenüber dem Basisjahr ⁽¹⁾	Basisjahr ⁽¹⁾	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
in Prozent									
Netto-CO ₂ -Emissionen/-Einbindungen ⁽²⁾		0,0	-3,7	-8,4	-9,3	-10,9	-11,0	-8,9	-11,8
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF) ⁽²⁾		0,0	-3,6	-8,1	-9,0	-10,5	-10,7	-8,7	-11,4
CH ₄		0,0	-5,0	-8,4	-8,8	-12,5	-15,7	-18,4	-22,6
N ₂ O		0,0	-4,3	-4,0	-7,0	-7,1	-8,3	-6,5	-9,8
HFCs							0,0	-4,5	+6,4
PFCs							0,0	-2,4	-21,5
SF ₆							0,0	-4,7	-5,5
Entwicklung der Gesamt-THG-Emissionen und -Einbindungen									
Gesamt-Emissionen/-Einbindungen inklusive LULUCF ⁽²⁾	1.218.216	0,0	-4,2	-8,3	-9,0	-10,6	-11,1	-9,6	-12,5
Gesamt-Emissionen ohne CO ₂ aus LULUCF ⁽²⁾	1.254.239	0,0	-4,0	-8,0	-8,8	-10,4	-10,8	-9,3	-12,2
Gesamt-Emissionen gegen EU Lastenverteilung	1.232.430	+1,5	-2,3	-6,4	-7,2	-8,8	-9,2	-7,7	-10,6
Emissionsentwicklung gegenüber dem jeweils letzten Jahr	Basisjahr ⁽¹⁾	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
in Prozent									
Netto-CO ₂ -Emissionen/-Einbindungen ⁽²⁾		0,0	-3,7	-4,9	-1,0	-1,7	-0,2	+2,3	-3,1
CO ₂ -Emissionen (ohne LULUCF) ⁽²⁾		0,0	-3,6	-4,7	-0,9	-1,7	-0,2	+2,3	-3,0
CH ₄		0,0	-5,0	-3,5	-0,5	-4,0	-3,7	-3,1	-5,2
N ₂ O		0,0	-4,3	+0,3	-3,1	-0,2	-1,2	+2,0	-3,5
HFCs		0,0	-8,2	+3,9	+45,3	+7,7	+2,3	-4,5	+11,3
PFCs		0,0	-13,3	-9,4	-6,4	-15,1	+8,5	-2,4	-19,6
SF ₆		0,0	+7,2	+10,4	+14,0	+4,6	+3,5	-4,7	-0,9
Entwicklung der Gesamt-THG-Emissionen und -Einbindungen									
Gesamt-Emissionen/-Einbindungen inklusive LULUCF ⁽²⁾		0,0	-3,9	-4,3	-0,8	-1,8	-0,5	+1,7	-3,3
Gesamt-Emissionen ohne CO ₂ aus LULUCF ⁽²⁾		0,0	-3,8	-4,2	-0,8	-1,7	-0,5	+1,7	-3,2

1.000 Gg (Gigagramm) entsprechen einer Megatonne

(1) Basisjahr ist 1990 für CO₂, CH₄, N₂O und 1995 für HFCs, PFCs und SF₆

(2) Die Informationen in diesen Reihen dienen zum Vergleich der Daten zwischen Vertragsstaaten mit unterschiedlicher Emittentenstruktur.

CO₂-Emissionen an den gesamten Treibhausgasemissionen seit dem Basisjahr um vier Prozentpunkte gestiegen. Die überwiegend durch Tierhaltung, Brennstoffverteilung und Deponiewirtschaft verursachten Methanemissionen (CH₄) hatten 2010 einen Anteil von 5,3 Prozent. Lachgasemissionen (N₂O) wurden

hauptsächlich durch die Landwirtschaft, Industrieprozesse und die Verbrennung fossiler Brennstoffe verursacht und trugen zu 6,2 Prozent zu den Treibhausgasfreisetzungen bei. Die fluoridierten Kohlenwasserstoffe (die sogenannten F-Gase) trugen etwa 1,4 Prozent zu den Gesamtemissionen bei. Die Verteilung der

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Gigagramm														
	879.696	852.522	856.337	866.438	897.213	899.439	888.002	871.823	877.524	854.680	853.256	791.974	834.511	807.118
	915.050	887.781	891.400	907.443	890.751	892.932	881.034	864.716	870.739	847.397	845.761	783.734	826.063	798.058
	3.798	3.727	3.576	3.442	3.295	3.173	2.972	2.833	2.709	2.582	2.553	2.453	2.399	2.326
	210	199	199	202	198	195	205	197	195	200	205	205	177	184
	8.167	8.453	7.623	8.578	9.056	8.412	8.507	8.640	8.708	8.742	8.843	9.443	8.963	9.177
	1.506	1.249	792	724	789	847	814	695	550	484	472	338	285	230
	6.173	4.497	4.269	3.933	3.236	3.181	3.400	3.480	3.398	3.334	3.115	3.065	3.194	3.316
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
in Prozent														
	-12,5	-15,2	-14,9	-13,9	-10,8	-10,6	-11,7	-13,3	-12,8	-15,0	-15,2	-21,3	-17,0	-19,8
	-12,2	-14,8	-14,4	-12,9	-14,5	-14,3	-15,4	-17,0	-16,4	-18,7	-18,8	-24,8	-20,7	-23,4
	-27,5	-28,8	-31,7	-34,3	-37,1	-39,4	-43,2	-45,9	-48,3	-50,7	-51,2	-53,2	-54,2	-55,6
	-25,1	-29,1	-29,0	-27,7	-29,3	-30,5	-26,6	-29,5	-30,5	-28,5	-26,9	-26,9	-36,8	-34,2
	+16,5	+20,5	+8,7	+22,3	+29,1	+20,0	+21,3	+23,2	+24,2	+24,7	+26,1	+34,7	+27,8	+30,9
	-15,4	-29,8	-55,5	-59,3	-55,7	-52,4	-54,3	-61,0	-69,1	-72,8	-73,5	-81,0	-84,0	-87,1
	-8,9	-33,7	-37,0	-42,0	-52,3	-53,1	-49,8	-48,7	-49,9	-50,8	-54,1	-54,8	-52,9	-51,1
	-14,6	-17,4	-17,4	-16,7	-14,6	-14,7	-15,7	-17,5	-17,3	-19,3	-19,3	-24,5	-21,8	-24,0
	-14,2	-16,9	-17,0	-15,8	-17,5	-17,7	-18,7	-20,4	-20,2	-22,2	-22,2	-27,3	-24,8	-26,9
	-12,7	-15,5	-15,5	-14,3	-16,1	-16,2	-17,2	-19,0	-18,8	-20,8	-20,9	-26,0	-23,4	-25,6
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
in Prozent														
	-0,9	-3,1	+0,4	+1,2	+3,6	+0,2	-1,3	-1,8	+0,7	-2,6	-0,2	-7,2	+5,4	-3,3
	-0,9	-3,0	+0,4	+1,8	-1,8	+0,2	-1,3	-1,9	+0,7	-2,7	-0,2	-7,3	+5,4	-3,4
	-6,3	-1,9	-4,0	-3,8	-4,3	-3,7	-6,3	-4,7	-4,4	-4,7	-1,1	-3,9	-2,2	-3,1
	-17,0	-5,3	+0,2	+1,7	-2,1	-1,7	+5,5	-3,9	-1,3	+2,8	+2,3	+0,1	-13,5	+4,1
	+9,5	+3,5	-9,8	+12,5	+5,6	-7,1	+1,1	+1,6	+0,8	+0,4	+1,2	+6,8	-5,1	+2,4
	+7,8	-17,1	-36,6	-8,5	+9,0	+7,2	-3,8	-14,7	-20,7	-12,1	-2,4	-28,5	-15,5	-19,5
	-3,6	-27,2	-5,1	-7,9	-17,7	-1,7	+6,9	+2,4	-2,4	-1,9	-6,6	-1,6	+4,2	+3,8
	-2,4	-3,2	-0,1	+0,9	+2,6	-0,2	-1,2	-2,1	+0,2	-2,4	-0,1	-6,4	+3,5	-2,8
	-2,4	-3,1	-0,1	+1,4	-2,0	-0,2	-1,2	-2,1	+0,2	-2,4	-0,1	-6,5	+3,5	-2,9

Quelle: UBA 2013c.

Treibhausgasemissionen in Deutschland ist typisch für ein hoch entwickeltes und industrialisiertes Land.

Die Verläufe dieser Entwicklungen sind, bezogen auf das Jahr 1990, in Tabelle 16 zusammengefasst. Bei den mengenmäßig wichtigen direkten Treibhausgasen konnten im betrachteten Zeitraum deutliche Emissionsminderungen erreicht werden. In Abbildung 13 wird die relative Entwicklung der Emissionen nach Quellgruppen seit 1990 dargestellt

Insgesamt ist Deutschland auf einem sehr guten Weg, die im Rahmen der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls eingegangene Verpflichtung zu erfüllen. Nach vorläufigen Schätzungen lagen auch im Jahre 2012 die Treibhausgasemissionen um etwa 25 Prozent unter dem Niveau von 1990 und damit deutlich niedriger als das Ziel für die Periode 2008 bis 2012.

2.3.1 Kohlendioxid (CO₂)

Die Minderung der CO₂-Emissionen ist stark mit der Entwicklung im Energiesektor verbunden. Der starke Rückgang der Emissionen in diesem Bereich in den frühen 90er Jahren ist hauptsächlich auf die Umstrukturierungsprozesse in den neuen Bundesländern zurückzuführen; der damit einhergehende Umstieg auf emissionsärmere Energieträger sowie die Stilllegung veralteter Anlagen. Der anschließende Rückgang seit Mitte der 90er Jahre ist überwiegend auf die Wirkung von Klimaschutzmaßnahmen zurückzuführen. Die Änderungen im Energieträgermix setzen sich in etwas abgeschwächter Form bis zum aktuellen Berichtsjahr fort.

Die Substitution von festen und flüssigen Brennstoffen durch Gase, im Wesentlichen Erdgas, zeigt sich auch in der Emissionsentwicklung der stationären Feuerungen. Während die CO₂-Emissionen der flüssigen Energieträger im Vergleich zum Jahr 1990 um circa ein Viertel abnehmen, die der festen Brennstoffe sogar um fast die Hälfte, steigen die Emissionen von gasförmigen Brennstoffen um nahezu 50 Prozent.

Wird der Emissionstrend auf Ebene der einzelnen Quellgruppen betrachtet, so fällt die Entwicklung sehr einheitlich aus. Verglichen mit 1990 sanken die Emissionen in allen Quellgruppen der energiebedingten Emissionen um insgesamt fast 236 Millionen Tonnen CO₂.

Vergleichbare, aber im Detail spezifische Entwicklungen haben sich im Verkehrsbereich vollzogen. Die CO₂-Emissionen stiegen im Zeitraum von 1990 bis 1999 an und fielen seitdem durch Verbrauchssenkungen sowie durch die Substitution von Benzin durch Diesel und

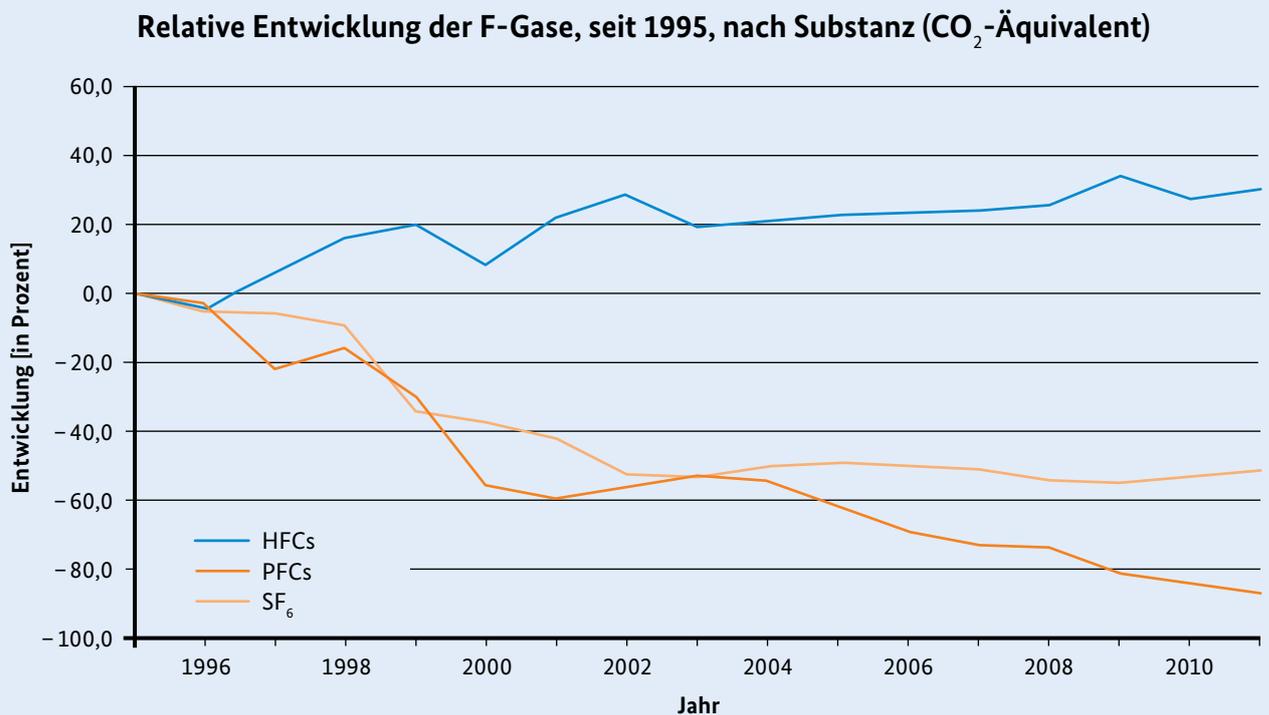
zunehmende Verwendung von Biodiesel unter das Ausgangsniveau, auf nunmehr knapp 153 Millionen Tonnen 2011. In geringem Umfang spielt hierbei auch die Verlagerung von Tankvorgängen ins Ausland eine Rolle. Der Anteil von Dieselmotoren am Gesamtkraftstoffverbrauch im Straßenverkehr ist im gesamten Zeitraum stark gestiegen. 1990 wurden die Emissionen im Straßenverkehr noch zu fast zwei Drittel durch den Benzinverbrauch verursacht. Dieses Verhältnis hat sich jetzt fast umgekehrt, wodurch nun die Emissionen aus dem Dieselmotorenverbrauch überwiegen.

2.3.2 Lachgas (N₂O)

Die N₂O-Emissionen sanken seit 1990 um circa 34,2 Prozent. Hauptverursacher sind die Anwendung stickstoffhaltiger Dünger in der Landwirtschaft, die chemische Industrie, die Brennstoffnutzung und die landwirtschaftliche Tierhaltung. Vergleichbar geringere Emissionen entstehen durch die Abwasserbehandlung und die Produktverwendung von N₂O (zum Beispiel als Narkosemittel). Den deutlichsten Einfluss auf die Emissionsminderung hat der Industriebereich, hier insbesondere die Adipinsäureproduktion in den Jahren 1997 bis 2009. Durch technische Minderungsmaßnahmen wurden die Emissionen aus der chemischen Industrie bezogen auf 1990 um circa 80 Prozent gemindert, seit 1999 wird die Emissionsentwicklung stark durch die konjunkturelle Entwicklung in der chemischen Industrie beeinflusst. Von 2009 zu 2010 konnten die Emissionen der Adipinsäureproduktion durch Installation einer zweiten redundanten Abgasbehandlung bei einem Produzenten drastisch reduziert werden.

2.3.3 Methan (CH₄)

Die Methanemissionen werden hauptsächlich durch die landwirtschaftliche Tierhaltung, die Abfalldeponierung und die Verteilung flüssiger und gasförmiger Brennstoffe verursacht. Demgegenüber sind die energie- und prozessbedingten Emissionen sowie die Emissionen aus der Abwasserbehandlung fast zu vernachlässigen. Die Emissionen konnten seit 1990 um 55,6 Prozent gemindert werden. Dieser Trend wurde hauptsächlich im Ergebnis umweltpolitischer Maßnahmen (Abfalltrennung mit verstärktem Recycling und zunehmender energetischer Verwertung der Abfälle) durch den Rückgang der Deponierung organischer Abfallmengen verursacht. Eine zweite wesentliche Ursache besteht in der verstärkten energetischen Nutzung von Grubengas bei gleichzeitigem Rückgang des Aufkommens (Schließung von Steinkohlebergwerken). Die Emissionen sanken in diesem Bereich seit 1990 um

Abbildung 14: Relative Entwicklung der F-Gase gegenüber 1995

Quelle: UBA 2013c.

fast 80 Prozent. Ein weiterer Grund für die Emissionsminderung bestand in der Verringerung der Tierbestände, vorwiegend in der ersten Hälfte der 90er Jahre in den neuen Bundesländern. Insbesondere auch die in diesem Teil Deutschlands durchgeführte Sanierung der veralteten Gasverteilungsnetze und die Verbesserungen bei der Verteilung der Kraftstoffe bewirkten weitere Minderungen der Gesamtemissionen.

2.3.4 F-Gase

In Abbildung 14 werden die Emissionsverläufe der sogenannten F-Gase im Zeitraum 1995 bis 2011 dargestellt. Die Emissionen der HFKW stiegen vor allem aufgrund des verstärkten Einsatzes als Kühlflüssigkeit in Kälteanlagen und der zunehmenden Entsorgung dieser Anlagen. Emissionsreduzierungen durch den verminderten Einsatz in PU-Montageschäumen wurden dabei überkompensiert. Die Emissionsminderungen bei den FKW wurden hauptsächlich durch Anstrengungen der Hersteller von Primäraluminium und der Halbleiterhersteller erreicht. Der Rückgang bei den SF₆-Emissionen bis 2003 geht in erster Linie auf die seit Mitte der 90er Jahre auslaufende Anwendung in Autoreifen zurück. Hier hat eine erfolgreiche Umweltaufklärung eine Emissionssenkung um über 100 Tonnen bewirkt

und die Treibhausgasemissionen um 2,5 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente gesenkt. Vergleichbares gilt für Schallschutzscheiben, in denen SF₆ bei der Herstellung gegenüber 1995 fast auf null reduziert wurde. Die heutigen und künftigen SF₆-Emissionen stammen zu einem Großteil aus der offenen Entsorgung alter Scheiben. Auch bei Anlagen zur Elektrizitätsübertragung sanken die Emissionen deutlich. Wichtige verbleibende Emissionsquellen sind das Schweißen, die Herstellung von Solarzellen und von optischen Glasfasern.

2.4 Beschreibung des Nationalen Systems zur Inventarerstellung

Artikel 5.1 des *Kyoto-Protokolls* fordert den Aufbau nationaler Systeme für die Erstellung von Treibhausgasinventaren. Das Nationale System für Deutschland erfüllt die Anforderungen aus den *Guidelines for National Systems* (UNFCCC Decision 19/CMP.1), die nach dem *Kyoto-Protokoll* und der *Entscheidung 280/2004/EG* einzuhalten sind.

Es dient dazu, die Inventarerstellung in Übereinstimmung mit den Prinzipien der Transparenz, Konsistenz, Vergleichbarkeit, Vollständigkeit und Genauigkeit sicherzustellen. Dies wird durch die Anwendung der

Nationale Koordinierungsstelle
Leitung: Michael Strogies
Fachgebiet Emissionssituation (I 2.6)
Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau
michael.strogies@uba.de
Telefon: 0340 / 21 03-20 88

methodischen Vorschriften aus den Revised 1996 *IPCC-Guidelines* und den *IPCC Good Practice Guidance*, durch ein ständiges Qualitätsmanagement und eine kontinuierliche Inventarverbesserung erreicht.

Ausgehend von einer Vereinbarung der Staatssekretäre der beteiligten Ministerien im Jahre 2007 wurde die Institutionalisierung des Nationalen Systems bis zum Jahr 2011 aufgebaut. Dies geschah anfänglich durch die Einrichtung des nationalen Koordinierungsausschusses und einer Hausanordnung für das Umweltbundesamt. Später erfolgte die weitere Institutionalisierung vorwiegend durch den Abschluss von Vereinbarungen

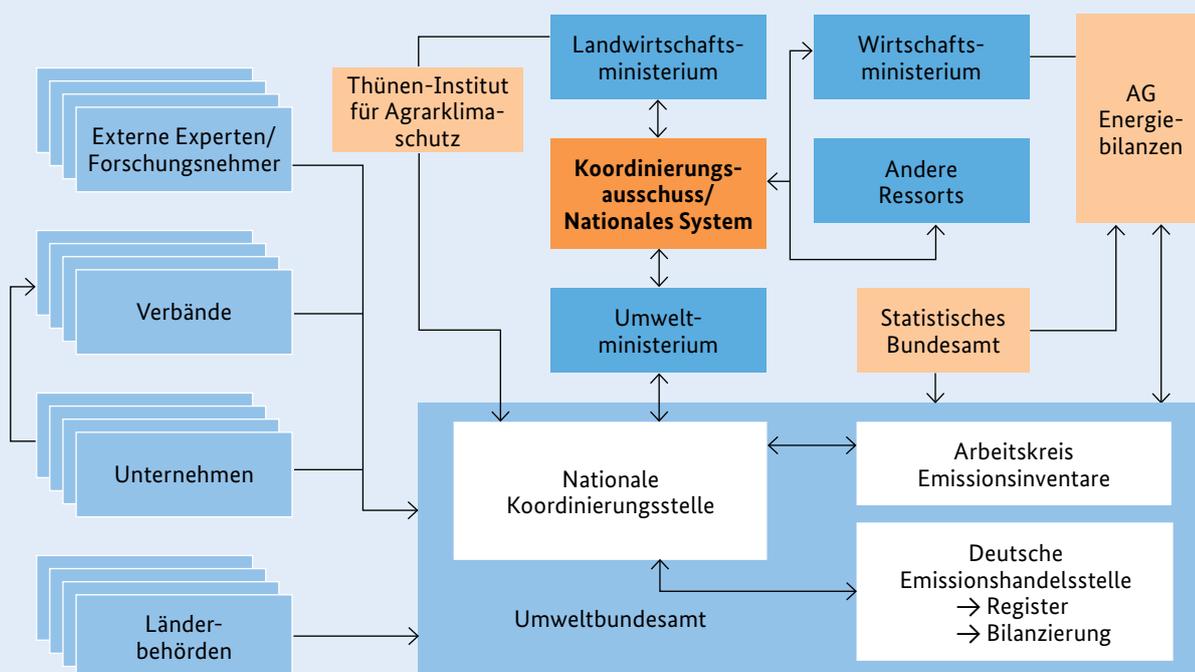
mit anderen Bundesinstitutionen beziehungsweise mit Industrieverbänden und Einzelunternehmen.

Die anforderungskonforme Institutionalisierung und Funktionsweise des Nationalen Systems wurde von allen bisherigen Überprüfungen im Rahmen des Kyoto-Protokolls bestätigt.

Das Nationale System wurde in Deutschland im Wesentlichen auf drei Ebenen institutionalisiert; auf ministerieller Ebene, auf Ebene des Umweltbundesamtes und der Ebene außerhalb der Bundesverwaltung.

Auf ministerieller Ebene ist das Nationale System federführend vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) durch eine Vereinbarung der Staatssekretäre der beteiligten Ministerien als Grundsatzpapier „Nationales System zur Emissionsberichterstattung“ vom 5. Juni 2007 etabliert. Mit der Einbeziehung der Bundesministerien des Innern (BMI); der Verteidigung (BMVg); der Finanzen (BMF); für Wirtschaft und Technologie (BMWi); für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMLV) werden alle wesentlichen Einrichtungen in die Erstellung der Emissionsinventare eingebunden, die einen fachlich hochwertigen Beitrag hierfür leisten können. Im Grundsatzpapier wurden die Zuständigkeiten der Bundesministerien definiert und beschlossen, das Nationale System auf bestehenden

Abbildung 15: Struktur des Nationalen Systems Emissionen (NaSe)



Quelle: UBA 2013c.

Datenströmen aufzubauen. Bei Fehlstellen in den Datenströmen sollen diese von den zuständigen Ressorts durch geeignete Aktivitäten geschlossen werden. Zur Begleitung des Prozesses der Berichterstattung richteten die beteiligten Ministerien einen Koordinierungsausschuss ein. Der Koordinierungsausschuss entscheidet auch über die Freigabe der Inventare und der nach den Artikeln 5, 7 und 8 des Kyoto-Protokolls notwendigen Berichte.

Ebenfalls im Grundsatzpapier „Nationales System zur Emissionsberichterstattung“ werden dem Umweltbundesamt die Aufgaben der Nationalen Koordinierungsstelle für Deutschland übertragen. Zu den Aufgaben der Nationalen Koordinierungsstelle gehören die Planung, Erstellung und Archivierung der Inventare und die Beschreibung dieser in den Inventarberichten sowie die Qualitätskontrolle und -sicherung bei allen relevanten Prozessschritten. Die Nationale Koordinierungsstelle dient als zentrale Anlaufstelle, koordiniert und informiert alle Teilnehmer des Nationalen Systems und bindet auf der Ebene des Umweltbundesamtes andere Facheinheiten in das Nationale System ein. Zur Koordinierung der Arbeiten innerhalb des Umweltbundesamtes wurde ein Arbeitskreis Emissionsinventare eingerichtet.

Die Instrumente der Nationalen Koordinierungsstelle werden detailliert im Kapitel 1.2.1.2 des NIR 2013 beschrieben.

Darüber hinaus sind zahlreiche Institutionen und Organisationen jenseits der Bundesverwaltung in das Nationale System eingebunden (siehe NIR 2013, Kapitel 1.2.1.4).

Abbildung 15 zeigt die Struktur der drei Ebenen des Nationalen Systems in Deutschland im Überblick. Eine detaillierte Beschreibung des Nationalen Systems in Deutschland kann dem NIR 2013, Kapitel 1.2.1 entnommen werden.

Das Grundsatzpapier „Nationales System zur Emissionsberichterstattung“ vom 5. Juni 2007 ist in Anhangkapitel 22.1.1 des NIR 2013 zu finden.

Zur Umsetzung der IPCC Good Practice Guidance zur Qualitätskontrolle und -sicherung innerhalb des Umweltbundesamtes wurde durch eine Hausanordnung im Jahre 2005 ein Qualitätssystem Emissionen etabliert, das im gesamten Prozess der Emissionsberichterstattung Geltung hat. Eine detaillierte Beschreibung des Qualitätssystems Emissionen ist in den Kapitel 1.3.3 und 1.6 des NIR 2013 zu finden.

2.5 Beschreibung der nationalen Register

Im Juni 2012 wurde die bestehende dezentrale Registerarchitektur des europäischen Emissionshandels grundlegend geändert. Durch das Unionsregister wurde eine EU-weite Standardisierung und Zentralisierung des Systems eingeführt, aber Benutzerkonten werden weiterhin von den Mitgliedstaaten verwaltet. Aufgrund der Tatsache, dass das Unionsregister von der Europäischen Kommission entwickelt und betrieben wird, ist der Großteil der Informationen über das nationale Register gemäß Absatz 32 Anhang des Beschlusses 15/CMP.1 von der EU-Kommission bereitzustellen. Der Beitrag zum sechsten Deutschen Nationalbericht wurde von der EU-Kommission am 27. Februar 2013 in englischer Fassung bereitgestellt. Der Text wurde unverändert übernommen und beginnt im nächsten Absatz – hier in Form einer informellen deutschen Sprachfassung.⁵⁹

Die EU-Kommission wies darauf hin, dass sie dem UNFCCC eine umfassende Dokumentation für die Zertifizierung des Unionsregisters zur Verfügung gestellt hat. Diese Dokumentation ergänzt die hier gegebenen Antworten zu 15/CMP.1 Anhang II.E Absatz 32. Die Antworten zu 15/CMP.1 Anhang II.E Absatz 32 (a), (g) und (h) wurden direkt von der deutschen Registerverwaltung gegeben.

Die im Jahr 2009 erlassene Richtlinie 2009/29/EG verfügt über die Zentralisierung der EU ETS-Operationen in ein einziges von der Europäischen Kommission betriebenes Europäisches Unionsregister, das auch den Luftverkehr mit einbezieht. Zur gleichen Zeit und um die Effektivität des Betriebs der jeweiligen nationalen Register zu erhöhen, haben die EU-Mitgliedstaaten, die auch Vertragsparteien des Kyoto-Protokolls (25) sind, sowie Island, Liechtenstein und Norwegen beschlossen, ihre Register auf eine konsolidierte Weise zu betreiben – im Sinne aller relevanten Beschlüsse bezüglich der Aufstellung der Register der Parteien, insbesondere Beschluss 13/CMP.1 und Beschluss 24/CP.8.

Im Hinblick auf Erfüllung der neuen Anforderungen der Verordnung 920/2010 und der Verordnung 1193/2011 der Kommission hat sich das EU-Register einer erheblichen Weiterentwicklung unterzogen. Die konsolidierte Plattform, die die nationalen Register in einer konsolidierten Form (einschließlich des EU-Registers) implementiert, wird Konsolidiertes Europäisches Registrierungssystem (CSEUR) genannt und wurde zusammen mit dem neuen EU-Register auf Grundlage der folgenden Modalitäten entwickelt:

59 Für die englische Fassung wird an dieser Stelle die von der Kommission erstellte Originalfassung verwendet.

- (1) Jede Vertragspartei behält seine Organisation als Registerverwalter, um das nationale Register dieser Vertragspartei aufrechtzuerhalten und bleibt für alle Verpflichtungen der Vertragsparteien, die über Register zu erfüllen sind, verantwortlich;
- (2) Jede von den Vertragsparteien in einem solchen konsolidierten System ausgegebene Kyoto-Einheit wird durch eine der konstituierenden Parteien ausgestellt und trägt weiterhin die Kennung der Ursprungspartei in seiner spezifischen Seriennummer;
- (3) Jede Vertragspartei behält ihren eigenen Satz von Nationalkonten gemäß Absatz 21 Anhang des Beschlusses 15/CMP.1. Jedes Konto innerhalb eines nationalen Registers hat eine spezielle Kontonummer, die aus der Kennung der Vertragspartei und einer Kennnummer innerhalb der Partei, wo das Konto geführt wird, besteht;
- (4) Kyoto-Transaktionen werden weiterhin zur UNFCCC Independent Transaction Log (ITL) weitergeleitet und durch dieses geprüft. ITL bleibt für die

Tabelle 17: Spezifikationen zum Absatz 32 Anhang des Beschlusses 15/CMP.1

Berichtspostition	Beschreibung
15/CMP.1 Anhang II.E Absatz 32.(a) Name oder Kontakt	<p>Die deutsche Registerverwaltung befindet sich in der Deutschen Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt. Die DEHSt ist die zuständige nationale Behörde für die Umsetzung der Markt-Instrumente des Kyoto-Protokolls. Die Kontaktinformationen lauten:</p> <p>Umweltbundesamt (UBA) Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) Bismarckplatz 1 14193 Berlin Bundesrepublik Deutschland</p> <p>Die Postanschrift lautet: Umweltbundesamt (UBA) Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) Postfach 33 00 22 14191 Berlin</p> <p>Das Register-Fachgebiet E 2.4, die zentrale Registerführung, besteht aus neun Mitarbeitern. Der Fachgebietsleiter Dr. Thomas Schütz ist der deutsche Registeradministrator.</p>
15/CMP.1 Anhang II.E Absatz 32.(b) Kooperation	<p>Die EU-Mitgliedstaaten, die auch Vertragsparteien des Kyoto-Protokolls (25) sind, sowie Island, Liechtenstein und Norwegen haben sich entschieden, ihre Register in konsolidierter Form zu betreiben. Das konsolidierte System der EU-Register wurde am 1. Juni 2012 zertifiziert und trat am 20. Juni 2012 in Kraft. Eine vollständige Beschreibung des konsolidierten Registers wurde in der allgemeinen Bereitschafts-Dokumentation und der spezifischen Bereitschafts-Dokumentation für das nationale Register der EU und alle konsolidierten nationalen Register erstellt. Diese Beschreibung enthält:</p> <ul style="list-style-type: none"> → Bereitschafts-Fragebogen → Anwendung Protokollierung → Änderungs-Management-Verfahren → Notfallwiederherstellung → manuelle Intervention → operativer Gesamtplan → Rollen und Verantwortlichkeiten → Sicherheitsplan → Zeitvalidierungsplan → Versionsänderungs-Management <p>Auch ein neuer zentraler Service Desk wurde eingerichtet, um die Registerverwalter des konsolidierten Systems zu unterstützen. Der neue Service Desk fungiert als zweite Unterstützungsebene (auf lokaler Ebene), der von den Parteien zur Verfügung gestellt wird. Er spielt auch eine wichtige Rolle bei der Kommunikation mit dem ITL Service Desk, vor allem bezüglich Konnektivitäts- oder Abstimmungsfragen.</p>

Quelle: DEHSt/EU-Kommission.

Fortsetzung

- Überprüfung der Richtigkeit und Gültigkeit dieser Transaktionen verantwortlich;
- (5) Das Transaction Log und die Register bringen ihre Daten weiterhin miteinander in Einklang, um die Konsistenz der Daten und die automatisierten Kontrollen des ITL zu gewährleisten;
- (6) Die Anforderungen der Absätze 44 bis 48 des Anhangs des Beschlusses 13/CMP.1 über die Bereitstellung von nicht vertraulichen Informationen für die Öffentlichkeit werden von jeder Vertragspartei einzeln erfüllt;
- (7) Alle Register befinden sich auf einer konsolidierten IT-Plattform und benutzen die gleichen Infrastruktur-Technologien. Die gewählte Architektur implementiert Modalitäten, die sicherstellen, dass die konsolidierten nationalen Register eindeutig identifizierbar, geschützt und voneinander unterscheidbar sind, insbesondere:

Berichtspostition	Beschreibung
15/CMP.1 Anhang II.E Absatz 32.(c) Datenbank-Struktur und die Kapazität des nationalen Registers	<p>Im Jahr 2012 hat das EU-Register eine erhebliche Weiterentwicklung im Hinblick auf die Erfüllung der neuen Anforderungen der Verordnung 920/2010 und der Verordnung 1193/2011 der Kommission als Umsetzung des konsolidierten Systems der EU-Register (CSEUR) erfahren.</p> <p>Eine vollständige Beschreibung des konsolidierten Registers wurde in der allgemeinen Bereitschafts-Dokumentation und der spezifischen Bereitschafts-Dokumentation für das nationale Register der EU und alle konsolidierten nationalen Register erstellt.</p> <p>Im Rahmen der Zertifizierung wurde das konsolidierte Register insbesondere Konnektivitäts-Tests, Konnektivitäts-Zuverlässigkeitsprüfung, Unabhängigkeitsprüfung und Interoperabilitäts-Tests unterzogen, um die Kapazität und die Konformität mit dem Data Exchange Standard (DES) zu demonstrieren. Alle Tests wurden erfolgreich durchgeführt und führten zu einer erfolgreichen Zertifizierung am 1. Juni 2012.</p>
15/CMP.1 Anhang II.E Absatz 32.(d) Einhaltung technischer Standards	<p>Die gesamte Veränderung zu einem konsolidierten System der EU-Register hat Änderungen der Register-Software und die erforderlichen neuen Konformitätsprüfung ausgelöst. Die vollständige Beschreibung des konsolidierten Registers wurde in der allgemeinen Bereitschafts-Dokumentation und der spezifischen Bereitschafts-Dokumentation für das nationale Register der EU und alle konsolidierten nationalen Register erstellt.</p> <p>Im Rahmen der Zertifizierung wurde das konsolidierte Register insbesondere Konnektivitäts-Tests, Konnektivitäts-Zuverlässigkeitsprüfung, einer Unterschiedlichkeits-Prüfung und Interoperabilitäts-Tests unterzogen, um die Kapazität und die Konformität mit dem DES zu demonstrieren. Alle Tests wurden erfolgreich durchgeführt und führten zu einer erfolgreichen Zertifizierung am 1. Juni 2012.</p>
15/CMP.1 Anhang II.E Absatz 32.(e) Abweichungen-Verfahren	<p>Die gesamte Veränderung zu einem konsolidierten System der EU-Register hat Änderungen auch bei den Abweichungen-Verfahren ausgelöst, wie in der aktualisierten Dokumentation über manuelle Eingriffe und dem operativen Plan beschrieben. Die vollständige Beschreibung des konsolidierten Registers wurde in der allgemeinen Bereitschafts-Dokumentation und der spezifischen Bereitschafts-Dokumentation für das nationale Register der EU und alle konsolidierten nationalen Register erstellt. Die Dokumente sind als Anhang an dieses Dokument angehängt.⁶⁰⁾</p>
15/CMP.1 Anhang II.E Absatz 32.(f) Sicherheit	<p>Die gesamte Veränderung zu einem konsolidierten System der EU-Register hat auch Änderungen bei der Sicherheit ausgelöst, wie im aktualisierten Sicherheitsplan beschrieben. Die vollständige Beschreibung des konsolidierten Registers wurde in der allgemeinen Bereitschafts-Dokumentation und der spezifischen Bereitschafts-Dokumentation für das nationale Register der EU und alle konsolidierten nationalen Register erstellt.</p>

Quelle: DEHSt/EU-Kommission.

Fortsetzung

60 Diese Anhänge wurden mit der ursprünglichen Übermittlung dieser Informationen an UNFCCC vorgelegt und sind hier nicht nochmals beigefügt.

Berichtsposition	Beschreibung												
<p>15/CMP.1 Anhang II.E Absatz 32.(g) Liste der öffentlich zugänglichen Informationen</p>	<p>Bislang werden die öffentlich zugänglichen Informationen über die Webseite des European Union Transaction Log (EUTL) veröffentlicht. Umgehend wird eine adäquate Lösung für den eigenen, deutschen Webauftritt zur Darstellung der öffentlichen Berichte erstellt.</p> <p>1. <i>13/CMP.1 Anhang II Absatz 45:</i></p> <p>Kontoinformation: Die Daten aller Konten können online eingesehen werden unter: www.ec.europa.eu/environment/ets/account.do?languageCode=en&account.registryCodes=DE&identifierInReg=&accountHolder=&search=Search&searchType=account&currentSortSettings= Die Daten von Betreiberkonten können online eingesehen werden unter: www.ec.europa.eu/environment/ets/oha.do?form=oha&languageCode=en&account.registryCodes=DE&accountHolder=&identifierInReg=&installationIdentifier=&installationName=&permitIdentifier=&mainActivityType=-1&complianceStatus=-1&search=Search&searchType=oha&currentSortSettings=</p> <p>2. <i>13/CMP.1 Anhang II Absatz 46: Information über Joint-Implementation-Projekte</i></p> <p>Die vollständige Dokumentation der JI-Projekte ist in der deutschen JI-Projekt-Datenbank enthalten, die unter der folgenden URL erreichbar ist. Die Datenbank enthält auch bereits registrierte, aber noch nicht genehmigte JI-Projekte. https://www.jicdm.dehst.de/promechg/pages/project1.aspx</p> <p>3. <i>13/CMP.1 Anhang II Absatz 47: Information über Einheitsinhalte und Transaktionen</i></p> <p>Die in (a), (d), (f) und (l) angeforderten Informationen sind als vertraulich eingestuft aufgrund des Artikels 83 Absatz 1 der Register-Verordnung Nummer 1193/2011 sowie des nationalen Datenschutzrechts und sind daher nicht öffentlich zugänglich. Transaktionen innerhalb der letzten fünf Jahre sind auch als vertraulich eingestuft, deshalb werden nur jene Transaktionen dargestellt, die vor mehr als fünf Jahren beendet worden sind. Die in (b), (c), (e), (g), (h), (i), (j) und (k) angeforderten Informationen sind öffentlich zugänglich: www.ec.europa.eu/environment/ets/transaction.do?languageCode=en&startDate=&endDate=&transactionStatus=4&fromCompletionDate=&toCompletionDate=&transactionID=&transactionType=-1&suppTransactionType=-1&originatingRegistry=DE&destinationRegistry=-1&originatingAccountType=-1&destinationAccountType=-1&originatingAccountNumber=&destinationAccountNumber=&originatingAccountIdentifier=&destinationAccountIdentifier=&originatingAccountHolder=&destinationAccountHolder=&search=Search&currentSortSettings=&resultList.currentPageNumber=1</p>												
	<p>4. <i>13/CMP.1 Anhang II Absatz 48: Information über autorisierte juristische Personen</i></p> <p>Die folgenden juristischen Personen sind von Deutschland autorisiert, Kyoto-Einheiten zu führen:</p> <table data-bbox="560 1608 877 1767"> <tr> <td>AAU</td> <td>Nur Bundesregierung</td> </tr> <tr> <td>ERU</td> <td>Jeder Kontoinhaber</td> </tr> <tr> <td>CER</td> <td>Jeder Kontoinhaber</td> </tr> <tr> <td>RMU</td> <td>Nur Bundesregierung</td> </tr> <tr> <td>tCER</td> <td>Nur Bundesregierung</td> </tr> <tr> <td>ICER</td> <td>Nur Bundesregierung</td> </tr> </table>	AAU	Nur Bundesregierung	ERU	Jeder Kontoinhaber	CER	Jeder Kontoinhaber	RMU	Nur Bundesregierung	tCER	Nur Bundesregierung	ICER	Nur Bundesregierung
AAU	Nur Bundesregierung												
ERU	Jeder Kontoinhaber												
CER	Jeder Kontoinhaber												
RMU	Nur Bundesregierung												
tCER	Nur Bundesregierung												
ICER	Nur Bundesregierung												

Quelle: DEHSt/EU-Kommission.

Fortsetzung

Berichtsposition	Beschreibung
15/CMP.1 Anhang II.E Absatz 32.(h) Internet-Adresse	Die Internet-Adresse des deutschen Teils des Unionsregisters ist: https://ets-registry.webgate.ec.europa.eu/euregistry/DE/index.xhtml
15/CMP.1 Anhang II.E Absatz 32.(i) Datenintegritäts-Maßnahmen	Die gesamte Veränderung zu einem konsolidierten System der EU-Register hat auch Änderungen bei Datenintegritäts-Maßnahmen ausgelöst, wie im aktualisierten Notfallwiederherstellungsplan beschrieben. Die vollständige Beschreibung des konsolidierten Registers wurde in der allgemeinen Bereitschafts-Dokumentation und der spezifischen Bereitschafts-Dokumentation für das nationale Register der EU und alle konsolidierten nationalen Register erstellt.
15/CMP.1 Anhang II.E Absatz 32.(j) Testergebnisse	Am 2. Oktober 2012 ging eine neue Software-Version (genannt V4) einschließlich Funktionalitäten, die die Versteigerung von Phase 3 und Luftverkehrsbe-rechtigungen ermöglichen, eine neue EU-ETS-Kontotyp- (Händlerkonto) und eine Vertrauenskonto-Liste in Produktion. Die Vertrauenskonto-Liste ergänzt die Reihe von Sicherheitsmaßnahmen im CSEUR. Diese Maßnahme verhindert eine Umbuchung aus einem Besitzkonto auf ein Konto, das kein Vertrauens-konto ist.

Quelle: DEHSt/EU-Kommission.

- (a.) Im Hinblick auf den Datenaustausch ist jedes nationale Register direkt zum ITL verbunden und unterhält eine deutliche und sichere Kommunikationsverbindung durch einen konsolidierten Kommunikationskanal (VPN-Tunnel);
- (b.) Das ITL bleibt für die Authentifizierung der nationalen Register verantwortlich und führt die volle und endgültige Aufzeichnung aller Transaktionen mit Kyoto-Einheiten und anderen administrativen Prozesse derart, dass diese Maßnahmen nicht bestritten oder abgelehnt werden können;
- (c.) Im Hinblick auf die Datenspeicherung gewährleistet die konsolidierte Plattform weiterhin, dass Daten vertraulich behandelt und gegen unbefugte Manipulationen geschützt werden;
- (d.) Die Datenspeicherarchitektur sorgt dafür, dass Daten, die zu einem nationalen Register gehören, eindeutig identifizierbar und von zu anderen konsolidierten nationalen Registern gehörenden Daten unterscheidbar sind;
- (e.) Darüber hinaus hat jedes konsolidierte nationale Register einen eindeutigen Benutzer-Eingangspunkt (URL) und einen individuellen Satz von Genehmigungs- und Konfigurationsregeln.

Nach der erfolgreichen Implementierung der CSEUR-Plattform wurden die 28 nationalen Register im Juni 2012 neu zertifiziert und am 20. Juni 2012 an ihren neuen nationalen Registern zugeschaltet. Während des Go-Live-Prozesses wurden alle relevanten Transaktions- und Beteiligungsdaten an die CSEUR-Plattform migriert und die einzelnen Verbindungen zu und vom ITL für jede Partei neu hergestellt.

3 Politiken und Maßnahmen

Klimaschutzpolitik bildet seit inzwischen mehr als zwei Dekaden ein herausgehobenes Feld deutscher Politik. Diese beruht auf einer umfassenden Strategie, die von der deutschen Bundesregierung bereits frühzeitig initiiert und stetig fortentwickelt wurde.

Mit dem Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramm aus dem Jahr 2007, dem 2010 verabschiedeten Energiekonzept und den Beschlüssen zur Beschleunigung der Energiewende vom Sommer 2011 – das sogenannte „Energiepaket“ – sind wichtige energie- und klimapolitische Strategien, Politiken und Maßnahmen verabschiedet worden. Im Energiekonzept sind zudem erstmals langfristige Energie- und Klimaschutzziele für Deutschland verabschiedet worden.

Im Rahmen der Analysen für den deutschen Projektionsbericht 2013 hat ein Forschungskonsortium im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit Szenarien für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland für den Zeitraum 2005 bis 2030 erarbeitet:

- ein Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS), in dem die bis Oktober 2012 sektoral in den verschiedenen Sektoren neu eingeführten oder maßgeblich geänderten klima- und energiepolitischen Maßnahmen berücksichtigt werden;
- ein Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS), in dem zusätzlich die Wirkung weiterer denkbarer klima- und energiepolitischer Instrumente (oder entsprechender Zielvorgaben) für die Szenarientwicklung berücksichtigt wird.

Der Projektionsbericht basiert auf Modellrechnungen, die im Rahmen des Projektes „Erstellung und Generierung von Treibhausgasemissionsszenarien als Grundlage für den Projektionsbericht 2013“ durch ein Konsortium von deutschen Forschungsinstituten im Auftrag der Bundesregierung durchgeführt wurden. In diese Modellrechnungen sind teilweise Emissionsprojektionen aus anderen Forschungsvorhaben der Bundesregierung eingeflossen. Die Bundesregierung macht sich die Ergebnisse der hier vorgelegten Szenarien für die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Deutschland nicht zu Eigen.

Im Folgenden werden die im Projektionsbericht 2013 im *Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS)* betrachteten Maßnahmen und Instrumente näher erläutert. Dies betrifft ausschließlich die sektorübergreifenden und sektorbezogenen Maßnahmen des Bundes. Institutionelle Maßnahmen sowie die klimaschutzpolitischen Aktivitäten der Länder und Kommunen wurden im Projektionsbericht 2013 nicht modelliert beziehungsweise nicht betrachtet.

Für die Ergebnisse der Projektionen des *Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenarios (MWMS)* wird auf den Projektionsbericht 2013 verwiesen.⁶¹

3.1 Allgemeiner und politischer Rahmen

3.1.1 Energiekonzept und Energiewende

Die Bundesregierung hat im September 2010 das Energiekonzept beschlossen, welches die energiepolitische Ausrichtung Deutschlands bis 2050 beschreibt und insbesondere Maßnahmen zum Ausbau der erneuerbaren Energien, der Netze und zur Energieeffizienz festlegt. Die Bundesregierung hat sich darin unter anderem zum Ziel gesetzt, die Treibhausgasemissionen in Deutschland bis zum Jahr 2020 um 40 Prozent, bis 2030 um 55 Prozent, bis 2040 um 70 Prozent und bis 2050 um 80 bis 95 Prozent zu reduzieren (jeweils bezogen auf das Basisjahr 1990) (siehe Tabelle 18).

Im Zuge der Kernschmelze im Fukushima-Daiichi-Kernkraftwerk, Japan, im März 2011 wurde die im Energiekonzept dargestellte Rolle der Kernkraft neu bewertet und die sieben ältesten Kernkraftwerke sowie planmäßig das Kernkraftwerk Krümmel dauerhaft stillgelegt. Zudem wurde festgelegt, dass der Betrieb der übrigen neun Kernkraftwerke schrittweise bis 2022 beendet wird. Durch das „Energiepaket“ vom 6. Juni 2011 wurden die Maßnahmen des Energiekonzepts ergänzt und ihre Umsetzung beschleunigt. Das Energiekonzept sowie die Energiewendebeschlüsse sehen 166 konkrete Maßnahmen, Novellen und Gesetzgebungsvorschläge vor, von denen ein Großteil bereits umgesetzt oder auf

61 www.cdr.eionet.europa.eu/de/eu/ghgpro/envuucoda/130313_Projektionsbericht_DE_final.doc/manage_document.

Tabelle 18: Übersicht Status quo THG-Ziele

	2011	2012 (vorläufige Daten AGEB)	2020	2030	2040	2050
Treibhausgasemissionen						
Treibhausgasemissionen (gegenüber 1990)	-26,4 %	-25,5 %	-40 %	-55 %	-70 %	-80 % bis -95 %

Quelle: BMWi/BMU: Monitoringbericht 2012.

den Weg gebracht wurde sowie durch neue, weitere Maßnahmen ergänzt wurde.

Zu den wichtigsten dieser Maßnahmen zählen weitreichende Gesetzesvorhaben und Fördermaßnahmen wie beispielsweise:

- die Novelle des Energiewirtschaftsgesetzes und das Netzausbaubeschleunigungsgesetz mit dem Ziel, die Grundlagen für eine koordinierte Netzplanung, auch im Hinblick auf die Netzanbindung von Offshore-Windparks, sowie eine Beschleunigung von Planungs- und Genehmigungsverfahren zu schaffen;
- die Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes zur Verbesserung der Markt- und Systemintegration von Erneuerbaren;
- die Novelle der Energieeinsparverordnung und die Aufstockung der KfW-Förderprogramme „Energieeffizient Bauen“ und „Energieeffizient Sanieren“ zur gezielten Förderung von Energieeffizienz in Gebäuden;
- die Novelle des Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetzes zur Steigerung der wirtschaftlichen Attraktivität von Kraft-Wärme-Kopplung für Kraftwerke.

Weitere Maßnahmen werden in den folgenden Kapiteln beschrieben.

3.1.2 Steuerung und Koordinierung der Energiewende

Aufgrund der gesamtgesellschaftlichen und -wirtschaftlichen Bedeutung der Energiewende hat die Bundesregierung für die Steuerung und Koordinierung integrative Strukturen und Arbeitsprozesse geschaffen. Mit allen wichtigen Akteuren der Energiewende werden in den etablierten Beteiligungsforen Lösungen für unterschiedliche Fragen diskutiert. Die wichtigsten Gremien sind:

- Steuerungskreis der Staatssekretäre: Steuerungskreis der Bundesregierung auf Ebene der Staatssekretäre, der zu wichtigen Vorhaben der Energiewende berichtet, Schwerpunkte setzt und neue Vorhaben abstimmt.
- Energiegespräche: halbjährliche Energiegespräche der Bundeskanzlerin und der zuständigen Bundesministerinnen und Bundesminister mit den Regierungschefinnen und -chefs der Bundesländer sowie regelmäßige fachliche und politische Konsultationen mit den Bundesländern.
- Plattform „Zukunftsfähige Energienetze“, Kraftwerksforum und Plattform Erneuerbare Energien: Dialog und Beteiligung der betroffenen Kreise zu zentralen Fragen der Energiewende.

Eine vollständige Übersicht über die Beteiligungsforen gibt Tabelle 19.

3.1.3 Monitoring der Energiewende

Im Herbst 2011 hat die Bundesregierung den Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ ins Leben gerufen. In diesem Prozess werden die Umsetzung der Maßnahmen des Energiekonzeptes und die Fortschritte bei der Zielerreichung mit Blick auf eine sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung regelmäßig überprüft. Der Prozess ist auf Dauer angelegt. Ein jährlicher Monitoring-Bericht stellt die Fakten und den Umsetzungsstand der Maßnahmen dar. Alle drei Jahre, erstmals im Jahr 2014, wird ein umfangreicher Fortschrittsbericht erstellt. Der Fortschrittsbericht beruht auf einer mehrjährigen Datenbasis und bietet Gelegenheit für tiefer gehende Analysen, für die gegebenenfalls statistische Sonderaufbereitungen notwendig sind. Die genannten Monitoring-Berichte werden gemeinsam von

Tabelle 19: Beteiligungsforen Energiewende

Forum	Ort und Teilnehmer	Themen	Häufigkeit
Bundeskanzlerin mit den Ministerpräsidenten der Bundesländer	Bundeskanzleramt	aktuelle Themen der Energiewende, Koordinierung des Umbaus	zweimal im Jahr
Energiegespräch der Bundeskanzlerin mit Wirtschaft und Zivilgesellschaft	Bundeskanzleramt	aktuelle Themen der Energiewende, Koordinierung des Umbaus	einmal im Jahr
Steuerungskreis der Staatssekretäre	Bundeskanzleramt	aktuelle Themen der Energiewende, Koordinierung des Umbaus	zweimal im Jahr
Monitoring-Bericht von BMWi und BMU	Ressorts	umfassende Beschreibung des Stands der Energiewende	Jährlicher Faktenbericht; alle drei Jahre umfangreicher Fortschrittsbericht
Kommission aus vier Energieexperten	keine Angabe	Begleitung des Monitoring-Prozesses; Votum	jährlich
Plattform „Erneuerbare Energien“	BMU, BMWi, Vertreter Erneuerbare-Energien-Branche, Energieversorger, Stadtwerke, Netzbetreiber, Länder, Kommunen	Reform des EEG, Koordinierung des Ausbaus der erneuerbaren Energien mit dem Ausbau der Netze, Zusammenspiel erneuerbare und konventionelle Energien	nach Bedarf, kontinuierlich
Plattform „Zukunftsfähige Netze“	BMWi, BMU Ressorts, Kraftwerksbetreiber, Netzbetreiber	Steuerungsprinzipien und Marktregeln, Koordinierung Erzeugung, Übertragung, Verbrauch	nach Bedarf, kontinuierlich
Plattform „Kraftwerksforum“	BMWi, BMU BNetzA, Länder, Energie- und Umweltverbände	Versorgungssicherheit, Systemstabilität zum Beispiel Vorschlag Erzeugungs-Monitoring, Gutachten zum Strommarktdesign	zweimal pro Jahr
Plattform „Forschungsforum Energiewende“	BMF, BMWi, BMU, Ministerien, Länder, Akademien, Wissenschaftsorganisationen, Universitäten, Wirtschaft und gesellschaftliche Gruppen	technologische Machbarkeit, ökonomische und rechtliche Belange	keine Angabe

Quelle: Bundesregierung (2013).

Bundeswirtschaftsministerium und Bundesumweltministerium unter Beteiligung der anderen betroffenen Ressorts erstellt und vom Bundeskabinett beschlossen. Sie werden nach Beschlussfassung im Bundeskabinett dem Deutschen Bundestag und dem Bundesrat zugeleitet.

Der Monitoring-Prozess wird wissenschaftlich begleitet. Eine unabhängige Kommission aus vier renommierten Energieexperten steht den Behörden beratend zur Seite und nimmt auf wissenschaftlicher Basis zu

den Berichten der Ministerien Stellung. Die Kommission besteht aus Prof. Dr. Andreas Löschel (Vorsitzender), Prof. Dr. Georg Erdmann, Prof. Dr. Frithjof Staif und Dr. Hans-Joachim Ziesing.

Für den Monitoring-Prozess wurde zudem eine Geschäftsstelle bei der Bundesnetzagentur eingerichtet, welche die Bundesregierung bei der Erstellung der Berichte unterstützt. Die jährlichen Berichte und die Kommentare der Expertenkommission sind über die Internetseite der Bundesnetzagentur verfügbar.⁶²

⁶² www.bundesnetzagentur.de/cln_1911/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/MonitoringEnergieDerZukunft/monitoringenergiederzukunft-node.html.

3.2 Sektorübergreifende Maßnahmen des Bundes

3.2.1 EU-Emissionshandel

Seit 2005 ist der Emissionshandel die zentrale, sektorübergreifende Maßnahme zur CO₂-Emissionsminderung in Deutschland. Der Emissionshandel verpflichtet Anlagen der Energieerzeugung und der energieintensiven Industrien zur Abgabe von CO₂-Zertifikaten für ihre CO₂-Emissionen des jeweiligen Vorjahres. Anfang 2013 begann die dritte Handelsperiode des EU-Emissionshandels, die bis zum Jahr 2020 läuft. Sie ist durch zahlreiche neue Regeln gekennzeichnet, die den europäischen Emissionshandel harmonisieren und in einigen Bereichen zentralisieren:

- Seit 2013 gibt es nur noch ein EU-weites Emissionshandelsbudget. Das Emissionsbudget dieser Anlagen wird seit 2010 jährlich um 1,74 Prozent reduziert. Für 2020 ergibt sich daraus eine Minderung im Emissionshandels-Bereich gegenüber den Emissionen 2005 von 21 Prozent.
- Der Anwendungsbereich wird erweitert unter anderem um Anlagen zur Herstellung von Aluminium und der chemischen Industrie. Auch werden seit Anfang 2013 weitere Treibhausgase – Stickoxide und perfluorierte Kohlenwasserstoffe – in den Emissionshandel einbezogen.
- Für die Stromerzeugung werden seit Anfang 2013 die Emissionszertifikate grundsätzlich versteigert. Damit wird vermieden, dass Stromerzeuger durch die Einpreisung der kostenlos vergebenen Zertifikate von sogenannten Windfall-Profits profitieren. Die Auktionierung erfolgt grundsätzlich EU-weit über eine gemeinsame Plattform. Deutschland macht jedoch von einem Sonderrecht Gebrauch und auktioniert über eine nationale Plattform.
- Mit Beginn der dritten Handelsperiode erfolgt die kostenlose Zuteilung an Industrieanlagen über EU-weit einheitlich festgelegte produktbezogene Benchmarks. Die Benchmarks orientieren sich an den zehn Prozent der effizientesten Anlagen eines Sektors in Europa und belohnen dadurch den Einsatz von CO₂-armen Technologien. Die kostenlose Zuteilung verringert sich im Zeitraum 2013 bis 2020 von 80 Prozent auf 30 Prozent.
- Sektoren mit einem erhöhten Risiko der Verlagerung in Drittstaaten erhalten eine 100 Prozent kostenlose Zuteilung auf der Basis der produktbezogenen Benchmarks.
- Im Rahmen der EU-weiten Harmonisierung der Regeln im Emissionshandel wurden auch

einheitliche Regeln zur Überwachung und Berichterstattung sowie zur Akkreditierung und Verifizierung beschlossen.

- Weiterhin wurde im Juni 2012 die zuvor bestehende dezentralisierte, von den EU-Mitgliedstaaten geführte Registerarchitektur durch das Unionsregister ersetzt, das eine EU-weite Standardisierung und Zentralisierung bewirkt. Zwar werden die Benutzerkonten weiterhin von den einzelnen Mitgliedstaaten geführt, die Entwicklung und Führung des Registers selbst obliegt jedoch der EU-Kommission. In Kapitel 1.20 finden sich Informationen der EU-Kommission gemäß § 32 des Anhangs II.E der Entscheidung 15/CMP.1.

Die neuen Regelungen sorgen dafür, dass das Ambitionsniveau des Emissionshandels deutlich erhöht wird, einheitliche Wettbewerbsbedingungen in der EU geschaffen werden und die Umsetzung des Emissionshandels insgesamt effizienter gestaltet wird.

Die Bundesregierung ist der Auffassung, dass ein funktionierender Emissionshandel ein zentraler Bestandteil der nationalen und europäischen Klimaschutzpolitik ist und bleiben muss. Daher wird sich die Bundesregierung aktiv in die von der Europäischen Kommission angestoßene Diskussion zur Fortentwicklung des europäischen Emissionshandels einbringen.

Im **Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS)** wird der EU ETS in den folgenden Sektoren wie folgt berücksichtigt:

- Für Stromerzeugungsanlagen wird ab 2013 eine vollständige Versteigerung der Emissionsberechtigungen vorgesehen. Die Wärmeerzeugung erhält im Jahr 2013 eine kostenlose Zuteilung in Höhe von 80 Prozent des Wärmebenchmarks, die bis zum Jahr 2020 auf 30 Prozent absinkt.
- Die energieintensive Industrie wird ab 2013 um einige neue Branchen wie die Aluminiumindustrie erweitert. Sie erhält eine kostenlose Zuteilung von 80 Prozent der Benchmarks im Jahr 2013, absinkend auf 30 Prozent im Jahr 2020. Sofern eine Branche auf der carbon-leakage-Liste steht, ist eine kostenlose Benchmark-Zuteilung von 100 Prozent vorgesehen. Weiterhin erhalten die jeweils anspruchsberechtigten Branchen eine Strompreiskompensation zum Ausgleich für indirekte CO₂-Kosten.
- Für alle Strom verbrauchenden Geräte und Anlagen wird der Strompreis unter Berücksichtigung des CO₂-Preises in Ansatz gebracht.
- 2012 wurde der Flugverkehr in das Emissionshandelsystem mit einbezogen.

3.2.2 Energie- und Klimafonds EKF, Energieeffizienzfonds und Nationale Klimaschutzinitiative

Einen wesentlichen Beitrag zur Umsetzung dieses Energiekonzeptes leistet die Errichtung des Energie- und Klimafonds (EKF) durch das Gesetz vom 8. Dezember 2010 (BGBl. I Seite 1807). Nach den Beschlüssen der Bundesregierung vom 6. Juni 2011 zur beschleunigten Energie- wende fließen dem EKF seit 2012 sämtliche Erlöse aus der Versteigerung von Berechtigungen zur Emission von Treibhausgasen (nach Abzug der Kosten für die Deutsche Emissionshandelsstelle) zu. Die Einnahmen werden für die Förderung einer umweltschonenden, zuverlässigen und bezahlbaren Energieversorgung und für Maßnahmen im Bereich des nationalen sowie internationalen Klima- und Umweltschutzes zur Verfügung gestellt.

Im **Mit-Maßnahmen-Szenario** werden die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) und der Energieeffizienz- fonds betrachtet:

Die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) des Bundes- ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktor- sicherheit (BMU) stellt eine wichtige Komponente des Integrierten Energie- und Klimaprogramms der Bun- desregierung (Meseberg 2007) sowie des Energiekonzep- tes der Bundesregierung (2010) dar. Seit 2008 wurden im Rahmen der NKI gezielte Förderprogramme entwickelt, die gesellschaftliche Prozesse und technologische Inno- vationen für eine deutschlandweite Umsetzung der na- tionalen Klimaschutzziele anstoßen sollen. Mit den The- menfeldern Kommunen, Wirtschaft, Verbraucher und Bildung verfolgt sie dabei einen differenzierten Ansatz. Sie fördert die Entwicklung von Klimaschutzkonzepten und deren Umsetzung, initiiert investive Impuls- und Breitenprogramme zur beschleunigten Marktdurch- dringung von Klimaschutztechnologien sowie innova- tive Projekte zur Information, Vernetzung und Qualifi- zierung. 2011 wurde die Nationale Klimaschutzinitiative erstmals um Mittel aus dem Energie- und Klimafonds (EKF) aufgestockt. Seit 2010 erfolgt bei der Weiter- entwicklung der NKI eine Orientierung am Leitbild „100 Prozent Klimaschutz“. Dazu sind bereits Konzepte für Förderrichtlinien entwickelt worden.

Die für die Nationale Klimaschutzinitiative verwen- deten Mittel stammen zum größten Teil aus dem Emis- sionshandel. In den Förderjahren 2008 bis 2011 flossen insgesamt etwa 899,7 Millionen Euro Fördermittel in Projekte und Programme der NKI oder wurden zur Aufstockung bereits bestehender Programme ver- wendet: 193,3 Millionen Euro gingen in die 21 Pro- jekte und vier Förderrichtlinien. Weitere 706,3 Mil- lionen Euro dienten zur Aufstockung bestehender

Förderprogramme des BMU (Marktanreizprogramm [MAP], Umweltinnovationsprogramm [UIP], For- schungsförderung Erneuerbare Energien [FuE]).

Darüber hinaus werden im Mit-Maßnahmen-Szena- rio die Wirkungen des Energieeffizienzfonds model- liert, der im Gesetz zur Einrichtung eines Sonderver- mögens „Energie- und Klimafonds“ (EKFG) vom 8. Dezember 2010 (BMF 2010) beschlossen wurde. Die dabei zugrunde gelegten Mittel des Fonds entsprechen der im Änderungsgesetz zum Energie- und Klimafonds (EKF) vom 6. Juni 2011 (BMF 2011) für 2011/2012 festgelegten finanziellen Ausstattung von: 2011: 90 Millionen Euro, 2012: 89 Millionen Euro. Wegen der Einnahmesituation im EKF mussten die ursprünglich angesetzten Mittel für die folgenden Jahre für den gesamten Energieeffizienzfonds nach unten korrigiert werden. Festgelegt wurden für 2013: 232,464 Millionen Euro; für 2014: 202,986 Millionen Euro; für 2015: 213,885 Millionen Euro und für 2016: 213,885 Millionen Euro. Die verbindliche Festlegung erfolgte im parlamentarischen Verfahren zur Aufstellung des Ge- samt-Haushalts 2013 im Herbst/Winter 2012. Im Rah- men dieses Vorhabens kann jedoch keine quantitative Bewertung der im Rahmen des Energieeffizienzfonds bereits geförderten oder geplanten Einzelprojekte er- folgen. Hier werden lediglich einige größere Projekte in den Endverbrauchssektoren Gebäude (Abschnitt 2.6.4), Private Haushalte Strom (Abschnitt 2.6.5) sowie Indus- trie und GHD (Abschnitt 2.6.6) als flankierende Maß- nahmen im Mit-Maßnahmen-Szenario berücksichtigt.

3.2.3 Energiebesteuerung

Bei dem im Mit-Maßnahmen-Szenario modellierten Gesetz zum Einstieg in die ökologische Steuerreform („Ökosteuern“) und Folgeänderungen in der Besteuerung von Energieprodukten handelt es sich um eine bereits mehr als ein Jahrzehnt zurückliegende Maßnahme, de- ren Wirkungen sich jedoch bis heute in Anpassungen verschiedener steuerlicher Belastungen von Energiepro- dukten durchziehen. Mit dem Gesetz zum Einstieg in die ökologische Steuerreform vom 24. März 1999 (BGBl. I Seite 378) wurden Energiesteuern erhöht und – in nach- folgenden Reformen – Steuergesetze so verändert, dass sie mehr Lenkungswirkungen im Sinne des Umwelt- schutzes enthalten. Als neue Verbrauchsteuer wurde eine Stromsteuer eingeführt mit gewissen Ausnahmen für das produzierende Gewerbe und regenerativen Energie- trägern (Stromsteuergesetz). Die Mineralölsteuer wurde nach ökologischen Kriterien gestaffelt, wobei bestimmte Verwendungszwecke begünstigt, andere verteuert wur- den. Von 1999 bis 2003 wurde die Steuer für Kraftstoffe in Schritten von umgerechnet circa drei Cent pro Liter

mehrmals erhöht. Das Gesetz zur Fortentwicklung der ökologischen Steuerreform vom 23. Dezember 2002 (BGBl. I Seite 4602) initiierte eine weitere, nach Umweltauswirkungen gestaffelte Erhöhung der Mineralölsteuer. Das Energiesteuergesetz vom 15. Juli 2006 löste das bis dahin geltende Mineralölsteuergesetz (MinöStG) ab und integrierte zur Umsetzung von Vorgaben der EU Richtlinie 2003/96/EG zur Restrukturierung der gemeinschaftlichen Rahmenvorschriften zur Besteuerung von Energieerzeugnissen und elektrischem Strom auch weitere fossile Energieträger. Das Gesetz regelt nun die Besteuerung aller Energiearten fossiler Herkunft (Mineralöle, Erdgas, Flüssiggase und Kohle) als auch der nachwachsenden Energieerzeugnisse Pflanzenöle, Biodiesel, Bioethanol und synthetische Kohlenwasserstoffe aus Biomasse als Heiz- oder Kraftstoff in der Bundesrepublik Deutschland.

3.2.4 Forschung und Entwicklung

Eine weitere Säule zur Unterstützung der Energiewende ist der Ausbau von Forschung und Entwicklung in den Bereichen Erneuerbare Energien und Energieeffizienz. Die deutsche Bundesregierung legte hierfür im Jahr 2011 mit dem 6. Energieforschungsprogramm „Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ die Grundlinien und Schwerpunkte ihrer Förderpolitik für die kommenden Jahre fest. Dieses Programm bildet einen wichtigen Schritt bei der Umsetzung des Energiekonzepts vom 28. September 2010, mit dem die Bundesregierung den Weg in das Zeitalter der erneuerbaren Energien beschreiten will. Deutschland soll eine der energieeffizientesten und umweltschonendsten Volkswirtschaften der Welt werden. Eine ausführliche Darstellung erfolgt in Kapitel 7.

3.3 Sektorbezogene Maßnahmen auf Bundesebene

Im Folgenden werden die sektorbezogenen Maßnahmen und Instrumente (MMS), die im Projektionsbericht 2013 betrachtet wurden, näher erläutert. Die Beschreibungen der Maßnahmen sind aus dem Projektionsbericht 2013 übernommen worden. Gegenüber dem 5. Nationalbericht sind hier folgende Maßnahmen neu:

- Novellierungen des KWK-Gesetzes vom Juni 2011 und vom Juli 2012,
- Förderung von Mini-KWK-Anlagen,
- Novellierung des EEG von 2012, inklusive der PV-Novelle 2012,
- Atomausstiegsbeschluss mit der Novellierung des AtomG vom Juli 2011.

3.3.1 Energie

3.3.1.1 Fossile Stromerzeugung

Maßnahmen und Instrumente des Mit-Maßnahmen-Szenarios in diesem Bereich umfassen:

- Einführung des EU-Emissionshandelssystems (vergleiche Kapitel 3.2.1)
- Abschaffung der Erdgassteuer für die Stromerzeugung: Die Besteuerung des Brennstoffeinsatzes zur Stromerzeugung sowie zur gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme wurde im Rahmen des Gesetzes zur Neuregelung der Besteuerung von Energieerzeugnissen und zur Änderungen des Stromsteuergesetzes vom 15. Juli 2006 (BGBl. I Nummer 33, Seite 1534 bis 1561) geändert. Danach ist seit dem 1. August 2006 die Nutzung von Erdgas grundsätzlich von der Steuer befreit, wenn es zur Stromerzeugung in ortsfesten Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von mehr als zwei Megawatt oder in ortsfesten KWK-Anlagen mit einem Monats- oder Jahresnutzungsgrad von mindestens 70 Prozent verwendet wird. Damit ist bei Vorliegen der oben genannten Voraussetzungen nun die Verstromung von Erdgas sowohl in Kondensation- als auch in KWK-Anlagen von der Steuer befreit (bis Juli 2006 galt dies lediglich für KWK-Anlagen mit den genannten Mindestnutzungsgraden). Dies erhöht die Attraktivität der im Vergleich zur Kohleverstromung emissionsarmen Erdgasverstromung.⁶³
- Entgelte für vermiedene Netznutzung: Mit dem im Sommer 2005 novellierten Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) sowie der dazugehörigen Strom-Netzentgeltverordnung (StromNEV) wurde erstmals ein gesetzlicher Anspruch auf Erstattung der durch dezentrale Stromeinspeisung vermiedenen Netznutzungsentgelte geschaffen. In einer Netz- oder Umspannebene mit dezentraler Einspeisung reduzieren

⁶³ Die Rechtslage hat sich zum 1. April 2012 durch das Gesetz zur Änderung des Energiesteuer- und des Stromsteuergesetzes sowie zur Änderung des Luftverkehrssteuergesetzes (Energie/Strom/LuftVStGÄndG) vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I 2012, Seiten 2436, 2725) grundlegend geändert. Die Besteuerung des Brennstoffeinsatzes zur Stromerzeugung sowie zur gekoppelten Erzeugung von Kraft und Wärme wurde den neuen EU-beihilferechtlichen Vorgaben angepasst. Seitdem ist die Nutzung von Erdgas grundsätzlich von der Energiesteuer in vollem Umfang entlastbar, wenn es zur Stromerzeugung in ortsfesten Anlagen mit einer elektrischen Nennleistung von mehr als zwei Megawatt oder in hocheffizienten und noch nicht abbeschriebenen ortsfesten KWK-Anlagen mit einem Monats- oder Jahresnutzungsgrad von mindestens 70 Prozent verwendet wird.

sich die vom Betreiber dieses Netzes an jenen der vorgelagerten Netzebene zu zahlenden Netzentgelte, da aus diesem Netz weniger entnommen werden muss. Die Differenz zu der Situation ohne dezentrale Einspeisung erhält der dezentrale Einspeiser für seine so erbrachte Netzdienstleistung, sie werden als vermiedene Netzentgelte bezeichnet. Die Berechnung von vermiedenen Netzentgelten erfolgt für jede Netzebene – also auch für die Umspannung. Demnach ist beispielsweise für eine ins Mittelspannungsnetz einspeisende Anlage das Entgelt für die Entnahme aus der Umspannung Hochspannung/Mittelspannung und nicht wie bislang die Entnahme aus der Hochspannung Basis für die Kalkulation der vermiedenen Netznutzung. Die Entgeltberechnung ist in der „Verbändevereinbarung über Kriterien zur Bestimmung von Netznutzungsentgelten für elektrische Energie und über Prinzipien der Netznutzung vom 13. Dezember 2001“ (VV II plus) geregelt.

- KWK-Gesetz 2002 mit Novellierungen 2008 und 2011 und Mai 2012, KWK-Förderung im EEG: Das Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) aus dem Jahr 2002 (KWKG 2002) löste das KWK-Vorschaltgesetz vom 12. Mai 2000 ab, das im Wesentlichen dem Bestandschutz von KWK-Anlagen diente. Mit dem KWKG 2002 sollte über den befristeten Schutz und die Förderung der Modernisierung bestehender Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen) sowie den Ausbau der Stromerzeugung in kleinen KWK-Anlagen und die Markteinführung von Brennstoffzellen ein Beitrag zur Erreichung der Klimaschutzziele der Bundesregierung geleistet werden. Im Rahmen des 2008 novellierten KWKG wurden ab 2009 auch KWK-Anlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von mehr als zwei Megawatt gefördert, sofern sie bis 2016 in Betrieb genommen werden. Die maximale Förderdauer betrug 30.000 Stunden beziehungsweise vier Jahre für industrielle KWK-Anlagen und sechs Jahre für Fernwärme-KWK-Anlagen. Die Betreiber förderberechtigter KWK-Anlagen erhalten einen Zuschlag für den erzeugten KWK-Strom, wobei sich die Höhe des Zuschlags nach der Anlagenkategorie richtet. Mit der (kleinen) Novellierung des KWKG am 30. Juni 2011 wurde der Geltungszeitraum auf KWK-Anlagen, die bis zum Jahr 2020 in Betrieb gehen, erweitert. Des Weiteren wurde die Deckelung auf vier beziehungsweise sechs Jahre aufgehoben. Insgesamt ist das novellierte KWKG die wichtigste Fördermaßnahme für die Kraft-Wärme-Kopplung in Deutschland. Darüber hinaus wird die KWK im Rahmen der

erneuerbaren Stromerzeugung gefördert sowie über den Wärmebenchmark des europäischen Emissionshandels. Nach dem KWKG wird auch der Aus- und Neubau von Wärmenetzen mit einem Investitionszuschuss gefördert. Da der überwiegende Teil der netzgebundenen Wärmeeinspeisung aus KWK-Anlagen erfolgt, wird dadurch indirekt die Nutzung der KWK ausgebaut oder zumindest stabilisiert. Die Novelle des KWKG vom Juli 2012 sieht erhöhte Vergütungssätze für Neuanlagen, die ab 2013 den Betrieb aufnehmen, sowie für modernisierte und nachgerüstete Bestandsanlagen vor. Zudem werden unter anderem auch Wärme-/Kältenetze und -speicher gefördert. Der gesetzlich vorgesehene Deckel der Förderung von 750 Millionen Euro pro Jahr wird beibehalten.

- Förderung von Mini-KWK-Anlagen: Mit den „Richtlinien zur Förderung von KWK-Anlagen bis 20 kW_{el}“ vom Januar 2012 sollen neben der weitreichenden Novelle des Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetzes zusätzliche Impulse für den breiten Einsatz auch von kleinen KWK-Anlagen gegeben werden. Neue Blockheizkraftwerke bis 20 kW_{el} in Bestandsbauten können nach diesem Förderprogramm einen einmaligen Investitionszuschuss erhalten, der nach der elektrischen Leistung der Anlagen gestaffelt ist. So erhalten zum Beispiel sehr kleine, für Ein- und Zweifamilienhäuser besonders geeignete Anlagen mit einer Leistung von einem kW_{el} 1.500 Euro, große Anlagen mit 19 kW_{el} hingegen 3.450 Euro.
- Die Anlagen dürfen nicht in einem Gebiet mit einem Anschluss- und Benutzungsgebot für Fernwärme liegen und müssen sowohl mit einem Wartungsvertrag betreut werden als auch anspruchsvolle Effizienzanforderungen erfüllen. Die Anforderungen der EU-KWK-Richtlinie für Kleinstanlagen müssen deutlich übertroffen werden. Die Primärenergieeinsparung muss für Anlagen kleiner 10 kW_{el} mindestens 15 Prozent und für Anlagen von 10 kW_{el} bis einschließlich 20 kW_{el} mindestens 20 Prozent betragen. Außerdem ist ein Gesamtnutzungsgrad von mindestens 85 Prozent einzuhalten. Weitere Anforderungen sind unter anderem das Vorhandensein eines Wärmespeichers mit einem Energiegehalt von mindestens 1,6 Kilowattstunde pro installierte kW_{th}, einer Steuerung und Regelung für eine wärme- und stromgeführte Betriebsweise inklusive eines intelligenten Wärmespeichermanagements sowie eines Messsystems zur Bestimmung des aktuellen Strombedarfs (Smart Meter) für Anlagen ab drei kW_{el}.⁶⁴

64 www.bafa.de/bafa/de/energie/kraft_waerme_kopplung/mini_kwk_anlagen/index.html.

Tabelle 20: Entwicklung der Vergütung für Strom aus solarer Strahlungsenergie

	Installierte Anlagenleistung von Dachanlagen				
	bis 10 kW	bis 40 kW	bis 1 MW	bis 10 MW	Freiflächenanlage bis 10 MW
Vergütungsfähiger Anteil des gesamten Stromertrages	100 Prozent	90 Prozent	90 Prozent	100 Prozent	100 Prozent
Inbetriebnahme					
ab 1. April 2012	19,50	18,50	16,50	13,50	13,50
Degression	1 %				
ab 1. Mai 2012	19,31	18,32	16,34	13,37	13,37
Degression	1 %				
ab 1. Juni 2012	19,11	18,13	16,17	13,23	13,23
Degression	1 %				
ab 1. Juli 2012	18,92	17,95	16,01	13,10	13,10
Degression	1 %				
ab 1. August 2012	18,73	17,77	15,85	12,97	12,97
Degression	1 %				
ab 1. September 2012	18,54	17,59	15,69	12,84	12,84
Degression	1 %				
ab 1. Oktober 2012	18,36	17,42	15,53	12,71	12,71
Degression	in Abhängigkeit des Zubaus im Juli, August und September 2012				
ab 1. November 2012	Bekanntgabe durch die Bundesnetzagentur spätestens am 31. Oktober 2012				

Quelle: BMU 2012.

3.3.1.2 Erneuerbare Stromerzeugung

Maßnahmen und Instrumente des **Mit-Maßnahmen-Szenario** in diesem Bereich umfassen:

- Das zentrale Instrument zum Ausbau der erneuerbaren Energien ist das EEG. Mit der Novelle des EEG 2012, inklusive der PV-Novelle 2012, gelten für die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien die in Tabelle 20 dargestellten neuen Vergütungsregelungen. Nicht berücksichtigt ist die 2013 begonnene Diskussion zu einer grundlegenden Reform des EEG, da noch keine politischen Beschlüsse zur Ausgestaltung der Reform vorliegen.
- Für Photovoltaikanlagen, die ab dem 1. April 2012 in Betrieb genommen werden, gelten die hier dargestellten Vergütungssätze. Im Oktober 2012 werden die Vergütungen erstmals nach dem neuen „atmenden Deckel“ durch die Bundesnetzagentur für die nächsten drei Monate (November, Dezember 2012, Januar 2013) neu festgestellt und veröffentlicht. Dies wiederholt sich dann alle drei Monate.
- Flankiert wird die EEG-Novelle durch die Beschlüsse zur Energiewende vom 6. Juni 2011. Durch das KfW-Programm Offshore Windenergie werden

fünf Milliarden Euro für die Finanzierungsunterstützung von bis zu 10 Projekten bereitgestellt, um die Finanzierungssituation der Offshore-Projekte zu verbessern.

Weiterhin wurde das Bauplanungsrecht novelliert und so die baurechtliche Planungssituation für Photovoltaik und Windenergie-Repowering-Projekte erleichtert. Zusätzlich soll der Ausbau des Stromnetzes durch die EnWG-Novellen 2011 und 2012 und das Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG) verbessert werden. Hierzu gehören Erleichterung für den Bau von Erdkabeln bis zur 110-kV-Ebene, Sammelanbindungen für Offshore-Windparks und verbesserte Öffentlichkeitsbeteiligung und Planungsstrukturen für überregionale Leitungen. Die Projektionen des aktuellen „Nationale Aktionsplan für erneuerbare Energien“ (NREAP) gelten als Grundlage für die Projektion der Entwicklung der erneuerbaren Energien im Stromsektor bis 2020. Im weiteren Verlauf bis 2030 wird das Szenario „Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global“ (Update der Leitszenarien) vom Dezember 2010 sowie die Langfristszenarien vom 5. April 2012 zu Grunde gelegt.

Tabelle 21: Maßnahmen zur Emissionsminderung im Bereich Energie

Maßnahme	Ziel (quantitativ)	Betrof- fene(s) THG	Art des Instruments	Umsetzungs- stand (Wirkungsbeginn)	Minderung in Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalenten		
					2010	2015	2020
Einführung des Emissionshandels	Kosteneffektive CO ₂ -Minderung	CO ₂ , N ₂ O, PFC	ökonomisch	2005	keine Angabe	5	3
Abschaffung der Erdgassteuer	Erhöhung der Attraktivität der Erdgasverstromung	CO ₂	fiskalisch	2006	keine Angabe	0	0
Entgelt für vermiedene Netznutzung	Ökonomische Verbesserung dezentraler Einspeiser	CO ₂	ökonomisch	2001	keine Angabe	0	0
KWKG	Vergütung von KWK-Stromerzeugung a) große Anlagen b) BHKW	CO ₂	ökonomisch	2002, Novellierungen 2008, 2011 und 2012	keine Angabe	a) 0 b) 1	a) 0 b) 3
Förderung von Mini-KWK-Anlagen	Investitions-kostenzuschuss für kleine KWK-Anlagen (BHKW)	CO ₂	ökonomisch	2012	keine Angabe	0	1
EEG	Mindestvergütung für Strom aus EE	CO ₂	regulato- risch ökonomisch	2000, mehrere Novellierungen (zuletzt 2012)	keine Angabe	7	14
Stromeinsparung	Verringerung des Stromverbrauchs gegenüber OMS	CO ₂	andere	2010	keine Angabe	16	28

Quelle: Projection Report 2013.

3.3.2 Verkehr

Im Folgenden sind Maßnahmen des **Mit-Maßnahmen-Szenario** zur Reduktion von Treibhausgasen im Verkehrssektor abgebildet, die bis zum 30. Juli 2012 beschlossen wurden und somit bereits in Kraft getreten sind oder in näherer Zukunft in Kraft treten werden.

→ CO₂-Emissionsstandards Pkw: Im Rahmen der EU-Verordnung 443/2009 wurde für in der EU neu zugelassene Pkw für das Jahr 2015 ein durchschnittlicher CO₂-Emissionszielwert von 130 Gramm CO₂ je Kilometer festgelegt. Dieser Emissionszielwert soll schrittweise bis 2015 erreicht werden. Für das Jahr 2020 ist als Zielgröße der Wert 95 Gramm CO₂ je Kilometer in der Verordnung festgeschrieben, wobei derzeit ein Prozess zur endgültigen Festlegung der Berechnungsgrundlagen für den Emissionsstandard im Jahr 2020 stattfindet. Es wird davon ausgegangen, dass sich daraus keine Auswirkungen auf den Zielwert für 2020 ergeben. CO₂-Emissionsstandards leichte Nutzfahrzeuge (LNF): Mit der EU-Verordnung 510/2011 wurde für in der EU neu zugelassene LNF ein durchschnittlicher CO₂-Emissionszielwert

von 175 Gramm CO₂ je Kilometer eingeführt. Dieser Emissionszielwert soll schrittweise bis 2017 erreicht werden. Für das Jahr 2020 ist der CO₂-Emissionszielwert von 147 Gramm CO₂ je Kilometer hinterlegt, wobei derzeit ein Prozess für die endgültige Ausgestaltung der Verordnung für das Jahr 2020 stattfindet. Es wird davon ausgegangen, dass sich daraus keine Auswirkungen auf den Zielwert für 2020 ergeben. Über 2020 hinaus wird mit einer Weiterentwicklung der Technik gerechnet.

→ Biokraftstoffe: Durch das Biokraftstoffquotengesetz und dem darauf folgenden Gesetz zur Änderung der Förderung von Biokraftstoffen wurden mehrere EU-Richtlinien (vor allem EU-Richtlinien 2009/28/EG) umgesetzt und Biokraftstoff- beziehungsweise Treibhausgasminderungsquoten festgelegt. Bis zum Jahr 2014 sollen mindestens 6,25 Prozent des Energiegehalts der Gesamtkraftstoffmenge über Biokraftstoffe zur Verfügung gestellt werden. Ab 2015 wird auf eine Treibhausgasminderungsquote umgestellt, so dass ab 2015 drei Prozent, ab 2017 4,5 Prozent und ab 2020 sieben Prozent der Treibhausgasemissionen mit dem Einsatz von Biokraftstoffen gemindert werden sollen.

- In der Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung sind zudem die Nachhaltigkeitskriterien der EU-Richtlinien 2009/28/EG aufgenommen, so dass eingesetzte Biokraftstoffe derzeit mindestens eine Treibhausgas-minderung von 35 Prozent gegenüber konventionellen Kraftstoffen erfüllen müssen. Dieser Wert erhöht sich im Jahr 2017 auf 50 Prozent, wobei nach 2016 in Betrieb genommene Anlagen ab 2018 eine Treibhausgas-minderung von 60 Prozent aufweisen müssen. Die Bewertung der Treibhausgas-minderung von Biokraftstoffen wird derzeit diskutiert und ein Vorschlag der EU-Kommission über einen Rechtssetzungsvorschlag zur Begrenzung des Beitrags der Biokraftstoffe auf Basis von Nahrungs- und Futterpflanzen zur Quoten-erfüllung sowie die verstärkte Anreizung von Rohstoffen, die geringere Effekte aus indirekten Landnutzungsänderungen (iLUC) erwarten lassen, wurde im Oktober 2012 vorgelegt und Anfang 2013 verhandelt.
- Effizienzsteigerung Seeverkehr: Mitte 2011 haben sich 49 Staaten im Umweltausschuss (Marine Environment Protection Committee [MEPC]) der International Maritime Organization (IMO) dazu verpflichtet, die Effizienz von Seeschiffen zu erhöhen (Energy Efficiency Design Index – EEDI). Die CO₂-Emissionen neuer Seeschiffe sollen bis 2019 um zehn Prozent, bis Ende 2024 um 20 Prozent und ab 2025 um mindestens 30 Prozent reduziert werden. Als Vergleichsbasis dient dafür die durchschnittliche Effizienz neuer Seeschiffe (nach Schiffstypen) der Jahre 1999 bis 2009. Für alle Bestandsschiffe ist ein Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP) verbindlich, um die Energieeffizienz von allen Schiffen zu erhöhen.
 - Lkw-Maut: Seit 2005 wird für Lkw ab einem zulässigen Gesamtgewicht von 12 Tonnen eine Lkw-Maut für Fahrten auf Autobahnen erhoben. Zum 19. Juli 2011 trat das neue Gesetz über die Erhebung von streckenbezogenen Gebühren für die Benutzung von Bundesautobahnen und Bundesstraßen (Bundesfernstraßenmautgesetz – BFStrMG) in Kraft. Dieses Gesetz löst das Autobahnmautgesetz für schwere Nutzfahrzeuge (ABMG) ab. Beide Gesetze sind im Wesentlichen inhaltlich identisch bis auf die maßgeblichen Änderungen zur Ausdehnung der Lkw-Maut auf bestimmte Bundesstraßen (Kriterien: Baulast des Bundes, direkter Autobahnanschluss, außerorts, Mindestlänge von vier Kilometern, mindestens zwei Fahrstreifen je Richtung und bauliche Abgrenzung). Seit August 2012 wird diese Mautausweitung umgesetzt. Die Mautsätze belaufen sich je nach Schadstoffklasse zurzeit auf 0,141 bis 0,274 Euro je Kilometer für Fahrzeuge mit bis zu drei Achsen. Für Fahrzeuge mit mehr als drei Achsen betragen sie 0,155 bis 0,288 Euro je Kilometer. Die Einbeziehung von Lärm- und Schadstoffkosten in die Lkw-Maut sind im Rahmen der EU-Richtlinie 62/1999 möglich, aber politisch bisher nicht angestrebt. Die Richtlinie gilt für Nutzfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 3,5 Tonnen. Deutschland macht aufgrund der hohen Kosten von einer Ausnahmeregelung Gebrauch und erhebt die Lkw-Maut ab 12 Tonnen zulässigem Gesamtgewicht.
 - Änderung der Kfz-Steuer: Seit Juli 2009 staffelt sich die Höhe der Kfz-Steuer für neue Pkw nicht mehr nach Schadstoffklassen und Hubraum, sondern nach spezifischer CO₂-Emission und Hubraum. Von 2011 bis 2013 erstmals zugelassene Diesel-Pkw der EURO-6-Abgasstufe sind in Höhe von maximal 150 Euro von der Kfz-Steuer befreit. Seit 2010 wird die Kfz-Steuer für alle drei- und vierrädrigen Leicht-Kfz nach Schadstoffklassen und Hubraum bemessen. Eine von fünf auf zehn Jahre verlängerte und auf alle Fahrzeugarten erweiterte Steuerbefreiung für reine Elektro-Fahrzeuge ist beabsichtigt und wird voraussichtlich Ende 2012 vom Bundestag beschlossen.
 - Luftverkehrssteuer: Seit 2011 wird eine Luftverkehrssteuer auf Rechtsvorgänge (im Normalfall den Erwerb eines Flugtickets) erhoben, die einen Fluggast zum Abflug von einem deutschen Flughafen berechtigen. Die Höhe der Luftverkehrssteuer ergibt sich aus einer pauschalierenden Betrachtung anhand der Entfernung zwischen dem Startort in Deutschland und dem Zielort. Für die Bestimmung der Entfernung wird – aus Gründen der Vereinfachung – immer die Entfernung des größten Verkehrsflughafens des jeweiligen Ziellandes von Frankfurt am Main als größter deutscher Verkehrsflughafen zu Grunde gelegt. Die im Luftverkehrsteuergesetz normierten Steuersätze unterscheiden dabei nach drei Distanzklassen und betragen seit Anfang 2012 pro Fluggast bei 7,50 Euro (2011: 8,00 Euro), 23,43 Euro (2011: 25,00 Euro) und 42,18 Euro (2011: 45,00 Euro).
 - Emissionshandel Flugverkehr: Seit 2012 sind alle in der EU startenden und landenden Flüge in den europäischen Treibhausgasemissionshandel einbezogen, Basis für die Ermittlung der Anzahl der Zertifikate ist der Durchschnitt der jährlichen Emissionen der Jahre 2004 bis 2006. Die zugeteilte Emissionsmenge wird 2012 auf 97 Prozent und ab 2013 auf 95 Prozent dieses Wertes begrenzt. Dabei werden 85 Prozent der Emissionszertifikate kostenlos verteilt, 15 Prozent werden versteigert. Der Vollzug für außereuropäische Flüge ist mit Beschluss vom 25. April 2013 befristet ausgesetzt worden. Dieser sogenannte „Stop-the-clock“-Beschluss sieht im Kern vor, dass die EU-Mitgliedstaaten auf Sanktionen für die Nichterfüllung von Berichts- und Abgabepflichten für die Jahre 2010 bis 2012 hinsichtlich aller Flüge zwischen Europa und Drittstaaten verzichten. Die Verpflichtungen für Flüge

innerhalb der EU und weiteren Gebieten (zum Beispiel überseeische Gebiete, Beitrittsstaaten, Schweiz) bleiben vom Beschluss unberührt. Damit sollte ein Signal des guten Willens an die ICAO-Verhandlungen gesendet werden. Angesichts des Ergebnisses der ICAO-Versammlung vom 25. September bis 4. Oktober 2013 wird zu prüfen sein, ob

und wie der Emissionshandel angepasst werden sollte. Diese Regelung ist aufgrund des Stichtags für die Maßnahmendefinition in Kapitel 4.4.4 nicht berücksichtigt.

→ Förderung Elektromobilität: Die Bundesregierung hat das Ziel, Deutschland zum Leitmarkt und Leitanbieter für Elektromobilität zu entwickeln. Bis zum

Tabelle 22: Maßnahmen zur Emissionsminderung im Bereich Verkehr

Maßnahme	Ziel (quantitative)	Betroffene(s) THG	Art des Instruments	Status (imple- mentiert, beschlossen, geplant)	Minderung in Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalenten		
					2010	2015	2020
CO ₂ -Emissions- standard Pkw	2012 bis 2019: 130 g CO ₂ /km; ab 2020: 95 g CO ₂ /km	CO ₂	regulatorisch	implementiert	0,1	1,1	2,5
CO ₂ -Emissions- standard LNF	2014 bis 2019: 175 g CO ₂ /km; ab 2020: 147 g CO ₂ /km	CO ₂	regulatorisch	implementiert	0	0	0,1
Biokraftstoff- beimischung	THG-Minderungsquoten: ab 2015 drei Prozent, ab 2017 4,5 Prozent, ab 2020 7 Prozent (= 12 Prozent Beimischung)	CO ₂	regulatorisch	implementiert	1,9	2,8	5,1
Effizienzsteigerung Seeverkehr	a) CO ₂ -Minderung: bis 2019: 10 Prozent bis 2024: 20 Prozent ab 2025: 30 Prozent b) Managementplan Energieeffizienz	CO ₂	Freiwillige Selbstver- pflichtung	implementiert	0,3	0,9	1,6
Lkw-Maut	Erhöhung der Maut auf 0,141 €/km bis 0,274 €/km und Ausweitung auf Bundesstraßen	CO ₂	ökonomisch	implementiert	1,4	1,3	1,2
Änderung Kfz-Steuer	Maßstab CO ₂ -Emissionen und Hubraum	CO ₂	fiskalisch	implementiert	0,6	0,8	0,8
Luftverkehrssteuer	Abgehende Flüge aus Deutschland, 2012: 7,50 bis 42,18 €/Ticket	CO ₂	fiskalisch	implementiert			
Emissionshandel Flugverkehr	Begrenzung der THG- Emissionen bezogen auf den Durchschnitt 2004 bis 2006 für 2012 auf 97 Prozent und ab 2013 auf 95 Prozent	CO ₂	ökonomisch	beschlossen	0	0,6	0,5
Förderung Elektromobilität	bis 2020 eine Millionen und bis 2030 sechs Millionen E-Fahrzeuge	CO ₂	Forschung	implementiert	0	0	0
Effizienzsteigerung Luftverkehr	a) Effizienzsteigerung zwei Prozent pro Jahr b) THG = konstant, durch alternative Kraftstoffe	CO ₂	Freiwillige Selbstver- pflichtung im Rahmen der ICAO	beschlossen a) Wirkung ab 2010 b) ab 2020	0	1,6	3,3

Quelle: Projektionsbericht 2013.

Jahr 2020 sollen eine Million, bis 2030 sechs Millionen Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren. Hierzu werden zurzeit Maßnahmen im Rahmen des *Regierungsprogramms Elektromobilität* vom Mai 2011 umgesetzt.

- Effizienzsteigerung Luftverkehr: Die ICAO (International Civil Aviation Organization) hat auf ihrer 37. Generalversammlung 2010 einen Plan zur Reduktion der Luftverkehrsemissionen beschlossen. In einer freiwilligen Selbstverpflichtung soll die Effizienz der eingesetzten Flugzeuge jährlich um zwei Prozent in Bezug auf das Kraftstoffvolumen verbessert werden. Zudem ist vorgesehen, die absoluten Treibhausgasemissionen ab 2020 – vorwiegend durch die Verwendung alternativer Kraftstoffe – konstant zu halten.

3.3.3 Gebäudebereich – Wärme und Kältebereitstellung

In diesem Abschnitt werden die Instrumente für den gesamten Gebäudebereich übergreifend dargestellt; die Quantifizierung der Wirksamkeit der jeweiligen Instrumente erfolgt separat nach den Sektoren Private Haushalte und Gewerbe, Handel und Dienstleistung. Eine Quantifizierung einzelner Instrumente ist oft nur mit großen Unschärfen möglich, da regelmäßig mehrere Instrumente (Ordnungsrecht, Förderung, informativische Instrumente) zusammenwirken.

Neben den bereits dargestellten sektorübergreifenden Politiken in Kapitel 3.2 existieren auch eine Reihe von Fördermaßnahmen, die speziell auf den Gebäudebereich wirken. Die Zusammenstellung der Maßnahmen in diesem Abschnitt umfasst die bis zum 30. April 2012 geltenden Politikinstrumente in ihrer jeweiligen Ausgestaltung. Im Folgenden werden die Hauptinstrumente des **Mit-Maßnahmen-Szenarios** dargestellt.

KfW-Programme zum energieeffizienten Sanieren und Bauen (CO₂-Gebäudesanierungsprogramm)

Mit dem im Rahmen des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms aufgelegten Förderprogramm „Energieeffizient Sanieren“ der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) wird die energetische Sanierung von Bestandsgebäuden, für die der Bauantrag vor dem 1. Januar 1995 gestellt wurde, durch zinsverbilligte Kredite sowie Zuschüsse unterstützt.

Gefördert werden die Sanierung zum KfW-Effizienzhaus sowie hocheffiziente Einzelmaßnahmen am Gebäude sowie der Anlagentechnik. Die Höhe der Förderung richtet sich nach dem erreichten Effizienzniveau.

Für die Förderung zum KfW-Effizienzhaus (KfW-EH) existieren im Bestand aktuell fünf Kategorien – KfW EH 55, KfW EH 70, KfW EH 85, KfW EH 100, KfW EH 115, die sich anhand des erreichten Jahresprimärenergiebedarfs und des auf die wärmeübertragende Umfassungsfläche des Gebäudes bezogenen Transmissionswärmeverlusts mit Bezug auf die Referenzwerte der Energieeinsparverordnung unterscheiden.⁶⁵ Zudem wird über den Förderbaustein KfW EH Denkmal die Sanierung von Baudenkmalen sowie besonders erhaltenswerter Bausubstanz gefördert. Bei Nachweis des erreichten KfW-Effizienzhaus-Niveaus wird zusätzlich ein Teil der Darlehensschuld erlassen (Tilgungszuschuss).

Förderfähige Einzelmaßnahmen unterliegen ebenfalls bestimmten Mindestanforderungen. Zu den Einzelmaßnahmen zählen unter anderem die Wärmedämmung der Außenwände, des Daches und der Geschossdecken sowie die Erneuerung der Fenster und Außentüren. Beim Austausch der Anlagentechnik werden Lüftungsanlagen, Brennwertkessel mit Heizöl oder Gas als Brennstoff sowie wärmegeführte KWK-Anlagen und Wärmeübergabestationen bei Anschluss an ein Wärmenetz gefördert. Erneuerbare-Energien-Wärmeerzeuger werden nur in Ergänzung zu den genannten Anlagen gefördert.

Anlagen zur Nutzung Erneuerbarer-Energien-Wärmeerzeuger werden bei umfassenden Sanierungen zum Effizienzhaus auch über das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ gefördert. Als Einzelmaßnahme ist eine Förderung unter anderem über das BAFA im Rahmen des „Marktanreizprogramms“ möglich (siehe unten). Die Kombination der Förderprogramme bei Einzelmaßnahmen ist nicht möglich.

Das ebenfalls aus dem CO₂-Gebäudeprogramm finanzierte KfW-Programm „Energieeffizient Bauen“ unterstützt hingegen den energieeffizienten Neubau. Gefördert wird die Errichtung, Herstellung oder der Ersterwerb von KfW-Effizienzhäusern durch zinsverbilligte Kredite. Zur Auswahl stehen KfW EH 40, KfW EH 55 und KfW EH 70. Bei Nachweis des erreichten KfW-Effizienzhaus-Niveaus 40 oder 55 wird zusätzlich ein Teil der Darlehensschuld erlassen (Tilgungszuschuss). Die

⁶⁵ Ein KfW-Effizienzhaus 70 Standard wird beispielsweise dann erreicht, wenn das Gebäude nicht mehr als 70 Prozent des Primärenergiebedarfs eines äquivalenten Neubaus entsprechend der EnEV erreicht. Bezogen auf die reine Gebäudehüllenanforderung (Ht') liegen die Werte jeweils 15 Prozent höher – für KfW 70 entsprechend maximal 85 Prozent des spezifischen Transmissionswärmekoeffizienten der EnEV.

Berechnung des Effizienzniveaus erfolgt dabei wie bei den KfW-Effizienzhäusern im Gebäudebestand.

Insgesamt stehen für die Programme „Energieeffizient Bauen“ und „Energieeffizient Sanieren“ aus dem Energie- und Klimafonds (EKF) 1,8 Milliarden Euro jährlich bis 2014 zur Verfügung.

Die Ergebnisse der jährlichen Evaluierungen der Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ der KfW finden sich unter folgendem Link: www.kfw.de/kfw/de/I/II/Download_Center/Fachthemen/Research/Studien_und_Materialien/Evaluationen_Energieeffizient_Bauen_und_Sanieren.jsp.

Energieeffiziente Sanierung der kommunalen und sozialen Infrastruktur

Im Bereich der kommunalen Gebäude werden über die KfW-Programme „IKK-/IKU-Energetische Stadtsanierung – Energieeffizient Sanieren“ Kommunen, kommunale Unternehmen, Gemeindeverbände und gemeinnützige Organisationen mit zinsverbilligten Krediten unterstützt. Gefördert werden Gebäude mit Baujahr vor 1995 über zinsvergünstigte Darlehen, die zum Standard KfW EH55, KfW EH70, KfW EH85, KfW EH 100 oder KfW EH Denkmal saniert werden und energieeffiziente Einzelmaßnahmen. Bei Nachweis des erreichten KfW-Effizienzhaus-Niveaus wird zusätzlich ein Teil der Darlehensschuld erlassen (Tilgungszuschuss).

Programme „Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmanager“ und „Energetische Stadtsanierung – Energieeffiziente Quartiersversorgung“

Mit dem neuen KfW-Förderprogramm „Energetische Stadtsanierung“ werden im Quartier umfassende Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz der Gebäude und der Infrastruktur angestoßen (Bestandteil des Energiekonzepts der Bundesregierung vom 28. September 2010), unter anderem um erneuerbaren Energien breitere Einsatzmöglichkeiten in innerstädtischen Altbauquartieren zu bieten und weitere Investorengruppen in den Sanierungsprozess einzubeziehen.

Hierzu werden die neu eingeführten Förderelemente zur Konzepterstellung und Umsetzungsbegleitung über Sanierungsmanager sowie für Investitionen in quartiersbezogenen Wärmeversorgungs-lösungen im Rahmen der Programme „Energetische Stadtsanierung – Zuschüsse für integrierte Quartierskonzepte und Sanierungsmana-

ger“ und „Energetische Stadtsanierung – Energieeffiziente Quartiersversorgung“ berücksichtigt.

Dieses Instrument greift das Problem einer heterogenen Eigentümer- und Wärmeversorgungsstruktur auf, indem es die Vielzahl der Eigentümergruppen, insbesondere auch die privaten Vermieter, verstärkt in den Sanierungsprozess einbezieht. Ferner ist gerade in dicht bebauten Innenstädten mit schützenswerter Bausubstanz eine behutsame Abwägung von energetischen Sanierungsmaßnahmen und baukulturellen Belangen von großer Bedeutung. In diesem Prozess kommt hinzu, dass verschiedene Maßnahmenzyklen bestehen können, etwa dadurch, dass kürzlich bereits Heizsystemaustausche stattgefunden haben können.

Marktanreizprogramm (MAP)

Mit dem MAP wird die Installation von Wärme-/Kälteerzeugern und Wärmespeichern sowie Wärmenetzen für die (anteilige) Nutzung erneuerbarer Energien gefördert, unter anderem zum Einsatz in Wohn- und Nichtwohngebäuden, für gewerbliche Zwecke und zur Einspeisung in Nah-/Fernwärmenetze.

Anlagen über 100 Kilowatt thermisch (bei Solarthermieanlagen ab 40 Quadratmeter) werden über Tilgungszuschüsse zur vorzeitigen teilweisen Tilgung von zinsverbilligten Darlehen im KfW-Teil des MAP (KfW-Programm Erneuerbare Energien, Variante Premium) gefördert. Kleinere EE-Heizungsanlagen erhalten Investitionszuschüsse aus dem BAFA-Teil des MAP über das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), die umgerechnet etwa zwischen acht und 18 Prozent der Anschaffungskosten ausmachen. Im KfW-Teil werden größere, dezentrale EE-Wärmeerzeugungsanlagen, Wärmenetze und große Wärmespeicher, Leitungen für den Transport unaufbereiteter Biogases, sofern das Biogas einer KWK-Nutzung oder einer Nutzung als Kraftstoff zugeführt werden soll, sowie (befristet bis 31. Dezember 2012) Anlagen für die Aufbereitung von Biogas zur Einspeisung ins Erdgasnetz gefördert (Darlehen und Tilgungszuschüsse).

Als Voraussetzung für eine Förderung über das MAP werden technologiespezifische Mindestanforderungen hinsichtlich der Anlageneffizienz sowie der Produktqualität (zum Beispiel „Solar-Keymark“) vorgeschrieben. Im BAFA-Teil wird für alle Anlagen (solar, Biomasse, Wärmepumpe), die in besonders effizienten Gebäuden installiert werden, ein Effizienzbonus gewährt. Dieser ist damit begründet, dass die Wirtschaftlichkeit von EE-Anlagen mit sinkendem Heizwärmebedarf – und damit geringer Kostenersparnis gegenüber

fossiler Versorgung – abnimmt. Daneben ist ein Bonus auch möglich für die gleichzeitige Installation eines Brennwertkessels mit einer förderfähigen Solarthermieanlage („Kesseltauschbonus“), für die gleichzeitige Installation einer Solar- und Biomasseanlage oder Solarthermie- und Wärmepumpenanlage (auch für die Kombination mit reinen Warmwasser-Solaranlagen) sowie für den Anschluss der Solaranlage an ein Wärmenetz.

Anlagen in neu errichteten Gebäuden (mit Bauantrag ab 1. Januar 2009) werden im BAFA-Teil grundsätzlich nicht gefördert, hiervon ist die Innovationsförderung ausgenommen. Für Neubauten greift die durch das EEWärmeG vorgeschriebene Nutzungspflicht (siehe unten).

Eine Förderung über das Marktanzreizprogramm ist grundsätzlich kumulierbar mit anderen öffentlichen Förderprogrammen. Eine Ausnahme bildet die Förderung von Einzelmaßnahmen über das KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“.

Im Jahr 2012 standen aus dem Bundeshaushalt im Titel 686 24 Kapitel 1602 laut Beschluss vom 21. März 2012 317,81 Millionen Euro zur Verfügung. Hiervon stehen für das Marktanzreizprogramm Mittel in Höhe von circa 250 Millionen Euro zur Verfügung, weitere 68 Millionen Euro sind für die NKI vorgesehen. Der Ansatz des oben genannten Titels kann aus Mitteln des Bundeshaushaltes bis auf 366 Millionen Euro aufgestockt werden. Darüber hinaus wurden seit dem 15. August 2012 die Fördersätze für Investitionen im Rahmen des MAP erhöht (BMU 2012). Diese Neuregelungen des MAP seit dem 15. August 2012 werden im Mit-Maßnahmen-Szenario bereits berücksichtigt.

Energieeinsparungsgesetz / Energieeinsparverordnung

Die Energieeinsparverordnung (EnEV), welche gesetzlich im Energieeinsparungsgesetz (EnEG) verankert ist, regelt die energetischen Mindestanforderungen an Neubauten sowie an Bestandsgebäuden im Falle einer größeren Sanierung. Die ordnungsrechtlichen Anforderungen gelten dabei sowohl für Wohn- als auch für Nichtwohngebäude, sofern diese regelmäßig geheizt oder gekühlt werden. Die derzeit geltende Verordnung ist die EnEV 2009 (Novellierung vom 29. April 2009, in Kraft getreten am 1. Oktober 2009). Das Verfahren zur Novellierung EnEV 2013 wurde mit dem Kabinettsbeschluss vom 16. Oktober 2013 abgeschlossen. Die Novellierung tritt voraussichtlich am 1. Mai 2014 in Kraft.

Aus der EnEV resultieren für neu zu errichtende Gebäude gebäudespezifische Maximalwerte für den Jahresprimärenergiebedarf für die Anwendungen Heizen, Warmwasserbereitstellung, Lüftung und Kühlung. Für Nichtwohngebäude wird zudem der Primärenergiebedarf für Beleuchtung einbezogen. Des Weiteren werden Mindestanforderungen an die Qualität der Gebäudehülle vorgeschrieben.

Die Berechnung erfolgt über ein Referenzgebäudeverfahren, welches zum einen die energetische Qualität der Bauteile (Dach, Außenwand, unterer Gebäudeabschluss, Fenster etc.) des Referenzgebäudes vorgibt, zum anderen auch eine Referenz für die Anlagentechnik beinhaltet. In die Berechnung des Jahresprimärenergiebedarfs gehen Primärenergiefaktoren der verwendeten Energieträger ein, die in der DIN V 18599: 2011-02 beziehungsweise DIN V 4701-10: 2003-08 definiert sind.

Aus der Berechnung resultiert der maximal zulässige Jahresprimärenergiebedarf eines entsprechenden Neubaus gleicher Geometrie, Gebäudenutzfläche und Ausrichtung. Die Referenzgebäude werden in der EnEV dabei in Wohn- und Nichtwohngebäude unterschieden.

Für Wohngebäude ist zudem die Mindestqualität der Gebäudehülle in Form von Höchstwerten des spezifischen Transmissionswärmeverlusts geregelt, welcher nach Art und Größe des Gebäudes (freistehend, Reihenhäuser) unterschieden wird. Bei Nichtwohngebäuden ist die Mindestqualität der Gebäudehülle durch Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der wärmeübertragenden Umfassungsfläche geregelt.

Bei Sanierungsmaßnahmen an bestehenden Gebäuden stellt die EnEV energetische Mindestanforderungen an die Qualität (U-Werte) des jeweiligen Außenbauteils, das Gegenstand des Austausches oder der Renovierung ist.

Alternativ zum sogenannten Bauteilverfahren gelten die Anforderungen an Bestandsgebäude im Fall einer Änderung, Erweiterung oder eines Ausbaus des Gebäudes auch dann als erfüllt, wenn der aus dem Referenzgebäudeverfahren resultierende Jahresprimärenergiebedarf sowie die Höchstwerte der Anforderungen an die Gebäudehülle eines äquivalenten Neubaus um nicht mehr als 40 Prozent überschritten werden.

Die Anforderungen an bestehende Gebäude greifen nur im Falle einer Renovierung / Instandsetzung des Gebäudes beziehungsweise bestimmter einzelner Bauteile. Damit begründet die EnEV nur eine bedingte und keine unbedingte Sanierungspflicht. Darüber hinaus unterliegen alle Bestimmungen der EnEV dem strikten Wirtschaftlichkeitsgebot des EnEG.

Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)

Das EEWärmeG schreibt für Neubauten mit Bauantrag ab dem 1. Januar 2009 vor, dass der Wärme- und Kälteenergiebedarf anteilig mit erneuerbaren Energien (EE) gedeckt werden muss (Primärpflicht). Mit der Regelung werden sowohl Wohn- als auch Nichtwohngebäude

erfasst. Mit der letzten Novellierung des Gesetzes im Jahr 2011 wurde die Nutzungspflicht zudem auf öffentliche Bestandsgebäude (Vorbildfunktion öffentliche Gebäude) ausgeweitet, die im Falle einer grundlegenden Renovierung mindestens 15 Prozent des Wärme- und Kälteenergiebedarfs aus EE decken müssen (im Falle des Einsatzes gasförmiger Biomasse mindestens 25 Prozent).

Tabelle 23: Primärpflicht (Nutzung erneuerbarer Energien) erfüllende Maßnahmen EEWärmeG

	Mindestanteil	Technologiespezifische Anforderungen
Solarthermie	<p>mindestens 15 Prozent des Wärme- und Kälteenergiebedarfs</p> <p>Pflichterfüllung ist gegeben, falls bei Wohngebäuden mit</p> <ul style="list-style-type: none"> - maximal zwei Wohnungen: Solarkollektoren mit mindestens 0,04 Quadratmeter Aperturfläche pro Quadratmeter Nutzfläche - mehr als zwei Wohnungen: Solarkollektoren mit mindestens 0,03 Quadratmeter pro Quadratmeter Nutzfläche 	Solar Keymark (flüssige Wärmeträger)
Gasförmige Biomasse	mindestens 30 Prozent des Wärme- und Kälteenergiebedarfs	<p>Nutzung erfolgt in hocheffizienter KWK-Anlage (dabei gelten die Anforderungen an KWK-Anlagen gemäß Anlage V).</p> <p>Ökologische Anforderungen an aufbereitetes Biogas (Erzeugung und Aufbereitung) hinsichtlich Methanemissionen, Stromverbrauch und eingesetzter Prozesswärme; Verwendung von Massenbilanzsystemen für das Biomethans</p>
Flüssige Biomasse	mindestens 50 Prozent des Wärme- und Kälteenergiebedarfs	<p>Nutzung in Heizkessel der besten verfügbaren Technik (derzeit Brennwert)</p> <p>Anforderungen an Bioöl:</p> <p>Einhaltung der Nachhaltigkeitskriterien gemäß BioSt-NachV</p>
Feste Biomasse	mindestens 50 Prozent des Wärme- und Kälteenergiebedarfs	Ökologische Anforderungen in Anlehnung an die Anforderungen der Kleinf Feuerungsanlagen-Verordnung sowie leistungsspezifische Effizienzanforderungen an den Kesselwirkungsgrad
Geothermie und Umweltwärme	mindestens 50 Prozent des Wärme- und Kälteenergiebedarfs	<p>Mindestanforderungen an die Jahresarbeitszahl (abhängig von der eingesetzten Technologie)</p> <p>Wärmepumpe verfügt über einen Wärmemengen- und Stromzähler, deren Messwerte die Berechnung der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpen ermöglichen Mindestanforderungen für die Ermittlung der Jahresarbeitszahl.</p> <p>Auszeichnung mit den Umweltzeichen „Euroblume“, „Blauer Engel“ oder dem Prüfzeichen „European Quality Label for Heat Pumps“ (Version 1.3) oder vergleichbarer Gütesiegel</p>

Quelle: Bürger et al. 2012.

Zur Erfüllung der Nutzungspflicht in Neubauten werden technologiespezifische Mindestanteile für die einzelnen erneuerbaren Energieträger vorgeschrieben.

Zudem werden Mindestanforderungen an die Qualität und die Effizienz der Technologien gestellt. Neben der Primärpflicht existiert eine Reihe von Ersatzmaßnahmen. So besteht die Möglichkeit, das Gesetz durch Unterschreitung der energetischen Anforderungen der EnEV an Primärenergie und Gebäudehülle um 15 Prozent zu erfüllen. Das Gesetz gilt auch als erfüllt, wenn der Wärme- und Kältebedarf zu mindestens 50 Prozent durch eine KWK-Anlage gedeckt werden oder die Wärmeversorgung über ein Wärmenetz erfolgt, welches zu mindestens 50 Prozent aus EE- oder KWK-Anlagen gespeist wird. Eine weitere Ersatzmaßnahme ist die Nutzung von Abwärme.

Eine Evaluierung des EEWärmeG liegt mit dem vom Bundeskabinett am 19. Dezember 2012 beschlossenen ersten Erfahrungsbericht der Bundesregierung zum Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz vor. Die in den vorangegangenen Paragraphen dargestellten ordnungsrechtlichen und finanziellen Förderinstrumente beinhalten alle auch informatorischen Komponenten, die in ihrer Bedeutung nicht zu unterschätzen sind. Die Wirkung von Politikinstrumenten kann daher generell nicht isoliert betrachtet werden.

Energieausweis

Eine wichtige informatorische Maßnahme für den Gebäudebereich, die als Bestandteil der EnEV dem Ordnungsrecht zuzuordnen ist, ist der Energieausweis. Schon die EnEV 2002 sah eine Energieausweispflicht bei Neubauten vor. Mit der EnEV 2007 wurde für den Gebäudebestand eine Energieausweispflicht bei Verkauf und Vermietung eingeführt. Der Energieausweis ist bei Verkauf oder Vermietung dem potenziellen Käufer oder Mieter zugänglich zu machen. Das Ziel des Energieausweises ist, Kennwerte für den Energiebedarf beziehungsweise -verbrauch in Gebäude transparent zu machen und ein Bewusstsein dafür zu schaffen. Bis Mai 2009, also noch in der Anfangsphase der Energieausweispflicht bei Verkauf und Vermietung, sind bereits 1,87 Millionen Energieausweise ausgestellt worden (BBSR 2010). Eine Vergleichbarkeit der durch den Energieausweis ausgewiesenen Kennwerte ist allerdings im Einzelfall nicht immer möglich, da die Ausstellung beziehungsweise die zugrundeliegende Berechnung entweder verbrauchsorientiert (Berechnung anhand des realen Verbrauchs) oder bedarfsorientiert (Berechnung nach Norm) erfolgen kann.

Informationsdienste der Deutsche Energie-Agentur (dena)

Die Deutsche Energie-Agentur informiert private Haushalte und Unternehmen seit dem Jahre 2000 über Maßnahmen und Hintergründe der effizienten und rationalen Energieverwendung von Strom sowie in Gebäuden, über die Möglichkeiten des Einsatzes erneuerbarer Energien sowie über Elektromobilität und effiziente Energiesysteme. Die dena informiert auf der Webseite mit einer Vielzahl von Studien, Broschüren und Informationen und führt Veranstaltungen und Projekte zu den genannten Themen durch. Dem Interessenten wurde seit der Gründung eine deutschlandweit zentrale, beständig wachsende Informationsbasis für die Möglichkeiten zum effizienten Einsatz von Energie und erneuerbaren Energien zur Verfügung gestellt.

Energieberatung vor Ort

Im Rahmen der Vor-Ort-Energieberatung werden Sanierungskonzepte von qualifizierten und unabhängigen Fachleuten für Wohngebäude finanziell gefördert. Für unterstützende Thermografieaufnahmen und Empfehlungen zur Stromeinsparung wird zusätzlich ein Bonus gewährt.

Seit 1. Juli 2012 wurden die Zuschüsse erhöht, höhere Anforderungen an die Qualifikation der Fachleute gestellt und die Beratungsergebnisse auf die geförderte energetische Gebäudesanierung ausgerichtet.

Es werden konkrete Maßnahmen empfohlen, die insgesamt zu einem Effizienzhaus führen, das förderfähig im KfW-Programm „Energieeffizient Sanieren“ ist. Entsprechende Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen müssen ebenfalls im Bericht enthalten sein. Die KfW-Förderung wird in die Wirtschaftlichkeitsberechnungen einbezogen.

Zur Qualitätssicherung von Vor-Ort-Energieberatungen sowie der Planung und Baubegleitung von KfW-geförderten Effizienzhäusern wurde Ende 2011 die Expertenliste für die Förderprogramme des Bundes im Wohngebäudebereich veröffentlicht. Es werden hohe Anforderungen an die Qualifikation gestellt und regelmäßige Weiterbildung ist eine Voraussetzung.

Evaluationen haben zum Ergebnis, dass eine Vor-Ort-Beratung dazu führt, dass durchschnittlich 20 Prozent mehr in energieeffiziente Maßnahmen investiert wird, als vorher geplant. Insgesamt führt das Programm zu zusätzlichen Einsparungen in den Größenordnungen von jährlich 70 Gigawattstunden und

2.400 Gigawattstunden⁶⁶ insgesamt über die Lebensdauer der Maßnahme.

Energieberatung private Haushalte

Das von der Bundesregierung geförderte bundesweite Projekt beim Verbraucherzentrale Bundesverband (vzbv) stößt ebenfalls durch bundesweite qualifizierte Energieberatung jährlich Maßnahmen an, die über ihre Lebensdauer Einsparungen von rund 2.000 Gigawattstunden⁶⁷ induzieren. Die Beratungen beziehen sich größtenteils auf den Gebäudebereich. Es wird persönliche Beratung in 650 Beratungsstellen, Beratung per E-Mail und per Telefon angeboten und seit Oktober 2012 zusätzlich Energiechecks, für die der Energieberater in den Haushalt beziehungsweise das Gebäude kommt.

3.3.4 Private Haushalte – Strom

Maßnahmen und Instrumente des **Mit-Maßnahmen-Szenarios** in diesem Bereich umfassen.

Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz (EnVKG) und Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (EnVKV)

Das Energieverbrauchskennzeichnungsgesetz (EnVKG)⁶⁸ regelt die Energieverbrauchskennzeichnung von energieverbrauchsrelevanten Produkten, Pkw und Reifen. Für den Bereich der energieverbrauchsrelevanten Produkte wird dieses ergänzt durch die Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (EnVKV)⁶⁹. Beide Rechtsakte setzen die EU-Richtlinie über die Angabe des Verbrauchs an Energie und anderen Ressourcen mittels einheitlicher Etiketten (RL 2010/30/EU) in nationales Recht um. Zu diesem Zweck wurde insbesondere der Geltungsbereich

Tabelle 24: Maßnahmen zur Emissionsminderung im Gebäudebereich

Maßnahme	Ziel (quantitative)	Betroffene(s) THG	Art des Instruments	Status (implementiert, beschlossen, geplant)	Minderung in Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalenten		
					2010	2015	2020
KfW-Programme	Erhöhung der Energieeffizienz im Bestand, bei Neubauten und kommunaler Infrastruktur	CO ₂	Förderung	implementiert	keine Angabe	2,39	3,84
MAP	Installation von Wärme-/Kälteerzeugern und Wärmespeichern sowie Wärmenetzen	CO ₂	Förderung	beschlossen	keine Angabe	0,42	0,7
EnEV 2009	energetische Mindestanforderungen an Neubauten sowie an Bestandsgebäude im Falle einer größeren Sanierung	CO ₂	regulatorisch	beschlossen	keine Angabe	1,07	1,55
EEWärmeG	anteilige Nutzung EE für Wärme- und Kälteenergiebedarf oder bestimmte Ersatzmaßnahmen	CO ₂	regulatorisch	beschlossen	keine Angabe	0,05	0,28
Flankierende Maßnahmen, zum Beispiel Energieausweis	Aufklärung der Akteure	CO ₂	regulatorisch und freiwillig	beschlossen	keine Angabe	0,53	1,17

Quelle: Projektionsbericht 2013.

66 ifeu 2008.

67 ifeu 2005.

68 In der aktuellen Fassung vom 10. Mai 2012 (BGBl. I 2012, Seite 1070).

69 In der aktuellen Fassung vom 30. Oktober 1997, zuletzt geändert am 10. Mai 2012 (BGBl. I, Seite 1070).

der nationalen Regelungen an die europäische Norm angepasst. Nunmehr können auch energieverbrauchsrelevante Produkte, die selber keine Energie verbrauchen, aber großen Einfluss auf den Energieverbrauch haben, mit dem EU-Energielabel gekennzeichnet werden. Weitere Regelungen des EnVKG betreffen die Zuständigkeiten in Deutschland, die Marktüberwachung sowie die Sanktionsmöglichkeiten der zuständigen Überwachungsbehörden bei den Bundesländern. Mit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) wurde außerdem eine zuständige Behörde benannt, der wesentliche Informations- und Koordinierungsaufgaben zukommen. Die EnVKV regelt insbesondere die konkrete Ausgestaltung der Kennzeichnungspflicht sowie Ordnungswidrigkeiten im Falle eines Verstoßes.

Die Festlegung einzelner Produktgruppen erfolgt seitens der EU-Kommission durch die Rahmenrichtlinie ergänzende, delegierte Verordnungen.⁷⁰ Im Mit-Maßnahmen-Szenario werden alle Produktgruppen berücksichtigt, für die bereits eine Pflichtkennzeichnung unter dieser Regelung besteht. Zudem wird die Wirkung dieses Instruments quantifiziert.

Bis Ende 2014 ist nach Artikel 14 der Richtlinie 2010/30/EU eine Überprüfung der Wirksamkeit der Richtlinie und ihrer delegierten Verordnungen durch die Europäische Kommission vorgesehen. Dieser Prozess wurde im Frühjahr 2013 durch Beauftragung einer umfassenden Studie eingeleitet. Erste Zwischenergebnisse sind nicht vor Januar 2014 zu erwarten.

Mindesteffizienzstandards

Definition und Ausgestaltung der Mindesteffizienzstandards nach der EU-Ökodesign-Richtlinie erfolgen analog zu den Sektoren Industrie und GHD (vergleiche Kapitel 1.9) und umfassen diejenigen Gerätegruppen, die im Haushaltssektor relevant sind.

Einführung intelligenter Zähler zur Stromverbrauchsmessung (Neubau)

Durch die 2010 in Kraft getretene Novelle des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) zur Liberalisierung des Messwesens werden innovative Verfahren der Strommessung sowie auch lastabhängige, zeitvariable Tarife ermöglicht und gefördert. Diese Novelle geht auf die

Richtlinie zu Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen (RL 2006/32/EG, EDL-RL) zurück. Darin ist die individuelle verbrauchsabhängige Erfassung und Abrechnung des Energieverbrauchs verankert. Nach Artikel 13 Absatz 1 EDL-RL sollen die Mitgliedstaaten sicherstellen, dass alle Endkunden in den Bereichen Strom, Erdgas, Fernheizung und/oder -kühlung und Warmbrauchwasser – soweit es technisch machbar, finanziell vertretbar und im Vergleich zu den langfristigen geschätzten potenziellen Einsparungen nicht kostenwirksam ist – individuelle Zähler zu wettbewerbsorientierten Preisen erhalten, die den jeweiligen Energieverbrauch des Endkunden und die Nutzungszeit regelmäßig widerspiegeln.

Vor diesem Hintergrund wurde § 21b des EnWG neu gefasst und § 40 Abs. 3 neu eingefügt. Danach müssen seit dem 1. Januar 2010 in Neubauten, bei größeren Sanierungen oder auf Nachfrage des Endkunden elektronische Stromzähler eingebaut werden, die dem jeweiligen Anschlussnutzer den tatsächlichen Energieverbrauch und die Nutzungszeit widerspiegeln (§ 21b Absatz 3a EnWG). Um die Maßnahme zwischen dem Mit-Maßnahmen-Szenario und dem NMS abzugrenzen, wurde im Mit-Maßnahmen-Szenario zunächst nur der Einsatz von intelligenten Messverfahren (Smart Meter) in Neubauten und seine Wirkung auf den Stromverbrauch modelliert. Bisherige Abschätzungen für Deutschland⁷¹ erwarteten Einsparungen durch die Nutzung von Smart Metern von rund fünf bis sechs Prozent des jährlichen Strombedarfs eines privaten Haushalts. Diese Abschätzungen sind jedoch nicht durch empirische Daten für Deutschland gesichert. Durch die derzeit laufenden Pilotprojekte vieler Energieversorger mit dem Einbau von Smart Metern in privaten Haushalten dürfte sich in den kommenden Monaten die empirische Datenbasis für die Abschätzung von Energieeinsparungen durch intelligente Messverfahren jedoch verbessern. Erste Ergebnisse auf der Grundlage von Messergebnissen für 600 Haushalte liegen bereits vor⁷², die die Größenordnung der obigen Abschätzungen im Wesentlichen bestätigen.

Flankierende Instrumente

Als flankierende Instrumente werden freiwillige Kennzeichnungen wie der Energy Star, der Blaue Engel oder das EU-Umweltkennzeichen berücksichtigt. Diese Regelungen sind derzeit insbesondere für Geräte aus der

70 Zu berücksichtigen ist weiter, dass teilweise noch Durchführungsrichtlinien unter der alten RL 92/75/EG in Kraft gesetzt wurden und so lange weitergelten, bis sie von neuen delegierten Verordnungen ersetzt werden. Dies betrifft insbesondere noch elektrische Backöfen.

71 UBA 2012b. Prognos/Öko-Institut 2009; BMU/ Jochem et al. 2008; KEMA 2009.

72 Schleich et al. 2011.

Tabelle 25: Maßnahmen zur Emissionsminderung im Bereich private Haushalte

Maßnahme	Ziel (quantitative)	Betroffene(s) THG	Art des Instruments	Status (implementiert, beschlossen, geplant)	Minderung in Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalenten		
					2010	2015	2020
Energieverbrauchs-kennzeichnungs-verordnung (EnVKV)	Verpflichtende Kennzeichnung des Energieverbrauchs und anderer Ressourcen von elektrischen Haushaltsgeräten und Teil der Haushaltslampen	CO ₂	regulatorisch	implementiert	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant
Mindeststandards I (EU Ökodesign-RL)	Mindeststandards für energieverbrauchende Produkte auf der Basis der Durchführungsmaßnahme bzw. niedrigste Lebenszykluskosten	CO ₂	regulatorisch	implementiert	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant
Smart Metering durch Novelle des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG)	Einführung intelligenter Zähler zur Stromverbrauchsmessung in Neubauten	CO ₂	regulatorisch	implementiert	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant

Diese Politiken und Maßnahmen führen zu indirekten Emissionsminderungen, die im Energiesektor verrechnet werden.

Quelle: Projektionsbericht 2013.

Unterhaltungselektronik sowie Bürogeräte von Bedeutung, der nationale Blaue Engel für eine große Zahl von Geräten. Der Einfluss dieser Instrumente auf den Stromverbrauch von Haushaltsgeräten lässt sich nur schwer quantifizieren, da eine Separierung der Maßnahmenwirkung vom allgemeinen energietechnischen Fortschritt und anderen Maßnahmen kaum möglich ist.

3.3.5 Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)

Maßnahmen und Instrumente des **Mit-Maßnahmen-Szenarios** in diesem Bereich umfassen:

3.3.5.1 Maßnahmen Prozesswärme / Dampf

EU-Emissionshandelssystem⁷³

In der Industrie wirkt der Emissionshandel vorwiegend auf die energieintensiven Branchen wie Metallherzeugung und -bearbeitung, Zementherstellung sowie die Glas- und Papierproduktion. In der Phase ab 2013 und

bis 2020 wird der Geltungsbereich um zusätzliche Branchen (vorwiegend aus der chemischen Industrie und der Nicht-Eisen-Metallindustrie) sowie in einigen Fällen (zum Beispiel Adipin- und Salpetersäureherstellung) um das Treibhausgas N₂O sowie für die Aluminiumherstellung um perfluorierte Kohlenwasserstoffe erweitert. Die Zuteilung freier Zertifikate erfolgt auf Basis von Benchmarking für den überwiegenden Teil der industriellen Emissionen beziehungsweise auf Basis von Fallbackansätzen (Wärmebenchmark, Brennstoffbenchmark beziehungsweise Prozessemissionsbenchmark) für die übrigen Emissionen. Emissionen, welche die Benchmarks überschreiten, müssen durch Zukäufe gedeckt werden. Der Cap des ETS und damit auch der Cap für den Industriesektor sinken jährlich um 1,74 Prozent. Außerdem wird die freie Zuteilung auf der Basis von Benchmarks in Branchen, welche nicht als carbon leakage gefährdet eingestuft sind, von 80 Prozent im Jahr 2013 auf 30 Prozent im Jahr 2020 und danach auf null linear zurückgefahren. Carbon-leakage-gefährdete Sektoren erhalten eine freie Zuteilung in Höhe von 100 Prozent des Benchmarks. Zwischen der zweiten und dritten Phase des EU ETS ist Banking zugelassen, das heißt, Überschüsse aus der zweiten Phase 2008 bis 2012 (zum Beispiel als Wir-

73 Siehe auch Kapitel 3.2 zu übergreifenden Instrumenten.

kungen der Finanz- und Wirtschaftskrise) können in die folgende Periode übertragen werden.

Spitzenausgleich im Rahmen des Energiesteuer- und des Stromsteuergesetzes

Am 1. Januar 2013 ist das Gesetz zur Änderung des Energiesteuer- und des Stromsteuergesetzes sowie zur Änderung des Luftverkehrsteuergesetzes vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I Nummer 57 Seite 2436 bis 2445) in Kraft getreten. Mit ihm wurde festgelegt, dass der sogenannte Spitzenausgleich über das Jahr 2012 hinaus für die nächsten zehn Jahre fortgeführt wird. Dabei bleiben die Eingangsvoraussetzungen zur Gewährung des Spitzenausgleichs (zum Beispiel Sockelbetrag) gegenüber dem bisherigen Modell unverändert. Daher geht die Bundesregierung davon aus, dass vom Spitzenausgleich weiterhin über 20.000 Unternehmen profitieren können und der Gesamtumfang des Spitzenausgleichs circa 2,3 Milliarden Euro pro Jahr beträgt.

Bisher war die Gewährung des Spitzenausgleichs an die Erfüllung der Emissionsminderungsziele aus der Klimaschutzvereinbarung geknüpft, die Ende 2012 auslief. Seit 2013 müssen nun für die Gewährung des Spitzenausgleichs zwei neue Voraussetzungen erfüllt sein: Erstens muss das begünstigte Unternehmen nachweisen, dass es spätestens bis Ende 2015 ein Energiemanagementsystem oder ein Umweltmanagementsystem nach EMAS eingeführt hat (beziehungsweise für KMU alternative Systeme). Zweitens muss die Energieintensität des produzierenden Gewerbes in Deutschland insgesamt im Vergleich zum Durchschnitt 2007 bis 2012 um einen gesetzlich festgelegten Zielwert abnehmen. Dieser Zielwert beträgt für die Bezugsjahre 2013 bis 2015 jeweils 1,3 Prozent pro Jahr und für 2016 bis 2022 jeweils 1,35 Prozent pro Jahr. Im Gesetz ist vorgesehen, dass die Zielwerte für die Antragsjahre 2019 bis 2022 (Bezugsjahre 2017 bis 2020) im Rahmen einer Evaluation im Jahr 2017 zu überprüfen sind.

Energieberatungen in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU)

KMU wird die Förderung einer qualifizierten und unabhängigen Energieberatung angeboten. Qualifizierte Experten identifizieren Potenziale zur Energieeinsparung und erstellen konkrete Maßnahmenvorschläge. Es wird sowohl eine kurze Initialberatung wie auch eine umfangreichere Detailberatung mit einem Zuschuss zum Beratungshonorar gefördert. Im Anschluss gewährt die Kreditanstalt für den Wiederaufbau (KfW) zinsgünstige Darlehen für Investitionen zur Verbesserung der Energieeffizienz im Rahmen des „Energieeffizienzprogramms“.

Mindesteffizienzstandards

Die Ökodesign-Rahmenrichtlinie 2009/125/EG (vormals Richtlinie 2005/32/EG) stellt den Rechtsrahmen für die Festlegung von Mindesteffizienzstandards für bestimmte energieverbrauchsrelevante Produkte im europäischen Binnenmarkt dar. Die Richtlinie 2009/125/EG ist durch das Energieverbrauchsrelevante-Produkte-Gesetz (EVPG) in deutsches Recht umgesetzt. Die Mindesteffizienzstandards werden nicht durch die Richtlinie selbst, sondern erst durch die auf ihrer Grundlage erlassenen Durchführungsmaßnahmen etabliert, in der Regel in der Form von direkt in den Mitgliedsstaaten geltenden EU-Verordnungen. Daneben hat die europäische Kommission auch die Möglichkeit, freiwillige Selbstvereinbarungen der Industrie als Alternative zu ordnungsrechtlichen Maßnahmen anzuerkennen. Die Erfüllung dieser Anforderungen muss gegeben sein, damit das Produkt die CE-Kennzeichnung tragen und damit in der EU in Verkehr gebracht oder in Betrieb genommen werden darf. Die Anforderungen werden auf Grundlage einer technischen, wirtschaftlichen und umweltbezogenen Analyse festgelegt. Hierzu wird für jede Produktgruppe eine Vorstudie durchgeführt, die eine Marktanalyse und eine technische Analyse der Produkte sowie die Ausarbeitung von Standardszenarien in verschiedenen Varianten beinhaltet. Derzeit befinden sich 17 Verordnungen in Kraft und weitere 18 Produktgruppen im Konsultationsforum beziehungsweise Regelungsausschuss. Darüber hinaus sind 11 Vorstudien in Bearbeitung (Stand 15. Oktober 2012). Es lassen sich derzeit drei Kategorien von Produktgruppen unterscheiden, die alle bereits im Mit-Maßnahmen-Szenario berücksichtigt werden sollen, für die jedoch unterschiedliche Annahmen zu treffen sind:

- Produktgruppen, für die es bis zu Beginn der Modellierung Durchführungsmaßnahmen gibt. Dies gilt für folgende Geräte (die teilweise nur dem Sektor private Haushalte zugeordnet werden): einfache Set-top-Boxen, Fernsehgeräte, Standby- und Scheinaus-Verluste, externe Netzteile, Klimageräte, Kleinventilatoren, Haushaltskühl- und -gefriergeräte, Haushaltslampen mit ungerichtetem Licht, Heizungsumwälzpumpen, Straßen- und Bürobeleuchtung, Elektromotoren, Umwälzpumpen, Ventilatoren, Haushaltswaschmaschinen sowie Haushaltsgeschirrspüler und Wäschetrockner. Gerätegruppenübergreifend gibt es noch eine Verordnung zu einem Teil der Leerlaufverluste. Für diese Produktgruppen wird die Einsparung im Mit-Maßnahmen-Szenario mit den Anforderungen beziehungsweise Anforderungsstufen berechnet, die in der Durchführungsmaßnahme beschlossen wurden.

- Produktgruppen, für die zumindest eine Vorstudie in Bearbeitung oder abgeschlossen ist oder gegebenenfalls schon ein Verordnungsentwurf vorliegt, werden im Mit-Maßnahmen-Szenario auf Basis der geringsten Lebenswegkosten (Least Life Cycle Cost – LLCC) modelliert, die in den Vorstudien, zum Teil noch im Entwurfsstadium, ausgewiesen werden. Der LLCC-Standard ist derjenige, der mit einer relativ großen Wahrscheinlichkeit mit der endgültigen Durchführungsmaßnahme implementiert wird.
- Produktgruppen, für die noch keine Vorstudie begonnen hat. Für diese Produktgruppen müssen im Mit-Maßnahmen-Szenario Annahmen zum erwarteten Mindeststandard getroffen werden, die der LLCC-Variante entsprechen (Expertenschätzung).

Öffentliche Beschaffung energieeffizienter Produkte

Das Bundeskabinett hat im Rahmen seiner Beschlüsse zur Energiewende vom 6. Juni 2011 die bereits im Energiekonzept vom 28. September 2010 enthaltene Ankündigung bestätigt, für die öffentliche Beschaffung hohe Energieeffizienzkriterien als ein wichtiges Kriterium bei der Vergabe öffentlicher Aufträge rechtlich verbindlich zu verankern. Dazu soll in einem ersten Schritt die Vergabeordnung (VgV) entsprechend angepasst werden.⁷⁴ Grundsätzlich sollen Produkte und Dienstleistungen beschafft werden, die im Hinblick auf ihre Energieeffizienz die höchsten Leistungsniveaus haben und zur höchsten Effizienzklasse gehören.

Förderung energieeffizienter Querschnittstechnologien

Ein Programm für Zuschüsse zur Förderung energieeffizienter Querschnittstechnologien in KMU im Rahmen des Energie- und Klimafonds (siehe Abschnitt 3.2.2) ist am 1. Oktober 2012 in Kraft getreten und am 19. September 2012 im Bundesanzeiger veröffentlicht worden. Gefördert werden danach Investitionen zur Erhöhung der Energieeffizienz durch den Einsatz von hoch effizienten, am Markt verfügbaren Querschnittstechnologien, wie zum Beispiel elektrische Motoren und Antriebe, Pumpen, raumlufttechnische Anlagen, Druckluftsysteme, Anlagen zur Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung sowie Beleuchtungsanlagen. Es werden sowohl Einzelmaßnahmen als auch Maßnahmen zu einer systemischen Optimierung von Teil- oder

Gesamtprozessen einschließlich einer vorhabenbezogenen Detailberatung gefördert. Das Förderprogramm wird vom BAFA durchgeführt.

3.3.5.2 Flankierende Instrumente

Änderungen im Energiesteuergesetz

Zum 1. Januar 2011 sind Änderungen im Energiesteuergesetz und im Stromsteuergesetz in Kraft getreten (unter anderem Reduzierung der allgemeinen Steuerermäßigung sowie des sogenannten Spitzenausgleichs).

Elektronische Stromzähler

Durch die 2009er Novelle des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) zur Liberalisierung des Messwesens werden innovative Verfahren der Strommessung sowie auch lastabhängige, zeitvariable Tarife ermöglicht und gefördert.

KfW-Programme zur Förderung der Energieeffizienz in Industrie und GHD

Hierzu zählen das KfW-Umweltprogramm, das KfW-Energieeffizienzprogramm sowie das BMU-Programm zur Förderung von Demonstrationsvorhaben. Hier ist insbesondere das KfW-Energieeffizienzprogramm hervorzuheben, aus dem im Anschluss an eine „Energieberatung im Mittelstand“ zinsvergünstigte Kredite für die Umsetzung der Energieeinsparinvestitionen vergeben werden.

Als Ergänzung zur Förderrichtlinie für hocheffiziente Querschnittstechnologien ist im Energie- und Klimafonds ebenfalls ein Förderprogramm für energieeffiziente und klimaschonende Produktionsprozesse vorgesehen. Eine entsprechende Förderrichtlinie wird derzeit vorbereitet. Nach aktuellem Stand soll die Förderung insbesondere an die Erreichung einer bestimmten Höhe an Mehrkosten für Energieeffizienz-Investitionen sowie an Mindestanforderungen an die erzielten Energie- und CO₂-Einsparungen gebunden werden.

Freiwillige Produktkennzeichnungen für energiebetriebene Produkte (Blauer Engel, Energy Star, EU-Blume): Seit 2009 ist Klimaschutz ein Schwerpunkt des Umweltzeichens Blauer Engel. Mittlerweile gibt es für mehr als

74 Entwurf einer Vierten Verordnung zur Änderung der Verordnung über die Vergabe öffentlicher Aufträge, Stand 6. Juni 2011, (www.bmwi.de/BMWi/Navigation/energie,did=405004.html).

Tabelle 26: Maßnahmen zur Emissionsminderung im GHD-Bereich

Maßnahme	Ziel (quantitative)	Betroffene(s) THG	Art des Instruments	Status (implementiert, beschlossen, geplant)	Minderung in Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalenten		
					2010	2015	2020
Emissionshandel	Cap and trade vor allem für energie- intensive Industrien	CO ₂	ökonomisch	implementiert	keine Angabe	0,76	1,52
Sonderfonds Energieeffizienz in KMU	Kopplung von bezu- schusster Energieberatung und zinsgünstigen Investitionskrediten für KMU	CO ₂	Förderung	implementiert	keine Angabe	0,68	1,12
Mindeststandards I (EU-ÖkodesignRL)	Mindeststandards für energieverbrauchende Produkte	CO ₂	regulatorisch	implementiert	keine Angabe	0,19	0,61
Änderung der Energie- besteuerung	Vergünstigungen der Energiesteuer sind geknüpft an Energiemanagement und Selbstverpflichtung zum Effizienzfortschritt	CO ₂	Freiwillige Selbstverein- barung	implementiert	keine Angabe	0,01	0,02
Förderprogramm Querschnitts- techniken in KMU	Investitionsförderung von Querschnittstechniken (Pumpen, Motoren, Abwärme etc.)	CO ₂	Förderung	implementiert	keine Angabe	0,01	0,02
Beschaffung energieeffizienter Produkte (Bund)	Beschaffung energie- effizienter Produkte und Dienstleistungen des Bundes	CO ₂	Freiwillige Selbstverein- barung	implementiert	keine Angabe	-	-

Quelle: Projektionsbericht 2013.

40 Produktgruppen entsprechende Vergabekriterien. Diese reichen vom Kühlschrank über den Computer bis zum Kaffeekocher. Das „Energy-Star-Programm“ stammt aus den USA und umfasst in der EU lediglich Bürogeräte. In beiden Systemen erfolgt keine Unterteilung in Effizienzklassen. Vielmehr wird das jeweilige Zeichen für alle Geräte vergeben, die einen festgelegten Mindeststandard erfüllen.

3.3.6 Industrieprozesse (CO₂-, CH₄- und N₂O-Emissionen)

Maßnahmen und Instrumente des **Mit-Maßnahmen-Szenarios** in diesem Bereich umfassen:

Einbeziehung ausgewählter N₂O-Punktquellen in den EU ETS

Ab 2013 wird eine Reihe von N₂O-Punktquellen in das europäische Emissionshandelssystem einbezogen (Adipin- und Salpetersäureproduktion, Herstellung von Glyoxal und Glyoxylsäure). Die entsprechenden (zusätzlichen) Emissionsminderungsmaßnahmen werden einer Bewertung im Vergleich zum EUA-Preis unterzogen und ihre Implementierung entsprechend modelliert. Das konkrete Zuteilungsmodell für diese Quellbereiche spielt für diese Modellierung keine wesentliche Rolle, da sich die Wirtschaftlichkeit der Emissionsminderungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der Opportunitätskosten der gegebenenfalls kostenlos zugewiesenen Emissionsberechtigungen ergibt.

Tabelle 27: Maßnahmen zur Emissionsminderung bei Industrieprozessen

Maßnahme	Ziel (quantitative)	Betroffene(s) THG	Art des Instruments	Status (implementiert, beschlossen, geplant)	Minderung in Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalenten		
					2010	2015	2020
a) Einbeziehung in das EU-Emissionshandelssystem und b) Möglichkeit von Joint-Implementation-Projekten für Adipin- und Salpetersäureproduktion	wirtschaftliche Anreize zur Ausrüstung der entsprechenden Produktionsanlagen mit Einrichtungen zur N ₂ O-Emissionsminderung	N ₂ O	ökonomisch	a) ab 2013 b) ab 2008	Für die Adipinsäureproduktion werden aufgrund aktueller Erfahrungen aus den Joint-Implementation-Projekten eine Emissionsminderung in Höhe von 50 Prozent im Vergleich zu 2009 für die Salpetersäureproduktion und 90 Prozent für die Adipinsäureproduktion berücksichtigt.		

Quelle: Projektionsbericht 2013.

3.3.7 Industrieprozesse – Produktverwendung (Fluorierte Treibhausgase)

Im Rahmen des Mit-Maßnahmen-Szenarios (MMS) wurden neben den bereits im 5. Nationalbericht beschriebenen Maßnahmen zur Reduzierung von FKW, HFKW und SF₆ folgende weitere Maßnahmen berücksichtigt:

- Wartungspflicht/Dichtheitsprüfungen für ortsfeste Klimaanlage, Wärmepumpen und Brandschutzsysteme mit mehr als drei Kilogramm fluorierter Treibhausgase laut Verordnung (EG) Nummer 842/2006 (F-Gas-Verordnung)
- Wartungspflicht/Dichtheitsprüfungen für mobile Anlagen mit mehr als drei Kilogramm fluorierter Treibhausgase, die der Kühlung von Gütern beim Transport dienen, gemäß der Chemikalien-Klimaschutzverordnung (ChemKlimaschutzV).
- Verwendungsverbote laut Verordnung (EG) Nummer 842/2006 für synthetische Treibhausgase in den Erzeugnissen/Einrichtungen: Schallschutzscheiben, Brandschutzsysteme (FKW) und Feuerlöscher (FKW).
- Einbezug der F-Gas-Emissionen der Primäraluminiumindustrie in den europäischen Emissionshandel
- Substitution von HFKW durch Kältemittel mit einem GWP ≤ 150 sowie Verbesserung der Dichtheit bei mobilen Klimaanlage für ausgewählte Fahrzeugklassen (Pkw und kleine Nutzfahrzeuge) laut Richtlinie 2006/40/EG (MAC-Richtlinie): ab 2011 für neue Fahrzeugtypen, ab 2017 für alle neuen Fahrzeuge dieser Klasse
- Förderung von Maßnahmen, die zu einer vorzeitigen Substitution von HFKW durch Kältemittel mit einem

Tabelle 28: Maßnahmen zur Emissionsminderung in Produktverwendung

Maßnahme	Ziel (quantitative)	Betroffene(s) THG	Art des Instruments	Status (implementiert, beschlossen, geplant)	Minderung in Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalenten		
					2010	2015	2020
diverse Maßnahmen: Wartungspflichten, Einhaltung von maximalen Leckageraten, Substitution	Minimierung der Freisetzung fluorierter THG	Fluorierte THG	regulatorisch und freiwillige Selbstverpflichtung		Bis 2020 gegenüber 2010 Emissionsminderung um 18 Prozent bezogen auf CO ₂ -Äquivalente (= 2,7 Millionen Tonnen)		

Quelle: Produktionsbericht 2013.

Tabelle 29: Maßnahmen zur Emissionsminderung bei Industrieprozessen

Maßnahme	Ziel (quantitative)	Betroffene(s) THG	Art des Instruments	Status (implementiert, beschlossen, geplant)	Minderung in Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalenten
GAP: Cross Compliance, ELER, Health Check	Gute landwirtschaftliche und ökologische Praxis, Extensivierung, Umstrukturierung des Milchsektors	CH ₄ , N ₂ O	regulatorisch und ökonomisch	beschlossen	Gegenüber 2010 nehmen die Emissionen bis 2020 um 0,282 Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalente zu und bis 2030 um 1,7 Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalente ab.

Quelle: Produktionsbericht 2013.

GWP ≤ 150 bei Pkw-Klimaanlagen führen (Meseberg Beschluss Nummer 23): Hier ist bisher keine Umsetzung erfolgt.

3.3.8 Landwirtschaft

Im Bereich der Landwirtschaft wird im Projektionsbericht 2013 ausschließlich ein **Mit-Maßnahmen-Szenario** betrachtet. Politische Regelungen für die Landwirtschaft werden zu großen Teilen auf EU-Ebene im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) beschlossen. Wesentliche Auswirkungen gemäß Projektionsbericht hat die Umsetzung der Health-Check-Beschlüsse zur Reform der gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) im Zeitraum 2003 bis 2013, die Aufhebung der obligatorischen Flächenstilllegung ab dem Jahr 2009⁷⁵ und das Auslaufen der Milchquotenregelung 2015.

Zu den wesentlichen Maßnahmen und Instrumenten der GAP in der Landwirtschaft zählen folgende Reformen:

→ Cross Compliance – Für den Erhalt von Ausgleichszahlungen sind bestimmte Umweltauflagen (gute landwirtschaftliche und ökologische Praxis) einzuhalten. Werden diese Auflagen nicht beachtet, kommt es zur Kürzung oder Streichung der Direktzahlungen. Seit 2005 ist der Erhalt der Prämienzahlungen an die Einhaltung von Umweltstandards (Cross Compliance) geknüpft. Der Einsatz von stickstoffhaltigen Düngemitteln wird beispielsweise durch die EU-Nitratrichtlinie geregelt, welche in Deutschland über das Düngegesetz 2009 und die

Düngemittelverordnung umgesetzt wird.

- Ländliche Entwicklung – Eine Extensivierung der Landwirtschaft soll durch die regionalen Agrarumweltmaßnahmen der Gemeinsamen EU-Agrarpolitik (GAP) gefördert werden. Hierzu wurde die EG-Verordnung (EG) Nummer 1698/2005 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Landwirtschaftsfond (ELER) erlassen. Die Mitgliedstaaten können nationale und regionale Agrarumweltmaßnahmen erstellen, die von der EU kofinanziert werden. Gefördert werden unter anderem der ökologische Landbau, die Einschränkung des Einsatzes von Düngemitteln und umwelt- und tiergerechte Haltungsverfahren.
- Health-Check-Beschlüsse – Wesentliche Auswirkungen auf Tierzahlen etc. haben die 2008 umgesetzten „Gesundheitscheck-Beschlüsse“ (Entkopplung der Tierprämien), die unter anderem eine Umstrukturierung des Milchsektors beinhalten.

Im Juni 2013 hat die EU-Kommission ein neues Reformpaket zur GAP für den Zeitraum 2014 bis 2020 beschlossen. Kernpunkte dieser Reform sind die stärkere Verknüpfung der Direktzahlungen an Umwelt- und Klimaschutz in der Landwirtschaft sowie die Förderung der Entwicklung ländlicher Räume. So sollen ab 2015 fünf Prozent der Agrarfläche stärker der Natur überlassen werden, zum Beispiel als Brachen oder Grünstreifen. Wiesen und Weiden sollen bewahrt werden, bei den Pflanzen auf dem Acker sollen die Bauern für Abwechslung sorgen. 30 Prozent der Zahlungen, die die Bauern als Direktzahlungen erhalten, bekommen

75 Europäische Kommission 2009.

Tabelle 30: Maßnahmen zur Emissionsminderung bei der Abfallwirtschaft

Maßnahme	Ziel (quantitative)	Betroffene(s) THG	Art des Instruments	Status (implementiert, beschlossen, geplant)	Minderung in Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalenten
diverse rechtliche Regelungen		CH ₄ , N ₂ O	regulatorisch	beschlossen	Gesamte THG-Emissionen des Abfallsektors nehmen im Zeitraum 2005 bis 2030 um circa elf Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalente ab und belaufen sich im MMS 2020 auf circa 8,4 Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalente.

Quelle: Produktionsbericht 2013.

sie künftig nur, wenn sie umweltfreundlicher wirtschaften. Besondere Förderungen sollen auch für umweltsensible und schwierige Anbauflächen vorgesehen werden. Die Grundsatzeinigung der EU muss das Europäische Parlament noch abschließend billigen. Die Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik für die Zeit ab 2014 ist im Projektionsbericht 2013 noch nicht berücksichtigt worden.

3.3.9 Abfallwirtschaft

Im Bereich der Abfallwirtschaft wird im Projektionsbericht 2013 ausschließlich ein Mit-Maßnahmen-Szenario betrachtet. Die entscheidenden regulatorischen Rahmenbedingungen für den Abfallsektor sind auf die Technische Anleitung Siedlungsabfall (TASi) sowie seit 2001 die Abfallablagereungsverordnung (AbfAbtV) und das Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) zurückzuführen. Anforderungen der TA Siedlungsabfall/ Abfallablagereungsverordnung und der Deponieverwertungsverordnung wurden 2009 in die Deponieverordnung integriert und gelten somit fort. Eine Ablagerung biologisch abbaubarer Abfälle mit entsprechenden Deponiegasemissionen ist und bleibt damit dauerhaft ausgeschlossen.

Als weitere regulative Instrumente sind die Verordnung über Anlagen zur biologischen Behandlung von Abfällen (30. BImSchV) sowie die Novelle der Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen (17. BImSchV) zu nennen, die die Emissionen aus der Restabfallbehandlung und der Ablagerung mechanisch-biologisch behandelter Restabfälle wirksam begrenzen. Gleichfalls ermöglicht die anderweitige

Beseitigung, dazu gehört die Verbrennung und die biologisch-mechanische Abfallbehandlung, eine Minderung des Abfallaufkommens. Eine wichtige Rolle spielt zum einen die Abfallzusammensetzung und die aus den unterschiedlichen Halbwertszeiten der Abfallkomponenten resultierende Methan-Bildung in Altdeponien (Einfluss der Methanbildung auf die Inputmenge). Zum anderen beeinflusst die Deponiegaserfassung und -nutzung die Höhe der Rest-Methanemissionen (hier Einfluss der Methan-Bildung durch das technische Verfahren).

Am 30. März 2011 hat die Bundesregierung die Novellierung des Kreislaufwirtschaftsgesetzes beschlossen. Das Gesetz ist am 1. Juni 2012 in Kraft getreten. Hierbei wird dem Recycling eine höhere Bedeutung als der energetischen Verwertung beigemessen; bis 2020 sollen mindestens 65 Prozent aller Siedlungsabfälle recycelt werden.

Die abnehmende Bevölkerungszahl findet ebenfalls Berücksichtigung bei den Berechnungsverfahren, die Bezug nehmen auf die Population. Des Weiteren stellen die Abwasserbehandlung und die daraus resultierenden Methanemissionen eine weitere, steuernde Größe dar. Die Abwasserbehandlung in kommunalen Kläranlagen sowie Kleinkläranlagen erfolgt unter aeroben Bedingungen, weswegen keine Methanemissionen auftreten.

3.3.10 Forstwirtschaft

Die Maßnahmen in diesem Abschnitt sind nicht im Projektionsbericht 2013 berücksichtigt worden. Die Bundesregierung prüft, ob und wie der Projektionsbericht 2017 entsprechend erweitert wird.

Wälder sind wertvolle Ökosysteme, Kohlenstoffspeicher, Erholungsräume und bedeutende Rohstofflieferanten zugleich. Sie leisten durch Walderhaltung und -mehrung, eine nachhaltige Waldbewirtschaftung sowie die Substitution energieintensiver Materialien mit nachteiliger CO₂- und Ökobilanz durch Holz einen positiven Beitrag zum Schutz des Klimas und zur Verminderung der Treibhausgasemissionen.

Wald und Holz spielen durch die Bindung von CO₂ und Speicherung von Kohlenstoff bei der Erreichung der klimapolitischen Ziele der Bundesregierung eine wichtige Rolle. Kohlenstoffspeicherung in den Wäldern, der Ersatz fossiler Rohstoffe durch die energetische und stoffliche Verwendung von Holz und die Speicherung von Kohlenstoff in langlebigen Holzprodukten entlasten die Atmosphäre von Treibhausgasen in einer Größenordnung von über 120 Millionen Tonnen CO₂ (Stand 2008) im Jahr allein in Deutschland.⁷⁶ Daher soll der Beitrag von Wald und Holz zum Klimaschutz unter Beachtung aller Waldfunktionen einschließlich des Erhalts der biologischen Vielfalt im Rahmen einer nachhaltigen, ordnungsgemäßen Forstwirtschaft weiter ausgebaut werden.

Die Bundesregierung hat in den letzten Jahren folgende Maßnahmen umgesetzt, um den Klimaschutz in der Forstwirtschaft zu stärken:

Unter gemeinsamer Federführung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) wurde zum 1. Juli 2013 der Waldklimafonds errichtet. Mit den Mitteln des Waldklimafonds soll der Beitrag von Wald und Holz zum Klimaschutz unter Beachtung aller Waldfunktionen einschließlich des Erhalts der biologischen Vielfalt im Rahmen einer nachhaltigen, ordnungsgemäßen Forstwirtschaft weiter ausgebaut sowie die notwendige Anpassung der deutschen Wälder an den Klimawandel unterstützt werden. Die Zielsetzung und inhaltliche Ausrichtung der Förderrichtlinie, die durch die Europäische Kommission genehmigt wurde, haben beide Ressorts unter Einbeziehung relevanter Verbände und Experten aus den Bereichen Forst-, Holzwirtschaft, Umwelt- und Naturschutz sowie unter Beteiligung der Länder erarbeitet.

Die Förderschwerpunkte verfolgen nachstehende Ziele:

- Erhöhung der Anpassungsfähigkeit von Wäldern an den Klimawandel unter Erhalt insbesondere ihrer

Funktionen für die biologische Vielfalt und als CO₂-Senke sowie zur Sicherung des CO₂-Minderungspotenzials von Wäldern und Holzprodukten

- Sicherung und Erhöhung der CO₂-Speicher- und Senkenfunktion der Wälder sowie die Vermeidung von Treibhausgasemissionen.
- Erhöhung des Holzproduktspeichers und die Vergrößerung des Anteils von Holzprodukten mit lang andauernder Kohlenstoffspeicherung.

Darüber hinaus sollen Maßnahmen zur Forschung und Monitoring sowie zur Information und Kommunikation gefördert werden.

3.4 Institutionelle Maßnahmen und Instrumente zum Kyoto-Protokoll

3.4.1 Nationales System zur Emissionsberichterstattung

Artikel 5 des Kyoto-Protokolls verpflichtet alle im Anhang B aufgeführten Vertragsstaaten, ein nationales System zur Emissionsberichterstattung aufzubauen, das den jeweiligen national verfügbaren Sachverstand in die Erstellung der Treibhausgasinventare einbeziehen soll. Die Umsetzung dieser Anforderung erfolgte in Deutschland auf der Grundlage einer Entscheidung der Staatssekretäre der an der Datenbereitstellung zu beteiligenden Ressorts vom 5. Juni 2007. Zur Erörterung aller zu klärenden Fragen im Rahmen des Nationalen Systems, insbesondere zu Fehlstellen in den Datenströmen, sowie zur offiziellen Freigabe der Inventare und der nach den Artikeln 5, 7 und 8 des Kyoto-Protokolls notwendigen Berichte ist ein Koordinierungsausschuss aller an der Berichterstattung beteiligten Ressorts eingerichtet, der den Prozess der Emissionsberichterstattung begleitet. Die Federführung hat das BMU.

Das Umweltbundesamt, Fachgebiet I 2.6 „Emissionssituation“ ist als die zuständige Nationale Koordinierungsstelle („single national entity“) für die Berichterstattung nach VN-Klimarahmenkonvention und Kyoto-Protokoll benannt.

Die Nationale Koordinierungsstelle ist dafür zuständig, das nationale Inventar zu planen und zu erstellen, eine Qualitätskontrolle und -sicherung bei allen relevanten Prozessschritten durchzuführen, auf eine ständige

Verbesserung des Inventars hinzuwirken und die Entscheidungen des Koordinierungsausschusses vorzubereiten. Die Nationale Koordinierungsstelle dient darüber hinaus als zentrale Anlaufstelle und koordiniert und informiert alle Teilnehmer des Nationalen Systems.

3.4.2 Arbeitsgruppe „Emissionshandel zur Bekämpfung des Treibhauseffekts“ (AGE)

Das Bundeskabinett hat am 18. Oktober 2000 im Rahmen des Nationalen Klimaschutzprogramms die Arbeitsgruppe „Emissionshandel zur Bekämpfung des Treibhauseffekts“ (AGE) unter Federführung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) eingerichtet. Im Klimaschutzprogramm 2005 hat das Bundeskabinett die Beratungen der AGE nachdrücklich begrüßt und das Mandat verlängert. Die Arbeitsgruppe hat die Aufgabe, Fragen, die sich im Zusammenhang mit dem Einsatz des Emissionshandels im klimaschutzpolitischen Maßnahmenbündel ergeben, zu prüfen und Empfehlungen für die Ausgestaltung dieses neuartigen Instruments zu geben. Hintergrund für die Beratungen der AGE sind sowohl die Diskussionen auf der internationalen Ebene (Klimarahmenkonvention, Kyoto-Protokoll) über den Einsatz der flexiblen Mechanismen (Clean Development Mechanism (CDM), Joint Implementation (JI) und internationaler Emissionshandel) als auch die Ausgestaltung und Umsetzung des Europäischen Klimaschutzprogramms ECCP (European Climate Change Program).

3.4.3 Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt)

Die Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) im Umweltbundesamt ist die zuständige nationale Behörde zur Umsetzung der marktwirtschaftlichen Klimaschutzinstrumente Emissionshandel sowie projektbasierten Mechanismen des Kyoto-Protokolls. Sie nimmt ein breites Aufgabenspektrum wahr. Die EU-Emissionshandelsrichtlinie, das Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz (TEHG), die Zuteilungsverordnung (ZuV 2020) sowie das Projektmechanismengesetz (Pro-MechG) definieren dieses genauer.

Die DEHSt unterstützt Anlagenbetreiber, Luftfahrzeugbetreiber und sachverständige Stellen aktiv bei der ordnungsgemäßen Umsetzung der emissionshandelsrechtlichen Vorgaben und stellt diese durch entsprechende Kontrollen sicher. Darüber hinaus ist die DEHSt

Kontaktstelle für das Bundesumweltministerium, für die Bundesländer und die zuständigen Landes-Immissionsschutzbehörden.

3.4.4 Joint-Implementation-Koordinierungsstelle (JIKO)

Zur Förderung, Genehmigung und Überwachung der in den Art. 6, 12 Kyoto-Protokoll vorgesehenen Joint-Implementation- (JI) und Clean-Development- (CDM) Projekte hat das BMU 1995 die Joint-Implementation-Koordinierungsstelle (JIKO) eingerichtet. Die übergeordnete Zielsetzung der JIKO bleibt auch in der zweiten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls bestehen und wird durch neue Aufgaben des Kohlenstoffmarkts ergänzt. Die Ziele liegen weiterhin in der Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen für die Zusammenarbeit Deutschlands mit Drittstaaten zur Förderung und Durchführung konkreter CDM-/JI-Projekte mit Schwerpunkt auf den am wenigsten entwickelten Ländern und der Unterstützung der Reformprozesse bei CDM und JI. Darüber hinaus unterstützt JIKO mit Blick auf die langfristige internationale Kooperationsperspektive auf dem Kohlenstoffmarkt die Entwicklung neuer Marktmechanismen (NMM).

Zuständig für die nach den internationalen Vorgaben erforderlichen formalen Mitwirkungsakte bei CDM- und JI-Projekten, das heißt die Befürwortung und Zustimmung zu den einzelnen Projekten, ist die Deutsche Emissionshandelsstelle im Umweltbundesamt.

3.4.5 National Focal Point für Bildung zum Klimaschutz

Im Rahmen der Umsetzung des Artikels 6 der Klimarahmenkonvention wurde der National Focal Point für Bildung zum Klimaschutz im Bundesumweltministerium (climate-education@bmu.bund.de) eingerichtet, um die Vielfalt der Bildungsaktivitäten im Bereich des Klimaschutzes als wesentlichen Teilbereich der nachhaltigen Entwicklung besser sichtbar zu machen und damit wiederum eine Grundlage zur Weiterentwicklung zu schaffen. Der Focal Point dient als Plattform für öffentliche und private Akteure im Bildungsbereich. Die vielen verschiedenen staatlichen und nichtstaatlichen Akteure des Bildungsbereichs und deren vielfältige Bildungsaktivitäten sollen im Rahmen des föderalen Systems stärker vernetzt werden; durch einen intensiven Austausch können Synergieeffekte verstärkt nutzbar gemacht werden.

3.4.6 Koordinierung der Deutschen Anpassungsstrategien an den Klimawandel und Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung (KomPass)

Mit der Beschlussfassung zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel richtete die Bundesregierung eine interministerielle Arbeitsgruppe „Anpassung an den Klimawandel“ unter Leitung des Bundesumweltministeriums ein und beauftragte diese mit der Koordinierung der Umsetzung und Weiterentwicklung der Strategie. Parallel dazu beschloss die Umweltministerkonferenz von Bund und Ländern die Einrichtung eines Ausschusses für Anpassung an den Klimawandel.

Zur Unterstützung bei der Konzeption und Weiterentwicklung einer nationalen Anpassungsstrategie an Klimaänderungen hat das BMU im Umweltbundesamt ein Kompetenzzentrum „Klimafolgen und Anpassung“ (KomPass) eingerichtet.

KomPass lieferte und liefert fachlich-konzeptionelle Grundlagen für die Erstellung dieser Strategie sowie 2011 zur Erstellung des Aktionsplans „Anpassung an den Klimawandel“.

KomPass stellt eine Informationsplattform für Fachwissen zu Klimafolgen und Anpassung sowie Anpassungsaktivitäten in Deutschland dar. KomPass fördert die Kommunikation und Kooperation mit und zwischen beteiligten Entscheidungsträgern im Anpassungsprozess.

3.4.7 Bilaterale ständige Arbeitsgruppen „Umwelt und Energie“

Auf der Grundlage bilateraler Regierungsabkommen im Umweltbereich engagiert sich die Bundesregierung in bilateralen Arbeitsgruppen mit Russland und der Ukraine. Aufgaben der Arbeitsgruppen sind neben der Zusammenarbeit und Regierungsberatung in allgemeinen Fragen der Klimaschutzpolitik vor allem die projektbezogene Zusammenarbeit und der Aufbau von Kapazitäten im Kohlenstoffmarkt (Nutzung der flexiblen Kyoto-Mechanismen beziehungsweise Aufbau von Emissionshandelssystemen).

3.5 Klimaschutzpolitische Aktivitäten der Länder und Kommunen

3.5.1 Bundesländer

Alle 16 deutschen Bundesländer verfügen über Konzepte, Programme und/oder Pläne zum Klimaschutz (vergleiche Tabelle 31). Häufig sind diese mit dem Thema Energieversorgung verknüpft, teilweise handelt es sich um integrierte Konzepte, die Klimaschutz und Klimaanpassung gleichermaßen behandeln.

Ein Klimaschutzgesetz gibt es bisher nur in Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg. Rheinland-Pfalz beabsichtigt ebenfalls, ein Klimaschutzgesetz zu verabschieden. In Berlin ist ein Energiewendegesetz in Planung. Hessen hat in seinem Energiezukunftsgesetz die Fördertatbestände zur Minderung der Treibhausgasemissionen verankert.

Klimaanpassungsstrategien gibt es in Bayern, Hessen und Sachsen-Anhalt, in Niedersachsen liegen Empfehlungen dazu vor. In Nordrhein-Westfalen ist Klimaanpassung ein gleichwertiges Ziel des Klimaschutzgesetzes. Im Rahmen des Klimaschutzplans werden deshalb auch Anpassungsstrategien erarbeitet. In Rheinland-Pfalz wird derzeit ein Handlungsprogramm Klimawandel für ausgewählte Sektoren erarbeitet. Im Projekt „CO₂-neutrale Landesverwaltung“ sollen in Hessen nach Minimierung des Energiebezugs und der Umstellung auf treibhausgasarme Energieträger die verbleibenden Restemissionen an CO₂ bis zum Jahr 2030 vollständig kompensiert werden. Baden-Württemberg lässt zudem die Landesverwaltung selbst in Bezug auf Energienutzung beziehungsweise ökologische Ausrichtung auditieren. Die Energieeinsparung in Landesliegenschaften ist auch Thema in Niedersachsen, Schleswig-Holstein, Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen.

In mehreren Ländern wird der Klimaschutz institutionell unterstützt, zum Beispiel durch eine Zusammenlegung der Zuständigkeiten für Klimaschutz und Energie (Hessen, Baden-Württemberg, Schleswig-Holstein) oder durch die Gründung von Energieagenturen und Netzwerken (Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt). Darüber hinaus wurde in Rheinland-Pfalz in der Auseinandersetzung mit dem Themenkomplex Klimawandel-Folgen-Anpassung im Jahr 2010 als zentrale Landesinstitution das Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen gegründet.

Tabelle 31: Aktivitäten der Bundesländer zum Klimaschutz

	Gesetze, Strategien, Audits, Institutionalisation	Konzepte, Pläne, Programme, Studien etc.
Baden-Württemberg	<p>Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Baden-Württemberg</p> <p>Nachhaltigkeitsstrategie Baden-Württemberg</p> <p>Änderung des Landesplanungsgesetzes zum Ausbau der Windenergie</p> <p>Energieauditierung der Landesministerien bis Ende 2013 und Öko-Auditierung bis Ende 2014, Öko-Auditierung der gesamten Landesverwaltung</p> <p>Förderung der Implementierung eines zertifizierten EMAS-Umweltmanagementsystems</p> <p>Unterstützung von Kommunen zur Teilnahme am European Energy Award</p> <p>Fortschreibung des Erneuerbare-Wärme-Gesetzes Baden-Württemberg (EWärmeG) (geplant)</p>	<p>„Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept – IEKK“ (Entwurf mit Bürger- und Öffentlichkeitsbeteiligung)</p> <p>Umweltprogramm ECOfit – Beratungsprogramm zur Stärkung des betrieblichen Umwelt- und Klimaschutzes</p> <p>Förderprogramm KlimaschutzPlus für Kommunen, kleine und mittlere Unternehmen (KMU) und Vereine</p> <p>Zinsverbilligte Darlehen für die energetische Gebäudesanierung von Privatpersonen und zur Steigerung der Energieeffizienz in KMU</p> <p>Förderprogramm Bioenergiedörfer</p> <p>Umweltprogramme ECO Plus und ECOfit</p> <p>Zukunft Altbau</p> <p>Start einer Contracting-Offensive</p> <p>Verbesserung der Energieberatung</p> <p>Erarbeitung eines Potenzialatlas „Erneuerbare Energien“</p>
Bayern	<p>„Klimaprogramm Bayern 2020“ (CO₂-Minderung, Anpassung, Forschung)</p> <p>„Bayerische Klimaanpassungsstrategie“ (BayKLAS)</p> <p>„Bayerisches Energiekonzept 'Energie Innovativ'“</p>	<p>„Bayerische Klima-Allianz“ und „Bayerische Klimawoche“</p> <p>Internationale Zusammenarbeit in „The Climate Group“</p> <p>„Virtuelles Alpenobservatorium“ – Klimaforschungsstation</p> <p>Schneefernerhaus (Zugspitze)</p> <p>„Energie-Atlas Bayern“</p>
Berlin	<p>Berliner Energiespargesetz von 1990; derzeit wird ein Berliner Energiewendegesetz (Klimaschutzgesetz) erarbeitet (Ablösung des Berliner Energiespargesetzes)</p> <p>Verordnung zur Durchführung des EEWärmeG wird erarbeitet</p> <p>Klimaschutzvereinbarungen mit Unternehmen mit konkreten CO₂-Einsparzielen</p> <p>Modellstadt KWK</p> <p>Schaufenster E-Mobilität</p>	<p>Landesenergiekonzept 2020 (Beschluss 2010)</p> <p>Stadtentwicklungsplan Klima (Beschluss 2010)</p> <p>Bis Ende 2013 wird eine Machbarkeitsstudie „Klimaneutrales Berlin 2050“ als Grundlage für die Erstellung eines integrierten strategischen Energie- und Klimaschutzkonzeptes (voraussichtlich 2014) erarbeitet.</p> <p>Erarbeitung Klimawandelfolgenmonitoring ist geplant.</p> <p>Energiesparpartnerschaften (Contracting) in öffentlichen Gebäuden zur Verringerung des Energieverbrauchs und Erhöhung der Energieeffizienz</p>
Brandenburg	<p>Energiestrategie 2030 (2012)</p> <p>Energiestrategie 2030 – Katalog der strategischen Maßnahmen (2012)</p> <p>Biomassestrategie (2010)</p>	<p>Nachhaltigkeitsstrategie</p>

Quelle: BMU nach Information der Bundesländer.

Fortsetzung

	Gesetze, Strategien, Audits, Institutionalisation	Konzepte, Pläne, Programme, Studien etc.
Bremen	<p>Gesetz zur Förderung der sparsamen und umweltverträglichen Energieversorgung und Energienutzung im Lande Bremen (Bremisches Energiegesetz – BremEG) vom 17. September 1991</p> <p>In Erarbeitung ist ein Beiplan zum Flächennutzungsplan Bremens:</p> <p>„Entwicklungspotenziale zur Anpassung an den Klimawandel“.</p>	<p>Landesenergieprogramm (1994), Fortschreibungen 1996, 2001 und 2005</p> <p>Aktionsprogramm Klimaschutz 2010</p> <p>Klimaschutz- und Energieprogramm 2020</p> <p>Förderprogramm „Wärmeschutz im Wohngebäudebestand“</p> <p>Förderprogramm „Ersatz von Elektroheizungen“</p> <p>Förderprogramm „Rationelle Energienutzung in Industrie und Gewerbe“</p> <p>CO₂-Monitoring</p> <p>Klimaschutzmanagement</p> <p>Fachkonzept: Klimawandel in Bremen – Folgen und Anpassung</p> <p>Studie: „Auswirkungen des Klimawandels auf Arten und Biotope in der Stadtgemeinde Bremen“</p> <p>Gutachten: Klimaanalyse für das Stadtgebiet Bremen</p> <p>Projekt KLAS: Klimaanpassungsstrategie – Extreme Regenerereignisse</p> <p>Anpassung an den Klimawandel im Generalplan Küstenschutz Niedersachsen/Bremen</p> <p>2. Regionalkonferenz des Bundes und der norddeutschen Länder: „Klimaanpassung Küstenregion“ (2012)</p>
Hamburg	<p>Hamburgische Klimaschutzverordnung (2007)</p> <p>Hamburger Klimaschutzkonzept 2007 bis 2012</p> <p>Masterplan Klimaschutz (2013 bis 2020)</p> <p>Erster Aktionsplan „Anforderungen an den Klimawandel“ (2013)</p>	<p>Hamburger Förderprogramme sind unter anderem:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Förderprogramm Unternehmen für Ressourcenschutz mit thematischen Teilförderprogrammen wie zum Beispiel Heizungsnetzwerk, WärmeCheck, LichtCheck, Netzwerk Kälteeffizienz - Förderprogramm zur energetischen Optimierung von Heizungsanlagen in Gewerbe- und Mehrfamilienwohngebäuden - Förderprogramm Wärmeschutz im Gebäudebestand - Förderprogramm Hamburger Energiepass - Förderprogramm Erneuerbare Wärme - Förderprogramm KWK-Initiative - Hamburger Solarpotenzialanalyse - Europäische Umwelthauptstadt 2011 - Regionalkonferenz des Bundes und der norddeutschen Länder zum Thema „Klimaanpassung Küstenregion“ (2011)
Hessen	<p>Hessische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel (2012)</p> <p>Hessisches Energie-zukunftsgesetz (2012)</p>	<p>Klimaschutzkonzept Hessen 2012 (2007)</p> <p>Aktionsplan Klimaschutz (2007)</p> <p>Hessischer Energiegipfel – Umsetzungskonzept der Hessischen Landesregierung (2012)</p> <p>Biomasseaktionsplan 2020 des Landes Hessen (2011)</p> <p>Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept (Erarbeitung 2013/2014)</p> <p>Hessischer Aktionsplan zur Anpassung an den Klimawandel (Erarbeitung 2013/2014)</p>

Quelle: BMU nach Information der Bundesländer.

Fortsetzung

Viele Bundesländer haben sich eigene Klimaschutzziele gesetzt. Dazukommen weitere Ziele für die Steigerung der Energieeffizienz und den Ausbau der erneuerbaren Energien (vergleiche Tabelle 32). Zudem gibt es zahlreiche landesspezifische Förderprogramme rund um den

Klimaschutz. Einen aktuellen Überblick bietet die Internetseite www.energiefoerderung.info, auf der Bürgerinnen und Bürger für ihren Wohnort geltende Förderprogramme abrufen können. Niedersachsen fördert explizit PPP-Klimaschutzprojekte von Kommunen.

	Gesetze, Strategien, Audits, Institutionalisation	Konzepte, Pläne, Programme, Studien etc.
Mecklenburg-Vorpommern	Kontinuierlich Fortschreibung von Zielstellungen und Maßnahmen im Klimaschutz seit 1997 (Klimaschutzkonzept Aktionsplan Klimaschutz)	Studie zu den Auswirkungen des Klimawandels in Mecklenburg-Vorpommern 2008 Konzeption „Energie Land 2020“ Aktionsplan Klimaschutz Mecklenburg-Vorpommern 2010 Landesatlas erneuerbare Energie Mecklenburg-Vorpommern, Potenzialanalyse zum Einsatz erneuerbarer Energien Regionalkonferenzen der norddeutschen Länder zum Thema „Klimaanpassung Küstenregion“ Moorschutzprogramm/Förderung der nachhaltigen Entwicklung von Gewässern und Feuchtlebensräumen, für den Zeitraum bis 2008 konnten Emissionsminderungen durch die Konzeptumsetzung um jährlich circa 300.000 Tonnen Kohlendioxidäquivalente abgeschätzt werden.
Niedersachsen	Umsetzung der Empfehlungen der Regierungskommission Klimaschutz für eine niedersächsische Klimaschutzstrategie sowie für eine niedersächsische Strategie zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels	Erarbeitung eines Landesklimaschutzgesetzes mit konkreten Klimaschutz- und Energieeffizienzzielen für Niedersachsen Gründung einer Klima- und Energieagentur Niedersachsen (KEAN) Erweiterung der Niedersachsen-Allianz für Nachhaltigkeit
Nordrhein-Westfalen	Klimaschutzgesetz Klimaschutzplan Klimaschutzstrategien und -maßnahmen Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel	Die klimaschutzpolitischen Ziele der Landesregierung Nordrhein-Westfalen sind: Ausbau erneuerbarer Energien Steigerung Energieeffizienz Verstärktes Energiesparen Diese Ziele sollen mit folgenden Instrumenten erreicht werden: EnergieAgentur.NRW European Energy Award Leitmarkt Wettbewerbe Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen aus dem Programm Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen progres.nrw-Programmbereich KWK (Förderung von KWK-Anlagen und KWK-bezogenen Maßnahmen); Fonds NRW/EU.KWK-Investitionskredit KWK-Impulsprogramm

Quelle: BMU nach Information der Bundesländer.

Fortsetzung

Die Bundesländer finanzieren zudem spezifische Klima- und Anpassungsforschung, so zum Beispiel zu klimatischen Entwicklungen und deren territorialen und sektoralen Auswirkungen in Thüringen sowie zu Ökosystemen, Klimaanpassung in der Stadt, Gesundheit, Umwelttechnologie, Energie- und Ressourceneffizienz in Bayern. In Rheinland-Pfalz hat sich das Projekt KlimLandRP – Klima- und Landschaftswandel in Rheinland-Pfalz – (www.klimlandrp.de) mit den spezifischen Auswirkungen des Klimawandels auf die Umweltressourcen (Boden und Wasser), die Landnutzung (Land- und Forstwirtschaft sowie Weinbau) und auf die Biodiversität/Naturschutz befasst. Das Projekt hat für Rheinland-Pfalz Risiken und Chancen des Klimawandels identifiziert und – unter Beteiligung von Stakeholdern – wesentliche und

weitreichende Erkenntnisse zur Ableitung regionalspezifischer Anpassungsoptionen entwickelt sowie weiteren Informations- und Forschungsbedarf aufgezeigt. Hamburg will die wissenschaftliche Exzellenz in Forschung und Lehre zu Klimaschutz und Klimafolgenforschung weiterentwickeln. Das Niedersächsische Innovationsprogramm zielt auf die Forschung und Entwicklung neuer Technologien auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien, Energieeinsparung und Brennstoffzellen. In Thüringen fokussiert die Forschung auf Energieeffizienz, hier wird im Rahmen der „E-hoch-4-Initiative“ die entsprechende Forschungs- und Bildungsinfrastruktur ausgebaut und insbesondere zum Thema der Energieeffizienz im Bereich der Mobilität geforscht (Forschungsprojekt Umweltsensitives Verkehrsmanagement,

	Gesetze, Strategien, Audits, Institutionalisation	Konzepte, Pläne, Programme, Studien etc.
Nordrhein-Westfalen		<p>Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen aus dem „Programm für rationelle Energieverwendung, regenerative Energien und Energiesparen – progres.nrw – Programmbereich Innovation“ (progres.nrw – Innovation)</p> <p>Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen aus dem „Programm für rationelle Energieverwendung, regenerative Energien und Energiesparen – progres.nrw – Programmbereich Markteinführung“ (Nah-/Fernwärme)</p> <p>Effizienzagentur NRW</p> <p>NRW.Bank Effizienz kredit</p> <p>circa 40 Projekte zur Anpassung an den Klimawandel (Grundlagenforschung in den Bereichen Klimaveränderung, Landwirtschaft, Boden, Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft, Städte und Ballungsräume, Anlagensicherheit, Biologische Vielfalt, Naturschutz und übergreifende Aktivitäten, wie Bildungsinitiativen)</p> <p>Erarbeitung und Diskussion von Handlungsoptionen und Maßnahmen für die Anpassung an den Klimawandel im Zuge des Klimaschutzplans</p> <p>Aktion Klimaplus: Die „Aktion Klimaplus – NRW-Klimakommunen der Zukunft“ (seit 2008) zeigt auf, wie Städte und Gemeinden in Nordrhein-Westfalen Klimaschutz und Anpassung an die Folgen des Klimawandels miteinander verbinden können.</p>
Rheinland-Pfalz	<p>Gründung der Landesenergieagentur im Juli 2012. Daran anknüpfend wird 2013 landesweit ein Netzwerk von Regionalbüros der Landesenergieagentur errichtet. Einrichtung des „Landesnetzwerkes Bürgerenergiegenossenschaften Rheinland-Pfalz e. V.“ www.laneg.de (zur Realisierung der Energiewende von unten nach oben)</p> <p>Einrichtung des „Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrums für Klimawandelfolgen“ (www.klimawandel-rlp.de) 2010</p>	<p>Teilfortschreibung Erneuerbare Energien des Landesentwicklungsprogramms IV im Mai 2013</p> <p>Vorbereitung des 10. Energieberichts für die Periode 2010 bis 2011</p> <p>Windatlas Rheinland-Pfalz, im Juli 2013 vorgelegt</p> <p>Analyse und Bewertung des Klimawandels durch die „Enquete-Kommission Klimawandel“ des Rheinland-Pfälzischen Landtages (Abschlussbericht siehe www.landtag.rlp.de/landtag/drucksachen/3600)</p> <p>Einrichtung des Klimawandelinformationssystems „kwis-rlp“ für Rheinland-Pfalz (www.kwis-rlp.de) seit 2011</p> <p>Einrichtung einer Internetplattform zum freien Zugriff auf Klima- und Wetterdaten (www.wetter.rlp.de) www.klimlandrp.de</p> <p>Förderprogramm für Investitionen im Bereich der Energieeffizienz und der Energieversorgung (Zinszuschussprogramm)</p> <p>Initiative für kombinierte Kraft-/Wärmekopplung in Rheinland-Pfalz</p>
Saarland		<p>Klimaschutzkonzept 2008 bis 2013</p> <p>Potenzialanalysen für PV, Wind, Biomasse und Geothermie</p> <p>Masterplan Energie</p> <p>Förderprogramm „Klima Plus Saar“</p> <p>E-Mobil Saar</p>

Quelle: BMU nach Information der Bundesländer.

Fortsetzung

Modellprojekt Boot-Bike-Bahn). Hessen hat seit 2008 das Fachzentrum Klimawandel Hessen beim Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) eingerichtet, das schwerpunktmäßig bei der Ermittlung der Auswirkungen des Klimawandels auf Hessen und im Bereich Klimaforschung tätig ist.

Alle Länder legen Wert darauf, die Bürgerkommunikation zum Thema zu verbessern, wobei einige besonders auf Partizipationsmöglichkeiten abheben. So erprobt Baden-Württemberg mit dem „Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept“ neue Wege der Bürgerbeteiligung und will damit auch neue Ideen und Ansätze wirksamer

	Gesetze, Strategien, Audits, Institutionalisation	Konzepte, Pläne, Programme, Studien etc.
Sachsen	Energie- und Klimaprogramm Sachsen vom 12. März 2013 Sachsen hat Zukunft – für den Freistaat Sachsen Klimafolgenmonitoring in Sachsen – Indikatoren zur Beobachtung von Klimafolgen	Start des Regionalen Klimainformationssystems Sachsen/Sachsen-Anhalt/Thüringen (ReKIS) im Januar 2012 Erfolgreicher Abschluss der EU-Strukturfondsperiode im Bereich Energieeffizienz und Klimaschutz mit der Förderrichtlinie Energie und Klimaschutz/2007 Erstmalige Durchführung eines Klimachecks in der Landesplanung; Klimacheck stellt sicher, dass der Landesentwicklungsplan die künftige Landesentwicklung bei der Anpassung an die Folgen des Klimawandels und beim Klimaschutz unterstützt. Erfolgreicher Abschluss des INTERREG-IVC-Projekts EnercitEE und Präsentation der Ergebnisse in Brüssel Vulnerabilitätsstudie Sachsen Integration Klimaschutz an Schulen
Sachsen-Anhalt	Strategie des Landes zur Anpassung an den Klimawandel 2010, derzeit 1. Revision Energieagentur Sachsen-Anhalt 2013	Energiekonzept 2007 bis 2020 für Sachsen-Anhalt (September 2007) Klimaschutzprogramm 2020 für Sachsen-Anhalt (August 2010) Erster Bericht über das Klimaschutzprogramm (Dezember 2011) Studie zu den Folgen des Klimawandels Sachsen-Anhalt 2012 Studie zu Kosten der Anpassung an den Klimawandel – Eine ökonomische Analyse ausgewählter Sektoren in Sachsen-Anhalt Vulnerabilitätsstudie 2009
Schleswig-Holstein	Energieeinsparung in Landesliegenschaften, unter anderem durch Errichtung eines Sonderfonds zur energetischen Sanierung sowie Erstellung und Umsetzung einer Green-IKT-Strategie Schaffung eines Schwerpunkts „Energiewende und Klimaschutz“ in Förderprogrammen (40 Prozent Mittelanteil bei ELER und EFRE ab 2014) Beschleunigung und Akzeptanz für den Ausbau der Stromnetze Ausbau der Windenergie in Schleswig-Holstein (unter anderem durch Ausweisung Windeignungsflächen)	Die Landesregierung Schleswig-Holstein legt in jeder Legislaturperiode ein Klimaschutzprogramm vor. 2011 wurde ein Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept vorgelegt. Mit der Neubildung der Landesregierung im Juni 2012 wurden erstmals die Zuständigkeiten für Energie- und Klimaschutzpolitik in einem Ressort zusammengeführt. Das Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (MELUR) wird Mitte 2013 ein Schwerpunktprogramm sowie einen indikatorenbasierten Monitoringbericht vorlegen. Für weitere Informationen siehe www.schleswig-holstein.de/Energie/DE/Energiewende/Klimaschutz/klimaschutz_node.html

Quelle: BMU nach Information der Bundesländer.

Fortsetzung

Klimaschutzmaßnahmen entwickeln. Nordrhein-Westfalen erarbeitet einen Klimaschutzplan im Rahmen eines breiten Dialog- und Beteiligungsprozesses. Rheinland-Pfalz setzt auf verschiedene internetbasierte Plattformen, so auf das Klimawandelinformationssystem Rheinland-Pfalz (www.kwis-rlp.de). Sachsen geht mit der Bereitstellung von gemessenen Klimadaten der Vergangenheit sowie von Daten der regionalen Klimamodelle

für die Zukunft im Internet unter www.rekis.org einen ähnlichen Weg. Hessen stellt mit dem Klima-Monitor des HLUG aktuelle Informationen zur Klimaschutzpolitik, der Klima- und Klimafolgenforschung und Treibhausgasbilanzen sowie eine Darstellung von Grundlagen, Organisationen und weiterführenden Links bereit. Mehrere Länder integrieren das Thema Klimawandel in die schulische Bildung und unterstützen entsprechende Angebote.

	Gesetze, Strategien, Audits, Institutionalisation	Konzepte, Pläne, Programme, Studien etc.
Schleswig-Holstein	Energiewende Wärmemarkt (unter anderem durch den Klimapakt Wohnen sowie mit Maßnahmen zur energieeffizienten Sanierung des Wohnbestands und der Quartierssanierung) Unterstützung des kommunalen Klimaschutzes, unter anderem durch eine Beratungsinitiative Klimaschutz in der Landwirtschaft und im ländlichen Raum durch Förderung von Maßnahmen zur THG-Minderung im Rahmen der ELER-Förderung/GAP ab 2014, Grünlanderhaltungsgesetz und Moorschutz	
Thüringen	Landesentwicklungsprogramm 2025 Thüringer Klima- und Anpassungsprogramm (2009) Thüringer Klimaagentur (ThKA/2011) Energiekonzept Thüringen 2020 „Neue Energie für Thüringen“ (2012) Thüringer Energie- und Greentech-Agentur (ThEGA/2010)	Thüringer Klima- und Anpassungsprogramm (2009) Integriertes Maßnahmenprogramm zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels im Freistaat Thüringen (2013) Beteiligung am Regionalen Klimainformationssystem ReKIS der Bundesländer Sachsen, Sachsen/Anhalt und Thüringen Landesentwicklungsprogramm 2025 (in Arbeit) Energiegipfel 2011 „Neue Energie für Thüringen“ (Festlegung von Klimaschutzziele bis 2020 durch Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Nettostrom- und Gesamtenergieverbrauch) European Energy Award – Förderung umsetzungsorientierter Klimaschutz in Thüringer Kommunen Regelmäßige Berichte zum Ausbau der erneuerbaren Energien im Rahmen des jährlichen Wirtschaftsberichtes

Quelle: BMU nach Information der Bundesländer.

Fortsetzung

3.5.2 Kommunen

Kommunen leisten einen entscheidenden Beitrag für die Umsetzung von Klimaschutzmaßnahmen in Deutschland, da ein Großteil der Emissionen innerhalb ihrer Gebietskörperschaften durch Verkehr, Industrie und Verbraucher entstehen. Bereits heute engagiert sich eine Vielzahl von Kommunen freiwillig für den Klimaschutz durch Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, wie zum Beispiel in den Bereichen Gebäudesanierung, Verkehr und Straßenbeleuchtung. Darüber hinaus bestehen Netzwerke auf nationaler und internationaler Ebene (Klima-Bündnis, Konvent der Bürgermeister, 100-Prozent- Erneuerbare-Energien-Regionen). Viele Kommunen unterziehen sich selbstverpflichtenden Zertifizierungsmaßnahmen (zum Beispiel European

Energy Award, Klima-Bündnis-Selbstverpflichtung). Unterstützt werden sie bei ihren Aktivitäten durch Förderprogramme auf Bundes- und Länderebene. Beispielhaft zu nennen sind hier die Förderung von kommunalen Klimaschutzmanagerinnen und -managern sowie von Investivvorhaben wie die Umrüstung auf energieeffiziente Straßenbeleuchtung und die energetische Gebäudesanierung. Ergänzt werden diese Förderungen durch Serviceangebote der Länder und des Bundes (Energieagenturen, Service- und Kompetenzzentrum: Kommunaler Klimaschutz).

In Abhängigkeit der Ländergesetzgebungen werden Kommunen zukünftig auch zu einer verstärkten Wahrnehmung von Klimaschutzaktivitäten verpflichtet (vergleiche Klimaschutzgesetz NRW und BW).

Tabelle 32: Ziele der Bundesländer zur Klimaschutz- und Energiepolitik

	Ziele
Baden-Württemberg	Bis zum Jahr 2020 sollen die Treibhausgasemissionen in Baden-Württemberg gegenüber 1990 um 25 Prozent und bis 2050 um 90 Prozent verringert werden.
Bayern	Bayerns CO ₂ -Minderungsziel bis 2020: deutlich unter sechs Tonnen pro Jahr und Einwohner Ausbau der erneuerbaren Energien: Deckung am Stromverbrauch bis 2021: 50 Prozent
Berlin	Reduzierung der CO ₂ -Emissionen um 40 Prozent bis 2020 gegenüber 1990 und Klimaneutralität bis 2050
Brandenburg	Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien am Primärenergieverbrauch auf 32 Prozent bis 2030 Reduzierung der energiebezogenen CO ₂ -Emissionen des Landes um 40 Prozent bis 2020 und um 72 Prozent bis 2030 gegenüber 1990
Bremen	Minderung der CO ₂ -Emissionen (Land Bremen ohne Stahlindustrie) bis 2020 um mindestens 40 Prozent gegenüber 1990
Hamburg	Verminderung der CO ₂ -Emissionen um zwei Millionen Tonnen im Zeitraum 2007 bis 2012 Verminderung der CO ₂ -Emissionen um zwei Millionen Tonnen im Zeitraum 2013 bis 2020 Verminderung der CO ₂ -Emissionen im Zeitraum von 1990 bis 2050 um 80 Prozent
Hessen	Deckung des Endenergieverbrauchs in Hessen (Strom und Wärme) möglichst zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2050
Nordrhein-Westfalen	Die Gesamtsumme der klimaschädlichen Treibhausgasemissionen in Nordrhein-Westfalen soll nach dem neuen Klimaschutzgesetz bis zum Jahr 2020 um mindestens 25 Prozent und bis zum Jahr 2050 um mindestens 80 Prozent im Vergleich zu den Gesamtemissionen des Jahres 1990 verringert werden.
Niedersachsen	Es wird ein Energiewendeszenario für Niedersachsen erstellt, das verbindliche Ziele und konkrete Maßnahmen bis 2020 sowie eine Zielplanung bis ins Jahr 2050 enthält. In dem zu erarbeitenden Landes-Klimaschutzgesetz werden konkrete Klimaschutz- und Energieeffizienzziele für Niedersachsen festgelegt.
Rheinland-Pfalz	Bis zum Jahr 2020 sollen die Treibhausgasemissionen in Rheinland-Pfalz gegenüber 1990 um 40 Prozent und bis 2050 um 90 Prozent verringert werden. Rheinland-Pfalz wird bis zum Jahr 2030 seinen Stromverbrauch bilanziell zu 100 Prozent aus erneuerbaren Energien decken. Bis zum Jahr 2020 soll die Stromerzeugung aus Windkraft in Bezug auf das Basisjahr 2010 verfünffacht und die Stromerzeugung aus Photovoltaik auf zwei Terawattstunden erhöht werden. Forschung und Entwicklung im Themenkomplex Klimawandel-Folgen-Anpassung Aufbau eines Klimawandel-Netzwerks mit Partnern beziehungsweise Fachinstitutionen auf regionaler, landesweiter und nationaler Ebene.
Saarland	20 Prozent des Stromverbrauchs bis 2020 aus erneuerbaren Energien
Sachsen	Minderung der CO ₂ -Emissionen des Nicht-Emissionshandelssektors (Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, Verkehr, Haushalte) bis zum Jahr 2020 um 25 Prozent gegenüber 2009 Steigerung des Anteils der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch auf 28 Prozent in den nächsten zehn Jahren
Sachsen-Anhalt	Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 40 Prozent bis 2020 gegenüber 1990 Reduzierung der Treibhausgasemissionen um 7,6 Megatonnen CO ₂ -Äquivalente gegenüber 2005 (zum Beispiel 3,0 Megatonnen durch den Einsatz erneuerbarer Energien, Nicht-Energiesektor 1,4 Megatonnen, durch Ausbau der Energieeffizienz 1,1 Megatonnen, durch Energieeinsparmaßnahmen 2,1 Megatonnen)
Schleswig-Holstein	Unterstützung aller klima- und energiepolitischen Ziele auf EU- und Bundesebene und Erreichung auch in Schleswig-Holstein Weitergehend wird bis 2020 ein rechnerischer Anteil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von 300 bis 400 Prozent des Stromverbrauchs angestrebt.
Thüringen	Bis 2020 soll der Anteil erneuerbarer Energien am Nettostromverbrauch auf 45 Prozent und am Endenergieverbrauch auf 30 Prozent gesteigert werden.

Quelle: BMU nach Information der Bundesländer.

3.6 Politiken und Maßnahmen nach Artikel 2 des Kyoto Protokolls

3.6.1 Aktivitäten, um Entscheidungen durch ICAO und IMO zur Emissionsminderung zu fördern

Die Vertragspartner des Kyoto-Protokolls haben sich verpflichtet, die Bemühungen um eine Begrenzung oder Reduktion der Emissionen aus dem Flug- und Seeverkehr in die zuständigen UN-Fachorganisationen ICAO (International Civil Aviation Organisation) und IMO (Internationale Maritime Organisation) zu verlagern. Hierzu gab es in beiden Organisationen unterschiedliche Entwicklungen, die von Deutschland unterstützt wurden.

3.6.1.1 Internationale Seeschifffahrts-Organisation (IMO)

Deutschland gehört zu den Ländern in der IMO, die bei den Themen Luftreinhaltung und THG-Minderung die Entwicklungen maßgeblich unterstützen und regelmäßig Vorschläge vorlegen. Deutschland ist durch zwei Bundesministerien (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung [BMVBS] und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit [BMU]), das Umweltbundesamt (UBA) und weitere Fachorganisationen (zum Beispiel Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie [BSH], Germanischer Lloyd) in die Verhandlungen involviert. In der IMO werden die Treibhausgasemissionen im Umweltausschuss (Maritime Environmental Protection Committee) behandelt.

In den letzten Jahren hat sich Deutschland maßgeblich für die Einführung eines Energieeffizienzdesign-Index (EEDI) sowie eines verbindlichen Energie-Management-Plans (SEEMP) eingesetzt, die beide von der IMO im Jahr 2011 verabschiedet wurden. Der EEDI schreibt verbindlich vor, dass die CO₂-Emissionen von Schiffsneubauten je nach Schiffstyp und Tragfähigkeit stufenweise (bis Ende 2019 um bis zu 10 Prozent, bis Ende 2024 um bis zu 20 Prozent, ab 2025 um bis zu 30 Prozent) gegenüber einer Basislinie gesenkt werden müssen. Deutschland hat weiterhin entscheidend zur Entwicklung eines Energieeffizienz-Index für den Schiffsbetrieb (EEOI) beigetragen, der als freiwillige Maßnahme innerhalb des SEEMP verwendet werden kann.

Deutschland setzt sich ebenfalls maßgeblich für weltweite marktbasierende Maßnahmen ein, unter anderem durch die Vorlage eines Vorschlags für ein weltweites Emissionshandelssystem für den Schiffsverkehr,

gemeinsam mit Frankreich, Norwegen und Großbritannien. Weitere Papiere zu diesem Themenkomplex wurden eingebracht. Allerdings ist die Verhandlung marktbasierter Maßnahmen in der IMO seit MEPC 62 durch massive Widerstände großer Entwicklungsländer blockiert. Es ist nach gegenwärtigem Stand nicht davon auszugehen, dass innerhalb der nächsten Jahre eine marktbasierende Maßnahme verabschiedet werden kann.

Aktuell ist daher zu prüfen, wie zusätzliche technische und betriebliche Maßnahmen zur Verminderung von CO₂-Emissionen und ein Monitoring von Emissionen in der IMO vorgebracht werden können. Deutschland beteiligt sich auch an diesen Arbeiten maßgeblich.

Für die europäische Ebene hatte der Rat im Jahr 2009 beschlossen, dass die EU-Kommission aufgefordert werden soll, einen Vorschlag für die Einbeziehung der Seeverkehrsemissionen in die Minderungsverpflichtungen der Gemeinschaft vorzulegen, falls die IMO bis Ende 2011 keine hinreichend wirksame Maßnahme beschlossen hat. Die Europäische Kommission hat in diesem Zusammenhang im Sommer 2013 zunächst einen Vorschlag für die Erfassung der CO₂-Emissionen aus dem Seeverkehr vorgelegt. Deutschland unterstützt diese Arbeiten kritisch-konstruktiv und hat zu dieser Thematik bereits verschiedene Studien durchführen lassen beziehungsweise beauftragt.

3.6.1.2 Internationale Zivilluftfahrt-Organisation (ICAO)

Die Internationale Zivilluftfahrt-Organisation ICAO behandelt technische Umweltaspekte in ihrem Umweltausschuss CAEP (Committee on Aviation Environmental Protection), dem verschiedene Arbeitsgruppen untergeordnet sind. Zur Behandlung der Treibhausgas-Problematik hat die ICAO parallel in der Vergangenheit verschiedene, zum Teil hochrangige Arbeitsgruppen eingesetzt (zum Beispiel Group on International Aviation and Climate Change – GIACC – im Jahr 2008), die zentrale politische Fragen zur Einführung von Klimaschutzinstrumenten klären sollten. Auf der Grundlage der Arbeiten dieser Gruppe, an der Deutschland teilnahm, beschloss die ICAO-Versammlung im Jahr 2010 einen Maßnahmenplan, der unter anderem vorsieht, die technische Effizienz um jährlich zwei Prozent zu steigern, technische und operationelle Maßnahmen sowie marktwirtschaftliche Instrumente einzuführen. Außerdem soll die Einführung von Biokraftstoffen unterstützt werden.

Trotz intensiver Arbeiten konnte bislang keiner dieser Aspekte mit der Einführung einer verbindlichen Maßnahme realisiert werden. Der Umweltausschuss der

ICAO arbeitet seit dem Jahr 2010 intensiv an der Erarbeitung eines CO₂-Standards für Flugzeuge, konnte sich aber bislang nur auf eine Metrik zum Messverfahren und die Anforderungen an die Zertifizierung einigen. Die Verabschiedung eines Standards, der sich voraussichtlich nur auf neue Flugzeuge beziehen wird, ist nun frühestens bei der ICAO-Versammlung im Jahr 2016 möglich. Deutschland hat zur Unterstützung der Arbeiten eine Reihe von technischen Vorschlägen vorgelegt.

Nachdem der Generalsekretär der ICAO, R. Benjamin, im Jahr 2011 angekündigt hatte, bis Ende 2012 einen Vorschlag für eine marktwirtschaftliche Maßnahme vorzulegen, die von der ICAO-Versammlung 2013 verabschiedet werden soll, wurde eine Gruppe aus Ratsmitgliedern eingesetzt, die unterstützt von zwei Expertengruppen dem Rat folgende Vorschläge für Maßnahmen vorlegte:

- Offset-Maßnahme ohne Einnahmeerzielung (Kauf externer Zertifikate durch Fluggesellschaften oder zentrale Organisation)
- Offset-Maßnahme mit Einnahmeerzielung (wie oben, jedoch werden zum Beispiel durch eine Transaktionsgebühr Einnahmen erzielt, die für Klimaschutzzwecke verwendet werden könnten)
- Weltweite marktwirtschaftliche Maßnahme

Die 38. ICAO-Versammlung hat in ihrer Resolution beschlossen, ein weltweites marktwirtschaftliches Instrument (MBM) zur Begrenzung der CO₂-Emissionen des Luftverkehrs einzuführen, über das auf der 39. ICAO-Versammlung im Jahr 2016 entschieden und das ab dem Jahr 2020 in Kraft treten soll. Für einen solchen Schritt gab es breite Unterstützung der ICAO-Staaten und von der Luftverkehrswirtschaft. Dabei wurde noch nicht konkretisiert, um was für ein Instrument es sich handeln soll. Neben einem cap&trade-Emissionshandelssystem ist eine Kompensationsmaßnahme (offsetting) in der ICAO in der engeren Wahl. Das MBM soll – da technische und flugbetriebliche Maßnahmen allein bei weitem nicht ausreichen – sicherstellen, dass das ebenfalls bereits von der ICAO verabschiedete Ziel eines CO₂-neutralen Wachstums ab dem Jahr 2020 erreicht werden kann. Im Hinblick auf regionale Maßnahmen konnte die EU die von den BRICS-Staaten angeführten Entwicklungsländer nicht davon überzeugen, dass in den Resolutionstext ein Passus aufgenommen wird, der MBM von einzelnen Staaten oder Gruppen von Staaten (regionale Maßnahme) näher regelt. Hier fordern die meisten außereuropäischen Staaten, dass auch im nationalen Luftraum Einvernehmen bei der Einbeziehung von Drittstaaten-Carriers erreicht werden soll. Da dies in die nationale Souveränität eingreift, hat die EU Vorbehalt gegen diesen Abschnitt der

Resolution eingelegt. Seit Januar 2012 ist der Luftverkehr gemäß EU-Richtlinie 2008/101/EG in den EU-Emissionshandel einbezogen, jedoch der Vollzug für außereuropäische Flüge mit Beschluss vom 25. April 2013 befristet ausgesetzt worden. Dieser sogenannte „Stop-the-clock“-Beschluss sieht im Kern vor, dass die EU-Mitgliedstaaten auf Sanktionen für die Nichterfüllung von Berichts- und Abgabepflichten für die Jahre 2010 bis 2012 hinsichtlich aller Flüge zwischen Europa und Drittstaaten verzichten. Die Verpflichtungen für Flüge innerhalb der EU und weiteren Gebieten (zum Beispiel überseeische Gebiete, Beitrittsstaaten, Schweiz) bleiben vom Beschluss unberührt.

3.6.2 Informationen über die Umsetzung von Politiken und Maßnahmen, die nachteilige Wirkungen (inklusive nachteilige Wirkungen durch den Klimawandel) in Entwicklungsländern vermeiden

3.6.2.1 Bioenergie

Im Jahr 2011 deckte die Bioenergie in Deutschland rund 6,1 Prozent des gesamten Stromverbrauchs, 10,1 Prozent des gesamten Wärmeverbrauchs und 5,5 Prozent des gesamten Kraftstoffverbrauchs. Biomasse deckte damit rund 8,4 Prozent des gesamten Endenergieverbrauchs von 2.415 Terawattstunden.

Mit den Beschlüssen zur beschleunigten Energiewende vom Sommer 2011 wurde von der Bundesregierung das Ziel formuliert, dass die Energieversorgung Deutschlands bis zum Jahr 2050 überwiegend durch erneuerbare Energien gewährleistet werden soll. Gegenwärtig ist Biomasse der wichtigste erneuerbare Energieträger in Deutschland, knapp drei Viertel der Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energien entfielen im Jahr 2011 auf Biomasse. Auch wenn dieser Anteil in Zukunft zu Gunsten von Wind- und Solarenergie kleiner werden wird, so bleibt Bioenergie doch ein wichtiger Energieträger für die Erreichung der Energiewendeziele.

Die Sicherstellung einer nachhaltigen Herstellung von Biomasse, die in der Bundesrepublik Deutschland energetisch genutzt wird, ist ein wichtiges Ziel der Bundesregierung. Seit Januar 2011 sind bei der energetischen Nutzung von Biomasse im Bereich Biokraftstoffe und flüssige Biobrennstoffe europaweite Nachhaltigkeitskriterien einzuhalten, insbesondere Anforderungen zum Schutz von Flächen mit hohem Naturschutzwert, Flächen mit hohem Kohlenstoffbestand und von Torfmoorflächen sowie eine

Treibhausgaseinsparung von mindestens 35 Prozent gegenüber fossilen Brenn- und Kraftstoffen. Die Nachhaltigkeitsanforderungen gelten gleichermaßen für heimische und importierte Biokraftstoffe beziehungsweise flüssige Biobrennstoffe. Die Bundesregierung setzt sich dafür ein, auf EU-Ebene Nachhaltigkeitskriterien auf feste und gasförmige Bioenergieträger im Strom- und Wärmebereich auszudehnen.

In einigen Punkten im Bereich der Nachhaltigkeitskriterien treffen die Erneuerbare-Energien- und Kraftstoffqualitätsrichtlinie keine abschließenden Regelungen. Dazu zählt das Themenfeld „Indirekte Landnutzungsänderungen“ (ILUC). Indirekte Landnutzungsänderungen entstehen, wenn Biomasse für energetische Zwecke auf Flächen produziert wird, die vorher zur Produktion von Biomasse für andere Zwecke (zum Beispiel Lebens- oder Futtermittel) genutzt wurden und deren Produktion infolgedessen zumindest teilweise in Gebiete mit hohem Kohlenstoffgehalt (zum Beispiel Wälder oder Moore) oder mit hoher biologischer Vielfalt verdrängt wird. Auf diesem Wege könnte die energetische Nutzung von Bioenergie mittelbar Treibhausgasemissionen verursachen und ökologisch wertvolle Gebiete gefährden. In der ILUC-Debatte im Biokraftstoffbereich wird allerdings bislang nicht berücksichtigt, dass den weltweit knappen Landressourcen eine immer stärker steigende Nachfrage nach Agrarrohstoffen aus allen Verwendungen gegenübersteht. Eine effektive, klimafreundliche Landnutzung sollte daher nicht nur bei der Bioenergie ansetzen, sondern auch die landwirtschaftliche Produktion für Nahrungs- und Futtermittel sowie die stoffliche Nutzung von Biomasse berücksichtigen. Die Europäische Kommission hat am 17. Oktober 2012 einen Vorschlag zur Änderung dieser Richtlinien mit zahlreichen Änderungen, insbesondere zur Vermeidung von ILUC, vorgelegt. Der Vorschlag wird derzeit im Rat und im Europäischen Parlament im Mitentscheidungsverfahren verhandelt.

Innerhalb der Global Bioenergy Partnership (GBEP) setzt sich die Bundesregierung für die Ausweitung einer nachhaltigen Nutzung der Bioenergie ein. Im Rahmen der GBEP engagieren sich derzeit 23 Länder und 14 internationale Organisationen als Partner, viele weitere fungieren als „Beobachter“. Ein Schwerpunkt der Initiative liegt auf dem Kapazitätsaufbau in Entwicklungs- und Schwellenländern. Das Kriterium der Analyse der Nachhaltigkeit der Bioenergienutzung sind hierbei die „GBEP Nachhaltigkeitsindikatoren“, welche ökologische, ökonomische und soziale Aspekte berücksichtigen.

3.6.2.2 Klimaschutzprogramm für Entwicklungsländer

Dieses Vorhaben wird im Auftrag der Bundesregierung (Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung – BMZ) von der Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) durchgeführt. Es unterstützt Entwicklungsländer bei der aktiven Mitgestaltung des internationalen Klimaregimes nach 2012 und bei der Entwicklung von Strategien, Aktionsplänen und Monitoring-Systemen zur Anpassung an den Klimawandel und zum Klimaschutz.

Das Klimaschutzprogramm unterstützt den internationalen klimapolitischen Dialog mit Entwicklungsländern zur Stärkung ihrer Rolle und Verantwortung im klimapolitischen Prozess. Das Programm unterstützt die Erprobung damit einhergehender neuer Ansätze und Themenstellungen. Die aktuellen inhaltlichen Schwerpunkte sind:

- die Entwicklung von Ansätzen für die Planung und die Messung des Erfolges von Aktivitäten zur Anpassung an den Klimawandel in Entwicklungsländern, einschließlich der Unterstützung des Prozesses der Nationalen Anpassungsplanung (NAP) und in enger Zusammenarbeit mit der Least Developed Countries Expert Group (LEG) der UNFCCC;
- die Unterstützung bei der Nutzung etablierter und neuer Mechanismen des Kohlenstoffmarktes, einschließlich des CDM, für die eigenen Minderungsanstrengungen der Entwicklungsländer;
- die Begleitung internationaler Prozesse des Mainstreaming von Klimawandel in die Entwicklungsplanung;
- die Kommunikation neuer Entwicklungen und Trends bei Anpassung und Minderung durch Veranstaltungen, Veröffentlichungen und Newsletter;
- die Unterstützung des BMZ in seinen Aufgaben der nationalen und internationalen Klimapolitik. Als Querschnittsaufgabe leistet das Klimaschutzprogramm dabei außerdem Beiträge zum Auf- und Ausbau institutioneller und personeller Kapazitäten in Partnerländern der deutschen Entwicklungszusammenarbeit.
- Politische und sonstige Maßnahmen, die während des Berichtszeitraumes ausliefen oder aufgehoben wurden.

Während des Berichtszeitraums sind keine wesentlichen politischen oder sonstigen Maßnahmen des Klimaschutzes ausgelaufen beziehungsweise im Falle des Auslaufens wurden sie in andere gesetzliche Regelungen überführt. So wurde zum Beispiel das 1991 beschlossene Strom-einspeisungsgesetz durch das im Jahr 2000 eingeführte Erneuerbare-Energien-Gesetz ersetzt.

4 Emissionsszenarien und Projektionen sowie Abschätzung der Wirkung von Maßnahmen

4.1 Zur Aussagefähigkeit von Szenarien und Projektionen

Projektionen und Szenarien sind unverzichtbare Hilfsmittel, um für eine Klimaschutzstrategie eine Vorstellung vom künftig Möglichen zu bekommen und die Auswirkungen möglicher Maßnahmen abschätzen zu können. In der politischen Diskussion geht dabei allerdings oft verloren, dass es kein gesichertes Zukunftswissen gibt und dass es sich bei Szenarien eindeutig um „Wenn-dann-Aussagen“ handelt. Jede Projektion ist eng an ermittelte zukunftsorientierte und als wahrscheinlich eingeschätzte Entwicklungen geknüpft. Somit hängt die Aussage eines jeden Szenarios von den gesetzten Prämissen ab. Das bedeutet: Je nach den Annahmen über die weitere Entwicklung der ökonomischen, demografischen und politischen Randbedingungen sowie je nach Einschätzung der energieverbrauchsrelevanten Wirkungszusammenhänge sind gleichzeitig immer mehrere, in sich konsistente und widerspruchsfreie Beschreibungen der Zukunft möglich. Methodisch ist die Ermittlung von Emissionsprojektionen geprägt von Wirkungsanalysen sowie von einer integrierten Betrachtungsweise der gebündelten Wirkung verschiedener Maßnahmen und Politiken. Je länger die Projektionszeiträume werden, umso mehr muss sich dabei auf numerische Modelle, die naturgemäß nur eine eingeschränkte Sicht auf die Realität abbilden können, gestützt werden. Denn wegen der auf der Zeitachse zunehmend unscharf werdenden Rahmenbedingungen führen Wirkungsanalysen von Einzelmaßnahmen nicht mehr zu verlässlichen Aussagen.

Die hier vorgelegten Projektionen beruhen auf dem deutschen Projektionsbericht 2013. Diesen hat ein Forschungskonsortium im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit erarbeitet. Die Festlegung der Rahmendaten erfolgte im Frühjahr 2012 in Abstimmung mit anderen Ressorts. Im Projektionsbericht werden zwei verschiedene Szenarien untersucht. Ein „Mit-Maßnahmen-Szenario“ sowie ein

„Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario“. Im Folgenden wird das „Mit-Maßnahmen-Szenario“ (MMS) hinsichtlich der Politiken und Maßnahmen dargestellt.

4.2 Methodischer Ansatz

Im Mit-Maßnahmen-Szenario werden die geltende Rechtslage sowie alle Maßnahmen berücksichtigt, die bis Oktober 2012 ergriffen worden sind. Diese sind auch in Kapitel 3 beschrieben worden. Der Vergleich dieser Maßnahmen erfolgt mit einer (hypothetischen) Entwicklung, die ohne diese Maßnahmen beziehungsweise ohne die entsprechende Novellierung bereits bestehender Politiken und Maßnahmen eingetreten wäre. Dabei wurden diejenigen Maßnahmen berücksichtigt, die vor dem jeweils beschriebenen Wirkungsbeginn der vom Mit-Maßnahmen-Szenario erfassten Maßnahmen wirksam waren.⁷⁷

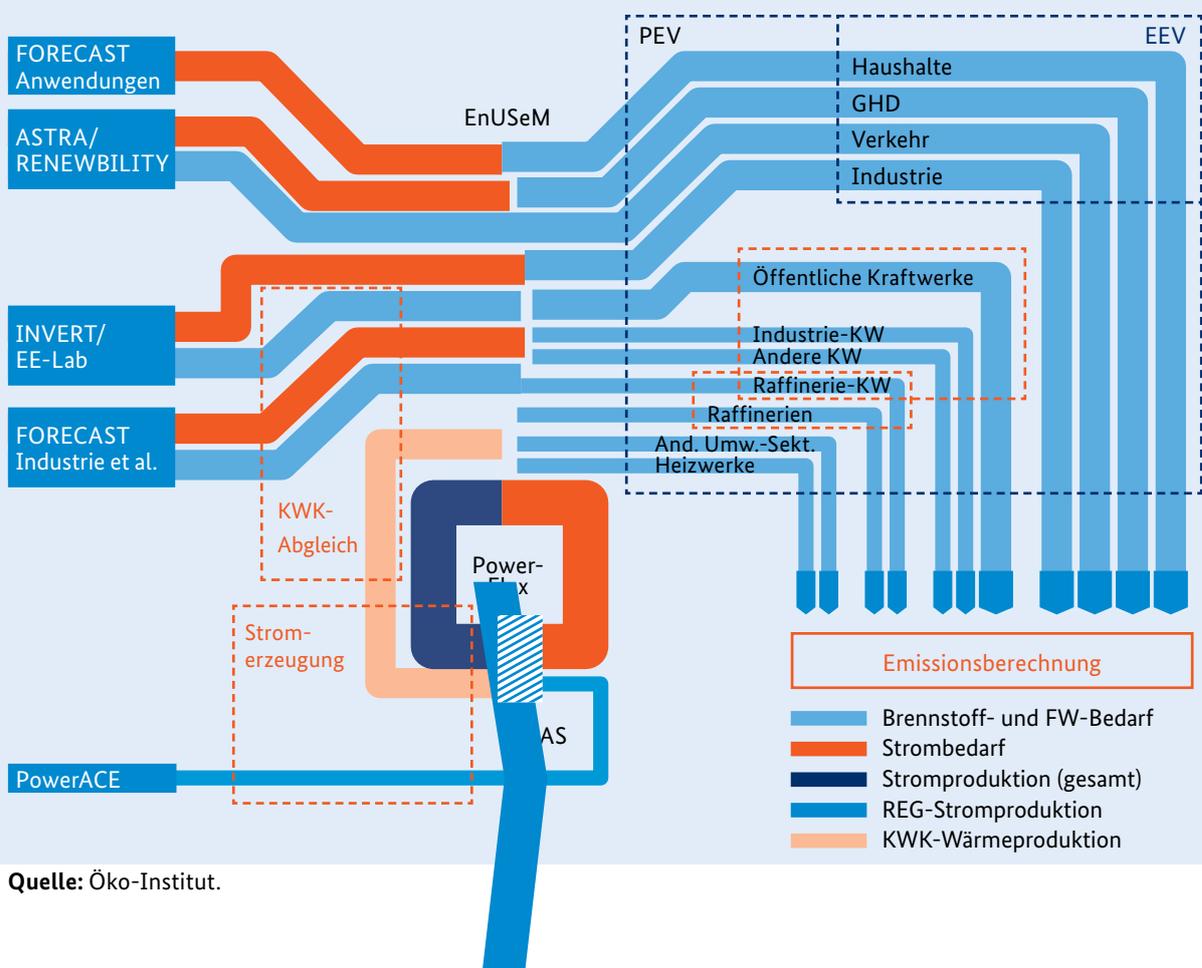
Die Analyse und Bewertung der verschiedenen Maßnahmen, die Ermittlung der entsprechenden Treibhausgasemissionen nach Quellbereichen sowie der notwendigen Hintergrundinformationen und -indikatoren für den Projektionsbericht folgt für die verschiedenen Sektoren unterschiedlichen methodischen Ansätzen beziehungsweise basiert auf unterschiedlichen Modellinstrumentarien, die für die verschiedenen Bereiche auf Basis der verfügbaren Daten und Informationen eine adäquate Analyse erlauben.

Für die energiebedingten Treibhausgasemissionen aus Verbrennungsprozessen basieren die Analysen auf einem komplexen System verschiedener Modelle (Abbildung 16). Die Analysen für den Strom- und Brennstoffbedarf der Sektoren Industrie und Gewerbe, Handel Dienstleistung erfolgt unter der Modellplattform FORECAST des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI), die auf einzelnen Sektormodellen beruht.

77 Die Zurechnung der verschiedenen Maßnahmen ist in den einzelnen Sektoren jeweils gesondert festgelegt worden. Der Wirkungsbeginn der vom Mit-Maßnahmen-Szenario erfassten Maßnahmen ist in den entsprechenden Übersichtstabellen explizit dokumentiert. Alle vor dem genannten Zeitpunkt wirksamen Politiken und Maßnahmen werden damit einem Ohne-Maßnahmen-Szenario (OMS) zugerechnet. Das Ohne-Maßnahmen-Szenario wurde zwar jeweils sektorspezifisch ermittelt, die einzelnen Sektoranalysen wurden jedoch nicht zu einem Gesamtszenario zusammengeführt.

- Für den Verkehrsbereich wird die Verkehrsnachfrage mit dem Modell ASTRA-D des Fraunhofer ISI bestimmt. Weitere Eingabedaten basieren auf TREMOD 5.2 sowie der Technologiedatenbank des Öko-Instituts.
 - Für den Gebäudesektor (im Bereich der Wohn- und Nichtwohngebäude) wird das Modell INVERT/EE-Lab des Fraunhofer ISI genutzt.
 - Analysen für den verbleibenden Brennstoff- und Strombedarf im Sektor Private Haushalte werden unter der Modellplattform FORECAST des Fraunhofer ISI durchgeführt.
 - Die Stromerzeugung auf Basis fossiler Energieträger sowie die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien werden mit den Modellen des Öko-Instituts (ELIAS/PowerFlex) und dem PowerACE-Modell des Fraunhofer ISI analysiert.
 - Die Integration des Mengengerüsts für den Energieverbrauch, die Ermittlung des Primärenergieverbrauchs sowie des Energieeinsatzes in den anderen Umwandlungssektoren wird mit dem Integrationsmodell des Öko-Instituts durchgeführt. Für die Modellierung des Energiesektors wird eine Reihe von Iterationsläufen notwendig:
 - zur Ermittlung des Stromverbrauchs aus den Endverbrauchs- und Umwandlungsbereichen als Eingangsgröße für die Strommarktmodellierung;
 - zum Abgleich der Wärmeerzeugung aus KWK-Anlagen in der öffentlichen, industriellen und Objektversorgung und dem Wärmebedarf in den Sektoren Industrie, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und private Haushalte.
- Die Emissionsermittlung für die Treibhausgasemissionen aus Verbrennungsprozessen erfolgt mit dem Emissionsmodell des Öko-Instituts, das die Energiebedarfsprojektionen für die verschiedenen Endverbrauchs- und Umwandlungssektoren in der Systematik der nationalen Treibhausgasemissionen emissionsseitig bewertet.
- Für die flüchtigen Emissionen des Energiesektors erfolgt im Emissionsmodell des Öko-Instituts eine quellgruppenspezifische Modellierung auf Basis des Mengengerüsts für die Energienachfrage und -bereitstellung sowie den für das Nationale Treibhausgasinventar genutzten Methoden.
- Für die Emissionen aus Industrieprozessen werden drei verschiedene Ansätze verfolgt:
- Für die prozessbedingten Emissionen mit Bezug zum Energiesektor werden die Emissionen auf Basis des Mengengerüsts für die Energienachfrage- und -bereitstellung im Emissionsmodell des Öko-Instituts

Abbildung 16: Modellübersicht zur Analyse der energiebedingten Treibhausgasemissionen



Quelle: Öko-Institut.

mit den für das Nationale Treibhausgasinventar verwendeten Methoden ermittelt.

- Für die prozessbedingten Emissionen ohne Bezug zum Energiesektor werden die Emissionen auf der Basis von Produktionsschätzungen im Emissionsmodell des Öko-Instituts mit den für das Nationale Treibhausgasinventar verwendeten Methoden ermittelt. Für die N_2O -Emissionen aus der Adipin- und Salpetersäureproduktion erfolgte eine gesonderte Modellabschätzung.
- Für die HFKW-, FKW- und SF_6 -Emissionen werden vorliegende Projektionen aktualisiert und angepasst.

Für die Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft wird eine vom Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI) erstellte Projektion übernommen. Für die Treibhausgasemissionen aus der Abfallwirtschaft wird das für die Erstellung der Nationalen Treibhausgasinventare verwendete Modell des Öko-Instituts für die Projektion erweitert. Zur Analyse der energiebedingten Treibhausgasemissionen wurde zusätzlich ein Verfahren der Komponentenzerlegung in Ansatz gebracht, mit dem über eine Dekompositionsanalyse die Emissionsentwicklung durch die Entwicklung von Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum, die gesamtwirtschaftliche Energieproduktivität, den Anteil der fossilen Energien am gesamten Primärenergieaufkommen sowie die Treibhausgasintensität der genutzten fossilen Energieträger beschrieben werden kann.

Unter Verwendung dieses Modellinstrumentariums wird neben der Erstellung des Mit-Maßnahmen-Szenarios beziehungsweise der entsprechenden Hintergrund- und Indikatorindaten auch eine Sensitivitätsanalyse für eine Reihe ergebnisbestimmender Basisannahmen (Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung, Energiepreise etc.) durchgeführt.

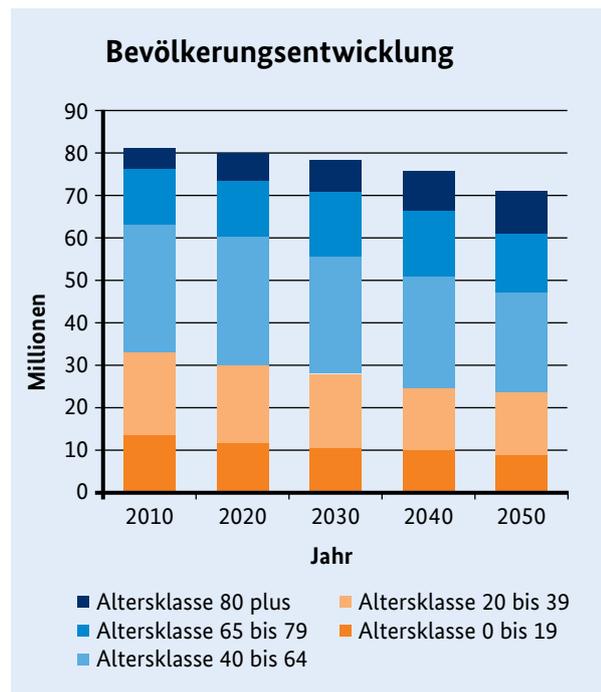
4.3 Beschreibung der Rahmendaten

4.3.1 Bevölkerung und Haushalte

Die Bevölkerungsentwicklung und -fortschreibung wird in ASTRA-D endogen modelliert. Als Dateninputs werden dabei in erster Linie Annahmen der 12. koordinierten Bevölkerungsfortschreibung des statistischen Bundesamtes übernommen, ergänzt durch Daten von Eurostat. Es werden dabei die Annahmen, welche im Projekt Renewability II getroffen wurden, über das Jahr 2030 hinaus fortgeschrieben. Die Aufteilung erfolgt dabei auf NUTS2-Ebene. Es werden folgende Basisannahmen zu Grunde gelegt:

- Anteil Frauen an Gesamtbevölkerung von 2005 an: 0,5121 (aufgeteilt auf die Gesamtzahl Einwohner pro NUTS-Zone in der Altersklasse 15 bis 39)

Abbildung 17: Bevölkerungsprojektion aus ASTRA-D bis 2050



Quelle: ASTRA-D.

- Migration angelehnt an Energieszenarien (2020: 365.161, 2030: 314.205, 2040: 301.467, 2050: 288.728)
- Fruchtbarkeitsrate (Durchschnitt über alle NUTS2-Zonen): 2020: 1,385, 2030: 1,445, 2040: 1,481, 2050: 1,505
- Verbesserung der Kindersterblichkeit und Lebensdauer graduell bis zu 8 Prozent im Jahre 2050 (im Vergleich zu 2005)

In Abbildung 17 ist der Verlauf der endogenisierten Berechnung der Bevölkerung durch ASTRA abgetragen. Der Wert im Jahre 2050 ist dabei nahe dem Wert der Variante 3 – W1 der 12. koordinierten Bevölkerungsfortschreibung (Destatis, 2012). Allerdings ist die Annahme für die Geburtenhäufigkeit etwas geringer; der Wanderungssaldo fällt hingegen etwas stärker beziehungsweise positiver für die Entwicklung des Bevölkerungsaufbaus aus.

Mit den gewählten Parametern liegt die Bevölkerungsfortschreibung innerhalb der vom statistischen Bundesamt als „mittlere Bevölkerung“ bezeichneten Varianten-Gruppe und stellt somit keine Extremvariante dar. Dies hat den positiven Effekt, dass die Ergebnisse robuster für Sensitivitätsanalysen in der demografischen Entwicklung ausfallen.

Innerhalb der NUTS2-Zonen wird keine Migration modelliert; allerdings wird die Migration entsprechend der aktuellen wirtschaftlichen Attraktivität auf die NUTS2-Zonen verteilt. Das Auslassen von innerdeutschen

Wanderungsbewegungen kann durchaus auch Auswirkungen zum Beispiel auf das Mobilitätsverhalten oder die Beschäftigungsstruktur in den jeweiligen Regionen haben; im Laufe des Projektes soll geprüft werden, ob hierdurch wesentliche Ungenauigkeiten entstehen und damit eine Modellverfeinerung nötig wird. Es bestehen aber Anzeichen, dass die regionale Mobilität in Deutschland im Vergleich eher gering ausgeprägt ist (unter Nichtberücksichtigung der Effekte nach 1990; vergleiche dazu Sachverständigenrat, 2011).

Dass keine Wanderungsbewegungen modelliert werden, heißt aber nicht, dass sich die verschiedenen Regionen demografisch gleich entwickeln werden. Die nach der deutschen Wiedervereinigung erfolgte Binnenwanderung hat bereits Auswirkungen auf den regionalen Bevölkerungsaufbau; die einzelnen NUTS1- bis NUTS3-Zonen entwickeln sich unterschiedlich.

4.3.2 Wirtschaftswachstum und Struktur

Die Entwicklung der Trends auf der gesamtwirtschaftlichen Ebene werden auf Grundlage der projizierten Wachstumsraten des *OECD Economic Outlook 2012/1 preliminary Version* angelegt. Da diese Projektion eher optimistisch ausfällt, wird zusätzlich eine

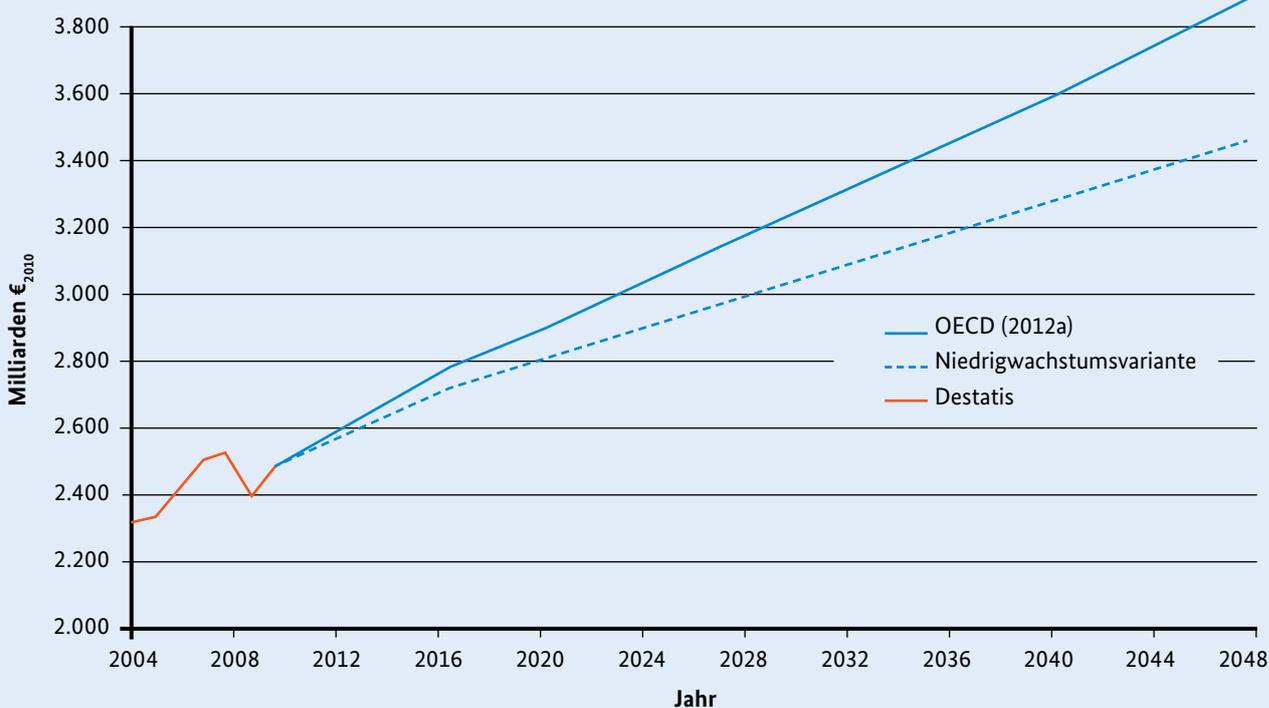
Niedrigwachstumsvariante mit -0,3 Prozentpunkten angelegt. Die für Deutschland resultierende Entwicklung des preisbereinigten Bruttoinlandsproduktes (BIP) ist in Abbildung 18 als blaue durchgezogene Trajektorie dargestellt.

Aufgrund des weltwirtschaftlichen Einbruchs, der Mitte 2008 eingesetzt hat, ist das Bruttoinlandsprodukt 2009 in Deutschland gegenüber dem Vorjahr um etwa fünf Prozent geschrumpft. Ausgehend von dem stark verminderten Niveau der Wirtschaftstätigkeit 2009 zeigte sich ab dem Jahr 2010 in Deutschland eine unerwartet kräftige Erholung.

Die künftige Entwicklung bleibt allerdings unsicher. Allerdings geht die OECD (OECD, 2012b) davon aus, dass es nach einem dynamischen Auftakt zu Jahresbeginn 2012 im Zuge der Festigung des Vertrauens und der Belebung der Binnennachfrage die Wirtschaftstätigkeit Deutschlands sich auch in der Zukunft kräftigen wird. Die erwartete Erholung des Welthandels wird dazu beitragen, dass die Schwächetendenzen im übrigen Euroraum Deutschlands Wirtschaftsentwicklung kaum schwächen wird.

Für die Projektion des preisbereinigten Bruttoinlandsproduktes ergibt sich dann von 2012 bis 2017 im Durchschnitt ein Wachstum von circa 1,6 Prozent pro

Abbildung 18: Projektion des preisbereinigten Bruttoinlandsproduktes in Milliarden Euro 2010 inklusive einer Niedrigwachstumsvariante (-0,3 Prozentpunkte)



Quelle: Destatis (2012c), OECD (2012a), Berechnungen des Öko-Instituts.

Jahr. Von 2018 bis 2030 wird von einer durchschnittlichen Wachstumsrate von knapp 1,1 Prozent pro Jahr ausgegangen. Für den Zeitraum von 2031 bis 2050 wird von einem etwas geringeren Wachstum von circa 1,0 Prozent pro Jahr ausgegangen, da ab circa 2030 der Bevölkerungsrückgang spürbar werden wird. Zugleich setzt sich der wirtschaftliche Strukturwandel weiter fort.

Für die auf aggregierter Ebene des Bruttoinlandsproduktes durchgeführten – Sensitivitätsanalysen werden die genannten Wachstumsdaten in Anlehnung an die Vorgehensweise im Projekt „Klimaschutzszenarien 2050“ wie folgt variiert: Für den Zeithorizont bis 2050 liegen die durchschnittlichen Wachstumsraten des preisbereinigten Bruttoinlandsproduktes für die Niedrigwachstumsvariante um 0,3 Prozentpunkte unter denen des Referenzfalls (gestrichelte Linie in Abbildung 18).

Die sektorale Gliederung der Wertschöpfung umfasst die folgenden Sektoren:

- Landwirtschaft
- Industrie
- Dienstleistungen

Tabelle 33: Preisbereinigte Bruttowertschöpfung nach Sektoren und Bruttoinlandsprodukt (Preisbasis 2000), 2008 bis 2030

	2008	2020	2030
Milliarden Euro			
Bruttowertschöpfung (BWS)			
Produzierendes Gewerbe	644	649	677
Dienstleistungen	1.404	1.557	1.717
Landwirtschaft	23	23	23
BWS gesamt	2.072	2.229	2.418
Bruttoinlandsprodukt (BIP)	2.270	2.437	2.632

Quelle: Destatis (2012c), Berechnungen des Öko-Instituts.

Um sektoral aufgegliederte Aussagen über das Wirtschaftswachstum zu treffen, wird das FARM-EU-Modell auf die oben dargestellte Wirtschaftsentwicklung kalibriert, um die entsprechenden sektoralen Bruttowertschöpfungen aus den Modellergebnissen abzuleiten.

Tabelle 34: Anteile Bruttowertschöpfung der Industrie (Milliarden Euro 2000), 2008 bis 2030

Branche	Wirtschaftszweig 2003	2008	2015	2020	2025	2030
Milliarden Euro						
Gewerke von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	13, 14 (oder 10.30, 12)	2,56	1,98	1,81	1,60	1,49
Ernährung und Tabak	15, 16	29,14	27,06	26,93	27,15	27,27
Papiergewerbe	21	10,42	10,75	10,49	10,28	10,31
Grundstoffchemie	24,1	25,90	25,64	25,14	25,13	25,05
Sonstige chemische Industrie	24 oder 24,1	27,47	26,86	27,72	29,09	29,76
Gummi- und Kunststoffwaren	25	25,71	25,27	25,75	27,06	27,52
Glas und Keramik	26,1 bis 26,3	5,89	6,26	6,27	6,32	6,19
Verarbeitung von Steinen und Erden	26 oder 26,1 bis 26,3	9,95	8,41	8,42	8,76	8,76
Metallerzeugung	27,1	5,65	5,64	5,55	5,06	4,65
NE-Metalle, -gießereien	27,4, 27,5	7,17	7,49	7,50	7,47	7,48
Metallbearbeitung	DJ oder 27,1, 27,4, 27,5	46,29	44,92	46,34	47,03	48,26
Maschinenbau	29	72,37	78,11	82,37	85,14	88,29
Fahrzeugbau	34, 35	75,51	73,50	76,11	80,39	82,53
Sonstiges verarbeitendes Gewerbe	17, 18, 19, 20, 30, 31, 32, 33, 36, 37	152,42	153,17	159,86	162,84	169,07
Verarbeitendes Gewerbe und Gewerke Steine-Erden, sonstiger Bergbau gesamt	496,45	495,33	510,70	523,68	536,98	

Quelle: Statistisches Bundesamt 2012c.

Tabelle 33 fasst die Bruttowertschöpfung nach Sektoren bis 2050 zusammen.

Die aggregierten Daten zur Wirtschaftsentwicklung sind in FARM EU für einzelne Industriebranchen noch detaillierter aufgeschlüsselt und in Tabelle 34 gemäß Gliederung der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung des statistischen Bundesamts (Destatis 2012c) zusammengestellt.

4.3.3 Beschäftigungsentwicklung

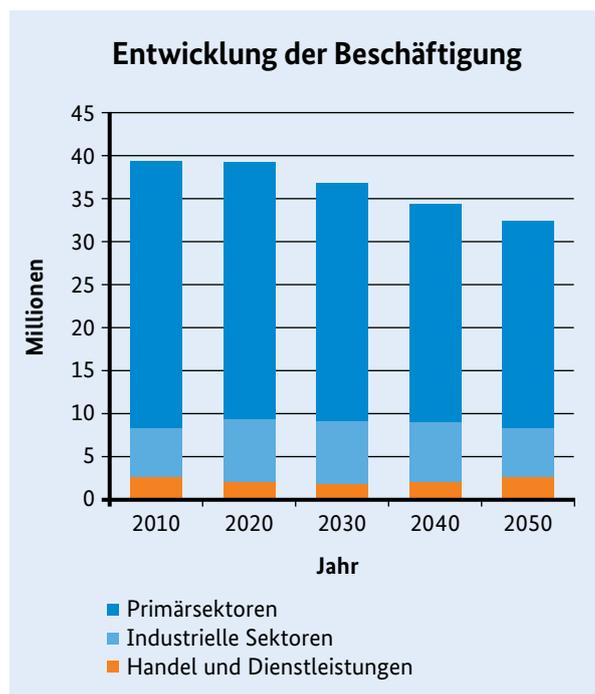
Die Beschäftigung in ASTRA-D ergibt sich aus dem Zusammenspiel zwischen Produktivität, Arbeitskräftepotenzial sowie Entwicklung der Bruttowertschöpfung der 57 Sektoren gemäß der 2003er Klassifikation des statistischen Bundesamts. Ein wesentlicher Faktor ist natürlich auch die demografische Entwicklung, wie oben bereits dargestellt. Durch die Verschiebung der Altersstruktur ergibt sich eine unvermeidliche Anhebung des durchschnittlichen Alters der Erwerbstätigen. Es wird nicht erwartet, dass dies ein wesentlicher Faktor für die Beeinflussung der Arbeitsproduktivität darstellt (Sachverständigenrat, 2011).

Das Arbeitskräftepotenzial ergibt sich aus der Erwerbsquote der arbeitsfähigen Bevölkerung; hierbei werden alle Personen zwischen 15 und 65 einbezogen. Diese werden mit der Aktivitätsrate multipliziert und bilden somit die Gesamtzahl an Personen, welche nach Arbeit suchen oder in einem Beschäftigungsverhältnis stehen. Die stille Reserve wird dabei nicht explizit ausgewiesen.

Die Gesamtzahl der Arbeitsstunden ist ein Bestandteil der Cobb-Douglas-Produktionsfunktion zur Berechnung des Produktionspotenzials. Die Arbeitsstunden sind dabei abhängig von der durchschnittlichen jährlichen Arbeitszeit. Hierbei kommt es allerdings zu Rückkopplungseffekten, und zwar dann, wenn sich die Endnachfrage dem Produktionspotenzial stark annähert beziehungsweise es übersteigt.⁷⁸ Dies wird durch Überstunden ausgeglichen.

Die Beschäftigung bezieht sich dabei auf Vollzeit-äquivalenzstellen; Selbständige sind in diesen Zahlen mit inbegriffen. Die Arbeitsproduktivität ist extern und angelehnt an die Input-Outputtabellen von 1995 des statistischen Bundesamts; sie wird zusätzlich davon beeinflusst, wie nahe an der Vollbeschäftigung operiert wird (wenn die Arbeitslosenquote unter fünf Prozent fällt). In der Aufschlüsselung wurde auf die detaillierte

Abbildung 19: Gesamtwirtschaftliche Beschäftigungsentwicklung bis 2050



Quelle: ASTRA-D.

Aufschlüsselung in die verschiedenen Sektoren verzichtet; lediglich die Grobunterteilung in drei Sektoren (Primärsektor, industrielle Produktion, Handel und Dienstleistungen) wurde vorgenommen. Dies ist auch der Tatsache geschuldet, dass die Entwicklung zukünftiger Arbeitsproduktivitäten sehr spekulativ ist. Die Entwicklung der Arbeitsproduktivitäten ist abgeleitet am Forecast des Economic Outlooks 2012 der OECD, die reziproken Koeffizienten der Faktorproduktivitäten gehen in die Berechnung der Wertschöpfung pro Arbeitnehmer ein. Der Anteil an Teilzeitbeschäftigten pro Sektor wird dabei ab 2015 konstant gehalten. Als Ausgangswert für die gesamtwirtschaftliche Entwicklung wurde ebenfalls die in Tabelle aufgeführte OECD-Projektion verwendet.

Die Aktivitätsrate entwickelt sich im Prognosezeitraum durch die Angleichung der Arbeitsproduktivität an den OECD Outlook beständig positiv; so wird für das Jahr 2020 von 78,5 Prozent, für 2030 von 79,9 Prozent, für 2040 von 81,4 Prozent und für 2050 von 82,8 Prozent ausgegangen; gemessen jeweils an der erwerbsfähigen Bevölkerung zwischen 15 und 65 Jahren.

Die durchschnittlichen Arbeitsstunden pro Jahr fallen dabei von 1.711 im Jahr 2030 zu 1.585 im Jahr 2050 ab.

⁷⁸ Hier unterscheidet sich ASTRA-D als systemdynamisches Modell von neoklassischen Annahmen, welche in der Regel eine kurz- bis mittelfristige Schließung des Output-Gaps unterstellen.

Nach der Berechnung der Beschäftigung pro Sektor wird die Gesamtzahl der Beschäftigten mit den durchschnittlichen Arbeitsstunden pro Jahr multipliziert und bildet damit die Ausgangsbasis für die Produktionsfunktion zur Berechnung des sektoralen jährlichen Wachstums. Einschränkend muss bemerkt werden, dass in ASTRA-D keine Unterscheidung nach Qualifikationsniveau getroffen wird; demgegenüber steht ein höherer Detaillierungsgrad bei der Beschäftigung in den Verkehrssektoren.

4.3.4 Projektion der Entwicklung der Primärenergiepreise und der Wechselkurse

4.3.4.1 Vorbemerkungen

Die zukünftige Entwicklung der Brennstoffpreise bildet eine entscheidende Determinante für die Erarbeitung von Projektionen für die zukünftige Energiebeziehungswise Emissionsentwicklung. Die Annahmen zu den zukünftigen Energieträgerpreisen beeinflussen dabei ganz wesentlich sowohl die Konfiguration des

Energiesystems als auch dessen gesamte Systemkosten und die Energiepreise für die verschiedenen Verbrauchergruppen. Für die Entwicklung von Projektion für Energieträgerpreise ergeben sich vor allem zwei zentrale Fragen:

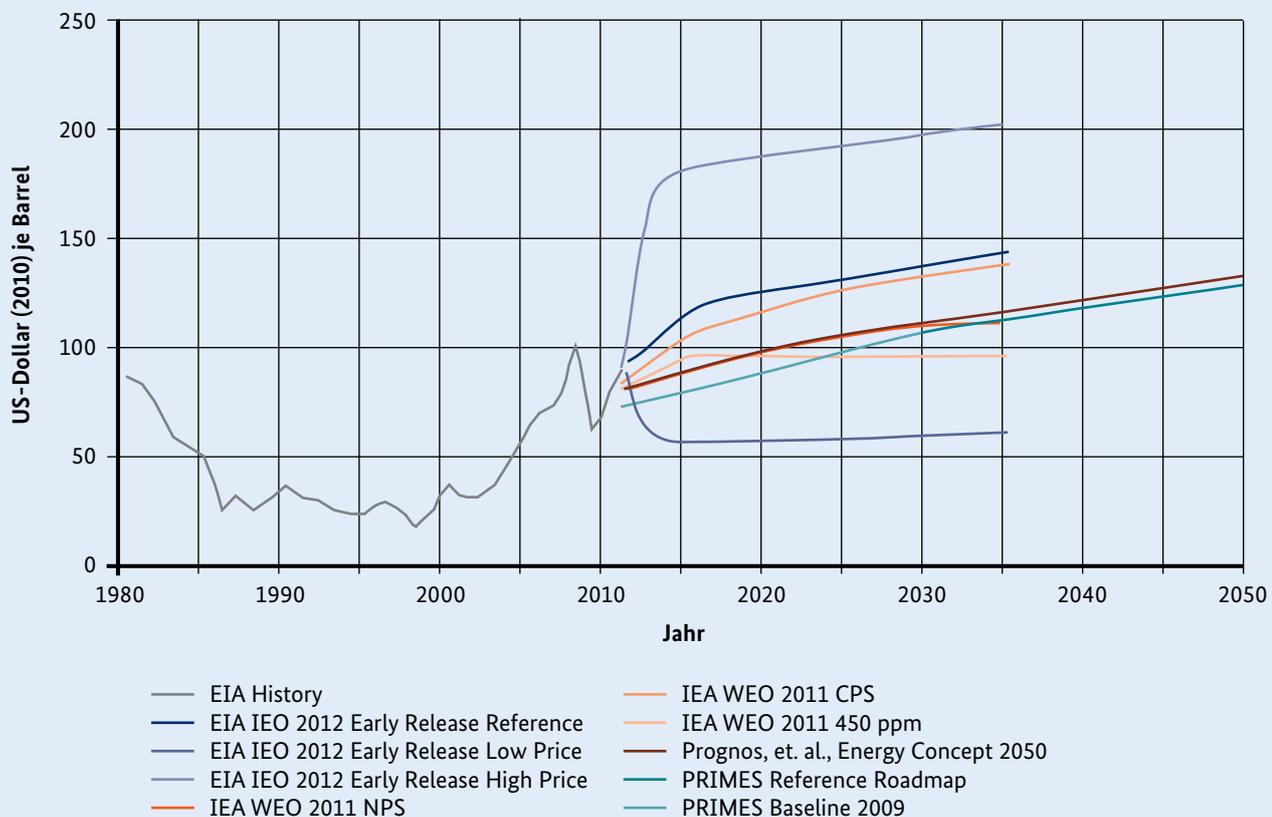
- Was sind die Leitgrößen der Energiepreisentwicklung und deren Bestimmungsparameter?
- Welchen Einfluss haben diese Leitgrößen auf die Entwicklung der Energiepreise für die verschiedenen Einsatzbereiche?

In der hier vorgelegten Analyse wird diesen Fragen für diejenigen Brennstoffpreise nachgegangen, für die erstens eine starke Abhängigkeit von den Entwicklungen auf den internationalen Brennstoffmärkten für Öl, Erdgas und Kohle zu konstatieren ist und die zweitens für den Bereich der Stromerzeugung relevant sind (eine weitere Analyse wird sich mit der Entwicklung der Brennstoffpreise für weitere Sektoren beschäftigen).

Die Untersuchung folgt für die unterschiedlichen Aspekte einem dreistufigen Analyseansatz:

- In einem ersten Schritt werden die historische

Abbildung 20: Historischer Verlauf und aktuelle Projektionen für die Entwicklung des Rohölpreises auf dem Weltmarkt, 1980 bis 2050



Quelle: EIA (2012), IEA (2011), Prognos et al. (2010), EC (2010), EC (2011), Berechnungen des Öko-Instituts.

Entwicklung der Grenzübergangpreise für Rohöl, Erdgas und Steinkohle und der Einfluss von Wechselkursen und Preisbereinigungen dokumentiert.

- In einem zweiten Schritt wird eine Reihe aktueller Mainstream-Projektionen für die globalen Rohölpreise dargestellt und eine Empfehlung für die den Projektionen zu Grunde zu legende Projektion und die entsprechenden Wechselkursgrößen erarbeitet.
- In einem dritten Schritt werden basierend auf der Entwicklung des Rohölpreises die Entwicklungen der Grenzübergangpreise Rohöl, Erdgas und Steinkohle fortgeschrieben.

4.3.4.2 Preisprojektion für Rohöl auf dem Weltmarkt

Für die Entwicklung der international beziehungsweise auf dem Weltmarkt gehandelten Primärenergieträger bildet der Trend auf den Rohölmärkten einen entscheidenden Anker.

Die langfristige Entwicklung der Ölpreise hängt von vielen Faktoren ab: neben der Marktmacht der OPEC insbesondere von dem künftigen weltwirtschaftlichen Wachstum sowie den weltweit verfolgten energie- und umweltpolitischen Strategien. Die künftige Entwicklung dieser Faktoren ist mit Unsicherheit verbunden. Die Unsicherheit über die Entwicklung der Ölpreise wird noch dadurch verstärkt, dass die Preise für Rohöl zunehmend auch durch Finanzmärkte bestimmt werden. Unter dem Einfluss unsicherer Erwartungen über künftige Entwicklungen hat die Volatilität der Preise in den letzten Jahren deutlich zugenommen.

Die Zusammenstellung ausgewählter Preisprojektionen zeigt die große Bandbreite der in aktuellen Analysen unterstellten Ölpreisprojektionen. Alle Preisangaben wurden auf die Preisbasis 2010 umgerechnet, sofern sie nicht bereits in konstanten Preisen von 2010 angegeben waren. Für die Preisbereinigung wurden die Bruttoinlandsprodukt-Deflatoren verwendet, die vom Statistischen Bundesamt (Destatis) für den Euro und vom U.S. Bureau of Economic Analysis (BEA) für den US-Dollar veröffentlicht werden.

Im Vergleich der verschiedenen Projektionen ist auf eine Reihe interessanter Aspekte hinzuweisen:

- In den eher prognostisch orientierten Projektionen in der Referenzvariante des Annual Energy Outlook (AEO) der Energy Information Administration (EIA 2012) sowie im Current Policy Scenario (CPS) des World Energy Outlook 2011 der International Energy Agency (IEA 2011) werden für das Jahr 2020 Preisniveaus (in konstanten Preisen von 2010) von knapp 126 beziehungsweise 118 US-Dollar je Fass Öl (Dollar pro Barrel) erwartet. Bis 2030 wird sich nach

diesen Projektionen der Preisanstieg fortsetzen und etwa im Jahr 2035 das Niveau von 145 beziehungsweise 140 Dollar pro Barrel erreichen.

- Das ebenfalls prognostisch angelegte Primes-Baseline-Szenario 2009 und der Primes-Referenzpreis-pfad für die im Rahmen der Energy Roadmap 2050 erstellten Analysen der Europäischen Kommission (EC 2010, EC 2011) unterstellen dagegen bis 2020 Ölpreise von 90 Dollar pro Barrel, die dann bis 2030 Werte von 108 Dollar pro Barrel erreichen. Im Gutachten für das Energiekonzept der Bundesregierung (Prognos et al. 2010) wurde ein Anstieg der Ölpreise auf knapp 100 Dollar pro Barrel 2020 zu Grunde gelegt, bis 2030 ergeben sich hier – bei tendenziell abnehmenden Steigerungsraten – Preisniveaus von 112 Dollar pro Barrel 2030, 123 Dollar pro Barrel 2040 und 133 Dollar pro Barrel 2050.

In der Projektion der EIA (2012) werden neben der Referenzvariante auch noch Szenarien für hohe und niedrige Rohölpreise untersucht. Der obere Rand des Preisspektrums (circa 189 Dollar pro Barrel 2020 beziehungsweise bis knapp 200 Dollar pro Barrel nach 2030) wird mit einer steigenden Marktmacht der OPEC begründet, die sich einstellen würde, wenn die unkonventionelle Ölgewinnung außerhalb der OPEC nicht schnell genug gesteigert wird, um bei deutlich steigendem Bedarf eine sinkende konventionelle Ölgewinnung ausgleichen zu können. Durch Maßnahmen wie eine verbesserte Ausbeute konventioneller Ressourcen, eine verstärkte Nutzung alternativer Kraftstoffe und zusätzliche Klimaschutzmaßnahmen könnte der Anstieg des Rohölpreises jedoch auch deutlich gedämpft werden. Bei (sehr) geringem Wirtschaftswachstum und (sehr) hohen Investitionen im Ölsektor werden am unteren Rand sehr niedrige Preisniveaus (für den Zeithorizont 2020/2030 etwa 60 Dollar pro Barrel) angesetzt.

Eine interessante Sensitivitätsanalyse wird im World Energy Outlook (IEA 2011) wiederholt präsentiert. Hier werden der Einfluss von Klimaschutzpolitik und die damit einhergehenden Nachfrageeffekte berücksichtigt. Im New Policy Scenario (NPS), das die Umsetzung der auf der 15. Vertragsstaatenkonferenz zur Klimarahmenkonferenz initiierten Minderungszusagen (Copenhagen Accord) berücksichtigt, stellt sich 2020 ein Ölpreisniveau von knapp 100 Dollar pro Barrel ein. Im Vergleich zum Referenzszenario CPS (siehe oben) entspricht dies einem um knapp 20 Dollar pro Barrel niedrigeren Wert. Im Jahr 2035 wird in diesem Szenario ein Preis von etwas über 113 Dollar pro Barrel erreicht, dies sind circa 27 Dollar pro Barrel weniger als im Referenzszenario. In einem Szenario, das sich an der Einhaltung des sogenannten 2-Grad-Celsius-Ziels und einer Begrenzung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre

auf 450 parts per million (ppm) (450 Scenario) orientiert, bleiben die Rohölpreise auch längerfristig auf einem Niveau von 97 Dollar pro Barrel.

Vor dem Hintergrund der vorliegenden Analysen aus dem internationalen Raum wird für die Modellierungen im hier behandelten Projekt der Preispfad des Referenzszenarios im Early Release des Annual Energy Outlook (EIA 2012) zu Grunde gelegt, der um bis zu 10 Dollar über der Referenzvariante des World Energy Outlooks liegt (IEA 2011). Für den Zeitraum ab 2035 wird die Dynamik der Vorjahre fortgeschrieben. Damit ergeben sich für den für Deutschland relevanten Korb von Rohölsorten die folgenden Preisannahmen (zum Vergleich: 2008 betrug das Preisniveau etwa 100 Dollar pro Barrel):

- 117 Dollar pro Barrel für 2015
- 127 Dollar pro Barrel für 2020
- 138 Dollar pro Barrel für 2030
- 151 Dollar pro Barrel für 2040
- 163 Dollar pro Barrel für 2050.

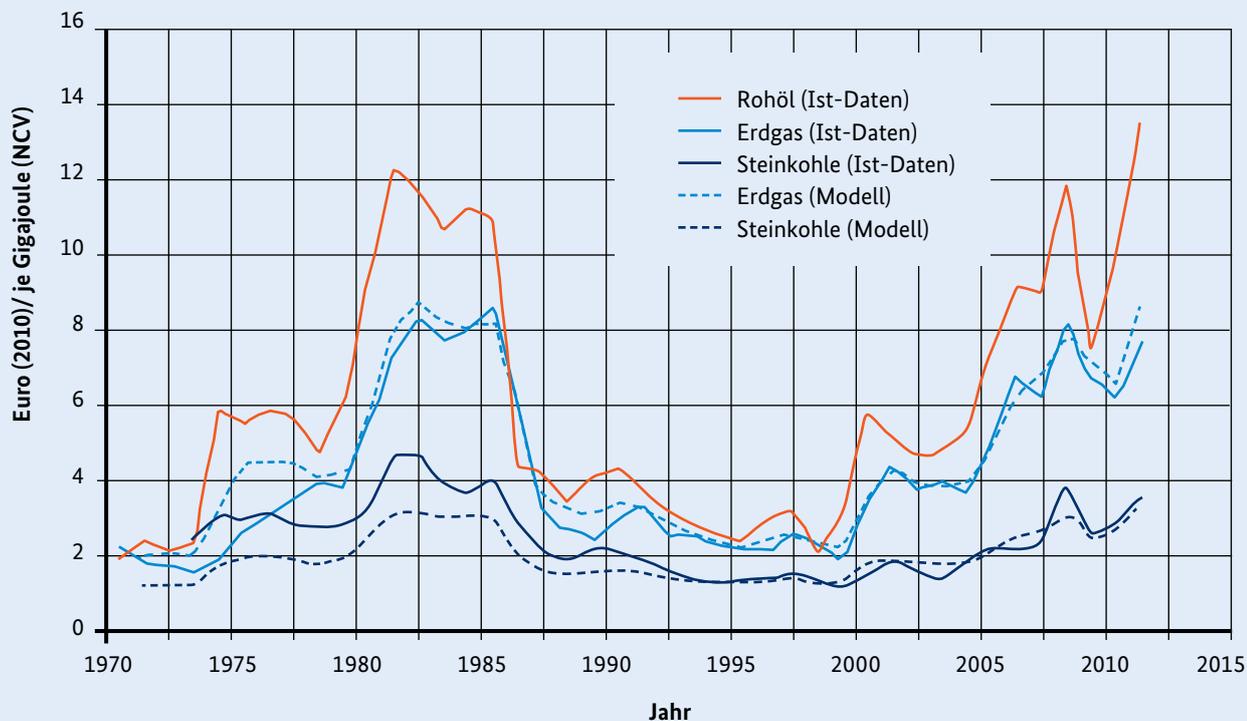
Dieser Preispfad wird für die Ableitung der Primärenergiepreise für Erdgas und Steinkohle beziehungsweise der jeweiligen Sekundärenergieträger zu Grunde gelegt.

4.3.4.3 Projektion für die Entwicklung der Wechselkurse

Neben der Entwicklung des Rohölpreises auf Dollarbasis spielt die zukünftige Entwicklung des Wechselkurses eine entscheidende Rolle für die Entwicklung der in Deutschland wirkenden Preissignale aus den Energiemärkten. Als Referenz für die Entwicklung der Wechselkurse zwischen Euro und US-Dollar kann vor allem auf zwei jüngere prognostische Arbeiten zurückgegriffen werden:

Aus dem Gutachten zum Energiekonzept (Prognos et al. 2010) lässt sich für das Jahr 2020 ein Wechselkurs von 1,25 Dollar je Euro rückrechnen. Diese Wechselkursannahme geht von einem weiter fallenden Trend aus, im Jahr 2030 beträgt der Wechselkurs noch 1,16 und im Jahr 2040 1,07. Für das Jahr 2050 wird ein Wert von nur noch 0,98 angenommen. In der Primes-Baseline-Projektion der Europäischen Kommission (EC 2010) verläuft die Wechselkursentwicklung bis 2030 sehr ähnlich, für 2020 wird ein Wert von etwa 1,22 Dollar je Euro erwartet, für 2030 werden 1,16 Dollar je Euro unterstellt.

Abbildung 21: Historischer Verlauf und Modellierung von Rohöl-, Erdgas- und Steinkohlenpreisen, 1970 bis 2010



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), Berechnungen des Öko-Instituts.

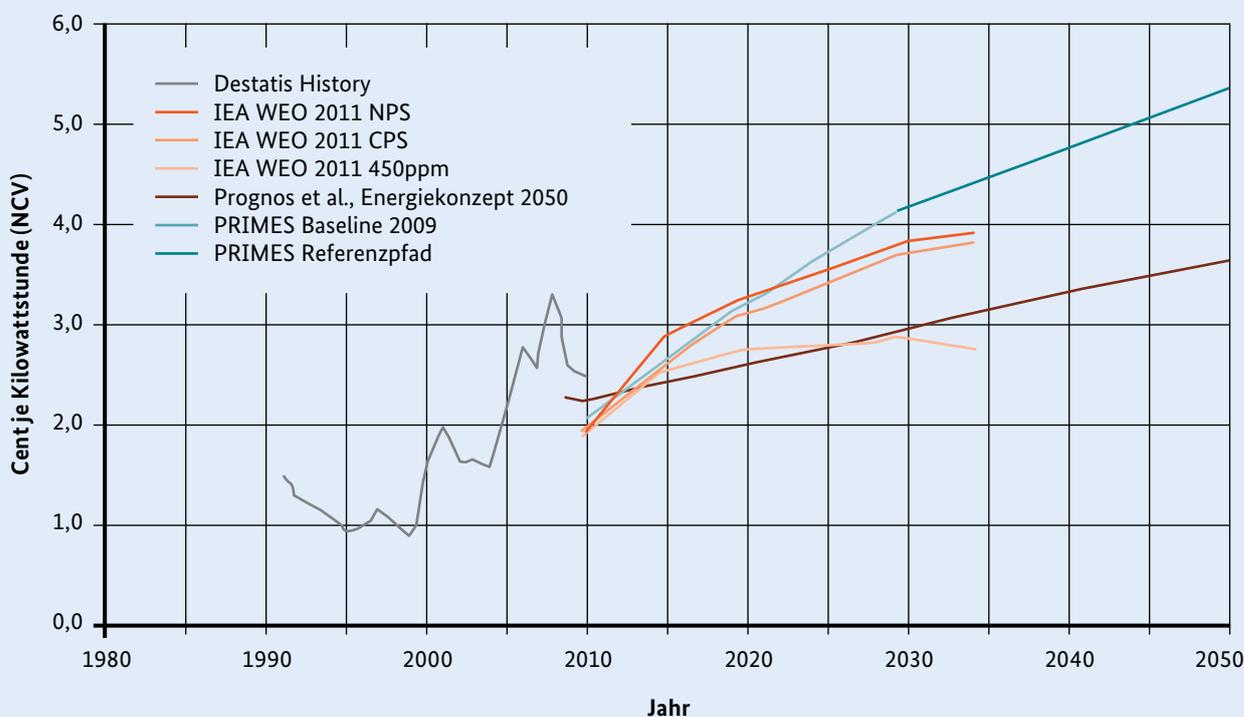
Im Lichte der aktuellen Entwicklungen sowie mit Blick auf die Entwicklung der Kaufkraftparitäten zwischen US-Dollar und Euro wird für die Modellierung ein Wechselkurs von 1,22 Dollar je Euro und für 2030 von 1,16 Dollar je Euro unterstellt. Für den Zeitraum nach 2030 wird der Wechselkurs auf dem Niveau von 1,16 Dollar je Euro konstant gehalten.

4.3.4.4 Preisprojektion für Erdgas und Steinkohle

Historisch sind die Weltmarktpreise für Steinkohle sowie die Preise auf dem kontinentaleuropäischen Erdgasmarkt, wenn auch mit unterschiedlichen Dynamiken, sehr stark dem Rohölpreis gefolgt. Abbildung 21 verdeutlicht diesen Zusammenhang für ein Erklärungsmodell, mit dem die Grenzübergangspreise für Erdgas- und Steinkohle über die Rohölpreise modelliert werden (Öko-Institut 2010). Von sehr wenigen Ausnahmen abgesehen, können damit die Erdgas- und Steinkohlenpreise seit Mitte der 1990er Jahre über den Rohölpreis robust erklärt werden.

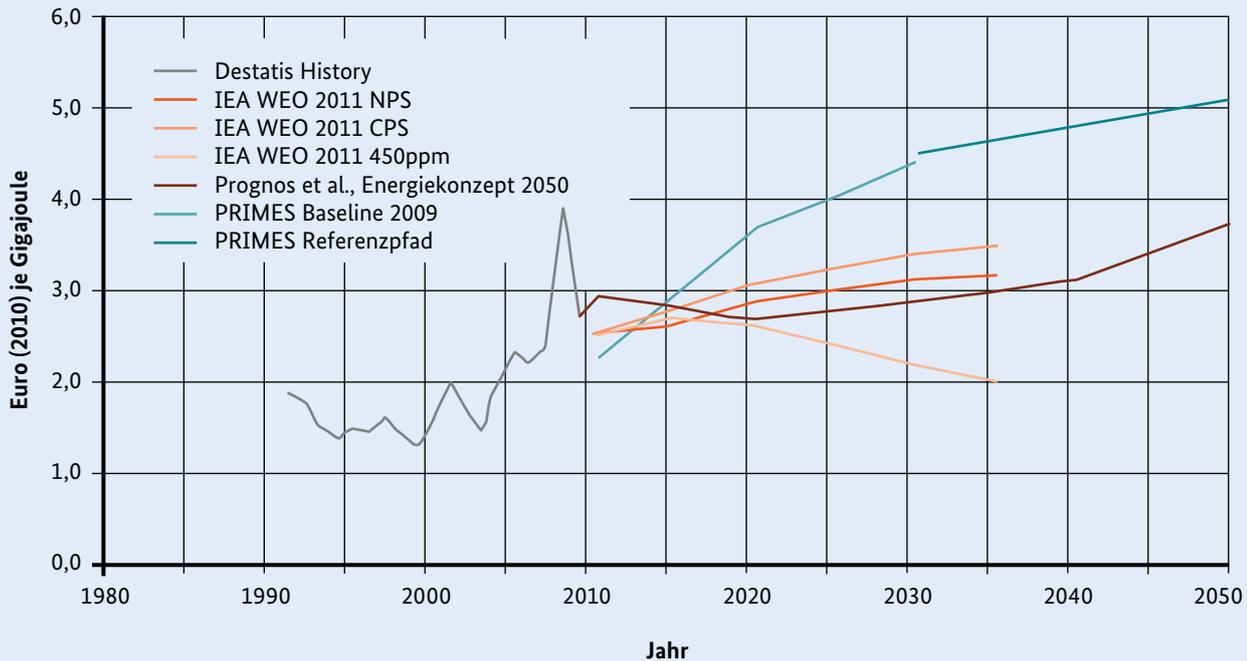
Die Frage, ob man diese Preisbildungsmechanismen (für Europa) fortschreiben kann, ist jedoch in jüngerer Zeit Gegenstand intensiver Diskussionen gewesen. Ein zentrales Argument dabei ist die massive Zunahme der Gewinnung von unkonventionellem Erdgas, vor allem in den USA und als Folge davon ein niedriger Importbedarf von verflüssigtem Erdgas (Liquefied Natural Gas – LNG). Vor dem Hintergrund der in den letzten Jahren massiv ausgebauten Förder- und Transportinfrastrukturen für LNG würden dadurch erhebliche LNG-Mengen vom ursprünglich vorgesehenen Zielmarkt USA auf die Märkte in Europa und Asien umgelenkt, dort zu einem Überangebot führen („Gasschwemme“) und entsprechend die Preisniveaus drücken. Gleichzeitig absorbiert Japan nach dem Abschalten eines Großteils der installierten Kernkraftwerkskapazitäten einen Teil der LNG-Mengen. Obwohl die Verfügbarkeit größerer Erdgasmengen für den europäischen Markt mittelfristig durchaus eine hohe Wahrscheinlichkeit hat, bleibt die Frage, in welchem Umfang sich geänderte Preisbildungsmechanismen durchsetzen (lassen).

Abbildung 22: Historischer Verlauf und aktuelle Projektionen für die Entwicklung des Erdgaspreises auf dem kontinentaleuropäischen Markt, 1980 bis 2050



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), IEA (2011), Prognos et al. (2010), EC (2010), EC (2011), Berechnungen des Öko-Instituts.

Abbildung 23: Historischer Verlauf und aktuelle Projektionen für die Entwicklung des Steinkohle-Weltmarktpreises für Lieferungen nach Nordwest-Europa, 1980 bis 2050



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), IEA (2011), Prognos et al. (2010), EC (2010), EC (2011), Berechnungen des Öko-Instituts.

Die Bandbreite der aktuellen Projektionen für Erdgas-Grenzübergangspreise für Europa zeigt Abbildung 22.

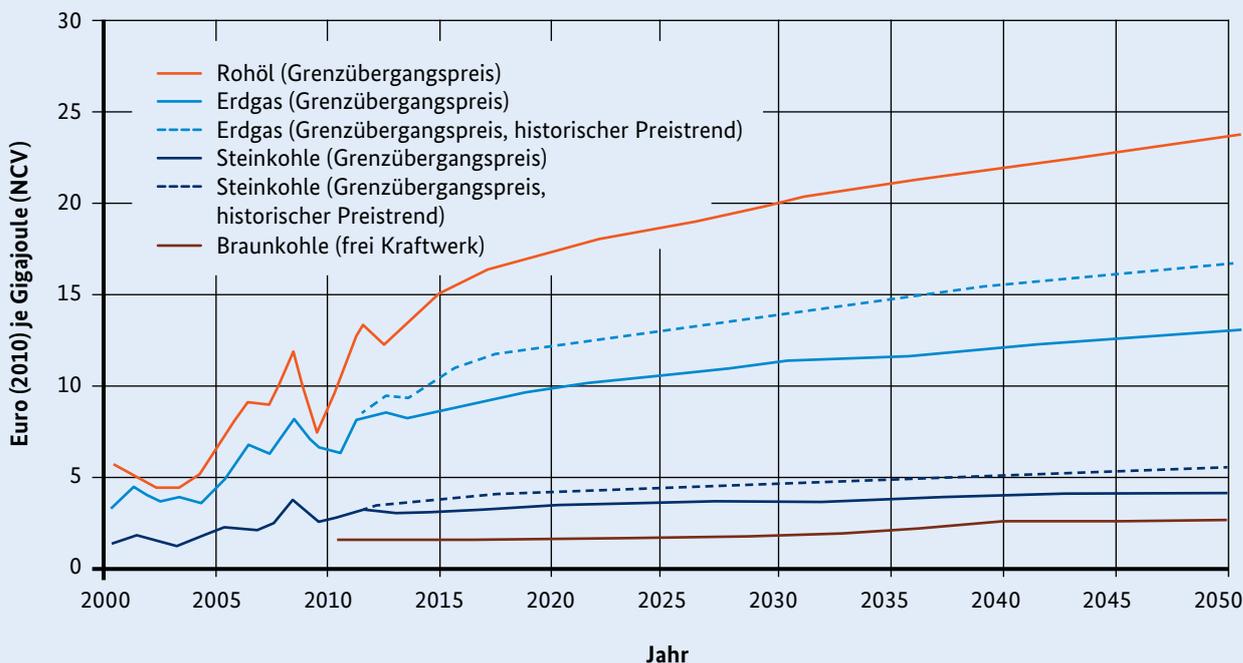
Die Unterschiede zwischen den Projektionen der IEA (2011) und der für die Europäische Kommission erstellten Analysen (EC 2010, EC 2011) einerseits und im Gutachten zum Energiekonzept (Prognos et al. 2010) andererseits sind erheblich. Obwohl auch die IEA das Thema „Gasschwemme“ für Europa umfangreich herausstellt, liegen die Annahmen hier für den Zeithorizont 2035 für das Current Policy Scenario um fast einen Eurocent je Kilowattstunde (Cent je kWh), zu Preisen von 2010 und bezogen auf den unteren Heizwert (Hu/NCV), über den Annahmen von Prognos et al. (2010).⁷⁹ Nur in den klimapolitisch ambitionierteren Szenarien ergeben sich – vor allem bedingt durch die dort errechneten niedrigeren Ölpreisniveaus – etwas niedrigere Erdgaspreise. Für die Entwicklung der Weltmarkt- beziehungsweise Importpreise von Steinkohle für Nordwesteuropa liegen die Werte nach Prognos et al. (2010) ebenfalls unter den Annahmen in der für eine Referenzentwicklung unter den heutigen Rahmenbedingungen relevanten

Szenarienvariante (Current Policies Scenario – CPS) der IEA im aktuellen World Energy Outlook (IEA 2011). Einen im Vergleich aller Projektionen sehr steilen Verlauf nehmen die Preisprojektionen für Steinkohle in der Primes-Baseline 2009 (EC 2010) und des Referenzpfades der Energy Roadmap 2050 (EC 2011).

Vor diesem Hintergrund wird für das hier behandelte Projekt der Ansatz verfolgt, die aus der Vergangenheit ermittelten statistischen Zusammenhänge für die Preisentwicklung von Rohöl auf der einen Seite und Erdgas und Steinkohle (beides für Kontinental- beziehungsweise Nordwesteuropa) auf der anderen Seite (Öko-Institut 2010) durch einen Dämpfungskoeffizienten zu ergänzen, der den Projektionen der IEA zu Grunde liegt. Abbildung 24 zeigt die Effekte der Einführung dieses Dämpfungsfaktors wie auch den enormen preistreibenden Effekt der (moderaten) Wechselkursannahme. Die Sensitivität der Erdgas- und Steinkohlenpreise zur Rohölpreisentwicklung wird damit zwar etwas gedämpft, bleibt aber deutlich zu erkennen.

⁷⁹ Die von der IEA (2011) in US-Cent ausgewiesenen Erdgaspreise wurden mit den oben genannten Annahmen für die Wechselkurse zwischen US-Dollar und Euro in Eurocent umgerechnet. Würden die nach Prognos et al. (2010) ab 2030 weiter zurückgehenden Wechselkurse in Ansatz gebracht, würden die Unterschiede zwischen den Erdgaspreisen des World Energy Outlook (IEA 2010) und Prognos et al. (2010) im Zeitraum 2030 bis 2035 deutlich größer ausfallen.

Abbildung 24: Historischer Verlauf und Projektion für die Entwicklung des Weltmarktpreises für Rohöl sowie der europäischen Preise für Erdgas und Steinkohle Markt, 2000 bis 2050



Quelle: Statistisches Bundesamt (Destatis), IEA (2011), Prognos et al. (2010), EC (2010), EC (2011), Berechnungen des Öko-Instituts.

4.3.4.5 Preisprojektion für Braunkohle

Nach Prognos (2011) werden für den Zeitraum bis 2050 konstante Brennstoffkosten in Höhe von 4,6 Euro₂₀₀₉ je Megawattstunde thermisch für Braunkohle angegeben. Diese Angabe wurde anhand aktueller Geschäftsberichte der Vattenfall Europe Mining und der Mibrag überprüft. Eine einfache Division der Erlöse und des Rohbraunkohleabsatzes an die Kraftwerke Lippendorf und Schkopau

ergibt Kosten in Höhe von 7,6 Euro je Megawattstunde thermisch im Jahr 2010 (Mibrag 2011). Für Vattenfall Europe Mining (VEM 2011) konnten im Jahr 2010 Rohbraunkohlekosten in Höhe von 6,1 Euro je Megawattstunde thermisch ermittelt werden.⁸⁰ Leider konnten für RWE Power keine Braunkohlekosten ermittelt werden, weil die entsprechenden Kennzahlen nicht veröffentlicht werden.

Tabelle 35: Entwicklung der Brennstoffkosten für Braunkohle in Deutschland, 2008 bis 2050

		2010	2020	2030	2040	2050
Volllaststunden	Stunde	6.814	6.692	5.265	3.000	3.000
Fixkosten	€/kW	20.783	20.783	20.783	20.783	20.783
Fixkosten	€/MWh	3,1	3,1	3,9	6,9	6,9
Variable Kosten	€/MWh	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Summe Kosten	€/MWh	6,1	6,2	7	10	10
Summe Kosten	€/GJ	1,7	1,7	1,9	2,8	2,8

Anmerkung: Für das Jahr 2010 wurden die Volllaststunden des Jahres 2008 (Prognos/EWI/GWS 2011) verwendet.

Quellen: VEWM (2011), Prognos/EWI/GWS (2010), Prognos/EWI/GWS (2011), Berechnungen des Öko-Instituts.

80 Dabei wurde der Absatz an Veredelungsprodukten (Brikett, Staub, Wirbelschichtbraunkohle) mit 15 Euro je Megawattstunde thermisch bewertet.

Tabelle 36: Ergebnisse der Referenzpreis-Projektionen für Rohöl, Erdgas, Stein- und Braunkohle, 2008 bis 2050

		Historische Werte		Projektion				
		2005	2008	2015	2020	2030	2040	2050
Rohöl	US-\$/Barrel	58	104	117	127	138	151	163
Rohöl	€/Tonne	329	493	641	724	832	907	978
Erdgas	€/MWh (Ho)	16,5	26,7	28,5	32,7	37,1	39,9	42,9
Steinkohle	€/Tonne SKE	68	114	94	105	111	118	126
Rohöl	€/Gigajoule	7,5	12,0	15,6	17,6	20,3	22,1	23,8
Erdgas	€/Gigajoule	5,1	8,2	8,8	10,1	11,4	12,3	13,2
Steinkohle	€/Gigajoule	2,3	3,9	3,2	3,6	3,8	4,0	4,3
Braunkohle	€/Gigajoule		1,7	1,7	1,7	1,9	2,8	2,8

Anmerkung: Alle Preisangaben als reale Preise (Basis 2010); soweit nicht anders ausgewiesen beziehen sich alle Angaben auf den unteren Heizwert (Hu/NCV).

Quellen: Berechnungen des Öko-Instituts.

Es zeigt sich deutlich, dass die von Prognos (2011) verwendeten Braunkohlepreise zumindest im Sinne von Vollkosten zu niedrig angesetzt wurden. Für die Energiepreisprojektion im hier behandelten Projekt wird für die Ausgangsbasis der Braunkohlepreis der Vattenfall Europe Mining in Höhe von 6,1 Euro je Megawattstunde thermisch verwendet.

Darüber hinaus ist zukünftig auch mit einer sinkenden Kapazitätsauslastung der Braunkohlenkraftwerke und damit auch der die Kraftwerke direkt und ohne Zwischenlagerung beliefernden Braunkohlentagebaue zu rechnen. Da etwa die Hälfte der Kosten für die Braunkohleförderung auf Fixkosten entfällt, ist bei einer niedrigeren Kapazitätsauslastung auch mit höheren Vollkosten der Förderung zu rechnen. Nach Prognos/EWI/GWS (2011) sinken die Volllaststunden der Braunkohlekraftwerke bis zum Jahr 2030 auf etwas über 5.000 Stunden. Für das Jahr 2040 errechnet Prognos/EWI/GWS (2010) im Szenario A nur noch etwa 3.000 Volllaststunden. Dieser Wert wird bis zum Jahr 2050 konstant gehalten.⁸¹

Die orientierenden Berechnungen in Tabelle 35 zeigen, dass die Vollkosten der Braunkohlenversorgung vor dem Hintergrund der geringeren Auslastung von aktuell 6,1 Euro 2010 je Megawattstunde thermisch auf etwa 10 Euro 2010 je Megawattstunde thermisch für den Zeithorizont 2040 bis 2050 steigen werden.

4.3.4.6 Zusammenfassung für die Projektion der Primärenergiepreise

Die Ergebnisse der Datenanalysen und Berechnungen zur Entwicklung der Primärenergieträger-Preise (Grenzübergangspreise für Rohöl, Erdgas und Steinkohle beziehungsweise Gestehungskosten für Braunkohle) für den Referenzfall sind in Tabelle 36 zusammengefasst.

Bereits im Jahr 2020 werden die Preise für die fossilen Brennstoffe Rohöl und Erdgas die hohen Preisniveaus des Jahres 2008 deutlich übertreffen. Der Preis von Steinkohle steigt jedoch langsamer und wird erst wieder in der Dekade zwischen 2030 und 2040 über das Niveau von 2008 steigen.

4.3.4.7 Preise für Treibhausgasemissionsberechtigungen

Auch Vorausschätzungen der künftigen Preise für Emissionsberechtigungen sind mit großen Unsicherheiten verbunden. Der Preis liegt gegenwärtig mit rund sieben Euro je EU-Emissionsberechtigung (Euro/EUA) unter früheren Erwartungen, was vor allem durch die im Zuge der Wirtschaftskrise (und den massiven Zufluss von Emissionsminderungskrediten aus den flexiblen Mechanismen des Kyoto-Protokolls) entstehenden

81 Nach Prognos/EWI/GWS (2010) beträgt die installierte Leistung der Braunkohlekraftwerke 2050 weniger als ein Gigawatt. Gleichzeitig steigt die Volllaststundenzahl im Jahr 2050 wieder auf über 5.000 Stunden. Die steigende Volllaststundenzahl ist offensichtlich auf einen Sondereffekt der Berechnung zurückzuführen. Für die Berechnung der Kostenstruktur wurde die Volllaststundenzahl auf 3.000 Stunden im Jahr 2050 korrigiert.

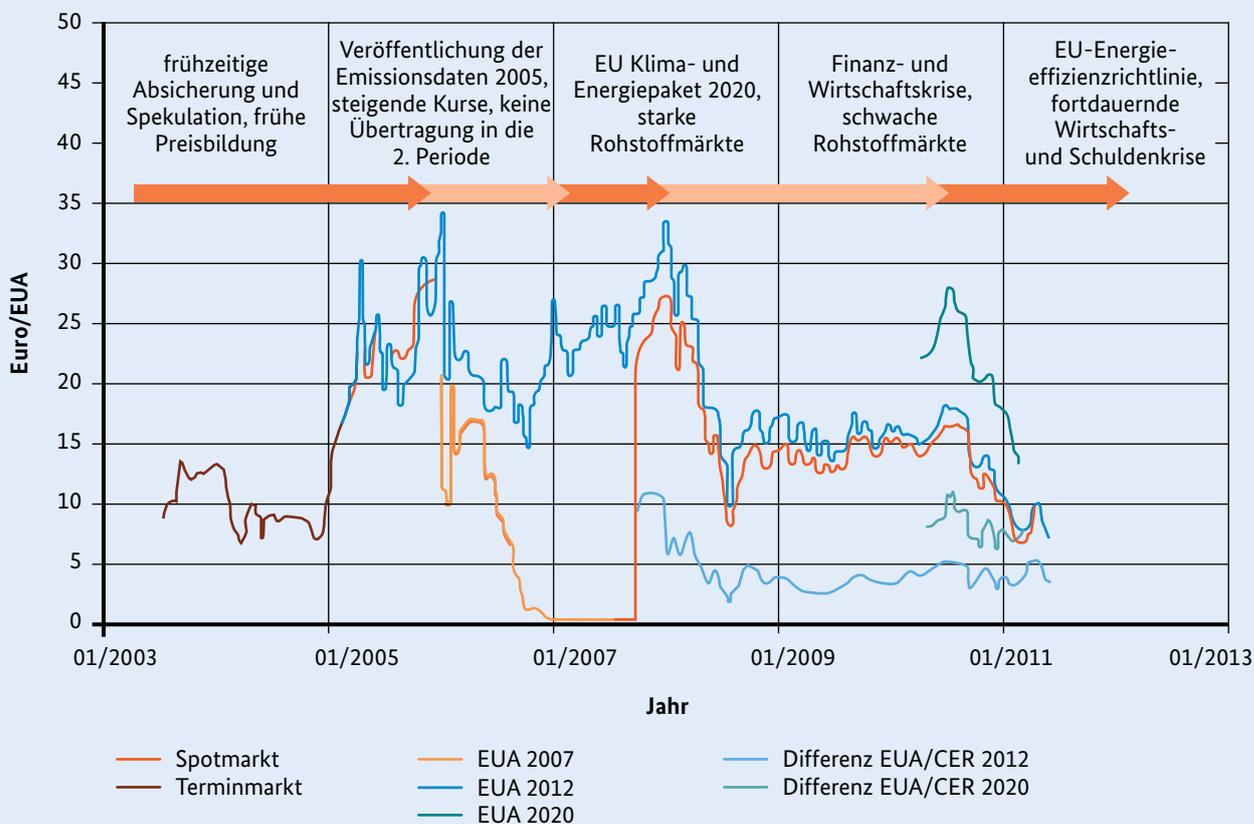
Tabelle 37: Projektion der EU Energy-Roadmap 2050 für die Preise von Treibhausgasemissionsberechtigungen, 2020 bis 2050

	EUA-Preis				Minderungspfad			
	2020	2030	2040	2050	2020	2030	2040	2050
	Euro (2008)/EUA				gegenüber 2005			
Referenzszenario	18	40	52	50	-23 %	-37 %	-55 %	-62 %
Szenario „aktuelle politische Initiativen“	15	32	49	51	-28 %	-38 %	-52 %	-57 %
Szenario „hohe Effizienz“	15	25	87	234	-32 %	-51 %	-74 %	-93 %
Szenario „hoher Anteil erneuerbarer Energien“	25	35	92	285	-32 %	-56 %	-76 %	-92 %
Szenario „hoher Kernenergieanteil/verzögerte CCS-Technologie“	25	55	190	270	-32 %	-54 %	-76 %	-92 %
Szenario „starker CCS-Einsatz/niedriger Kernenergieanteil“	20	63	100	310	-30 %	-51 %	-74 %	-94 %
Szenario „Diversifizierte Versorgungstechnologien“	25	52	95	265	-32 %	-53 %	-74 %	-93 %

Anmerkung: Die Emissionsminderungsraten beziehen sich auf die vom EU ETS erfassten stationären Anlagen.

Quelle: EU (2011), Berechnung des Öko-Instituts.

Abbildung 25: Settlement-Preise für den EUA-Spotmarkt sowie EUA-Futures mit Lieferung im Dezember 2012 und Dezember 2020, 2010 bis 2011



Quelle: EEX, ICE EEX.

Überschuss an Emissionsberechtigungen zu erklären ist (Öko-Institut 2012). Mit der Überwindung der Wirtschaftskrise und dem Abbau der Überschussmengen, dürften die CO₂-Zertifikatspreise jedoch perspektivisch wieder steigen. Die künftige Entwicklung der CO₂-Preise hängt darüber hinaus (abgesehen von Energiepreisen) von den Zielen zur Reduktion von CO₂-Emissionen, von der weiteren Einbeziehung von Emissionsminderungsgutschriften aus den flexiblen Mechanismen sowie von der Wirkungsmächtigkeit komplementärer Politiken (erneuerbare Energien, Energieeffizienz) ab. Für alle diese Aspekte verbleiben zum gegenwärtigen Stand erhebliche Unsicherheiten.

Für die Entwicklung der CO₂-Preise sind jedoch in jedem Fall zwei verschiedene Preispfade zu unterscheiden: einerseits ein Pfad, der den aktuellen politischen Rahmen abdeckt und andererseits eine Preisentwicklung, die einen ambitionierteren Klimaschutzpfad der Europäischen Union repräsentiert.

Hinsichtlich der Referenzentwicklung ergibt sich die im Folgenden beschriebene Situation. In den Analysen des Gutachtens zum Energiekonzept (Prognos et al. 2010) wurde der CO₂-Preis in der Referenzentwicklung 2020 auf 20 Euro/EUA sowie 2030 auf 30 Euro/EUA festgesetzt und wurde dann bis 2040/2050 mit 40 beziehungsweise 50 Euro/EUA fortgeschrieben (Preisbasis jeweils 2008). In den Analysen der Europäischen Kommission zur Energy Roadmap 2050 wurde in der Referenzentwicklung für 2020 ein CO₂-Preis von 18 Euro/EUA sowie für 2030 von 40 Euro/EUA ermittelt, für 2040/2050 ergeben sich Preise von um die 50 Euro/EUA (Preisbasis jeweils 2008).

Mit Blick auf die aktuellen Marktentwicklungen (derzeit werden an der ICE ECX bereits Futures für Lieferungen im Jahr 2020 gehandelt) bestätigt sich diese Referenzentwicklung. zeigt die Entwicklung der Preise für EU-Emissionsberechtigungen mit Liefertermin

Dezember 2020, also zur Erfüllung der Compliance-Verpflichtungen für das Jahr 2020. Die Übersicht zeigt, dass hier derzeit Preise um 15 Euro/EUA (nominal) erzielt werden. Zu etwas höheren Ergebnissen für 2020 kommen andere Modellanalysen zur Frage des 20-Prozent- gegenüber 30-Prozent-Ziels für die Europäische Union 2020. PIK et al. (2011) ermitteln hier, ebenfalls auf Grundlage des PRIMES-Modells, für das Jahr 2020 CO₂-Preise von knapp 20 Euro/EUA.

Vor dem Hintergrund der Tatsache, dass die oben genannten Modellanalysen die derzeitige Überschussituation im EU ETS nicht berücksichtigen (können) und diese Überschussituation sich ohne weitere Maßnahmen bis weit in die Dekade von 2010 bis 2020 erstrecken wird, ist jedoch für 2020 eher mit niedrigeren CO₂-Preisen zu rechnen. Für das Stützjahr 2020 werden daher die Werte zu Grunde gelegt, die in einer explizit der Angebots- und Nachfragesituation des EU ETS gewidmeten Untersuchung (Öko-Institut 2012) abgeschätzt wurden.

Für das Referenzszenario werden damit die folgenden Preistrajektorien für EU-Emissionsberechtigungen in Ansatz gebracht (jeweils in Preisen von 2010):

- für das Jahr 2020 ein Wert von 14 Euro/EUA,
- für das Jahr 2030 ein Wert von 30 Euro/EUA,
- für das Jahr 2040 ein Wert von 40 Euro/EUA,
- für das Jahr 2050 ein Wert von 50 Euro/EUA.

Den im Rahmen eines ambitionierteren Klimaschutzpfades der EU erwartbaren CO₂-Preisentwicklungen liegen die folgenden Überlegungen zu Grunde.

Für die entsprechenden Varianten in den Ausgangsannahmen von Prognos et al. (2010) wurde ein Preis von 20 Euro/EUA für 2020, 38 Euro/EUA für 2030, 57 Euro/EUA für 2040 sowie 75 Euro/EUA für 2050 ermittelt. In den Analysen für die EU Energy Roadmap 2050 (EU 2011) ergeben sich – vor allem in Abhängigkeit vom

Tabelle 38: Personen- und Güterverkehrsnachfrage, 2010 bis 2030

	2010	2020	2030	2010	2020	2030
	Personenverkehr [Milliarden Personenkilometer]			Güterverkehr [Milliarden Tonnenkilometer]		
Straße – ohne ÖV	965	1.180	1.170	443	561	709
Straße – ÖV	42	37	29	0	0	2
Schiene – inklusive SSU	69	51	34	104	143	183
Binnenschiff	0	0	0	62	66	71
Flugverkehr	194	249	304	11	13	18
Gesamt	1.270	1.517	1.537	620	784	984

Quelle: Öko-Institut et al.

Tabelle 39: Entwicklung der Anzahl der Personen je privatem Haushalt 2008 bis 2050 aus ausgewählten Studien

Studie	Einheit	2008	2020	2030	2040	2050
Modell Deutschland – Klimaschutz bis 2050	Personen je Haushalt	2,09	1,99	1,94	1,88	1,86
Die Entwicklung der Energiemärkte bis 2030	Personen je Haushalt	2,06	1,96	1,9	-	-
Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung	Personen je Haushalt	2,07	1,98	1,93	1,87	1,86

Quelle: Prognos; Öko-Institut (2009); IER; RWI; ZEW (2010); Prognos; EWG; GWS (2010).

Profil des Technologiemixes sowie dem Ausmaß komplementärer Politiken – die folgenden Bandbreiten (alle Angaben in Preisen von 2008):

- für das Jahr 2020 im Bereich von 15 bis 25 Euro/EUA,
- für das Jahr 2030 im Bereich von 25 bis 63 Euro/EUA,
- für das Jahr 2040 im Bereich von 87 bis 190 Euro/EUA,
- für das Jahr 2050 im Bereich von 234 bis 310 Euro/EUA.

Den Annahmen für die CO₂-Preise liegen hier die folgenden Überlegungen zu Grunde:

- aus der Annahme für das Jahr 2020 wird wiederum aus den Analysen des Öko-Instituts zur Angebots- und Nachfragesituation (Öko-Institut 2012) ein Preisniveau von etwa 30 Euro/EUA abgeleitet (dies ist konsistent zu einem EU-Minderungsziel von 25 Prozent gegenüber 1990 im Bereich der einheimischen Erbringung);
- für die Jahre 2030 und 2040 werden die Werte aus den Modellierungsarbeiten zur EU Energy Roadmap 2050 abgeleitet und auf 50 Euro/EUA (2030) sowie 90 Euro/EUA (2040) veranschlagt (dies entspricht einer Entwicklung, in der komplementäre Politiken im Bereich der erneuerbaren Energien und für die Erhöhung der Energieeffizienz eine signifikante Rolle spielen);
- für die Perspektive 2050 (also dem Stützjahr für eine sehr weitgehende Dekarbonisierung) wird nicht mehr dem Ansatz der Analysen für die EU Energy Roadmap 2050 gefolgt, sondern eine Umsetzung der letzten Emissionsminderungsstufe durch Maßnahmen mit deutlich geringeren Verteilungseffekten unterstellt, über die sich CO₂-Preise in der

Größenordnung von etwa 130 Euro/EUA ergeben würden.

4.3.5 Rahmendaten in einzelnen Sektoren

4.3.5.1 Verkehr

Als Rahmendaten für den Verkehrssektor ist die Verkehrsnachfrage getrennt nach Personen- und Güterverkehr in Tabelle 38 dargestellt. Die Grundlage für das Mit-Maßnahmen-Szenario stellt die durchgeführte Modellierung der Verkehrsnachfrage für das Defizit-Szenario der Studie „Klimaschutzszenario 2050“ (Öko-Institut et al., in Bearbeitung) dar und wurde im Zuge der Ressortabstimmung im Herbst 2012 als Grundlage für Umweltszenarien bestätigt. Die Modellierung wurde mit Ausnahme des Flugverkehrs vom Fraunhofer ISI mit Hilfe des Modells ASTRA-D durchgeführt. Der Flugverkehr wurde vom Öko-Institut anhand einer Fortschreibung der historischen Entwicklung aus Daten von TREMOD 5.2 (ifeu 2011) abgeleitet und enthält die im Mit-Maßnahmen-Szenario aufgeführten Maßnahmen.

Derzeit wird im Auftrag des BMVBS eine differenzierte und regionalisierte Prognose der Verkehrsnachfrage im Personen- und Güterverkehr bis zum Jahr 2030 erstellt, deren Ergebnisse der Bundesverkehrswegeplanung zu Grunde gelegt werden. Die Ergebnisse liegen noch nicht vor.

Tabelle 40: Entwicklung der Anzahl an Personen je privatem Haushalt und der privaten Haushalte 2008 bis 2050

	Einheit	2008	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Personen je privater Haushalt	Personen je Haushalt	2,07	2,02	1,98	1,95	1,93	1,9	1,87	1,87	1,86
private Haushalte	Millionen	39,48	40,12	40,76	40,96	40,97	40,9	40,62	39,67	38,61

Quelle: Projektionsbericht 2013.

Tabelle 41: Wohnfläche in den Jahren 2010, 2015, 2020, 2025, 2030

	2010	2015	2020	2025	2030
Wohnfläche in Tausend Quadratmetern	3.275.541	3.387.865	3.501.196	3.558.613	3.636.581
durchschnittliche jährliche Wachstumsrate	0,69 %	0,67 %	0,41 %	0,33 %	0,43 %

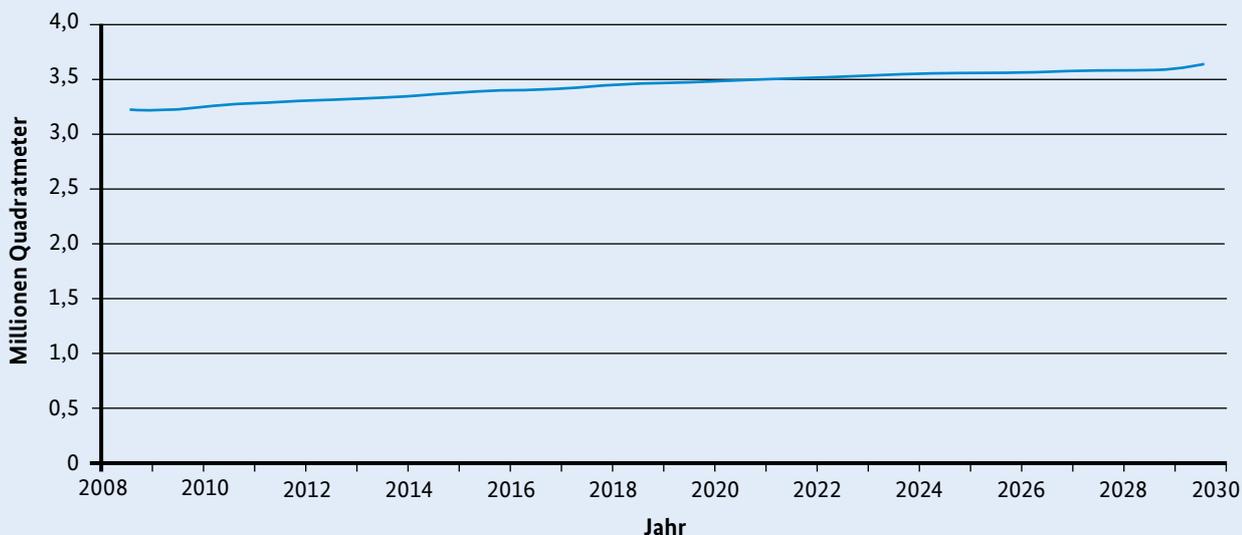
Quelle: Projektionsbericht 2013.

4.3.5.2 Private Haushalte

Anzahl privater Haushalte

Die Zahl der privaten Haushalte ist in den letzten Jahren kontinuierlich angestiegen. Diese Entwicklung ist im Wesentlichen auf die Zunahme an Ein- und Zweipersonenhaushalte zurückzuführen, die sich auch in den kommenden Jahren fortsetzen wird. Diese Argumentation wird auch durch eine Studie von Prognos/Öko-Institut gestützt.⁸² Der Trend einer leicht rückläufigen Bevölkerung seit 2002 führt lediglich zu einer Dämpfung dieser Entwicklung. Die Projektion der Zahl der privaten Haushalte wird basierend auf der Entwicklung der Bevölkerung und der Anzahl der Personen je privatem Haushalt abgeleitet. Einen Überblick über diesen Indikator aus ausgewählten Studien ist in Tabelle 39 dargestellt.

Wie aus Tabelle 40 hervorgeht wird jeweils bis zum Ende des Projektionshorizonts von einer rückläufigen Anzahl an Personen je privatem Haushalt ausgegangen, wobei von einem Wert von circa 1,86 Personen je Haushalt 2050 ausgegangen wird. In Anlehnung an die empirische Entwicklung und den Studienüberblick (Tabelle 40) wird im Rahmen dieser Studie die Entwicklung in Tabelle 41 angenommen. Da bei der Bevölkerung, insbesondere zwischen 2030 und 2050, ein Rückgang um circa acht Millionen berechnet wurde, sinkt die Anzahl der privaten Haushalte im selben Zeitraum von 40,97 Millionen auf 38,81 Millionen. Somit entwickelt sich die Zahl der privaten Haushalte in der langfristigen Perspektive rückläufig. Ab 2040 schlägt der Bevölkerungsrückgang massiv zu Buche mit einem Rückgang um circa zwei Millionen Haushalte zwischen 2040 und 2050. In diesem Zeitraum geht auch die Bevölkerung um circa vier Millionen zurück, während der Trend zu kleineren Haushaltsgrößen in die Sättigung geht.

Abbildung 26: Entwicklung der Wohnfläche 2008 bis 2030

Quelle: Projektionsbericht 2013.

82 Prognos/Öko-Institut 2009, IER/RWI/ZEW 2010; Prognos; EWI; GWS 2010.

Raumwärme und Warmwasser

Die Wohnflächennachfrage steigt bis 2030 auf das 1,3-Fache. Das Wachstum liegt bis zum Jahr 2020 bei

circa 0,5 Prozent, flacht dann ab und nimmt bis zum Jahr 2030 einen Wert um 0,33 Prozent an. Tabelle 41 und Abbildung 26 zeigen die gesamte Entwicklung der Wohnfläche bis zum Jahr 2030.

Tabelle 42: Erzeugungsdaten für ausgewählte energieintensive Produkte/Prozesse, 2000 bis 2030

Prozess/Produkt	Einheit	2000	2010	2020	2030
Eisen und Stahl					
Sintern	kt	30.845	28.560	27.726	25.715
Oxygenstahl – Hochofen	kt	33.052	30.615	29.721	27.565
Elektrostahl – EAF	kt	13.324	13.215	17.018	17.797
Walzstahl	kt	38.974	36.827	40.432	39.241
Koksofen	kt	9.115	8.171	7.932	7.357
Schmelzreduktion	kt	0	0	0	0
Direkte Reduktion	kt	455	487	593	593
Nicht-Eisen-Metalle					
Aluminium primär	kt	644	403	550	485
Aluminium sekundär	kt	572	611	824	899
Aluminium Strangpressen	kt		559	617	680
Aluminium Gießereien	kt	646	810	869	959
Aluminium Walzen	kt		1.877	2.069	2.281
Kupfer primär	kt	310	402	350	350
Kupfer sekundär	kt	399	302	301	301
Kupferbearbeitung	kt	1.999	1.732	1.858	1.858
Primärzink	kt	261	238	238	238
Sekundärzink	kt	67	89	89	89
Papiergewerbe					
Papier	kt	18.182	22.509	25.040	25.567
Zellstoff – Verfahren	kt	873	1.383	1.355	1.107
Holzstoff – Verfahren	kt	1.342	1.520	1.490	1.217
Altpapierstoff	kt	13.677	15.378	17.242	17.929
Glas					
Behälterglas	kt		4.379	4.601	4.818
Flachglas	kt		1.814	1.906	1.996
Glasfasern	kt		1.013	1.064	1.114
Übriges Glas	kt		479	504	527
Keramik					
Haushalts- und Sanitärkeramik	kt		120	122	123
Technische Keramik	kt		239	242	242
Fliesen, Platten, Feuerfestkeramik	kt		2.192	2.298	2.378
Nicht metallische Mineralstoffe					
Klinker Brennen (trocken)	kt	24.303	22.823	23.790	22.122
Klinker Brennen (halbtrocken)	kt	1.978	1.718	0	0
Klinker Brennen (feucht)	kt	0	0	0	0
Aufbereitung von Kalkstein	kt		24.311	23.567	21.915
Gips	kt		953	953	953
Zementmahlen	kt	35.414	32.721	32.589	32.061
Kalkmahlen	kt		5.250	5.250	5.250
Ziegel	kt	18.307	10.642	12.956	12.746
Kalkbrennen	kt	7.382	6.339	7.000	7.000

Quelle: Fraunhofer ISI.

Tabelle 43: Erzeugungsdaten für ausgewählte energieintensive Produkte, 2000 bis 2030, Fortsetzung

Prozess/Produkt	Einheit	2000	2010	2020	2030
Chemie					
Adipinsäure	kt		358	456	552
Ammoniak	kt	3.221	3.128	3.450	3.450
Calciumcarbid	kt		180	190	190
Industrieruß	kt	346	684	684	684
Chlor, Diaphragma	kt	860	1.104	1.162	0
Chlor, Membran	kt	2.035	2.611	3.615	4.777
Chlor, Amalgam	kt	642	824	0	0
Ethylen	kt		4.794	5.299	5.842
Methanol	kt	1.922	1.924	2.025	2.025
Salpetersäure	kt	1.828	2.513	3.086	3.581
Sauerstoff	kt		7.312	8.082	8.910
Polycarbonat	kt		432	601	727
Polyethylen	kt		2.704	3.287	3.624
Polypropylen	kt	1.337	1.832	2.227	2.455
Polysulfone	kt		323	449	594
Soda	kt	1.422	1.454	1.454	1.454
TDI	kt		380	528	639
Titandioxid	1.000 m ³		437	483	533
Nahrungsmittel					
Zucker	kt		3.846	3.963	3.884
Molkerei	kt		13.877	14.298	14.015
Bierbrauen	kt		9.853	9.951	9.560
Fleischverarbeitung	kt	3.116	4.631	4.880	4.929
Backwaren	kt		4.328	4.504	4.459
Stärke	kt		1.811	1.885	1.866
Kunststoffverarbeitung					
Extrusion	kt		4.325	5.006	5.438
Spritzgießen	kt		2.178	2.521	2.738
Blasformen	kt		950	1.099	1.194

Quelle: Fraunhofer-ISI.

4.3.5.3 Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen(GHD) – Strom und Prozesswärme/-dampf

Die wesentlichen gesamtwirtschaftlichen Rahmen-
daten für die Sektoren Industrie und Gewerbe, Handel,
Dienstleistungen (GHD) sind die Entwicklung der
realen Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftszweigen
sowie die Entwicklung der Zahl der Erwerbstätigen. Die
diesbezüglichen Annahmen sind in Kapitel 4.3.2 um-
fassend dargestellt. Für die energieintensiven Branchen
der Industrie sind vor allem die physischen Produkti-
onsmengen relevante Bestimmungsfaktoren des Ener-
gieverbrauchs.

Für diese sind in Tabelle 42 und Tabelle 43 die Annah-
men zur Entwicklung der Produktion dargestellt. Wäh-
rend die Produktionsmengen im Jahr 2008 aus verschie-
denen Statistiken der Verbände sowie vom Statistischen
Bundesamt stammen, stellt die Fortschreibung eine
Annahme dar, die in Diskussion mit Branchenvertre-
tern validiert wurde. Die Entwicklung der Wertschöp-
fung in der übergeordneten statistischen Einheit, dem
NACE-2-Steller (nach europäischer Aktivitätsklassifizie-
rung), muss dabei nicht unbedingt parallel zur physi-
schen Produktion verlaufen, da sich die Wertschöpfung
zum großen Teil an der Produktion der höherwertigen,
weniger energieintensiven Zwischenprodukte orientiert
und weniger an der Produktion von energieintensiven

Grundstoffen. Für den Sektor GHD ist neben der Anzahl der Beschäftigten die Energiebezugsfläche der zweite bedeutende Bestimmungsfaktor (siehe Tabelle 44). Energiedienstleistungen wie die Raumbelichtung oder raumluftechnische Anlagen sind eher an die Fläche als an die Anzahl der Beschäftigten gekoppelt. Diese wurde anhand von spezifischen Kennwerten ermittelt, ausgehend von den Annahmen zur Entwicklung der Anzahl der Beschäftigten, die in in Kapitel 4.3.3 dargestellt ist.

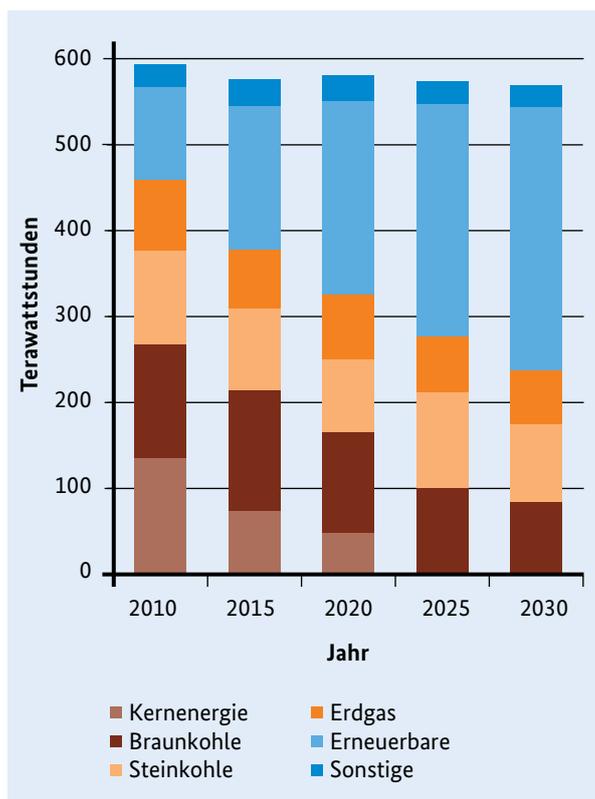
4.4 Ergebnisse der Vorausschätzungen nach Sektoren und Szenarien

4.4.1 Stromerzeugung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Projektionen für das Mit-Maßnahmen-Szenario im Bereich der Stromerzeugung dargestellt.

Die Bewertung der im Mit-Maßnahmen-Szenario enthaltenen Maßnahmen bezieht sich ausschließlich auf direkte Effekte, das heißt direkt im Stromsektor wirksame CO₂-Reduktionen. Diese umfassen CO₂-Reduktionen durch Änderung im Kraftwerkspark (Effizienzverbesserungen, Brennstoffwechsel) sowie Effekte durch einen sinkenden Bedarf an fossiler Stromerzeugung (durch erneuerbare Stromerzeugung sowie durch Nachfragereduktion). Indirekte Effekte, insbesondere durch Verdrängung ungekoppelter Wärmeerzeugung durch KWK-Wärme oder durch sich verändernde Strompreise,

Abbildung 27: Nettostromerzeugung im Mit-Maßnahmen-Szenario



Quelle: Projektionsbericht 2013.

werden in den Endenergiesektoren betrachtet. Ebenfalls nicht berücksichtigt wird, dass konventionelle Kraftwerke in Reaktion auf die Stromeinspeisung aus

Tabelle 44: Energiebezugsfläche je Wirtschaftszweig im Sektor GHD

Wirtschaftszweig	Wirtschaftszweig 2008	2008	2010	2015	2020	2025	2030
		Millionen Quadratmeter					
Erziehung und Unterricht	P	144	142	136	130	124	117
Finanz- und Versicherungsdienstleistungen	K	38	38	38	38	37	36
Gesundheits- und Sozialwesen	Q	116	114	113	112	109	106
Gastgewerbe	I	85	85	83	82	77	72
Handel; Reparatur von Fahrzeugen	G	385	391	397	405	405	405
Öffentliche Verwaltung, Verteidigung	O	160	156	147	139	129	119
Verkehr, Information und Kommunikation	H+J	119	123	127	132	139	146
Sonstige Wirtschaftszweige	L+M+N+R+S	361	369	364	362	350	338
Alle Wirtschaftsbereiche		1.410	1.418	1.406	1.400	1.371	1.340

Quelle: Fraunhofer ISI.

Tabelle 45: Nettostromerzeugung im Mit-Maßnahmen-Szenario

	2010	2015	2020	2025	2030
	TWh				
Kernenergie	133	71	47	0	0
Braunkohle	134	146	119	100	83
davon neue Kondensations-KW	0	22	20	18	16
davon alte Kondensations-KW	69	55	35	29	24
davon alte KWK	65	70	63	52	43
Steinkohle	107	90	84	112	91
davon neue Kondensations-KW	0	45	41	56	48
davon alte Kondensations-KW	61	7	7	15	6
davon alte KWK	46	38	36	40	38
Erdgas	84	70	74	64	61
davon neue Kondensations-KW	0	0	0	1	1
davon neue KWK	0	8	17	17	18
davon alte Kondensations-KW	8	0	0	1	3
davon alte KWK	76	62	57	45	39
Erneuerbare	109	169	228	271	309
Sonstige	24	27	26	26	24
Summe	592	573	578	573	569
nachrichtlich: KWK-Stromerzeugung nach FW 308	87	86	94	93	90
davon fossile KWK	77	73	77	69	63
davon biogene KWK	10	14	17	24	28

Quelle: Projektionsbericht 2013.

erneuerbaren Energien möglicherweise eine ineffizientere Fahrweise wählen müssen.

Abbildung 27 und Tabelle 43 stellen die Stromerzeugung für das Mit-Maßnahmen-Szenario bis 2030 dar.⁸³ Basierend auf der angenommenen installierten Leistung erneuerbarer Energien und der Nutzung des entsprechenden Dargebots nimmt die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien von 109 Terawattstunden (TWh) im Jahr 2010 auf 309 TWh im Jahr 2030 zu. Die Stromerzeugung in Kernkraftwerken sinkt entsprechend der Vorgaben des Atomgesetzes (AtG) von 133 Terawattstunde im Jahr 2010 auf 0 TWh im Jahr 2025⁸⁴. Die Braunkohleverstromung nimmt mit 83 TWh im Jahr 2030 um gut 50 TWh gegenüber 2010 (134 TWh) ab. Dies bedeutet aufgrund der Stilllegung alter Braunkohle-Kraftwerke eine Stromerzeugung von 16 TWh in neuen Braunkohlekraftwerken. Die Stromerzeugung in Steinkohlekraftwerken nimmt von 107 TWh (2010) auf 91 TWh (2030) ab, wobei 48 TWh in neuen Kondensationskraftwerken erzeugt werden. Die

Erdgasverstromung nimmt von 84 TWh auf 61 TWh ab, wobei knapp ein Drittel (18 TWh) der Erdgas-Stromerzeugung im Jahr 2030 durch neue KWK-Anlagen erzeugt wird. Die fossile KWK-Stromerzeugung nimmt von 77 TWh (2010) auf 63 TWh (2030) ab. Die KWK-Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien steigt von rund zehn TWh (2010) auf 28 TWh (2030). Das KWK-Ziel (Anteil von 25 Prozent an der Gesamtstromerzeugung im Jahr 2020) wird nicht erreicht.

Der Zubau neuer Groß-Kraftwerke im Szenarienhorizont entspricht überwiegend den sich bereits im Bau befindlichen Kraftwerke. Dementsprechend wirken sich die beschlossenen Politikmaßnahmen vor allem auf deren Kraftwerkseinsatz sowie auf den Zubau von erneuerbaren Energien und (kleinen) KWK-Anlagen aus.

Die CO₂-Emissionen der Stromerzeugung sinken im Mit-Maßnahmen-Szenario von rund 373 Millionen Tonnen CO₂ (2010) auf 297 Millionen Tonnen CO₂ im Jahr 2030. Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien

83 Die Bezeichnung „alt“ bedeutet hierbei, dass ein Kraftwerk bereits 2010 in Betrieb war. Die Bezeichnung „neu“ weist auf ein im Szenarienhorizont zugebautes Kraftwerk hin.

84 Stilllegung des letzten Kernkraftwerks im Jahr 2022.

Tabelle 46: Zusammenfassung der Wirkung bisheriger Maßnahmen im Mit-Maßnahmen-Szenario

Maßnahme/ Umsetzung/Institution	Typ	Beschreibung/Ziele (Wirkungsbereich)	Umstellungsstand (Wirkungsbeginn)	Direkte Emissions- minderungseffekte			
				2015	2020	2025	2030
				Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalent			
Einführung des Emissionshandels	E	Kosteneffektive CO ₂ -Minderung	2005	5	3	1	2
Abschaffung der Erdgassteuer	F	Erhöhung der Attraktivität der Erdgasverstromung	2006	0	0	0	0
Entgelt für vermiedene Netznutzung	O	Ökonomische Verbesserung dezentraler Einspeiser (vor allem KWK)	2001	0	0	0	0
KWKG	E	Vergütung von KWK-Strom-erzeugung (große Anlagen)	2002, Novellierungen 2008, 2011 und 2012	0	0	0	0
	E	Vergütung von KWK-Stromerzeugung (BHKW)	2002, Novellierungen 2008, 2011 und 2012	1	3	4	4
Förderung von Mini-KWK-Anlagen	E	Investitionskostenzuschuss für kleine KWK-Anlagen (BHKW)	2012	0	1	1	1
Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	R, E	Mindestvergütung für die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien	2000, mehrere Novellierungen (zuletzt 2012)	7	14	14	11
Stromeinsparung	O	Verringerung des Stromverbrauchs gegenüber OMS	2010	16	28	33	33
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen				30	49	54	50
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)				32	49	48	44

Quelle: Berechnungen des Öko-Instituts.

(309 TWh im Jahr 2030) überkompensiert damit emissionsseitig deutlich den Ausstieg aus der Kernenergie (Stromproduktion im Jahr 2010: 133 TWh).

Tabelle 46 zeigt die Zusammenfassung der Wirkung der bislang ergriffenen Maßnahmen. Die Angaben beziehen sich ausschließlich auf direkte CO₂-Effekte, das heißt direkt im Kraftwerkssektor wirksame Maßnahmen. Indirekte Effekte durch den Einsatz von Fernwärme anstatt ungekoppelter Wärme werden in Verwendungssektoren für die KWK-Wärme berücksichtigt.

Die Darstellung zeigt, dass der Großteil der CO₂-Minderung im Jahr 2030 auf die geringere fossile Stromerzeugung im Mit-Maßnahmen-Szenario im Vergleich zum OMS zurückzuführen ist, wobei elf Millionen Tonnen CO₂ den erneuerbaren Energien sowie 33 Millionen Tonnen CO₂ der Stromeinsparung zuzurechnen sind. Die Einführung des Emissionshandels schlägt mit einer Minderung von zwei Millionen Tonnen CO₂ gegenüber dem OMS im Jahr 2030 zu Buche. Die Minderung nimmt von fünf Millionen Tonnen CO₂ im Jahr 2015 im Zeitverlauf ab, da die CO₂-Intensität des

Kraftwerksparks und damit erzielbare CO₂-Minderungen im Zeitverlauf ebenfalls abnehmen. Das KWKG entfaltet im Mit-Maßnahmen-Szenario für große KWK-Anlagen keine Wirkung, da der Zubau großer Kraftwerke im Wesentlichen durch bereits im Bau befindliche Kraftwerke und erneuerbare Energien gedeckt wird (siehe oben). Der Zubau von BHKW unter dem KWKG führt zu einer CO₂-Minderung gegenüber dem OMS von vier Millionen Tonnen CO₂ im Jahr 2030. Darüber hinaus führt die Förderung von Mini-KWK-Anlagen zu einer CO₂-Minderung von einer Million Tonnen CO₂ im Jahr 2030. Der CO₂-Minderungseffekt durch KWK-Anlagen ist jedoch insgesamt größer als hier ausgewiesen. Entsprechende Effekte durch die Substitution ungekoppelter Erzeugung (Kessel-Wärme) werden in den Endverbrauchssektoren (Haushalte, GHD und Industrie) quantifiziert. Die Einführung des Entgelts für vermiedene Netznutzung sowie die Abschaffung der Erdgassteuer haben im Vergleich zu den anderen Maßnahmen einen geringen beziehungsweise vernachlässigenden Effekt. Die Effekte der Einzelmaßnahmen addieren sich zu 50 Millionen Tonnen CO₂ im Jahr 2030.

Tabelle 47: CO₂-, CH₄- und N₂O-Emissionen der übrigen Umwandlungssektoren im Mit-Maßnahmen- und im Mit-weiteren-Maßnahmen-Szenario, 1990 bis 2030

		1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
		Kilotonnen pro CO₂-Äquivalente								
CO₂-Emissionen	Entwicklung 1990 bis 2010	36.117	33.653	24.901	32.286	33.535				
	Mit-Maßnahmen-Szenario						29.308	29.244	28.575	25.412
CH₄-Emissionen	Entwicklung 1990 bis 2010	86	74	70	31	24				
	Mit-Maßnahmen-Szenario						41	48	45	43
N₂O-Emissionen	Entwicklung 1990 bis 2010	229	165	101	146	190				
	Mit-Maßnahmen-Szenario						354	402	390	361
Summe CO₂ + CH₄ + N₂O	Entwicklung 1990 bis 2010	36.432	33.892	25.072	32.464	33.749				
	Mit-Maßnahmen-Szenario						29.703	29.695	29.010	25.816
Summe CO₂ + CH₄ + N₂O							Veränderung ab 1990 in Prozent			
	Mit-Maßnahmen-Szenario						-18,5	-18,5	-20,4	-29,1
Summe CO₂ + CH₄ + N₂O							Veränderung ab 2005 in Prozent			
	Mit-Maßnahmen-Szenario						-8,5	-8,5	-10,6	-20,5

Anmerkung: nur energiebedingte Emissionen in der Abgrenzung des NIR, ohne Kraftwerke der Raffinerien und des übrigen Umwandlungssektors.

Quelle: Öko-Institut.

Werden die Szenarienergebnisse um die Überlagerungseffekte der Einzelmaßnahmen bereinigt, so ergeben sich 44 Millionen Tonnen CO₂ als Gesamtreduktion für das Maßnahmenpaket des Mit-Maßnahmen-Szenarios im Jahr 2030.

4.4.2 Andere Umwandlungssektoren

Im Bereich der anderen Umwandlungssektoren sind vor allem die folgenden Anlagen von Bedeutung:

- Heizwerke
- Raffinerien
- Kokereien

Die Tabelle 47 zeigt die Entwicklung der CO₂-, CH₄- und N₂O-Emissionen der Wärmeerzeuger in den übrigen Umwandlungssektoren im Überblick. Die Zusammenstellung verdeutlicht, dass die gesamten Treibhausgasemissionen in diesem Sektor klar durch die CO₂-Emissionen dominiert werden. Wie auch in der Entwicklung von 1990 bis 2005 ergeben sich die Treibhausgasemissionen in den übrigen Umwandlungssektoren einerseits

aus dem Niveau der Energienachfragen sowie der Struktur des Energieaufkommens. Die abnehmende Rolle von Kohlen und Kohlenprodukten setzt sich auch im Zeitraum bis 2030 fort, in der Perspektive bis 2030 nimmt aber auch der Aufkommensbeitrag der Mineralölprodukte ab, die teilweise durch Energieeinsparungen, teilweise durch Erdgas und teilweise durch erneuerbare Energien ersetzt werden. Während die Bereitstellung von Erdgas im Umwandlungssektor nicht zu zusätzlichem Energieverbrauch und damit zusätzlichen Emissionen führt⁸⁵, ergibt sich aus der zunehmenden Rolle von Biokraftstoffen ein zusätzlicher Energiebedarf in den Bio-Raffinerien. Angesichts des Einsatzes von Biomasse für den Eigenbedarf dieser Umwandlungsanlagen entstehen jedoch keine weiteren CO₂-Emissionen. Das Ausmaß der zusätzlichen CH₄- und N₂O-Emissionen aus diesen Umwandlungsanlagen bleibt gering.

Als Ergebnis der Veränderungen im Energieträgermix gehen bereits im Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) die Treibhausgasemissionen in den übrigen Umwandlungssektoren bis 2030 um etwa 6,6 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent gegenüber 2005 zurück.

85 Der Verbrauch und die Emissionen der Erdgasverdichterstationen werden gemäß den Konventionen der Treibhausgasinventare dem Verkehrssektor zugerechnet und werden mit den dortigen Ergebnissen bilanziert.

4.4.3 Flüchtige Emissionen der Energiesektoren

Tabelle 48 zeigt die Entwicklung der flüchtigen Emissionen aus den Energiesektoren für das

Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS). Der gesamte Emissionsrückgang von circa acht Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent im Zeitraum 2005 bis 2030 ist dabei geprägt von der Rückführung des deutschen

Tabelle 48: Entwicklung der flüchtigen Emissionen aus dem Energiesektor im Mit-Maßnahmen-Szenario, 2000 bis 2030

	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	Kilotonnen						
CH₄-Emissionen							
Aktiver Kohlenbergbau							
Steinkohlen-Tiefbau	439,8	254,5	122,6	78,2	0,0	0,0	0,0
Steinkohlen-Aufbereitung	19,3	14,3	7,4	4,7	0,0	0,0	0,0
Braunkohlen-Tagebau	1,8	2,0	1,9	1,9	1,5	1,2	1,0
Umwandlung von Kohle	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3
Stillgelegte Zechen	129,1	2,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Ölförderung und -bereitstellung							
Exploration	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Produktion	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Transport	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
Lagerung	11,7	11,0	10,5	10,7	9,8	9,1	8,1
Verteilung von Ölprodukten	4,8	2,8	2,2	2,3	2,2	1,9	1,8
Erdgas							
Produktion	7,2	5,0	2,2	2,3	2,0	1,7	1,2
Transport	37,7	41,3	40,4	37,5	37,6	35,0	34,2
Verteilung	192,3	190,9	192,4	183,5	176,9	169,7	160,6
Andere Leckagen	70,0	64,0	59,0	56,3	54,2	52,0	49,3
Fackeln	19,5	10,2	6,6	7,4	7,4	7,4	7,4
Öl	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Gas	19,4	10,1	6,5	7,3	7,3	7,3	7,3
Zwischensumme CH₄	934	600	447	386	293	279	265
CO₂-Emissionen							
Stillgelegte Zechen	0	0	0	0	0	0	0
Ölförderung und -bereitstellung	1	1	1	1	1	1	0
Exploration	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Produktion	1,2	1,4	1,3	1,2	0,9	0,6	0,3
Transport	NA	NA	NA				
Erdgas							
Produktion	1.853	1.735	1.166	1.191	1.045	900	610
Fackeln	305	327	284	318	319	319	319
Öl	300,4	321,3	272,8	305,5	306,9	306,9	306,9
Gas	4,6	5,6	10,7	12,0	11,8	11,8	11,8
Zwischensumme CO₂	2.159	2.063	1.451	1.510	1.365	1.220	929
N₂O-Emissionen							
Fackeln	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Öl	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gas	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zwischensumme N₂O	0	0	0	0	0	0	0
Summe (Kilotonnen CO ₂ -Äquivalente)	21.775	14.657	10.830	9.617	7.516	7.086	6.488
gegenüber 2005	48,6 %	-	-26,1 %	-34,4 %	-48,7 %	-51,7 %	-55,7 %

Quellen: UBA (2010a+b), Berechnungen des Öko-Instituts.

Tabelle 49: Endenergiebedarf des Verkehrssektors im Mit-Maßnahmen-Szenario in Petajoule

	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Benzin	998	823	780	697	624	569
Diesel	1.109	1.191	1.360	1.314	1.275	1.233
LPG	0	0	0	0	0	0
Erdgas	0	0	0	0	0	0
(Bio-)Ethanol	7	32	73	114	102	93
Biodiesel/FAME	72	91	128	214	208	201
Pflanzenöl	0	0	0	0	0	0
Wasserstoff	0	0	0	0	0	0
Strom	58	45	41	37	35	35
Kerosin	29	27	26	27	26	25
Summe (national)	2.273	2.207	2.408	2.402	2.270	2.155
Internationaler Flugverkehr	315	335	342	350	359	362
Hochseeschifffahrt	103	115	130	139	147	154

Quelle: Umweltbundesamt, Berechnungen Öko-Institut.

Tabelle 50: Emissionsminderung im Verkehrssektor im Mit-Maßnahmen-Szenario, Einzelmaßnahmenbetrachtung

Maßnahme	Typ	Beschreibung/Ziele	Umsetzungsstand/ Wirkungsbeginn	Emissionsminderung Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalente				
				2010	2015	2020	2025	2030
CO ₂ -Emissionsstandard Pkw	R	EU-Emissionsstandard für Pkw-Neuzulassungen, 2012 bis 2019: 130 g CO ₂ /km, ab 2020: 95 g CO ₂ /km	Wirkung auf Neuzulassungen ab 2007	0,1	1,1	2,5	6,2	8,9
CO ₂ -Emissionsstandard LNF	R	EU-Emissionsstandard für LNF-Neuzulassungen, 2014 bis 2019: 175 g CO ₂ /km, ab 2020: 147 g CO ₂ /km	Wirkung auf Neuzulassungen ab 2010	0,0	0,0	0,1	0,3	0,5
Biokraftstoffbeimischung	R	Treibhausminderung der Biokraftstoffe gemäß Biokraft-NachV und Beimischung gemäß Biokraftstoff- bzw. Treibhausgasminderungsquote (BImschG), entspricht 12 Prozent Beimischung ab 2020	Wirkung ab 2006, steigend bis 2020	1,9	2,8	5,1	6,8	7,6
Effizienzsteigerung Seeverkehr	V	Verpflichtung im Rahmen des MEPC der IMO zur Einführung des Energy Efficiency Design Index (EEDI) und der Aufstellung eines Ship Energy Efficiency Management Plan (SEEMP)	Wirkung ab 2011	0,3	0,9	1,6	2,3	3,2
Lkw-Maut	E	Erhöhung der Maut auf 0,141 bis 0,274 €/km und Ausweitung auf Bundesstraßen	Wirkung der Lkw-Maut ab 2005	1,4	1,3	1,2	1,9	2,3

Quelle: Berechnungen Öko-Institut.

Fortsetzung

Maßnahme	Typ	Beschreibung/Ziele	Umsetzungsstand/ Wirkungsbeginn	Emissionsminderung Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalente				
				2010	2015	2020	2025	2030
Änderung der Kfz-Steuer	F	Umstellung der Kfz-Steuer auf eine schadstoff- und CO ₂ -bezogene Bemessungsbasis ab 1. Juli 2009	Wirkung ab 2009	0,6	0,8	0,8	1,1	1,3
Luftverkehrssteuer	F	Einführung einer Steuer auf abgehende Flüge aus Deutschland, 2012: 7,50 bis 42,18 € je Ticket; Begrenzung der Belastung aus LuftVSt und Emissionshandel bei 1.000 Millionen Euro	Wirkung ab 2010	0,0	0,6	0,5	0,4	0,4
Emissionshandel Flugverkehr	E	Einführung des Emissionshandels für in der EU abgehende und ankommende Flüge	Wirkung ab 2012					
Förderung Elektromobilität	D	Vorbereitung und Durchführung erster Maßnahmen zur Erreichung des Ziels von einer Million beziehungsweise sechs Millionen elektrischen Fahrzeugen 2020/2030	Wirkung ab 2010	-0,0	0,0	0,0	0,1	0,5
Effizienzsteigerung Luftverkehr	V	ICAO-Selbstverpflichtung einer Effizienzsteigerung um zwei Prozent pro Jahr	Wirkung ab 2010	0,0	1,6	3,3	5,0	6,7
Gesamtemissionsminderung				4,3	9,0	15,2	24,1	31,3

Quelle: Berechnungen Öko-Institut.

Steinkohlenbergbaus, für den sich als Nettoeffekt (aus rückläufigen Emissionen im aktiven Bergbau und konstanten Emissionen aus den stillgelegten Bergwerken) eine Minderung von circa fünf Millionen Tonnen CO₂-Äquivalent ergibt. Eher geringfügige Änderungen der Emissionen ergeben sich weiterhin für die Minderung der Emissionen aus der Erdgasverteilung und den Rückgang des Erdgaseinsatzes in den privaten Haushalten sowie im GHD-Sektor. Insgesamt gehen die flüchtigen Emissionen des Energiesektors im Zeitraum 2005 bis 2030 um circa 56 Prozent zurück.

4.4.4 Verkehr

Tabelle 49 zeigt den Endenergiebedarf des gesamten Verkehrssektors im Mit-Maßnahmen-Szenario. Zu erkennen ist, dass bis 2020 eine Steigerung des Endenergiebedarfs des Verkehrssektors um neun Prozent gegenüber 2010 ermittelt wurde; bis 2030 sinkt der

Endenergieverbrauch allerdings um zwei Prozent gegenüber 2010. Zudem wird die Steigerung der Biokraftstoffbeimischung im Zeitraum bis 2020 deutlich.

Es sei darauf hingewiesen, dass die Aussetzung des Emissionshandels für internationale Flüge für die Jahre 2010 bis 2012 aufgrund des Stichtags für die Maßnahmendefinition in der Tabelle 49 nicht berücksichtigt ist.

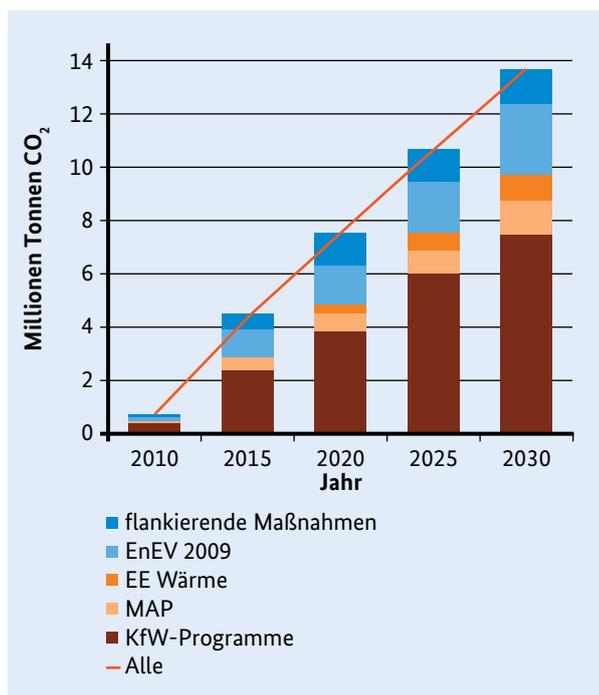
Tabelle 50 stellt die Treibhausgasemissionsminderungen der im Mit-Maßnahmen-Szenario aufgeführten Einzelmaßnahmen dar. In Bezug auf die Treibhausgasemissionen zeigt sich, dass die Einführung der Emissionsregulierung für Pkw und die Biokraftstoffbeimischung den höchsten Emissionsminderungseffekt aufweisen. Zumindest bei der Biokraftstoffbeimischung gilt allerdings zu beachten, dass die Emissionen der Biokraftstoffherstellung und -distribution in andere energienachfragende Sektoren verschoben sind und Biokraftstoffen im Verkehrssektor keine

CO₂-Emissionen zugesprochen werden.⁸⁶ Im Vergleich zu einem Szenario ohne Einführung der Lkw-Maut ergibt sich durch die Lkw-Maut ebenfalls eine erhebliche Treibhausgasmindering.

Wird die von der ICAO beschlossene Selbstverpflichtung einer jährlichen spezifischen Effizienzsteigerung von zwei Prozent pro Jahr eingehalten, führt diese Maßnahme im Flugverkehr zu einer relevanten Emissionsminderung im Vergleich zu einem Szenario ohne Selbstverpflichtung; die absoluten Emissionen des Flugverkehrs steigen jedoch weiterhin bis 2030.

Im Mit-Maßnahmen-Szenario wird im Jahr eine Emissionsminderung um acht Prozent im Vergleich zum Jahr

Abbildung 28: Übersicht über den kumulierten Beitrag der Maßnahmen zur Minderung der direkt durch Brennstoffe verursachten CO₂-Emissionen im Mit-Maßnahmen-Szenario



Quelle: ASTRA-D.

2005 erzielt. Die wirksamsten Maßnahmen stellen dabei die CO₂-Emissionsstandards und die Biokraftbeimischung dar. Um den Anstieg der Emissionen im Flugverkehr und in der Hochseeschifffahrt zu reduzieren, sind die Einhaltung der Selbstverpflichtung der ICAO sowie die Einführung und Durchsetzung des EEDI und SEEMP in der Seeschifffahrt entscheidend.

4.4.5 Gebäudebereich – Wärme und Kältebereitstellung

Bei der Abbildung des Gebäudebestandes wird entsprechend der Deutschen Gebäudetypologie des IWU (Diefenbach 2007) in verschiedene Gebäudekategorien (zum Beispiel Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser in unterschiedlichen Größen, Hotels, öffentliche Gebäude etc.) unterschieden. Jede dieser Gebäudekategorien ist nach der Typologie weiter nach Bauperioden beziehungsweise dem thermischen Standard unterteilt. Dabei werden auch in der Vergangenheit bereits stattgefunden Saniierungsmaßnahmen berücksichtigt, die ebenfalls vom IWU erhoben wurden (Diefenbach 2010). Jeder der sich daraus ergebenden Gebäudeklasse wird anschließend ein Set an Heiz- und Warmwassersystemen beziehungsweise Klimatisierungstechnologien zugeordnet, denen wiederum ein bestimmter Energieträger gegenübersteht.

In Abbildung 28 sind die Beiträge der einzelnen politischen Instrumente und die Gesamteinsparung dargestellt. Die Zuordnung von CO₂-Einsparungen zu einzelnen Maßnahmen ist nicht eindeutig festzustellen. Die Methodik, nach der die CO₂-Einsparungen zugeordnet wurden ist den Beschreibungen der Einzelmaßnahmen zu entnehmen.

Die negativen Brennstoffeinsparungen durch das EE-WärmeG bedeuten, dass durch das EE-WärmeG der Endenergiebedarf, der fossile und erneuerbare Energieträger einschließt, grundsätzlich steigt. Der Grund liegt in einem geringeren Wirkungsgrad von erneuerbaren Technologien im Vergleich zu konventionellen Technologien. Sichtbar wird der Anteil Erneuerbarer, der insbesondere durch Solarthermie und Umweltwärme vor Ort abgedeckt wird.

⁸⁶ Bei Strom als Energieträger ist derselbe Effekt zu berücksichtigen. Bei der Maßnahme Förderung der Elektromobilität werden die Emissionen in den Stromerzeugungssektor verlagert. Nutzt man den mittleren Emissionsfaktor der Stromerzeugung zur Bilanzierung, entstehen im Stromsektor durch Elektromobilität Mehremissionen (MMS: 2020: 0,1 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente, 2030: 0,9 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente; MwMS: 2020: 0,9 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente, 2030: 4,0 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente). Demgegenüber stehen im MwMS Einsparungen durch Elektromobilität in Höhe von 4,7 Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente durch die Förderung Elektromobilität inklusive der Änderung der Besteuerung von Dienstwagen, die ebenfalls zur Zielerreichung im Bereich der Elektromobilität beiträgt.

Tabelle 51: Resultierende Wirkung je Maßnahme im Mit-Maßnahmen-Szenario für Gebäude im Sektor Haushalte

Maßnahme/ Umsetzung/ Institution	Typ	Umsetzungs- stand (Wirkungs- beginn)	2015	2020	2025	2030	2015	2020	2025	2030
			Direkte Emissionsminderungseffekte				Brennstoff-Einsparungen			
			Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalente				Petajoule			
KfW-Programme	F	2014	2,39	3,84	5,94	7,58	6,81	12,21	17,16	21,19
MAP	F	2014	0,42	0,70	1,00	1,23	0,87	1,59	2,37	3,19
EnEV 2009	F	2014	1,07	1,55	1,95	2,70	6,29	11,14	15,60	19,43
EEWärme	F	2014	0,05	0,28	0,64	0,94	-2,69	-5,70	-7,84	-9,21
flankierende Maßnahmen	R	2016	0,53	1,17	1,13	1,31	5,85	10,50	14,87	18,07
Gewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen			4,46	7,55	10,65	13,76	17,13	29,75	42,15	52,67
			Effekt für Stromaufkommen Terawattstunde							
KfW-Programme	F	2014	0,18	-0,07	-0,07	-0,03				
MAP	F	2014	-0,01	-0,06	0,07	0,07				
EnEV 2009	F	2014	0,22	0,21	0,15	0,50				
EEWärme	F	2014	1,16	2,94	4,34	5,86				
flankierende Maßnahmen	R	2016	0,34	0,28	0,34	0,53				
Gewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen			1,90	3,31	4,84	6,93				

Quelle: Projektionsbericht 2013.

Tabelle 52: CO₂-Einsparungen der KfW-Programme in den Jahren 2015, 2020, 2025 und 2030

KfW-Programme		2015	2020	2025	2030
Durchschnittliche CO ₂ -Minderung pro Jahr	Millionen Tonnen	0,41	0,29	0,42	0,33
darin enthalten:					
KfW-Programm „O18 – Energetische Stadtsanierung Energieeffizient Sanieren“ für Kommunen	Millionen Tonnen	0,13	0,12	0,19	0,18
KfW-Programm „IKU – Energetische Stadtsanierung Energieeffizient Sanieren“ für gemeinnützige Organisationen und kommunale Unternehmen	Millionen Tonnen	0,04	0,03	0,05	0,05
CO ₂ -Minderung kumuliert	Millionen Tonnen	2,39	3,84	5,94	7,58
Stromeinsparung kumuliert	TWh	0,18	-0,07	-0,07	-0,03

Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI.

KfW-Programme zur Förderung energetischer Sanierungen und Neubauten

Es wurden die Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ betrachtet. Dabei wurden alle Effizienzklassen (KfW-55 bis KfW-115) sowie Einzelmaßnahmen mit einbezogen.

Aus geförderten Sanierungen resultierende CO₂-Minderungen wurden daher in voller Höhe dem KfW-Programm zugeschrieben.

Ausgehend von einem proportionalen Zusammenhang zwischen der Anzahl der Förderfälle und der spezifisch erreichten CO₂-Minderung sowie unter der Annahme

Tabelle 53: CO₂-Einsparungen durch das Marktanzreizprogramm in den Jahren 2015, 2020, 2025 und 2030

MAP		2015	2020	2025	2030
durchschnittliche CO ₂ -Minderung pro Jahr	Millionen Tonnen	0,07	0,06	0,06	0,05
CO ₂ -Minderung kumuliert	Millionen Tonnen	0,42	0,70	1,00	44,927
Stromeinsparung kumuliert	TWh	-0,01	-0,06	0,07	0,07

Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI.

eines konstanten Förderbudgets im Mit-Maßnahmen-Szenario wurden die CO₂-Einsparungen den KfW-Programmen zugeteilt. Tabelle 52 zeigt die CO₂-Minderungen ab 2015.

Marktanzreizprogramm (MAP)

Das Marktanzreizprogramm führt durch finanzielle Förderung dazu, dass bei Austausch eines Heizkessels mehr Anlagen mit Nutzung erneuerbarer Energieträger installiert werden. Durch die finanzielle Förderung einer Anlage mit Nutzung Erneuerbarer wird die Wirtschaftlichkeit gegenüber der ohne MAP gewählten, konventionellen Anlage verbessert. Die Nutzung erneuerbarer Energien steigt infolgedessen an. Dabei kann es unter Umständen dazu kommen, dass eine neue fossil betriebene Anlage einen besseren Wirkungsgrad hat und durch Installation der erneuerbaren Alternative der Endenergiebedarf steigt, obwohl die CO₂-Emissionen gleichzeitig sinken.

Beim gewählten Bewertungsansatz ergibt sich die CO₂-Minderung aus dem Vergleich der Investitionsalternativen. Es wird also die CO₂-Minderung gegenüber der ohne MAP wirtschaftlichsten neuen Anlage betrachtet. Baseline ist nicht die CO₂-Einsparung gegenüber der bislang installierten Anlage. Demnach sind CO₂-Minderungen, die aus dem (sowieso durchgeführten)

Austausch alter Anlagen durch neue resultieren, nicht berücksichtigt. Diese werden dem autonomen Fortschritt zugeschrieben. Entsprechend dem gewählten Ansatz ergeben sich die CO₂-Minderungen wie in Tabelle 53 dargestellt.

Energieeinsparungsgesetz (EnEG)/ Energieeinsparverordnung (EnEV)

Die EnEV fordert bei Neubau und Sanierung die Einhaltung von Grenz- und Referenzwerten in Bezug auf den Energiebedarf beziehungsweise die energetische Isolationswirkung. Die CO₂-Minderung resultiert demnach aus der Verringerung des Energiebedarfs und nicht aus der Substitution fossiler Energieträger durch Erneuerbare.

In Tabelle 54 sind die Einsparungen durch die EnEV 2009 dargestellt. Enthalten ist hier die gesamte CO₂-Einsparung, die durch Sanierungen nach EnEV-Standard erreicht wird. Ausgenommen sind alle Einsparungen, die im Rahmen von KfW-geförderten Sanierungen generiert werden. Von den sanierungswürdigen Gebäuden und Bauteilen wird ein Teil nicht konform zur EnEV energetisch saniert, sondern lediglich instand gesetzt. Mit einer energetischen Sanierungsrate von durchschnittlich 0,75 Prozent ergeben sich die in Tabelle 54 dargestellten CO₂-Minderungen.

Tabelle 54: CO₂-Einsparungen durch die EnEV 2009 in den Jahren 2015, 2020, 2025 und 2030

EnEV 2009		2015	2020	2025	2030
durchschnittliche CO ₂ -Minderung pro Jahr	Millionen Tonnen	0,18	0,10	0,08	0,15
CO ₂ -Minderung kumuliert	Millionen Tonnen	41.456	20.090	34.700	25.600
Stromeinsparung kumuliert	TWh	0,22	0,21	0,15	0,50

Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI, IEF-STE.

Tabelle 55: CO₂-Einsparungen durch die Nutzungspflicht aus dem EEWärmeG in den Jahren 2015, 2020, 2025 und 2030

EEWärme		2015	2020	2025	2030
durchschnittliche CO ₂ -Minderung pro Jahr	Millionen Tonnen	0,01	0,05	0,07	0,06
CO ₂ -Minderung kumuliert	Millionen Tonnen	0,05	0,28	0,64	0,94
Stromeinsparung kumuliert	TWh	1,16	2,94	4,34	5,86

Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)

Die CO₂-Einsparung durch das EEWärmeG ergibt sich hauptsächlich aus dem veränderten Energieträgermix für die Wärmebereitstellung in Gebäuden.

Der Energieträgermix wird insbesondere durch die im EEWärmeG festgeschriebene Nutzungspflicht von Heizsystemen auf Basis erneuerbarer Energien beeinflusst. Die Nutzungspflicht variiert je nach Energieträger. Als Alternative zur Nutzung Erneuerbarer sind Ersatzmaßnahmen zulässig, die statt der Substitution eine Energieeinsparung zur Folge haben, wie zum Beispiel die Nutzung von Abwärme oder Wärmenetzen oder die Steigerung der Energieeffizienz des Gebäudes. Die CO₂-Minderung durch das EEWärmeG ist in Tabelle 55 dargestellt.

Flankierende Instrumente

Die flankierenden Instrumente Energieausweis, Informationsdienste der Deutsche Energie-Agentur (DENA), Energieberatung vor Ort, Energieberatung privater Haushalte tragen zur Aufklärung der Akteure bei. Eigner, Investor und Ausführer werden über die technischen

Möglichkeiten und die gesetzlichen Anforderungen sowie über die Auswirkungen ihrer Entscheidungen informiert. Die durch die quantifizierten Maßnahmen nicht erklärten CO₂-Einsparungen sind daher diesen informativen Maßnahmen zuzuschreiben. Sie stehen für einen aus eigenem Antrieb verantwortungsvollen und bewussten Umgang mit Entscheidungen über Energieinvestitionen und Energieeinsatz im Gebäudebereich.

4.4.6 Private Haushalte – Strom

Einen Überblick über die Entwicklung des Stromverbrauchs privater Haushalte im Mit-Maßnahmen-Szenario nach Anwendungsbereichen gibt Tabelle 56. Dabei verzeichnen die privaten Haushalte bis 2030 einen kontinuierlichen Rückgang des Stromverbrauchs.

Im Mit-Maßnahmen-Szenario werden dabei als relevante Maßnahmen die Wirkung der Energieverbrauchs-kennzeichnungsverordnung (EnVKV), Mindeststandards basierend auf der EU Ökodesign-RL sowie die Einführung intelligenter Zähler zur Stromverbrauchsmessung in Neubauten abgeschätzt. Auf Grundlage der oben dargestellten Annahmen ergeben sich dadurch im

Tabelle 56: Entwicklung des Stromverbrauchs privater Haushalte 2010 bis 2030 im Mit-Maßnahmen-Szenario

Stromverbrauch Mit-Maßnahmen-Szenario	2010	2015	2020	2025	2030
	Gigawattstunde				
Weißer Ware	33.367	32.028	29.356	27.198	25.897
Elektroherd	11.846	11.890	11.818	11.873	11.741
IKT-Endgeräte	26.113	26.466	26.837	27.341	27.204
Beleuchtung	10.920	8.540	7.776	8.056	7.710
Klimageräte	824	1.863	3.337	4.759	5.617
Sonstiger Strom (inklusive elektrische Kleingeräte)	24.245	23.107	23.471	22.291	21.998
Summe	107.315	103.894	102.596	101.519	100.167

Quelle: Einschätzung Fraunhofer ISI.

Tabelle 57: Wirkung der strombezogenen Maßnahmen im Sektor private Haushalte
– Mit-Maßnahmen-Szenario

Maßnahme	Beschreibung/Ziele (Wirkungsbereich)	Umsetzungsstand (Wirkungsbeginn)	Effekt für Stromaufkommen			
			2015	2020	2025	2030
			Terawattstunde			
Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (EnVKV)	Verpflichtende Kennzeichnung des Energieverbrauchs und anderer Ressourcen von elektrischen Haushaltsgeräten und Teil der Haushaltslampen (berücksichtigte Produktgruppen: Kühl- und Gefriergeräte, Wasch- und Spülmaschinen, Trockner, elektrische Backöfen, Beleuchtung, Klimageräte)	laufend seit 1. Januar 1998	1,7	3,9	4,6	5,5
Mindeststandards I (EU-Ökodesign-RL)	Mindeststandards für energieverbrauchende Produkte auf Basis der Durchführungsmaßnahme beziehungsweise niedrigste Lebenszykluskosten	Umsetzung schrittweise ab 2010	10,3	14,9	17,1	19,4
Smart Metering	Einführung intelligenter Zähler zur Stromverbrauchsmessung in Neubauten	Umsetzung ab 2010	0,0	0,1	0,2	0,2
Flankierende Instrumente			3,9	7,0	7,0	7,9
Ungewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen			15,9	25,9	28,9	33,1
Gewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)			15,9	25,9	28,9	33,1

Quelle: Schätzungen Fraunhofer ISI.

Mit-Maßnahmen-Szenario im Jahr 2020 jährliche Einsparungen in Höhe von 25,9 Terawattstunden. Im Jahr 2030 steigen diese auf rund 33,1 Terawattstunden (siehe Tabelle 57). Die größten Einsparungen ergeben sich durch die Ökodesign-Richtlinie. Das ist darauf zurückzuführen, dass hier bereits im Mit-Maßnahmen-Szenario eine ambitionierte Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie für alle Produkte auf Basis der Durchführungsmaßnahme beziehungsweise, wenn noch nicht vorhanden, der niedrigsten Lebenszykluskosten angenommen wurde. Da im Mit-Maßnahmen-Szenario lediglich die Auswirkung von intelligenten Zählern in Neubauten quantifiziert wird, führt die Auswirkung dieser Maßnahme lediglich zu einem Rückgang des Stromverbrauchs bis 2030 von 0,2 Terawattstunden.

Eine weitere Aufschlüsselung der Wirkung strombezogener Maßnahmen nach Gerätekategorien zeigt Tabelle 58. Die größten Wirkungen der Ökodesign-Richtlinie werden danach unter den im Mit-Maßnahmen-Szenario getroffenen Annahmen bei den IKT-Geräten und der Beleuchtung erzielt. Weitere Einsparungen bei IKT-Geräten können durch die flankierenden Maßnahmen erzielt werden. Bei der Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung sind die größten Einsparpotenziale auf die großen Haushaltsgeräte zurückzuführen (Tabelle 58).

Tabelle 58: Wirkung der strombezogenen Maßnahmen im Sektor private Haushalte nach Gerätekategorien

Maßnahme	Gerätekategorie	Effekt für Stromaufkommen				
		2010	2015	2020	2025	2030
		Terawattstunde				
Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (EnVKV)	Weißer Ware	0,0	1,3	2,5	2,9	3,3
	Elektroherd	0,0	0,3	0,5	0,6	0,7
	IKT-Geräte	0,0	0,2	0,8	1,0	1,5
	Beleuchtung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Klimatisierung	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
	Summe	0,0	1,7	3,9	4,6	5,5
Mindeststandards I (EU-Ökodesign-RL)	Weißer Ware	0,0	1,4	1,9	1,3	1,7
	Elektroherd	0,0	0,3	0,4	0,3	0,3
	IKT-Geräte	0,0	5,6	8,3	11,1	12,7
	Beleuchtung	0,0	2,9	4,2	4,4	4,6
	Klimatisierung	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Summe	0,0	10,3	14,9	17,1	19,4
Smart Metering	Weißer Ware	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2
	Total	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2
Flankierende Instrumente	Weißer Ware	0,0	0,1	0,3	0,3	0,3
	Elektroherd	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
	IKT-Geräte	0,0	3,5	5,6	5,7	6,9
	Beleuchtung	0,0	0,2	1,1	0,9	0,5
	Klimatisierung	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1
	Summe	0,0	3,9	7,0	7,0	7,9
Ungewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen		0,0	15,9	25,9	28,9	33,1
Gewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)		0,0	15,9	25,9	28,9	33,1

Quelle: Schätzungen Fraunhofer ISI.

4.4.7 Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) Strom und Prozesswärme/-dampf

Im Folgenden ist zunächst die Wirkung der einzelnen Maßnahmen je Sektor und Szenario dargestellt, bevor

deren Wirkung sowie der resultierende Energiebedarf verglichen werden.

Tabelle 59: Resultierende Wirkung je Maßnahme im Mit-Maßnahmen-Szenario im Sektor Industrie

Maßnahme/ Umsetzung/ Institution	Typ	Beschreibung/Ziele (Wirkungsbereich)	Umsetzungsstand (Wirkungsbeginn)	
Emissionshandel	E	Handel mit Emissionszertifikaten (Cap and trade). Betrifft vorwiegend energieintensive Industrie	in Kraft seit 2007	
Sonderfonds Energieeffizienz in KMU	F	Koppelung von bezuschusster Energieberatung mit zinsgünstigen Investitionskrediten für Maßnahmenumsetzung. Zielgruppe: KMU	in Kraft seit 2008	
Mindeststandards I (EU-Ökodesign-Richtlinie)	R	Mindeststandards für energieverbrauchende Produkte auf Basis der Durchführungsmaßnahme beziehungsweise niedrigste Lebenszykluskosten	Umsetzung schrittweise 2010 bis 2014	
Änderung der Energiebesteuerung	V	Vergünstigungen der Energiesteuer sind geknüpft an Energiemanagement und Selbstverpflichtung der Industrie zum Effizienzfortschritt.	in Kraft ab 2013	
Förderprogramm Querschnittstechniken in KMU	F	Finanzielle Förderung von Investitionen in Querschnittstechniken (Pumpen, Motoren, Abwärme etc.)	Umsetzung Anfang 2013	
Ungewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen				
Gewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)				
Emissionshandel	E	Handel mit Emissionszertifikaten (Cap and trade). Betrifft vorwiegend energieintensive Industrie	in Kraft seit 2007	
Sonderfonds Energieeffizienz in KMU	F	Koppelung von bezuschusster Energieberatung mit zinsgünstigen Investitionskrediten für Maßnahmenumsetzung. Zielgruppe: KMU	in Kraft seit 2008	
Mindeststandards I (EU-Ökodesign-Richtlinie)	R	Mindeststandards für energieverbrauchende Produkte auf Basis der Durchführungsmaßnahme beziehungsweise niedrigste Lebenszykluskosten	Umsetzung schrittweise 2010 bis 2014	
Änderung der Energiebesteuerung	V	Vergünstigungen der Energiesteuer sind geknüpft an Energiemanagement und Selbstverpflichtung der Industrie zum Effizienzfortschritt.	in Kraft ab 2013	
Förderprogramm Querschnittstechniken in KMU	F	Finanzielle Förderung von Investitionen in Querschnittstechniken (Pumpen, Motoren, Abwärme etc.)	Umsetzung Anfang 2013	
Ungewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen				
Gewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)				

Quelle: Fraunhofer ISI.

	2015	2020	2025	2030	2015	2020	2025	2030
	Direkte Emissionsminderungseffekte				Brennstoff-Einsparungen			
	Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalente pro Jahr				Petajoule pro Jahr			
	0,76	1,52	2,45	3,41	1,04	1,49	2,17	2,81
	0,58	0,93	1,26	1,59	7,68	12,21	16,34	20,60
	0,19	0,61	0,94	1,25	2,98	9,58	15,24	20,82
	0,01	0,01	0,02	0,02	0,10	0,22	0,31	0,37
	0,01	0,02	0,04	0,05	0,14	0,39	0,60	0,81
	1,55	3,09	4,71	6,32	11,94	23,89	34,65	45,41
	Effekt für Stromaufkommen							
	Terawattstunde pro Jahr							
	0,0	0,0	0,1	0,1				
	2,4	3,8	5,2	7,7				
	13,9	27,7	37,8	44,9				
	1,6	3,9	6,0	9,4				
	0,5	1,5	2,4	3,9				
	18,46	36,93	51,49	66,05				

Tabelle 60: Resultierende Wirkung je Maßnahme im Mit-Maßnahmen-Szenario im Sektor GHD

Maßnahme/Umsetzung/ Institution	Typ	Beschreibung/Ziele (Wirkungsbereich)	Umsetzungsstand (Wirkungsbeginn)	
Sonderfonds Energieeffizienz in KMU	F	Koppelung von bezuschusster Energieberatung mit zinsgünstigen Investitionskrediten für Maßnahmenumsetzung. Zielgruppe: KMU	in Kraft seit 2008	
Beschaffung energieeffizienter Produkte (Bund)	V	Beschaffung energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen im Bereich des Bundes	in Kraft seit 2008	
Mindeststandards (EU-Ökodesign-Richtlinie)	R	Mindeststandards für energieverbrauchende Produkte auf Basis der Durchführungsmaßnahme bzw. niedrigste Lebenszykluskosten	Umsetzung schrittweise 2010 bis 2012	
Änderung der Energiebesteuerung	V	Vergünstigungen der Energiesteuer sind geknüpft an Energiemanagement und Selbstverpflichtung der Industrie zum Effizienzfortschritt.	in Kraft ab 2013	
Ungewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen				
Gewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)				
Sonderfonds Energieeffizienz in KMU	F	Koppelung von bezuschusster Energieberatung mit zinsgünstigen Investitionskrediten für Maßnahmenumsetzung. Zielgruppe: KMU	in Kraft seit 2008	
Beschaffung energieeffizienter Produkte (Bund)	V	Beschaffung energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen im Bereich des Bundes	in Kraft seit 2008	
Mindeststandards (EU-Ökodesign-Richtlinie)	R	Mindeststandards für energieverbrauchende Produkte auf Basis der Durchführungsmaßnahme bzw. niedrigste Lebenszykluskosten	Umsetzung schrittweise 2010 bis 2012	
Änderung der Energiebesteuerung	V	Vergünstigungen der Energiesteuer sind geknüpft an Energiemanagement und Selbstverpflichtung der Industrie zum Effizienzfortschritt.	in Kraft ab 2013	
Ungewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen				
Gewichtete Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)				

Quelle: Fraunhofer ISI.

	2015	2020	2025	2030	2015	2020	2025	2030
	Direkte Emissionsminderungseffekte				Brennstoff-Einsparungen			
	Millionen Tonnen CO ₂ -Äquivalente pro Jahr				Petajoule pro Jahr			
	0,10	0,19	0,30	0,41	0,75	1,52	2,32	2,93
	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,00	0,01	0,03	0,04	0,03	0,12	0,21	0,28
	0,11	0,20	0,32	0,45	0,78	1,63	2,53	3,21
	Effekt für Stromaufkommen							
	Terawattstunden pro Jahr							
	0,20	0,43	0,81	1,39				
	0,06	0,13	0,23	0,37				
	14,63	29,22	47,06	64,63				
	0,11	0,42	0,92	1,73				
	15,00	30,21	49,01	68,12				

4.4.8 Industrieprozesse (CO₂-, CH₄- und N₂O-Emissionen)

Mit Blick auf die besonders relevanten prozessbedingten CO₂-Emissionen können im Mit-Maßnahmen-Szenario, bedingt durch leichte Produktionsverschiebungen hin zu weniger emissionsintensiven Sekundärverfahren (zum Beispiel Elektrostahl), die Emissionen um sieben Prozent bis 2030 im Vergleich zum Jahr 2010 gesenkt werden (Tabelle 61).

Seit dem Jahr 2008 können Joint-Implementation-Projekte in Deutschland durchgeführt werden. Für die Adipinsäureproduktion werden aufgrund aktueller Erfahrungen aus den Join-Implementation-Projekten eine Emissionsminderung in Höhe von 50 Prozent im Vergleich zu 2009 für die Salpetersäureproduktion und 90 Prozent für die Adipinsäureproduktion berücksichtigt (Tabelle 62).

Tabelle 61: Entwicklung der prozessbedingten CO₂-Emissionen für ausgewählte Produktionsprozesse im Mit-Maßnahmen-Szenario 2000 bis 2030

	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	Kilotonnen CO₂						
Zementklinkerproduktion (2A)	15.102	12.921	12.188	12.668	12.609	12.178	11.725
Kalksteinproduktion (2A)	5.862	5.454	5.019	5.542	5.542	5.542	5.542
Glasproduktion (2A)	731	706	762	820	839	858	879
Keramikproduktion (2A)	531	359	309	309	309	309	309
Sodaasche (2A)	301	313	323	323	323	323	323
Ammoniakproduktion (2B)	7.539	7.805	7.437	7.437	7.437	7.437	7.437
Karbidproduktion (2B)	18	16	17	17	17	17	17
Katalysatorenabbrand (2B)	2.894	2.883	2.992	2.878	2.632	2.415	2.100
Umwandlungsverluste (2B)	3.760	3.776	3.776	3.632	3.321	3.047	2.650
Methanolherstellung (2B)	1.264	1.314	718	718	718	718	718
Rußproduktion (2B)	678	652	1.341	1.341	1.341	1.341	1.341
Eisen- und Stahlproduktion (2C)	20.263	20.929	18.208	18.262	18.300	17.258	16.162
Herstellung von Ferrolegierungen (2C)	9	8	6	6	6	6	6
(Primär-)Aluminium-Produktion (2C)	880	883	551	752	752	708	664
Summe	59.832	58.018	53.645	54.705	54.146	52.157	49.871
<i>gegenüber 2010</i>	<i>11,5 %</i>	<i>8,2 %</i>	<i>-</i>	<i>2,0 %</i>	<i>0,9 %</i>	<i>-2,8 %</i>	<i>-7,0 %</i>

Quelle: UBA (2012a+b), FhG-ISI, Berechnungen des Öko-Instituts.

Tabelle 62: Entwicklung der CH₄- und N₂O-Emissionen aus Industrieprozessen und Produktverwendung im Mit-Maßnahmen-Szenario, 2000 bis 2030

	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	Kilotonnen						
CH ₄ -Emissionen							
Rußproduktion	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Eisen- und Stahlproduktion	0,26	0,22	0,21	0,23	0,23	0,23	0,23
Zwischensumme CH₄	0,27	0,23	0,23	0,25	0,25	0,25	0,25
N ₂ O-Emissionen							
Rohstahlherstellung	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05
Salpetersäureproduktion	12,30	15,87	9,78	5,62	5,62	5,62	5,62
Adipinsäureherstellung	4,48	10,57	2,31	2,22	2,44	2,69	2,96
Herstellung von Caprolactam	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Herstellung von N-Dodecandisäure	C	C	C	C	C	C	C
N ₂ O-Einsatz als Anästhetika	3,52	1,30	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
Anderer (technischer) N ₂ O-Einsatz	0,23	0,25	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
N ₂ O aus Sprengstoffeinsatz	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Zwischensumme N₂O	20,60	28,05	13,31	9,06	9,28	9,53	9,79
Summe (Kilotonnen CO₂-Äquivalente)	6.391,51	8.699,23	4.130,04	2.814,30	2.883,19	2.959,07	3.041,36
<i>gegenüber 2005</i>	-26,5%	-	-52,5%	-67,7%	-66,9%	-66,0%	-65,1%

Quelle: UBA (2012a+b), FhG-ISI, Berechnungen des Öko-Instituts.

4.4.9 Industrieprozesse – Produktverwendung (Fluorierte Treibhausgase)

Mit dem beschriebenen methodischen Ansatz ergibt sich für das Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) die in Tabelle 63 gezeigte Emissionsentwicklung.

Der größte Emissionsbeitrag muss danach auch in Zukunft für die HFKW-Emissionen bilanziert werden. Mit den berücksichtigten Maßnahmen ist auch in der bis 2009 stark wachsenden Quellgruppe der HFKW-Emissionen aus Kühl- und Klimaanlage ein absoluter Rückgang der Emissionen zu erwarten. Die SF₆-Emissionen aus der Entsorgung von Schallschutzfenstern wachsen weiter bis 2020 und nehmen als Folge des Verwendungsverbots von 2007 danach stark ab. Insgesamt kann im Mit-Maßnahmen-Szenario das Emissionsniveau für HFKW, FKW und SF₆ für den Zeithorizont 2020 wieder fast auf das Niveau von 2000 zurückgeführt werden. Bis 2030 wird im Mit-Maßnahmen-Szenario eine Emissionsreduktion gegenüber 2000 von 30 Prozent erwartet, im Vergleich zum Jahr 1995 (Basisjahr für die F-Gase) entspricht das einem Rückgang von 45 Prozent.

4.4.10 Landwirtschaft

Die vorgestellten Ergebnisse basieren auf dem Nationalen Inventarbericht zum deutschen Treibhausgasinventar (NIR) 1990 bis 2010 (UBA, 2012a). Diese wurden erweitert um zukünftige Trends der Baseline-Projektion der agrarökonomischen Institute des vTI für das Jahr 2021. Diese Projektionen werden als Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) definiert.

Basierend auf den oben genannten Annahmen werden die Projektionen für die Jahre 2015, 2020, 2025 und 2030 abgeleitet. Tabelle 64 zeigt die historische und projizierte Entwicklung der Aktivitätsdaten zum Tierbestand für die Jahre 1990 bis 2030. Hierbei ist die Anzahl der Rinder stark rückläufig. Gegenüber 2005 sinken deren Bestände um 14,4 Prozent beziehungsweise 42,7 Prozent im Jahr 2030. In der Schweineproduktion ist ein Rückgang von 13,8 Prozent im Vergleich 2030/1990 zu verzeichnen.

In Tabelle 65 und Tabelle 66 werden die Auswirkungen der Veränderungen im Tierbestand sowie der entsprechenden Flächennutzung auf die Entwicklung der Methan- beziehungsweise Lachgasemissionen deutlich. Im Vergleich von 2030/2005 (beziehungsweise 2030/1990) verringern sich die gesamten Methanemissionen in den relevanten Bereichen Fermentation und Düngewirtschaft um 8,9 Prozent (28 Prozent). Die Reduktion ist überwiegend auf die Abnahme der Tierzahlen bei Milchkühen und Rindern zurückzuführen.

Die gesamten Lachgasemissionen in den relevanten Bereichen Düngewirtschaft und Landwirtschaftliche Böden nehmen im Vergleich von 2030/2005 um vier Prozent ab, im Vergleich zu 2030/1990 sind die Lachgasemissionen um 16,3 Prozent zurückgegangen. Letztlich sinken die landwirtschaftlichen Methan- und Lachgasemissionen im Vergleich von 2030/2005 (beziehungsweise 2030/1990) um 5,8 Prozent (20,9 Prozent) auf 65.784 Kilotonnen CO₂-Äquivalente im Jahr 2030.

Unsicherheiten

Aufgrund der Unsicherheiten in der weiteren Entwicklung der Agrarpolitik, im Konsumverhalten sowie bezüglich unterschiedlicher Preisannahmen lassen sich die kumulierten Effekte auf die Emissionen aus der Landwirtschaft schwer einschätzen.

Tabelle 63: Entwicklung der Emissionen an fluorierten Treibhausgasen aus Industrieprozessen und Produktverwendung im Mit-Maßnahmen-Szenario 2000 bis 2030

	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
	Kilotonnen CO₂-Äquivalente^b						
HFKW-Emissionen							
Herstellung von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF ₆	1.207	516	166	200	200	200	200
Kühl- und Klimaanlage	3.564	7.679	10.086	6.550	5.447	5.064	4.680
Schaumherstellung	1.206	1.163	670	884	910	936	962
Feuerlöscher	2	7	24	12	15	12	9
Aerosole und medizinische Dosiersprays	486	616	457	515	525	528	530
Halbleiterproduktion	17	16	9	12	12	12	12
Nicht spezifiziert/vertraulich ^a	559	255	186	21	22	23	25
Zwischensumme HFKW	7.040	10.252	11.597	8.193	7.131	6.774	6.418
FKW-Emissionen							
Aluminiumproduktion	356	338	135	184	184	173	162
Kühl- und Klimaanlage	80	120	53	NO	NO	NO	NO
Herstellung von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF ₆	NA, NO	NA, NO	NA, NO	C, NA, NO	C, NA, NO	C, NA, NO	C, NA, NO
Halbleiterproduktion	346	249	121	189	189	189	189
Fotovoltaik	NO	2	0	IE	IE	IE	IE
Nicht spezifiziert/vertraulich ^a	IE, NO	IE, NA, NO	IE, NA, NO	NO	NO	NO	NO
Zwischensumme FKW	781	709	309	373	373	362	351
SF₆-Emissionen							
Magnesium-Gießereien	330	728	107	106	111	117	123
Herstellung von halogenierten Kohlenwasserstoffen und SF ₆	215	239	90	100	100	100	100
Halbleiterproduktion	56	75	18	17	17	17	17
Elektrische Anlagen	1.158	762	543	614	614	614	614
Reifenbefüllung	1.195	65	14	NO	NO	NO	NO
Spürgas	12	12	4	4	4	4	4
Schallschutzfenster	1.303	1.502	2.223	2.758	3.521	1.868	214
Optische Glasfasern	NO	72	197	123	123	123	123
Fotovoltaik	NO	20	55	55	55	55	55
Nicht spezifiziert/vertraulich ^a	IE	IE	IE	373	377	381	385
Zwischensumme SF₆	4.269	3.475	3.250	4.150	4.923	3.279	1.636
Summe	12.091	14.436	15.155	12.717	12.426	10.416	8.405
gegenüber 2000	-	19,4 %	25,3 %	5,2 %	2,8 %	-13,9 %	-30,5 %
gegenüber 1995 (15.349 Kilotonnen CO ₂ -Äquivalente ^b)	-21,7 %	-6,5 %	-1,8 %	-17,6 %	-19,5 %	-32,5 %	-45,6 %

Anmerkungen:

- a in den Inventaren als vertraulich gekennzeichnete Emissionswerte aus verschiedenen Anwendungsbereichen, zum Beispiel Aluminium-Guss, Teilchenbeschleuniger, Radaranlagen, Schweißen, Sportschuhe, Lösemittelanwendungen
- b berechnet mit den für die Kyoto-Berichterstattung maßgeblichen GWP-Werten des 2. IPCC Assessment Report

Quelle: UBA 2011b, Öko-Recherche 2011, Berechnungen Öko-Institut.

Tabelle 64: Entwicklung der landwirtschaftlichen Aktivitätsdaten 1990 bis 2030

Treibhausgas Quell- und Senkenkategorien	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2015	2020	2025	2030
	Aktivitätsdaten (Population) in Tausend									
1. Rinder	19.488	15.890	14.538	13.036	12.945	12.809	11.985	11.160	11.160	11.160
Milchkühe	6.355	5.229	4.570	4.236	4.205	4.183	3.998	3.813	3.813	3.813
Nicht-Milchkühe	13.133	10.661	9.968	8.799	8.739	8.626	7.986	7.346	7.346	7.346
2. Büffel	0	0	1	1	2	2	2	2	2	2
3. Schafe	3.266	2.991	2.743	2.643	2.350	2.089	2.044	2.000	2.000	2.000
4. Ziegen	90	100	140	170	220	150	150	150	150	150
5. Kamele und Lamas	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
6. Pferde	491	626	491	500	489	462	462	462	462	462
7. Maultiere und Esel	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
8. Schweine	26.502	20.387	21.768	22.743	23.021	22.244	22.550	22.856	22.856	22.856
9. Geflügel	113.879	111.228	120.180	120.561	128.221	128.900	129.833	130.766	130.766	130.766
10. Andere (zu spezifizieren)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE

1990 bis 2009, Treibhausgasinventar 2010

ab 2010 Anwendung APS

NE = not estimated (nicht geschätzt)

NO = not occurring (nicht existent)

Quelle: UBA (2012a), Offermann et al. (2012), Berechnungen des Öko-Instituts.

Tabelle 65: Entwicklung der Methanemissionen in der Landwirtschaft, 1990 bis 2030

Landwirtschaft (CRF4)	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2015	2020	2025	2030
	Treibhausgasinventar 2010					MMS				
	Kilotonnen CH ₄									
A. Fermentation	1.270,1	1.112,7	1.046,1	975,2	975,4	965,6	924,3	883,0	883,0	883,0
B. Düngewirtschaft	301,2	277,5	272,9	267,8	270,4	265,4	257,2	249,0	249,0	249,0
C. Reisanbau	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
D. Landwirtschaftliche Böden	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
E. Brandrodung	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Verbrennen von Ernterückständen auf der Fläche	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
G. Andere	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
Summe	1.571,3	1.390,1	1.319,1	1.243,0	1.245,8	1.231,0	1.181,5	1.132,0	1.132,0	1.132,0
Summe in Kilotonnen CO₂-Äquivalenten	32.996	29.193	27.700	26.102	26.161	25.851	24.811	23.772	23.772	23.772
Veränderung gegenüber 1990		-11,5 %	-16,1 %	-20,9 %	-20,7 %	-21,7 %	-24,8 %	-28,0 %	-28,0 %	-28,0 %
Veränderung gegenüber 2005					0,23 %	-1,0 %	-4,9 %	-8,9 %	-8,9 %	-8,9 %

NO = not occurring (nicht existent)

NA = not applicable (nicht anwendbar)

Quelle: UBA (2012a), Offermann et al. (2012), Berechnungen Öko-Institut.

Tabelle 66: Entwicklung der Lachgasemissionen in der Landwirtschaft, 1990 bis 2030

Landwirtschaft (CRF 4) N ₂ O-Emissionen	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2015	2020	2025	2030
	2010 Greenhouse Gas Inventory					WMS				
	Kilotonnen N ₂ O									
A. Fermentation	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
B. Düngewirtschaft	8,3	7,6	7,3	7,2	7,4	7,3	7,1	6,9	6,9	6,9
C. Reisanbau	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
D. Landwirtschaftliche Böden	153,7	134,2	141,6	133,9	129,7	127,0	131,0	135,0	131,8	128,6
E. Brandrodung	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
F. Verbrennen von Ernterückständen auf der Fläche	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
G. Andere	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO	NA, NO
Summe	162,0	141,8	148,9	141,1	137,1	134,3	138,1	141,9	138,7	135,5
Summe in Kilotonnen CO₂-Äquivalenten	50.215	43.951	46.161	43.751	42.497	41.628	42.808	43.989	43.000	42.011
Veränderung gegenüber 1990		-12,5%	-8,1%	-12,9%	-15,37%	-17,1%	-14,7%	-12,4%	-14,4%	-16,3%
Veränderung gegenüber 2005					-2,9%	-4,9%	-2,2%	0,5%	-1,7%	-4,0%

NO = not occurring (nicht existent)

NA = not applicable (nicht anwendbar)

Quelle: UBA (2012a), Offermann et al. (2012), Berechnungen Öko-Institut.**Tabelle 67:** Entwicklung der Methan- und Lachgasemissionen in der Landwirtschaft in Kilotonnen CO₂-Äquivalenten, 1990 bis 2030

Gesamtemissionen in Kilotonnen CO ₂ -Äquivalenten	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2015	2020	2025	2030
N ₂ O, ab 2010 im Mit-Maßnahmen-Szenario	50.215	43.951	46.161	43.751	42.497	41.628	42.808	43.989	43.000	42.011
CH ₄ , ab 2010 im Mit-Maßnahmen-Szenario	32.996	29.193	27.700	26.102	26.161	25.851	24.811	23.772	23.772	23.772
Gesamt	83.211	73.143	73.861	69.853	68.659	67.479	67.620	67.761	66.772	65.784
Veränderung gegenüber 1990		-12,1 %	-11,2 %	-16,1 %	-17,5 %	-18,9 %	-18,7 %	-18,6 %	-19,8 %	-20,9 %
Veränderung gegenüber 2005					-1,7 %	-3,4 %	-3,2 %	-3,0 %	-4,4 %	-5,8 %

Quelle: UBA (2012a), Offermann et al. (2012), Berechnungen Öko-Institut.

4.4.11 Abfallwirtschaft

Die Ergebnisse der Projektionsberechnungen für das Mit-Maßnahmen-Szenario zeigen, dass die starke Minderung der Methanemissionen aus der Abfalldeponierung die Entwicklung der Treibhausgasemissionen des Abfallsektors wesentlich bestimmt (vergleiche Tabelle 68). Für den Bereich der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung wird in beiden Szenarien keine Reduktions-Maßnahme adressiert.

Der signifikante Rückgang des Abfallinputs in Deponien (65 Prozent zwischen 2005 und 2030) aufgrund der entscheidenden regulatorischen Rahmenbedingungen für den Abfallsektor ist hier maßgebend. Die gesamten Treibhausgasemissionen des Abfallsektors nehmen im Zeitraum 2005 bis 2030 um rund elf Millionen Tonnen CO₂-Äquivalente ab.

Durch den starken Rückgang des Abfallinputs im Zeitraum von 2005 bis 2030 sinken die Methanemissionen im Bereich der Deponien um 75 Prozent. Unter Berücksichtigung der rückläufigen Bevölkerungsentwicklung kommt es zu einer Verringerung des Anteils an Textilien, Windeln und organischen Abfällen (siehe Tabelle 68) und somit zu weiteren Emissionsabnahmen.

In diesem Szenario ergibt sich auch in der kommunalen Abwasserentsorgung eine Minderung um 43 Prozent der Methanemissionen und um vier Prozent der Lachgasemissionen. Bezogen auf das gesamte Treibhausgasinventar ist diese Quelle eher als unbedeutend zu betrachten. Die Bereiche Kompostierung und mechanisch-biologische Abfallbehandlung bleiben im Mit-Maßnahmen-Szenario unverändert gegenüber dem Basisjahr (siehe Tabelle 68).

4.4.12 Forstwirtschaft

Die Maßnahmen in diesem Bereich wurden nicht im Projektionsbericht 2013 berücksichtigt, entsprechend kann die Klimawirkung nicht belastbar abgeschätzt werden. Die Bundesregierung prüft, ob und wie der Projektionsbericht 2017 entsprechend erweitert wird.

Tabelle 68: Entwicklung der Methan- und Lachgasemissionen aus der Abfallwirtschaft im Mit-Maßnahmen-Szenario

	1990	1995	2000	2005	2009	2010	2015	2020	2025	2030
	Kilotonnen									
Abfallinput										
Deponien	40.249	19.525	8.506	4.079	1.440	1.439	1.439	1.433	1.426	1.419
Biologische Abfall- behandlungsanlagen	724	5.168	9.030	9.207	8.860	8.860	8.860	8.860	8.860	8.860
Kommunale Abwasserbehandlung	4.847	4.629	4.714	4.784	4.747	4.744	4.697	4.679	4.644	4.587
Mechanisch-biologische Abfallbehandlung	n.a	n.a	1.246	9.207	4.900	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
CH₄-Emissionen										
Deponien	1.838,40	1.727,00	1.132,62	679,40	464,05	427,35	308,55	243,99	199,12	166,71
Kommunale Abwasserbehandlung	106,0	42,3	8,32	5,75	3,85	3,38	3,36	3,34	3,32	3,28
Kompostierung	2,4	15,9	26,03	26,18	25,66	25,66	25,66	25,66	25,66	25,66
Mechanisch-biologische Abfallbehandlung	n.a	n.a	0,19	0,25	0,27	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Zwischensumme CH₄ (Kilotonnen)	1.946,74	1.785,15	1.167,16	711,59	493,84	456,66	337,85	273,27	228,37	195,92
gegenüber 1990	-	-8,3 %	-40,0 %	-63,4 %	-74,6 %	-76,5 %	-82,6 %	-86,0 %	-88,3 %	-89,9 %
gegenüber 2005			64,0 %	-	-30,6 %	-35,8 %	-52,5 %	-61,6 %	-67,9 %	-72,5 %
N₂O-Emissionen										
Kommunale Abwasserbehandlung	7,17	7,13	7,32	7,49	7,43	7,43	7,35	7,33	7,27	7,18
Kompostierung	0,05	0,35	0,66	0,68	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
Mechanisch-biologische Abfallbehandlung	n.a	n.a	0,29	0,44	0,49	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Zwischensumme N₂O	7,22	7,48	8,27	8,60	8,56	8,57	8,49	8,47	8,41	8,32
gegenüber 1990	-	3,7 %	14,5 %	19,2 %	18,6 %	18,7 %	17,7 %	17,3 %	16,5 %	15,3 %
gegenüber 2005	-		-3,9 %	-	-0,5 %	-0,4 %	-1,3 %	-1,6 %	-2,2 %	-3,3 %
Summe (Kilotonnen CO₂-Äquivalente)	43.119	39.808	27.073	17.611	13.025	12.246	9.728	8.363	7.403	6.694
gegenüber 1990	-	-7,7 %	-37,2 %	-59,2 %	-69,8 %	-71,6 %	-77,4 %	-80,6 %	-82,8 %	-84,5 %
gegenüber 2005	-		53,7 %	-	-26,0 %	-30,5 %	-44,8 %	-52,5 %	-58,0 %	-62,0 %

Anmerkung: Relevant für die Treibhausgasemissionen ist nur der Anteil an der Gesamtmenge, der in MBA-Anlagen mit biologischer Stufe behandelt wird.

Quelle: Produktionsbericht 2013.

5 Vulnerabilität, Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen

5.1 Künftige Klimaänderungen in Deutschland

Die räumliche Auflösung der globalen Klimamodelle ist mit einer horizontalen Gitterweite zwischen 120 Kilometer bis über 200 Kilometer derzeit noch zu grob, um für Deutschland regional differenzierte Aussagen treffen zu können. Daher werden Regionalisierungsverfahren eingesetzt, bei denen regionale Klimamodelle sowie jeweils die Informationen aus den Berechnungen der Globalmodelle zur Anwendung kommen. Diese Modelle regionalisieren die globalen Klimaprojektionen anhand physikalisch-numerischer Verfahren auf Mitteleuropa

und auf ein feineres räumliches Gitter von derzeit teilweise bis zu zehn Kilometer horizontaler Auflösung.

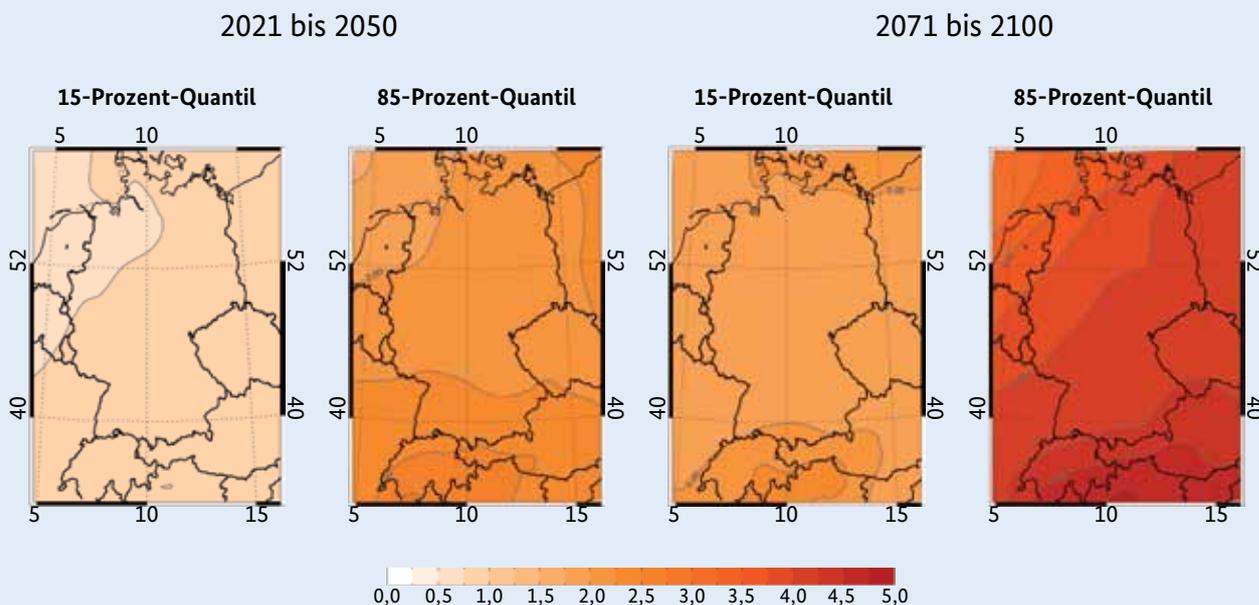
Für die Projektion des zukünftigen Klimas für Deutschland auf regionaler Skala liegen die Simulationsläufe des EU-FP6-Projektes „ENSEMBLES“ vor. Hierdurch hat sich die Anzahl der für Deutschland verfügbaren deterministischen regionalen Klimaprojektionen auf insgesamt über 30 Simulationsläufe deutlich erhöht. Für die Ensemblebildung wurden vom DWD – im Rahmen des Ressortforschungsprogramms KLIWAS des BMVBS (siehe Kapitel 5.2) – diejenigen Klimaprojektionen

Abbildung 29: Für die Ensembleauswertung verwendete Klimaprojektionen. Dargestellt sind die Kombinationen der globalen und regionalen Klimamodelle auf der Basis des A1B-Emissionsszenarios

SRES-Szenario	GCM	RCM	
A1B	HadCM3Q0	CIM	EU-ENSEMBLES
		HadRM3Q0	EU-ENSEMBLES
	HadCM3Q16	HadRM3Q16	EU-ENSEMBLES
		C4IRCA3	EU-ENSEMBLES
	HadCM3Q3	HadRM3Q3	EU-ENSEMBLES
		SMHIRCA	EU-ENSEMBLES
	BCM	SMHIRCA	EU-ENSEMBLES
		HIRHAM5	EU-ENSEMBLES
	ECHAM5-r3	SMHIRCA	EU-ENSEMBLES
		REGCM3	EU-ENSEMBLES
		HIRHAM5	EU-ENSEMBLES
		RACMO2	EU-ENSEMBLES
		REMO	EU-ENSEMBLES
	ECHAM5-r2	REMO	BfG
		CLM	UBA
	ECHAM5-r1	CLM	UBA
		REMO	UBA
	ARPEGE	HIRHAM5	EU-ENSEMBLES
		RM5.1	EU-ENSEMBLES

Quelle: Bundesregierung 2011.

Abbildung 30: Projizierte Änderung des Jahresmittels der Lufttemperatur, Mittel über die Projektionszeiträume 2021 bis 2050 (links) und 2071 bis 2100 (rechts), verwendete Klimaprojektionen siehe Abbildung 29



Quelle: Bundesregierung 2011.

herangezogen, die zum einen auf der Grundlage des Emissionsszenarios A1B und zum anderen bis zum Ende des 21. Jahrhunderts gerechnet wurden. Es liegt somit ein Ensemble von 19 regionalen Klimaprojektionen vor. Wegen der vergleichsweise hohen Zahl wurde zur Darstellung einer Spannbreite eine statistische Auswertung über Quantile⁸⁷ des Gesamtensembles vorgenommen. Die verwendeten Kombinationen von globalen und rein dynamischen regionalen Klimamodellen sind in der Abbildung 29 aufgeführt.

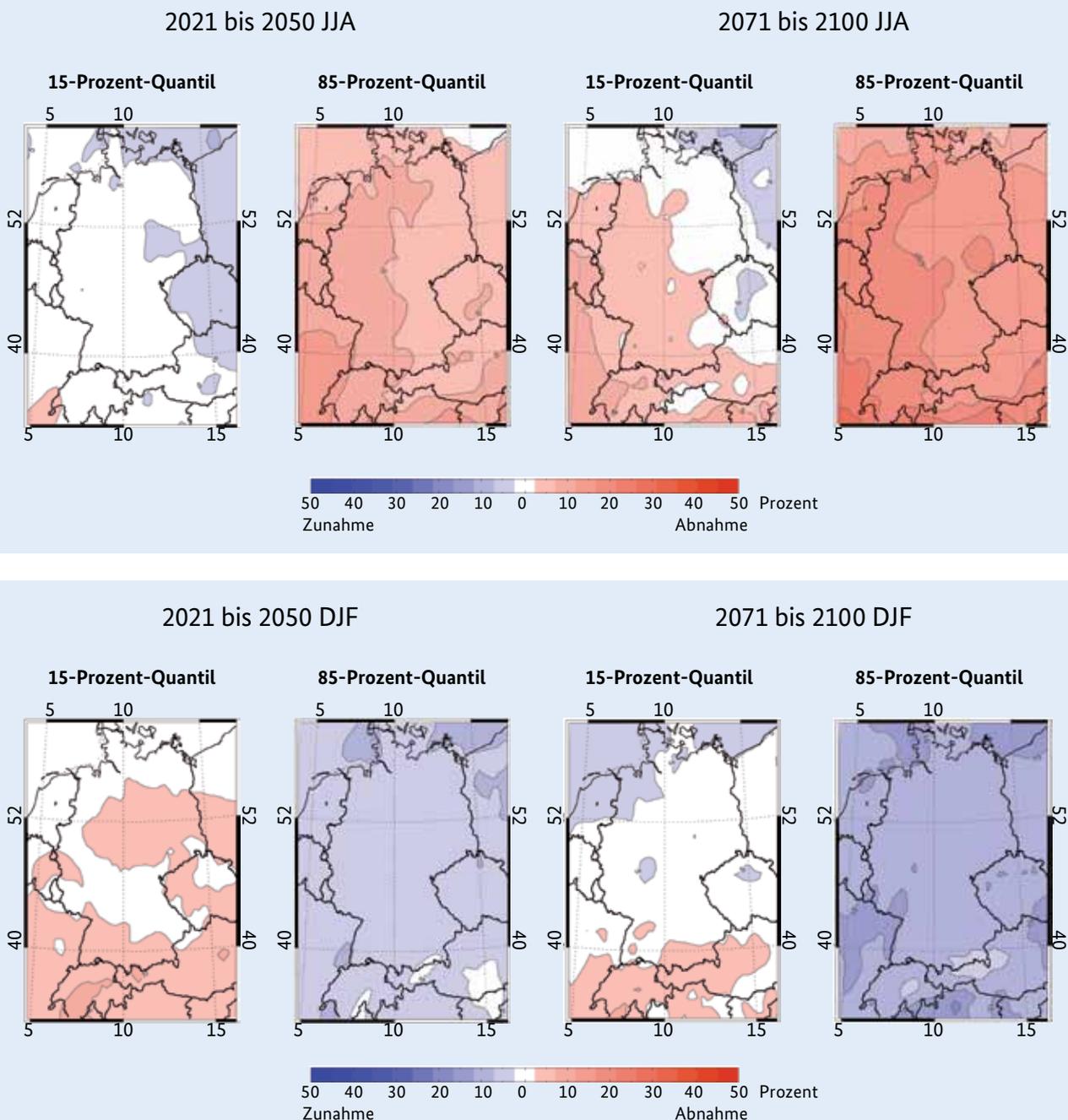
Für die Auswertung des so definierten Ensembles von Klimaprojektionen wurden die Änderungssignale für eine „nahe“ (2021 und 2050) und eine „ferne“ (2071 und 2100) Zukunft, relativ zu der Referenzperiode 1961 und 1990, analysiert. In den Abbildungen 30 bis 32 sind zur Angabe einer Spannbreite jeweils die mittels statistischer Auswertungsmethoden bestimmten Isoflächen

der Änderung des Jahresmittels der Lufttemperatur, der mittleren Niederschlagssumme im Sommer- und Winter sowie der Kennzahl „Heiße Tage“ dargestellt. Im Einzelnen sind die Abbildungen der Quantile wie folgt zu interpretieren:

- Für die Änderung des Jahresmittels der Lufttemperatur für den Zeitraum 2021 bis 2050 ist für Deutschland eine Zunahme von mindestens 0,5 Grad Celsius wahrscheinlich. Eine Temperaturzunahme um mehr als zwei Grad Celsius (Norddeutschland) beziehungsweise 2,5 Grad Celsius (Süddeutschland) eher unwahrscheinlich.
- Für den Zeitraum 2071 bis 2100 kann eine Erhöhung der mittleren Lufttemperatur von mindestens 1,5 Grad Celsius und maximal 3,5 Grad Celsius in Norddeutschland beziehungsweise vier Grad Celsius in Süddeutschland als wahrscheinlich angesehen werden.

87 Zur Ableitung interpretierbarer Spannbreiten wurden die 15-Prozent- und 85-Prozent-Quantile des Klimaprojektionsensembles flächenhaft bestimmt. Diese können grundsätzlich wie folgt interpretiert werden: 15-Prozent-Quantil: Mit einer 85-prozentigen Wahrscheinlichkeit werden die dargestellten Änderungssignale im Ensemble überschritten; das heißt, 85 Prozent der Projektionen prognostizieren höhere und 15 Prozent die dargestellten oder niedrigere Änderungsraten. 85-Prozent-Quantil: Mit einer 85-prozentigen Wahrscheinlichkeit werden die dargestellten Änderungssignale im Ensemble nicht überschritten, das heißt, 85 Prozent des Ensembles prognostizieren die dargestellten oder niedrigere Änderungsraten und 15 Prozent prognostizieren höhere Änderungsraten. Der Bereich zwischen den gewählten unteren und oberen Schranken umfasst somit eine Eintrittswahrscheinlichkeit von 70 Prozent bezüglich des betrachteten Ensembles. Hinweis: Die hier benutzten Begriffe Wahrscheinlichkeit und Quantil basieren lediglich auf dem verwendeten Klimaprojektionsensemble. Dieses Ensemble repräsentiert nur einen Ausschnitt möglicher zukünftiger Klimaentwicklungen, so dass es sich bei den hier präsentierten Ergebnissen nicht um statistische Eintrittswahrscheinlichkeiten im engeren Sinn handelt.

Abbildung 31: Projizierte relative Änderung des mittleren Sommerniederschlags (JJA, oben) und Winterniederschlags (DJF, unten) in Prozent. Mittel über die Projektionszeiträume 2021 bis 2050 (links) und 2071 bis 2100 (rechts), verwendete Klimaprojektionen siehe Abbildung 29

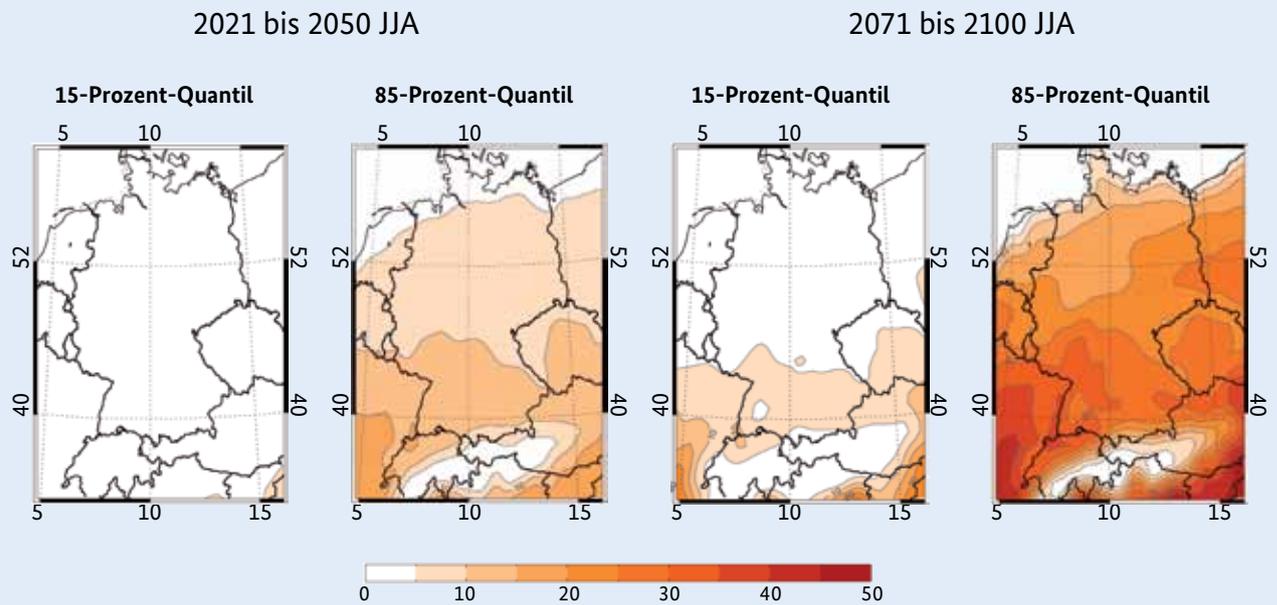


Quelle: Bundesregierung 2011.

Die jahreszeitlich unterschiedliche Entwicklung der Niederschläge erfordert eine differenzierte Betrachtung. Allgemein zeigt sich eine Tendenz zur Abnahme von Niederschlägen in den Sommermonaten, während in den Wintermonaten eine Zunahme wahrscheinlich ist. Die projizierten relativen Änderungen des mittleren Sommerniederschlags reichen von einer sehr geringen

Abnahme bis zu einer Abnahme von 15 Prozent für den Zeitraum 2021 bis 2050. Für den Zeitraum 2071 bis 2100 wird eine Abnahme des Niederschlags um bis zu 25 Prozent ausgewiesen. Einige Klimamodelle zeigen regional auch eine leichte Zunahme der Sommerniederschläge.

Abbildung 32: Projizierte Änderung der Anzahl heißer Tage ($T_{\max} \geq 30^\circ\text{C}$), Mittel über die Projektionszeiträume 2021 bis 2050 (links) und 2071 bis 2100 (rechts), verwendete Klimaprojektionen siehe Abbildung 29



Quelle: Bundesregierung 2011.

Die Modellrechnungen lassen für den Zeitraum 2021 bis 2050 eine eher geringe Zunahme der Winter-niederschläge erwarten, die Werte von zehn Prozent wahrscheinlich nicht überschreiten werden. Für den Zeitraum 2071 bis 2100 ist eine Zunahme von mehr als 15 Prozent unwahrscheinlich.

Die Kennzahl „Heiße Tage“ stellt mit einer Auszählung der Tage mit Tagesmaxima von mindestens 30 Grad Celsius eine Maßzahl für ein extremes Wetter dar. Sowohl für den Zeitraum 2021 bis 2050 wie auch 2071 bis 2100 ist es wahrscheinlich, dass die Anzahl heißer Tage zunehmen wird. Bis zur Mitte des Jahrhunderts könnte in Norddeutschland die Anzahl um bis zu fünf bis zehn heiße Tage zunehmen, in Süddeutschland könnten es zehn bis 15 heiße Tage mehr werden. Bis zum Ende des Jahrhunderts wird von einer maximalen Zunahme von zehn bis 15 Tagen (Norddeutschland) beziehungsweise 30 bis 35 Tagen (Südwestdeutschland) ausgegangen. Den Projektionen einzelner Klimamodelle zufolge besteht jedoch auch eine geringe Wahrscheinlichkeit dafür, dass für den gesamten betrachteten Zeithorizont die Zahl der heißen Tage in Deutschland im Wesentlichen unverändert bleibt.

5.2. Methoden und Ansätze für die Klimafolgen- und Vulnerabilitätsanalyse

In Deutschland werden sehr unterschiedliche methodische Ansätze der Klimafolgen- und Vulnerabilitätsanalyse verwendet. Im Jahr 2012 wurden in einer Literaturanalyse 157 Studien ausgewertet, die im weitesten Sinne eine Abschätzung der zu erwartenden Klimafolgen in Deutschland zum Gegenstand hatten. Etwa 80 Prozent der ausgewerteten Studien sind in den Jahren 2009 bis 2012 entstanden. Der überwiegende Teil der Studien von etwa 60 Prozent macht Aussagen zu mehreren Sektoren, allerdings werden nur in wenigen Studien die Analyseergebnisse über mehrere Sektoren hinweg, zum Beispiel zu einem Gesamtindex, aggregiert.

Es werden sowohl statistische als auch dynamische regionale Klimamodelle verwendet. Erst Studien, die nach 2009 erarbeitet wurden, berücksichtigen ENSEMBLES für die Ermittlung des Klimasignals. Größtenteils werden Zeiträume bis 2100 betrachtet. Es werden verschiedene IPCC-Szenarien verwendet, wenngleich A1B, neben A2 und B1, am häufigsten als Vergleichsszenario ausgewählt wird. Bezüglich der Bestimmung

der Klimafolgen werden – je nach betrachtetem Sektor – sowohl statistische als auch modellbasierte Ansätze gewählt. Zur Berechnung der potenziellen zukünftigen Klimafolgen werden weitgehend nur Klimaprojektionen benutzt, während sozioökonomische Randbedingungen wie Demografie oder Landnutzung als Konstanten betrachtet werden. Die meisten Studien sind quantitativ mit qualitativen Elementen: Klimasignale und Klimafolgen werden zumeist durch Modelle oder Indikatoren quantitativ berechnet. Anpassungskapazität spielt in den meisten Studien nur eine untergeordnete Rolle und wird allenfalls qualitativ, beispielsweise durch Expertenbefragungen, mit einbezogen, so dass man dann von Vulnerabilitätsstudien sprechen kann.

Abschließend kann festgehalten werden, dass eine große Bandbreite an konzeptionellen Ansätzen existiert. Es werden unterschiedliche Grundansätze (IPCC 2007 Vulnerabilitätsansatz oder Risiko-Ansatz), Betrachtungszeiträume (zum Beispiel 2050, 2085, 2100), verschiedene Klimamodelle, verschiedene Klimaszenarien und Regionalisierungsansätze und so weiter verwendet. In einigen Studien werden integrierte Modelle zur Abschätzung der zukünftigen Auswirkungen eingesetzt, in anderen Studien werden plausible Annahmen aufgrund der Untersuchungsergebnisse rezenter Daten getroffen. Vielfach wurden die Auswirkungen für die einzelnen räumlichen Teileinheiten normalisiert, so dass sich ein Vergleich zwischen den Ergebnissen der Studien ebenso verbietet wie ein Transfer auf anderen räumlichen Ebenen. Bei der Betrachtung der ausgewerteten Einzelergebnisse aus den Vulnerabilitätsstudien zeigt sich, dass die Ergebnisse sehr von Rahmenbedingungen abhängen, in erster Linie von der Auswahl der untersuchten Sektoren innerhalb der Studien sowie der Methodik und Ausführung der Studie (Wahl der Bewertungskriterien, Formulierung der Schlussfolgerungen, Festlegung auf klare Aussagen oder nicht).

In der Konsequenz ist es auf der Grundlage der bestehenden Studien zurzeit kaum möglich, über Sektoren- oder Regionengrenzen hinweg vergleichende Aussagen zu den Auswirkungen und zum Anpassungsbedarf an den Klimawandel in Deutschland zu machen, was die Notwendigkeit einer einheitlichen Methodik mit flächendeckenden Aussagen über alle Sektoren der Deutschen Anpassungsstrategie hinweg unterstreicht.

Zurzeit wird eine deutschlandweite, sektorenübergreifende und konsistente Klimafolgen- und Vulnerabilitätsanalysemethode durchgeführt, die auf diesen Erfahrungen aufbaut. Das Konzept berücksichtigt daher:

- einen sektorenübergreifenden Ansatz, der die Wechselwirkungen zwischen den Sektoren berücksichtigt und alle Sektoren der Deutschen Strategie zur

- Anpassung an den Klimawandel (2008) umfasst,
- eine Darstellung der Ergebnisse in räumlich differenzierter Weise (Landkreisebene),
- eine klare Zuordnung der Betrachtungszeiträume und Verknüpfung von Klimaprojektionen mit sozioökonomischen Szenarien für drei Zeitscheiben: Gegenwart (1961 bis 1990), nahe Zukunft (2016 bis 2045), ferne Zukunft (2071 bis 2100),
- die Verwendung von worst, medium und best case Klimaprojektionsdaten und sozioökonomischen Szenarien, um die Bandbreite möglicher Zukünfte abzudecken,
- eine vollständige Darstellung aller Auswirkungen und Wirkungsketten in allen Sektoren, keine Vorausswahl von Sektoren oder Klimafolgen durch Datenengpässe oder aus arbeitsökonomischen Gründen,
- die Verwendung – wo möglich – von quantitativen, indikatorengestützten Daten; qualitative Aussagen werden verwendet, um (a) quantitative Datenlücken für die nähere Zukunft (2030) zu füllen und (b) um narratives qualitatives Wissen für die fernere Zukunft (2085) mit einzubeziehen,
- die Berücksichtigung von Anpassungskapazität, soweit möglich quantitativ, ansonsten qualitativ,
- die Diskussion und transparente Festlegung von normativen Entscheidungen durch Vertreter von verschiedenen Bundesoberbehörden.

Im Rahmen der DAS werden im Forschungsprogramm KLIWAS (Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und Schifffahrt – Entwicklung von Anpassungsoptionen) des BMVBS wesentliche Datengrundlagen für operativ umsetzbare Anpassungsmaßnahmen der Verkehrsinfrastruktur erarbeitet sowie konkrete mögliche Anpassungsoptionen entwickelt und bewertet. Dabei ist unter anderem zur Umsetzung des vorstehenden Konzeptes der um gewässerkundliche Themenfelder erweiterte Ensembles-Ansatz von KLIWAS wesentlich.

Im ersten Schritt werden aufbauend auf Ensembles-Ergebnissen anhand mehrerer regionaler Klimamodelle die regionalen Auswirkungen des Klimawandels abgeschätzt. Diese Ergebnisse gehen nach einer Bias-Korrektur im zweiten Schritt in hydrologische Modellierungen ein; für Binnenwasserstraßen werden Änderungen der Abflüsse modelliert, für Küstengewässer veränderte Tiden, Wellenhöhen, Wellenlängen und Windrichtungen. Im dritten Schritt werden anhand hydro-/morphodynamischer Modelle veränderte Sedimenttransporte und veränderte Gewässermorphologien modelliert. Parallel dazu wird die mögliche veränderte Wasserqualität (zum Beispiel Temperaturen, Sauerstoffgehalte, Algenentwicklung) ermittelt. Veränderte Gewässermorphologien und veränderte Abflüsse gehen wiederum in die Modellierung der Sicherheit und Leichtigkeit der

Binnenschifffahrt ein. Parallel dazu werden Anpassungsoptionen ermittelt, mit denen die Wasserstraßen an veränderte Bedingungen angepasst werden und somit die Binnenschifffahrt auch bei verringerten Niedrigwasserabflüssen aufrechterhalten werden kann. Gleichzeitig wird abgeschätzt, wie die ideale Frachtschiff flotte für den Rhein aussehen muss, um Frachtkosten bei veränderten Abflüssen möglichst gering zu halten. Für küstennahe Gewässer werden Maßnahmen zum Küstenschutz hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und möglicher externer Effekte analysiert. Am Ende der sogenannten KLIWAS-Modellkette stehen Untersuchungen hinsichtlich der klimabedingt veränderten Gewässerchemie, veränderter Schadstoffgehalte in den Sedimenten, veränderter pathogener Mikroorganismen in Wasser und Sedimenten, veränderter Ufervegetation sowie veränderter Auenvegetation. Weiterhin wird für Binnenwasserstraßen abgeschätzt, inwiefern sich klimabedingt „Eistage“ verändern werden. Zudem finanziert das BMU im Rahmen der KLIWAS-Forschung ein Projekt zu veränderten Schadstoffmustern in Binnenwasserstraßen. Das Forschungsprogramm KLIWAS betrachtet die Zeiträume 2021 bis 2050 sowie 2071 bis 2100 und vergleicht diese mit dem Referenzzeitraum 1961 bis 1990. Für jeden Modellerschritt werden möglichst viele Modelle verwendet, um die Spannweite der Veränderungen und damit die Unsicherheiten der Klimafolgen abschätzen zu können.

Die KLIWAS-Ergebnisse werden, einschließlich der gewonnenen Daten, umfassend publiziert und werden damit für weitere Forschungen zugänglich sein.

Es ist geplant, den KLIWAS-Ansatz auf alle Verkehrsträger in Deutschland anzuwenden, um damit beispielsweise die Vulnerabilität der gesamten Verkehrsinfrastruktur abschätzen zu können. Dies ist die Voraussetzung dafür, ökonomische Folgen flächendeckender Ereignissen (wie zum Beispiel das Hochwasser an Elbe, Donau, Weser im Jahr 2013) durch Anpassungsmaßnahmen gering zu halten.

5.3 Vorgehensweise bei der Entwicklung der Deutschen Strategie zur Anpassung an Klimawandel

Die Bundesregierung sieht in der Anpassung an die Folgen des Klimawandels eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe der Zukunft, die Vorsorge im privaten, unternehmerischen und staatlichen Handeln erfordert. Mit der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) wurde im Jahre 2008 der Rahmen für einen mittelfristigen nationalen Prozess zur

- Identifizierung der Risiken des Klimawandels;
- Benennung des Handlungsbedarfs;
- Definition von Zielen und zur
- Entwicklung möglicher Anpassungsmaßnahmen sowie deren Umsetzung

gelegt.

Übergeordnetes Ziel der DAS ist die Verringerung der Verletzlichkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels und Erhalt beziehungsweise Steigerung der Anpassungsfähigkeit. Der vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossene „Aktionsplan Anpassung“ (APA) unterlegt die DAS mit spezifischen Aktivitäten des Bundes in den nächsten Jahren (siehe 5.5). Zur Strategiebildung und -weiterentwicklung wurden im Jahre 2007 zwei formale Gremien geschaffen, die jeweils unter Vorsitz beziehungsweise Ko-Vorsitz des Bundesumweltministeriums geleitet werden: die Interministerielle Arbeitsgruppe „Anpassungsstrategie“ (IMA), in der alle Bundesministerien vertreten sind, und eine Bund-Länder-Arbeitsgruppe (AFK), die der jährlich zweimal tagenden Konferenz der Umweltminister von Bund und Ländern zuarbeitet (siehe auch 3.4.6). Beide Gremien sichern die horizontale (IMA) wie vertikale (AFK) Politikintegration der Beschlüsse zur DAS. Hinzuweisen ist an dieser Stelle auf die unterschiedlichen Kompetenzen im föderalen System Deutschlands: In den vergangenen Jahren zeigte sich deutlich, dass Zuständigkeiten und Kompetenzen im Bereich Anpassung an den Klimawandel nur zum Teil beim Bund liegen. Umsetzung und Durchführung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel liegen vielfach bei den Ländern und/oder auf kommunaler Ebene. Auch in den Ländern, und zunehmend auch in den Kommunen, sind verstärkt Aktivitäten zur Anpassung an den Klimawandel zu verzeichnen. Dies reicht von politischen Strategien bis hin zur Durchführung umfangreicher Forschungsvorhaben (siehe auch 3.5.). In der DAS werden unter anderem Klimafolgen und Handlungsoptionen in sektoraler und zum Teil sektorübergreifender Perspektive für 15 verschiedene Handlungsfelder wie Wasserwirtschaft/Hochwasserschutz/Küstenschutz, Boden, Land- und Forstwirtschaft, Energie, Finanzwirtschaft, Verkehr, Tourismus, Bevölkerungs- und Katastrophenschutz sowie Regionalplanung benannt und die internationale Verantwortung Deutschlands für weltweite Aktivitäten zur Anpassung an Klimawandel dargestellt.

Die DAS folgt einem integralen Ansatz, in dem schrittweise der Handlungsbedarf benannt sowie gemeinsam mit den zuständigen Akteuren Anpassungsmaßnahmen entwickelt werden. Ihr liegen Prinzipien der Subsidiarität und Verhältnismäßigkeit, der Offenheit und Kooperation zu Grunde. Die Strategie ist

wissensbasiert, gleichzeitig vorsorgeorientiert und soll so fortentwickelt werden, dass beim Auftauchen neuer Erkenntnisse flexibel nachgesteuert werden kann. Es ist vorgesehen, die Anpassungsstrategie beziehungsweise den Aktionsplan fortzuschreiben.

5.4 Bewertung von Klimafolgen und Vulnerabilität

Das Wissen um die Spannweite möglicher Klimafolgen und das Bewusstsein für mögliche Vulnerabilitäten in Deutschland ist seit dem 5. Nationalbericht stark gewachsen. Im Rahmen der Arbeiten zum Aktionsplan Anpassung (siehe 5.5) stellen die Vorhaben zur Entwicklung einer Methodik für eine Vulnerabilitätsbewertung und die Erstellung einer Vulnerabilitätsanalyse für Deutschland zentrale Vorhaben dar (siehe auch 5.2). Diese Arbeiten sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen.

5.5 Anpassungsmaßnahmen

Als zentraler Meilenstein der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (Dezember 2008) wurde im August 2011 der Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel vom Bundeskabinett beschlossen. Dieser unterlegt die in der Deutschen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel genannten Ziele und Handlungsoptionen mit spezifischen Aktivitäten des Bundes für die Folgejahre. Auf der Grundlage dieser Aktivitäten ist eine Fortschreibung der DAS beziehungsweise des Aktionsplans vorgesehen. Die Arbeiten zum Indikatoren-Bericht, der den Stand der Wirkungen von Klimaveränderungen in den verschiedenen Handlungsfeldern beschreiben soll, sowie die Analyse und Bewertung der Vulnerabilität Deutschlands und entsprechende Ableitung von Handlungserfordernissen auf Bundesebene stellen dabei zentrale Vorhaben dar. Der Aktionsplan Anpassung enthält Aktivitäten in vier Bereichen:

Wissen bereitstellen, informieren, befähigen

Dieser Bereich umfasst die Initiativen der Bundesregierung zum Ausbau der Wissensgrundlagen, zur Informationsbereitstellung und -vermittlung, zum Ausbau der Forschungs- und Informationsinfrastruktur und

zur Unterstützung von Dialog, Beteiligung und Netzwerkbildung von Akteuren.

Rahmensetzung durch den Bund

Hier werden Vorhaben benannt, mit denen die Bundesregierung in den Bereichen „rechtliche oder technische Rahmensetzung“, „Normung“ sowie „Förderpolitik“ Anreize und Grundlagen zur Anpassung anbietet beziehungsweise prüfen wird und Akteure damit unterstützt.

Aktivitäten in direkter Bundesverantwortung

Dieser Bereich zeigt auf, wie der Bund als Eigentümer von Flächen, Immobilien, Infrastrukturen oder als Bauherr den Klimawandel berücksichtigen will. Der Aktionsplan enthält hierzu beispielsweise Vorschläge zur Einbeziehung von Anpassungsaspekten in das Bewertungssystem „nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude“ sowie für Planung, Management und Infrastrukturerhaltung in der Verkehrsinfrastruktur.

Internationale Verantwortung

Hier werden die Beiträge dargestellt, die Deutschland bei der Gestaltung und Umsetzung des in Cancún beschlossenen „Adaptation Framework“ im Kontext der Klimarahmenkonvention, in der Entwicklungszusammenarbeit, durch die Internationale Klimaschutzinitiative, in der Forschungszusammenarbeit und durch andere internationale Aktivitäten der Ressorts im Bereich der Anpassung an den Klimawandel leistet; außerdem werden Bezüge zu den Aktivitäten auf EU-Ebene hergestellt.

Ein wesentliches Ziel des Aktionsplans Anpassung ist es, die Handlungsfähigkeit der Akteure auf allen relevanten Ebenen sowie deren Fähigkeit zur Eigenvorsorge zu stärken. Dementsprechend müssen die Aktivitäten des Bundes durch Maßnahmen der Länder und der Kommunen ergänzt werden. Diese sind im Anhang 1 des Aktionsplans Anpassung tabellarisch gelistet.⁸⁸

88 Bundesregierung 2011.

6 Finanzielle Unterstützung und Technologiekooperation

Die Bundesregierung hat die finanzielle Unterstützung der Entwicklungsländer zur Minderung von Treibhausgasemissionen (THG), zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels und für den Wald- und Biodiversitätsschutz (inklusive REDD+) bis 2012 weiter erhöht. Technologietransfer und Kapazitätsentwicklung sind Bestandteile fast aller Projekte der bilateralen Zusammenarbeit der Bundesregierung. Damit erfüllt die Bundesregierung ihre Verpflichtungen zur Bereitstellung neuer und zusätzlicher Finanzmittel aus der Klimarahmenkonvention.

Für den Zeitraum 2010 bis 2012 haben die Industrieländer bei der Vertragsstaatenkonferenz in Kopenhagen Ende 2009 zugesagt, zusätzliche öffentliche Mittel in Höhe von 30 Milliarden US-Dollar für die sogenannte Fast-Start-Finanzierung für Entwicklungsländer bereitzustellen. Daran beteiligte sich die Bundesregierung mit insgesamt 1,289 Milliarden Euro.

Da es keine allgemeingültige Definition von „new and additional“ gibt, hat Deutschland im Hinblick auf die Erfüllung der deutschen Fast-Start-Zusage die Zusätzlichkeit so definiert, dass die Mittel einen Aufwuchs gegenüber klimabezogenen Mitteln im Jahr 2009 darstellen und einer innovativen Finanzierungsquelle wie den Emissionshandelserlösen entstammen.

Ziel war es, dass die deutschen Fast-Start-Gelder in einem ausgewogenen Verhältnis in Vorhaben zur Emissionsminderung, zur Anpassung an den Klimawandel und zum Wald- und Biodiversitätsschutz (inklusive REDD+) fließen. Die Fast-Start-Finanzierung wurde über die Internationale Klimaschutzinitiative (IKI) des Bundesumweltministeriums und die Entwicklungszusammenarbeit des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) zur Verfügung gestellt.

Die Bundesregierung nutzt ein breites Spektrum von Instrumenten und Institutionen für die internationale Zusammenarbeit im Bereich Klima und Entwicklung:

- Bilaterale finanzielle und technische Zusammenarbeit,
- Multilaterale Zusammenarbeit, wie zum Beispiel die Climate Investment Funds, den Anpassungsfonds unter dem Kyoto-Protocol, die Globale

Umweltfazilität und die Forest Carbon Partnership Facility sowie multilaterale Entwicklungsbanken und VN-Organisationen.

Die Unterstützung für Minderung, Anpassung und den Wald- und Biodiversitätsschutz (inklusive REDD+) in Entwicklungsländern ist in die übergreifenden Strategien und Programme der Entwicklungspolitik integriert. Die Internationale Klimaschutzinitiative (IKI) ergänzt seit 2008 die bestehende Zusammenarbeit der Bundesregierung. Bei der Umsetzung orientiert sich die Bundesregierung sowohl an den Beschlüssen der Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention als auch an den Prinzipien der Paris-Accra-Busan-Agenda zur Steigerung der Wirksamkeit der Entwicklungszusammenarbeit (unter anderem Eigenverantwortung der Partnerländer, Nutzung der Partnerinstitutionen und -verfahren, Koordinierung zwischen den Gebern, Wirkungsorientierung und gemeinsame Rechenschaftspflicht der Partner und Geber).

6.1 Bilaterale Zusammenarbeit

Die Bundesregierung unterstützt im Rahmen der bilateralen Zusammenarbeit ihre Partnerländer dabei, ihren Treibhausgasausstoß zu verringern und Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels durchzuführen. Dabei haben auch Maßnahmen zum Wald- und Biodiversitätsschutz einen hohen Stellenwert.

Zu den Ansätzen gehören insbesondere:

- Investive Maßnahmen, die die Transformation hin zu einer klimafreundlichen Wirtschaftsstruktur oder die Anpassung an die Folgen des Klimawandels unterstützen,
- die Zusammenarbeit zum Aufbau und zur Stärkung von institutionellen und personellen Kapazitäten (Capacity Building),
- Technologiekooperation mit Fokus auf Know-how-Transfer

Seit 2008 hat die Internationale Klimaschutzinitiative (IKI) Projekte mit einem Gesamtfinanzvolumen von rund 860 Millionen Euro gefördert (Stand: März 2013). Im Vordergrund steht dabei, die Kapazitäten im Klimabereich in den Partnerländern zu stärken und den Dialog zur Klimapolitik zu fördern.

Das Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) hat seit 2009 die jährlichen klimarelevanten bilateralen Zusagen in der Entwicklungszusammenarbeit mit Partnerländern von circa 845 Millionen Euro auf circa 1,3 Milliarden Euro (2011) signifikant gesteigert. Viele Entwicklungsvorhaben zielen unmittelbar auf Minderung von Treibhausgasemissionen und Anpassung an den Klimawandel ab. Zudem werden Klimaaspekte konsequent als Querschnittsthemen in der Entwicklungszusammenarbeit berücksichtigt. Die Maßnahmen werden in einem partnerschaftlichen Dialog und entsprechend der Paris-Accra-Busan-Agenda gestaltet.

6.1.1 Sektorübergreifende Initiativen

Mehrere sektorübergreifende Initiativen fördern den internationalen Klimaschutz. Diese werden vom BMZ und dem BMU in enger Abstimmung durchgeführt. Sie haben unterschiedliche Schwerpunkte und werden in den folgenden Absätzen näher dargestellt.

6.1.1.1 Internationale Klimaschutzinitiative IKI

Im Jahr 2008 rief die Bundesregierung (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit – BMU) die Internationale Klimaschutzinitiative (IKI) ins Leben. Die IKI ist in vier Bereichen aktiv: Minderung von Treibhausgasemissionen, Anpassung an die Folgen des Klimawandels, Erhalt natürlicher Kohlenstoffsenken, mit Schwerpunkt auf der Reduktion von Emissionen aus Entwaldung und Walddegradierung (REDD+), sowie Erhalt der biologischen Vielfalt. Mit diesem Instrument stärkt das BMU die Klimazusammenarbeit der Bundesregierung mit Entwicklungs-, Schwellen- und Transformationsländern.

Nach einem Beschluss des Bundestages wird die IKI jährlich mit 120 Millionen Euro aus dem Bundeshaushalt ausgestattet. Zusätzlich werden dem BMU für die Zusammenarbeit im Klimabereich Mittel aus dem Energie- und Klimafonds der Bundesregierung (EKF) zur Verfügung gestellt. Der EKF wird aus den Einnahmen aus der Versteigerung von Emissionshandelszertifikaten finanziert.

Seit dem Start der IKI förderte das BMU bis März 2013 insgesamt 336 Projekte mit einem Fördervolumen von insgesamt rund 860 Millionen Euro. Durch zusätzliche Eigenmittel der Projektdurchführer sowie weitere private und öffentliche Finanzierung, wie beispielsweise die Kofinanzierung der Europäischen Union bei einigen

Projekten, steigt das Gesamtvolumen der IKI-Projekte auf über 2,4 Milliarden Euro.

6.1.1.2 Initiative für Klima und Umweltschutz IKLU

Die Initiative für Klima- und Umweltschutz (IKLU) wurde 2008 durch das BMZ und die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) ins Leben gerufen. Sie führt die 2005 eingeführte Fazilität für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz (4E-Fazilität) fort. Zwischen 2008 und 2012 wurden im Rahmen der IKLU-Fazilität rund 6,7 Milliarden Euro für klima- und umweltrelevante Investitionen in Entwicklungsländern als zinsgünstige Darlehen zugesagt. Förderbereiche von IKLU sind:

- Erneuerbare Energien: Investitionen in den Ausbau von erneuerbaren Energien, zum Beispiel Windkraft, Biomasse, Sonnenenergie, Geothermie und Wasserkraft.
- Energieeffizienz: Investitionen zur Steigerung der Energieeffizienz, zum Beispiel bei der Energieerzeugung, bei der Energieübertragung und -verteilung oder beim rationellen Einsatz von Energie in Industrie, Gewerbe und privaten Haushalten.
- Industrieller Umweltschutz: Investitionen in den Umweltschutz bei kleinen und mittleren Unternehmen und in Industriezonen.
- Energiesparende Mobilität: Investitionen in energieeffiziente Transportsysteme, zum Beispiel Schienen- und Busverkehr.

6.1.1.3 EKF – Internationaler Klima- und Umweltschutz

Mit der Errichtung des Sondervermögens „Energie- und Klimafonds“ (EKF) (siehe auch 3.2.2) stehen der Bundesregierung seit 2011 zusätzliche Fördermittel für Maßnahmen des internationalen Klima- und Umweltschutzes zur Verfügung, die im Verhältnis 55 Prozent (BMZ) zu 45 Prozent (BMU) gemeinsam von BMZ und BMU bewirtschaftet werden. In den Jahren 2011 und 2012 standen hierfür Barmittel in Höhe von 53 Millionen Euro und Ermächtigungen für Neuzusagen über 1,8 Milliarden Euro (inklusive Marktmittel) zur Verfügung. Die Mittel fließen in folgende Förderbereiche:

- Deutsche Klimatechnologieinitiative (DKTI)
- Maßnahmen zur Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels, einschließlich des entsprechenden Engagements deutscher zivilgesellschaftlicher Einrichtungen in den Partnerländern; vergleiche Kapitel 6.1.3.
- Biodiversität / Wald; vergleiche Kapitel 6.1.2.

Deutsche Klimatechnologieinitiative (DKTI)

Die Deutsche Klimatechnologieinitiative (DKTI) wurde 2011 ins Leben gerufen. Sie wird innerhalb der Bundesregierung von BMZ und BMU politisch verantwortet und umgesetzt. Die DKTI fördert die beschleunigte Verbreitung von Technologien zur Minderung von Treibhausgasen in Schwellen-, Entwicklungs- und Transformationsländern. Besonderes Augenmerk liegt auf den Technologiefeldern erneuerbare Energien, Energieeffizienz in der Industrie und in Gebäuden, intelligente Netze, Abfallmanagement und klimafreundliche Mobilität.

Die DKTI verzahnt die Instrumente der technischen und finanziellen Zusammenarbeit. Mit dem Instrument der zinsverbilligten Darlehen erzielt die DKTI eine besondere Hebelwirkung für den Klimaschutz. In den Jahren 2011 und 2012 wurden zehn Projekte mit einem Volumen von insgesamt 1,16 Milliarden Euro zugesagt.

6.1.2 Finanzierung und Technologietransfer im Bereich Minderung

6.1.2.1 Energie

Die Zusammenarbeit im Bereich „Energie“ hat das Ziel der Transformation der Energieversorgung in Schwellen- und Entwicklungsländern hin zu einer nachhaltigen, emissionsarmen und klimaresilienten Energieversorgungsstruktur.

Um die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und den Ausstoß von Treibhausgasen zu verringern, unterstützt die Bundesregierung den Einsatz erneuerbarer Energien, die Steigerung der Energieeffizienz und die Verbreitung von nachhaltigen und dezentralen Technologien zur Energiegewinnung. Dies geschieht sowohl durch investive Maßnahmen als auch durch Know-how-Transfer und Politikberatung in den Partnerländern.

Die Bundesregierung hat in den vergangenen Jahren zahlreiche neue Initiativen im Energiebereich gestartet und umfangreiche Finanzmittel zur Verfügung gestellt:

Im Rahmen der Internationalen Klimaschutzinitiative (IKI) werden mit Stand Dezember 2012 im Bereich der Minderung von Treibhausgasen 182 Projekte gefördert.

Energie ist eines von fünf Schwerpunktthemen des entwicklungspolitischen Konzepts des BMZ. Im Berichtszeitraum unterstützt das BMZ bilaterale Energievorhaben in über 60 Partnerländern. Energie ist der größte Förderbereich des BMZ. Ein bedeutendes bilaterales

Instrument zur energiepolitischen Beratung von Entwicklungs- und Schwellenländern sind Energiepartnerschaften und Energieforen. In diesen Partnerschaften wird ein intensiver Austausch zu politischen Rahmenbedingungen und effizienten Fördermechanismen geführt. Sie bieten zudem Plattformen, um die Privatwirtschaft und Zivilgesellschaft mit einzubinden. Die Zusammenarbeit in Facharbeitsgruppen erlaubt das Anstoßen von Kooperationsprojekten (zum Beispiel im Rahmen der Internationalen Klimaschutzinitiative beziehungsweise der Entwicklungszusammenarbeit). So werden Projektebene und politischer Dialog miteinander verknüpft.

Die Bundesregierung unterhält Energiepartnerschaften mit Marokko und Tunesien sowie ein institutionell gut verankertes Energieforum mit Indien, das neben fachlichen Unterarbeitsgruppen auch ein festes Verbindungsbüro in Delhi unterhält.

6.1.2.2 Verkehrssektor

Das Thema Verkehr nimmt im Rahmen der Zusammenarbeit zum Klimaschutz einen immer wichtigeren Stellenwert ein. Ohne ein gut funktionierendes Transport- und Verkehrssystem ist eine nachhaltige Entwicklung kaum möglich. In vielen Entwicklungsländern verursacht die Konzentration des Transports auf den Straßenverkehr jedoch stark ansteigende Treibhausgasemissionen. Daher verfolgt die deutsche Entwicklungszusammenarbeit das Ziel, die Energieeffizienz im Verkehrssektor zu erhöhen und Verkehrsmittel zu fördern, die die Umwelt weniger belasten. Die Bundesregierung unterstützt in Entwicklungs- und Schwellenländern den Auf- und Ausbau öffentlicher Verkehrssysteme, die Einführung von Regelungen und Maßnahmen für einen umweltfreundlichen Verkehr, den Umbau der Fahrzeugflotten zu mehr Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit sowie die Verbesserung der Verkehrsplanung in Städten.

Mit der IKI fördert die Bundesregierung zum Beispiel die Erarbeitung von Strategien für einen kohlenstoffarmen Verkehr in Indien, Emissionsminderungsstrategien im Verkehrssektor als nationale Klimaschutzmaßnahme (NAMA) unter anderem in Kolumbien, Indonesien, Mexiko und Südafrika sowie die Verbindung von Klimaschutz und Elektromobilität in China. Insgesamt werden seit 2008 zu diesem Thema acht Projekte gefördert.

Das BMZ fördert im Verkehrsbereich insbesondere investive Maßnahmen im umweltfreundlichen, öffentlichen Personennahverkehr.

6.1.2.3 Waldschutz

Wälder besitzen eine große Bedeutung sowohl als Senke wie auch als Quelle im globalen Kohlenstoffkreislauf. Waldzerstörung ist für etwa 17 der weltweiten, durch den Menschen verursachten Treibhausgasemissionen verantwortlich. Ohne effizienten Tropenwaldschutz wird es nicht gelingen, die Erderwärmung unter zwei Grad Celsius zu halten. Vor diesem Hintergrund soll die internationale Waldpolitik der Bundesregierung dazu beitragen, die Entwaldung und weitere Degradation der Wälder aufzuhalten und die Wälder als Treibhausgas-Senken zu erhalten. In den Jahren 2008 bis 2012 hat die Bundesregierung ihre Unterstützung im Waldschutz stark ausgebaut. Die Gelder stammen aus Haushaltstiteln des BMZ, BMU und BMELV sowie aus dem Sondervermögen des Bundes (EKF).

Seit Einführung der IKI wurden 93 Projekte zum Erhalt und zur nachhaltigen Nutzung natürlicher Kohlenstoffsenken gefördert. Seit dem Jahr 2010, also seit Beginn der „Fast-Start-Finanzierung“, wurden durch die IKI insbesondere auch Projekte zur Reduzierung von Emissionen aus Entwaldung und Walddegradierung (REDD+) gefördert.

Die Bundesregierung fördert in mehreren Partnerländern die Umsetzung des internationalen REDD+-Mechanismus. Unter anderem sollen aus Demonstrationsprojekten Erkenntnisse für die Ausgestaltung eines zukünftigen, unter dem Dach der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) vereinbarten REDD+-Mechanismus gewonnen werden.

Darüber hinaus unterstützt die Bundesregierung die Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) der Weltbank. Das REDD-Early-Mover-Programm (REM) der Bundesregierung wendet sich an Pioniere, die bereits eigenverantwortlich Wald- und Klimaschutz vorangetrieben haben und dafür ergebnisbasierte Zahlungen auf nationaler Ebene oder auf der Ebene eines Bundeslandes erhalten. Das Programm wird von der Entwicklungsbank KfW und der technischen Beratungsorganisation GIZ durchgeführt.

6.1.3 Anpassung an den Klimawandel

Entwicklungsländer sind von steigenden Temperaturen, veränderten Niederschlagsmustern, steigendem Meeresspiegel, beschleunigter Gletscherschmelze sowie einer Zunahme extremer Wetterereignisse wie Dürren, Überschwemmungen und Stürme besonders betroffen. Je nachdem können die geografische Lage, ein ohnehin extremes Klima, eine hohe ökonomische Abhängigkeit

von der Landwirtschaft, Armut und schwache staatliche Institutionen eine starke Anfälligkeit (Vulnerabilität) von Staat und Gesellschaft bedingen. Der Klimawandel betrifft vor allem natürliche Ressourcen wie Wasser, Wälder und Boden. Er beeinflusst die landwirtschaftliche und industrielle Produktion, Einkommen und Ernährungssicherheit. Er kann zu höheren Preisen für Wasser und andere Rohstoffe, Schäden an Infrastruktur, Wirtschaftseinbußen sowie Verlust von biologischer Vielfalt und neuen Gefahren für die menschliche Gesundheit führen und verstärkt das Ungleichgewicht. Er kann Entwicklungsfortschritte erschweren oder gar zunichtemachen.

Aus diesem Grund betrachtet Deutschland die Unterstützung der Entwicklungsländer zur Anpassung an den Klimawandel als eine wichtige Aufgabe. Diese internationale Verantwortung ist eine von vier Säulen der Deutschen Anpassungsstrategie (2008) und des Aktionsplans zur deren Umsetzung (2011). Die Bundesregierung betrachtet Anpassung an den Klimawandel zudem als Querschnittsthema für die deutsche Entwicklungszusammenarbeit.

Im Bereich Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels unterstützt die Bundesregierung mit der IKI durch den Klimawandel besonders verwundbare Länder und Regionen dabei, ihre Anpassungsfähigkeit gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels zu erhöhen. Der Schwerpunkt der Förderung liegt auf dem Ansatz der ökosystembasierten Anpassung. Darüber hinaus gestalten IKI-Projekte nationale Anpassungsstrategien mit und helfen, diese umzusetzen. Zudem entwickeln sie Strategien und Instrumente zum Management von Risiken im Zusammenhang mit den Folgen des Klimawandels.

BMZ und BMU finanzieren ihre Aktivitäten in diesem Bereich neben den eigenen Haushaltsmitteln auch aus Mitteln des Energie- und Klimafonds (EKF).

6.1.3.1 Integration von Anpassung in die nationale Entwicklungsplanung und Aufbau von Anpassungskapazitäten

Die Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels erfordert die Überprüfung von Entscheidungen und Prioritäten in vielen Bereichen auf der Grundlage meist begrenzten Wissens über Verwundbarkeiten, Risiken durch Klimawirkungen und Anpassungsoptionen. Die Vorbereitung von Anpassungsmaßnahmen setzt eine gute Planung voraus. Folgende Bereiche sind dabei von Bedeutung:

- Beratung bei der Formulierung nationaler und sektoraler Anpassungsstrategien und Integration in Entwicklungsstrategien (zum Beispiel Gestaltung von Beteiligungsprozessen, Anwendung von Verfahren zur Priorisierung von Anpassungsbedarfen) sowie subnationaler Anpassungsstrategien (zum Beispiel Berücksichtigung von Klimawandelaspekten in der Gemeindeplanung) und bei der Konzipierung regionaler Programme;
- Unterstützung bei der nationalen und sektoralen Investitions- und Finanzierungsplanung von kurz-, mittel- und langfristigen Infrastrukturinvestitionen und Entwicklungsplanung;
- Generierung von Klima- und Verwundbarkeitsinformationen und Schulung von Planern und Fachleuten aus Verwaltung und Zivilgesellschaft;
- Beratung bei Risikoerfassung und -management;
- Kapazitätsaufbau und Stärkung von Institutionen für die Umsetzung von Anpassungsstrategien (zum Beispiel Stärkung intersektoraler Koordinationsmechanismen);
- Stärkung des Privatsektors zur Berücksichtigung von durch den Klimawandel bedingten betriebswirtschaftlichen Risiken und Chancen (zum Beispiel Entwicklung angepasster Finanzprodukte);
- Förderung und Etablierung von Kooperationen mit dem Privatsektor und der Wissenschaft in Partnerländern zur Mobilisierung von Expertise und Ressourcen für Anpassung an den Klimawandel.

6.1.3.2 Landwirtschaft/Ernährungssicherung, Landdegradierung

Die Landwirtschaft ist in besonderem Maße von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen. Der Klimawandel kann die Landdegradierung verstärken und die Produktivität in der Landwirtschaft negativ beeinflussen. Hauptprobleme sind mangelnde Wasserverfügbarkeit, Überschreiten von Temperaturobergrenzen für Kulturpflanzen, Dürren, sich verändernde Niederschlagsmuster und Bodenerosion. Verstärkt wird dies durch die Übernutzung der Wälder und Böden, gering diversifizierte und damit risikoanfällige Anbausysteme, unsachgemäßen Einsatz von Düngern und Pestiziden, Änderungen der Ernährungsgewohnheiten und steigenden Bevölkerungsdruck. Die wichtigste Zielgruppe sind Kleinbauern und Kleinbäuerinnen, die in Entwicklungsländern den Großteil der Lebensmittel produzieren. Für die deutsche internationale Zusammenarbeit sind folgende Bereiche von Bedeutung:

- Forschung zu Klimawandel und den Auswirkungen auf die Landwirtschaft;
- Politikberatung zur Erhöhung der Produktivität und Ressourceneffizienz in der

landwirtschaftlichen Produktion und Verarbeitung; Anpassung von Agrarsektorpolitiken an die Anforderungen des Klimawandels;

- Technische Beratung von Kleinbauern bei der Anpassung an den Klimawandel und Minderung von Umweltdegradierung zum Beispiel durch nachhaltige, ressourcen- und klimaschonende Anbaumethoden, Änderung der Anbausorten, Terrassierung und Nutzung von „micro-catchment“-Systemen oder der Wechsel von einjährigen Kulturen zu Plantagen, von Ackerbau zu Viehzucht (oder umgekehrt); dabei sollten lokal bewährte landwirtschaftliche Anpassungsstrategien genutzt werden.
- Förderung des Zugangs zu finanziellen und technischen Dienstleistungen für Kleinbauern (zum Beispiel Dürre-Frühwarnsysteme, Aufbau von Klimaexpertise in landwirtschaftlichen Beratungsdiensten, Zugang zu Krediten, Wetter- und Ernteausfallversicherungen);
- Wasser und Landwirtschaft: der Knappheit von Wasser durch effizientere Wassernutzung und integriertes Wasserressourcenmanagement (siehe unten), Verbesserung des Bodenwasserhaushalts und ökonomischen Anreizen zum Wassersparen begegnen. Effizienteren Bewässerungssystemen wird eine zentrale Bedeutung bei der Ernährungssicherung zukommen. Klimaschutzaspekte sind zu betrachten.

6.1.3.3 Wasser

Niederschlag und Verdunstung verändern sich durch den Klimawandel. Die sinkende Verfügbarkeit und Qualität von Wasser beeinträchtigen Nahrungssicherheit, Gesundheit und Energieerzeugung. Sie betrifft insbesondere arme Menschen und kann zu Konflikten führen. Nachhaltige Entwicklung, wirksame Armutsbekämpfung, Erhalt von Ökosystemen und biologischer Vielfalt können durch folgende Maßnahmen abgesichert werden:

Das Integrierte Wasserressourcenmanagement (IWRM) soll eine nachhaltige Bewirtschaftung der oberirdischen Gewässer, des Grundwassers und gegebenenfalls auch der Küstengewässer ermöglichen. Durch Messprogramme, Modellierung und Analyse müssen Datenerhebung von Hydrologie und Klima sowie Prognosefähigkeit verbessert und sektorübergreifende Pläne erstellt werden. Praktische Maßnahmen beinhalten den Schutz von Oberflächen- und Grundwasserressourcen, Quell- und Erosionsschutz, Infiltration und Aufforstung. Dies wird flankiert durch Beratung bei Wassersektorreformen, Gesetzgebung, sektorübergreifender Planung und gegebenenfalls grenzüberschreitendem Gewässermanagement.

Verbesserung der Siedlungswasserwirtschaft: Insbesondere armen Menschen in Slumgebieten kann der Zugang zu Wasser durch die Verbesserung von Wasserverteilung, Reduzierung von Wasserverlusten und die Förderung nachhaltiger Wasser- und Sanitärversorgung ermöglicht und gesichert werden. Regulierung, Gebührensysteme und partizipative Managementstrukturen verbessern die Steuerung der Versorgung. Effiziente Wassernutzung in der Industrie, Abwasserbehandlung für landwirtschaftliche Nutzung beziehungsweise Trinkwasser sowie Abfallmanagement schützen Wasserressourcen. Dies hilft, periodische und klimabedingte Engpässe zu überwinden und Versorgungsrisiken zu mindern.

Hochwassermanagement: Ein durch die Erderwärmung beschleunigter Wasserkreislauf kann durch den Ausbau von Wasserspeichern verlangsamt werden. Baumaßnahmen wie Dämme, Deiche, Wasserrückhaltebecken, Überschwemmungsflächen, eine effiziente Ableitung des Überschusswassers, Grundwasseranreicherung und Regenwassersammlung sollten unter anderem durch Maßnahmen der Katastrophenvorsorge (siehe unten) flankiert werden. Ziel ist, Hochwasserschäden zu vermeiden, die Energie des Wassers zu nutzen und Reserven für Dürrezeiten aufzubauen.

6.1.3.4 Ökosystembasierte Anpassung / Ecosystem-based Adaptation (EbA)

Ökosysteme erbringen wichtige Leistungen für den Menschen. Zum Beispiel erhalten sie die Bodenfruchtbarkeit, stellen sauberes Wasser bereit und schützen vor Hochwasser oder Erosion. Diese Ökosystemdienstleistungen können auch dazu beitragen, dass Menschen weniger stark von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen sind. Das Konzept der ökosystembasierten Anpassung (ecosystem-based adaptation, EbA) befasst sich daher mit der Nutzung von biologischer Vielfalt, natürlichen Ressourcen und deren Ökosystemdienstleistungen, um die Anpassungsfähigkeit der Menschen an die negativen Auswirkungen des Klimawandels zu erhöhen. EbA ist also ein auf den Menschen ausgerichteter Ansatz, der natürliche Ressourcen ergänzend zu oder als Ersatz für andere Anpassungsmaßnahmen behandelt. Im Unterschied zu klassischen Ansätzen im Bereich Management natürlicher Ressourcen und Biodiversität stellt EbA explizit aktuelle und zukünftige Klimaveränderungen und deren Auswirkungen auf Menschen und Ökosysteme ins Zentrum. EbA-Maßnahmen stellen oft vergleichsweise kosteneffiziente Anpassungsoptionen dar. So sind die Kosten für die Wiederherstellung von Ökosystemen häufig geringer als technische Lösungen.

In der Praxis ist EbA zumeist Teil einer umfassenderen Anpassungsstrategie und kann proaktiv in bestehende Planungsprozesse, zum Beispiel im Bereich der Landnutzung, integriert werden. Konkrete Maßnahmen umfassen unter anderem Schutz oder Wiederherstellung von Mangroven und Korallenriffen, die Küstenzonen vor stärker werdenden Stürmen und den Folgen des Meeresspiegelanstiegs schützen. EbA-Maßnahmen können jedoch auch schwerwiegende Entscheidungen erfordern, zum Beispiel wenn Schutzgebiete die Nutzung von Ressourcen einschränken. Daher sollten Risikoeinschätzungen, Szenarioplanung und Ansätze zum Anpassungsmanagement Teil der Entscheidungsfindung sein.

Die Bundesregierung finanziert Projekte, die Strategien entwickeln, um Ökosystemdienstleistungen für die Anpassung an die Folgen des Klimawandels zu nutzen. Diese beraten die Partnerländer, den EbA-Ansatz in ihre Planungsprozesse zu integrieren und umzusetzen. In Modellprojekten werden EbA-Maßnahmen getestet und die Ergebnisse aufgearbeitet und verbreitet. Die Erfahrungen werden wiederum in die internationalen Verhandlungsprozesse zum Übereinkommen über die biologische Vielfalt sowie zur Klimarahmenkonvention eingespeist.

6.1.3.5 Management von Risiken des Klimawandels – Katastrophenvorsorge, innovative Versicherungslösungen

Extrem-Wetterereignisse führen insbesondere in Entwicklungsländern zu vermehrten Überschwemmungen großer Landstriche, zu Wirbelstürmen oder Hangrutschungen. Unzählige Menschen verlieren jährlich ihr Leben, Familien ihre Existenzgrundlage. Die volkswirtschaftlichen Schäden sind immens. Entwicklungsländer haben die geringsten Reserven, um diese Schäden zu tragen und sich davon zu erholen.

Katastrophenvorsorge soll auch durch den Klimawandel bedingte Gefahren abwehren und Schäden begrenzen. Im Rahmen von Maßnahmen zu Disaster Risk Reduction (DRR) wird das Thema in den Kontext von Anpassung an den Klimawandel gebracht. Deutschland unterstützt als Mitunterzeichner des „Hyogo Framework for Action“ Entwicklungsländer bei ihren Bemühungen, Vorkehrungen zum Schutz von kritischer Infrastruktur wie zum Beispiel Schulen, Krankenhäusern oder Kraftwerken zu treffen. Dies betrifft auch eine risikosensible Stadtplanung, die Ausweisung von Gefahrenzonen und die Besiedlung in gesicherten Gebieten.

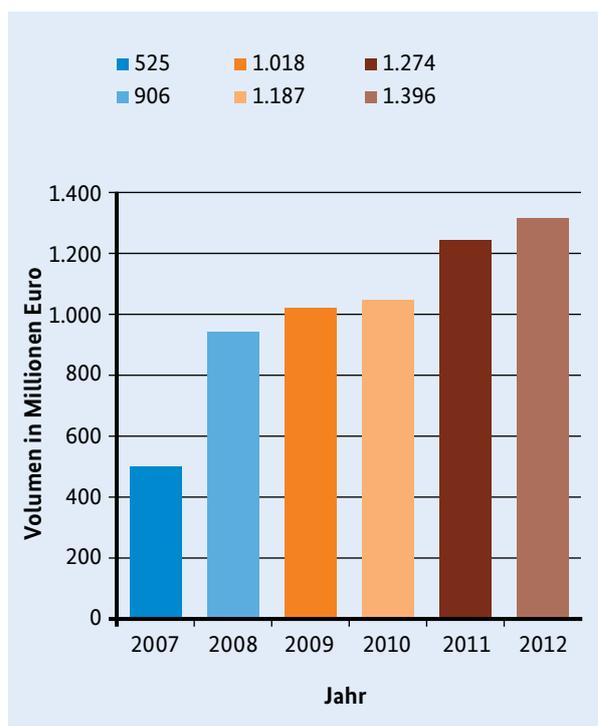
Innovative Versicherungslösungen zur Absicherung gegen extreme Wetterereignisse können Risiken senken

und wirtschaftliche Unterstützung bei einem Neustart der Betroffenen bieten. Versicherungsprodukte, die mit präventiven Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel verbunden sind, können potenzielle Schäden beim Eintreten einer Katastrophe verringern, während die nicht zu verhindernden Schäden abgesichert sind. Für Versicherungslösungen müssen unter anderem verlässliche meteorologische Daten, gesetzliche Rahmenbedingungen und der Austausch von Informationen mit Politikverantwortlichen und Versicherungsanbietern verfügbar sein. Eine enge Zusammenarbeit von Privatsektor und Regierungen soll der Bevölkerung in betroffenen Gebieten Risikomanagementstrategien zur Verfügung stellen, die sowohl Einkommens- und Ernährungssicherheit als auch die Kredit- und Erwerbschancen in Zeiten des Klimawandels absichern.

6.1.4 Integration von Klimaaspekten in Planung und Entwicklung von Maßnahmen der deutschen Entwicklungszusammenarbeit

Das BMZ führte 2009 ergänzend zu einer Umweltverträglichkeitsprüfung eine Klimaprüfung ein, um den Klimawandel in allen Strategien und Programmen der deutschen Entwicklungszusammenarbeit zu berücksichtigen. Zum 1. Januar 2011 wurden diese beiden

Abbildung 33: Bilaterale entwicklungsrelevante Klimafinanzierung Deutschlands



Quelle: ASTRA-D.

Regelungen durch eine umfassende „Leitlinie für die Prüfung und Berücksichtigung von Umwelt- und Klimaaspekten in der bilateralen staatlichen Entwicklungszusammenarbeit“ ersetzt. Die Leitlinie ist für das BMZ und für die Durchführungsorganisationen der deutschen Entwicklungspolitik verbindlich. Ihr Ziel ist es sicherzustellen, dass bei der Planung und Umsetzung entwicklungspolitischer Strategien und Maßnahmen nachteilige Wirkungen auf Umwelt und Klima verringert und negative Auswirkungen vermieden werden. Zudem sollen Potenziale für eine Verbesserung der Umweltqualität und zur Vermeidung von Treibhausgasen bei der Konzeption von Maßnahmen analysiert und bei der Umsetzung erschlossen werden. Schließlich sollen die Auswirkungen des Klimawandels so berücksichtigt werden, dass die positiven Wirkungen der Maßnahmen nicht gefährdet werden.

Damit werden Klimaaspekte auf strategischer Ebene systematisch berücksichtigt. Auf operativer Ebene findet eine weitergehende Prüfung und Berücksichtigung der Klimaaspekte statt, die dann in die Ausgestaltung der Programme integriert werden.

Die Umsetzung der Leitlinie wurde im Jahr 2012 überprüft. Im Jahr 2013 wurde die Leitlinie überarbeitet, um ihre Effektivität und Effizienz weiter zu verbessern.

6.1.5 Tabellarische Übersicht der bilateralen entwicklungsrelevanten Klimafinanzierung

In den Tabellen am Ende dieses Kapitels wird der Umfang der entwicklungsrelevanten bilateralen Klimafinanzierung Deutschlands für die Jahre 2007 bis 2011 ausführlich dargestellt.

Für die Jahre 2007 bis 2009 sind die Angaben entsprechend den noch gültigen UNFCCC-Leitlinien zu Berichterstattung und Review von 1999 nach Empfängerländern und Sektoren aufgeschlüsselt. Ab 2010 folgt die Darstellung den Vorgaben des auf der 18. Vertragsstaatenkonferenz der Klimarahmenkonvention im Dezember 2012 in Doha verabschiedeten gemeinsamen Tabellenformats für die Zwei-Jahres Berichte der Annex-I-Staaten (Tabelle 7 (b) „Provision of public financial support: contribution through bilateral, regional and other channels in 20XX-3“) und erfolgt damit projektgenau.

Die statistischen Angaben beinhalten alle entwicklungsrelevanten Projekte der bilateralen Klimafinanzierung für die im jeweiligen Jahr Mittel zugesagt wurden. Es werden nur Zusagen aus dem öffentlichen Haushalt als Klimafinanzierung angerechnet.

Tabelle 69: Übersicht der bilateralen entwicklungsrelevanten Klimafinanzierung 2007 (in Euro)

Empfängerland/-region	Minderung				
	1. Energie- erzeugung und -versorgung	2. Transport	3. Forstwirtschaft	4. Landwirtschaft	5. Industrie
Afghanistan	8.000.000,00				
Afrika na (nur Entwicklungsländer)	1.000.000,00		1.000.000,00		
Afrika nördlich der Sahara na (nur Entwicklungsländer)					
Albanien					
Algerien					
Amerika na (nur Entwicklungsländer)	1.000.000,00				
Armenien	20.000.000,00				
Aserbaidshjan					
Asien na (nur Entwicklungsländer)					
Bangladesch	19.000.000,00				
BCIE	15.500.000,00				
Bolivien					
Bosnien-Herzegowina	9.000.000,00				
Brasilien	13.500.000,00				
Burundi					
CCAD					
Chile	8.200.000,00				
China (VR)	43.000.000,00		10.000.000,00		
Georgien					
Ghana					
Guinea					
Indien	35.538.103,75				
Indonesien			20.000.000,00		
Jemen					
Kambodscha	6.500.000,00				
Kamerun			4.500.000,00		
Kaukasus na (nur Empfängerland)					
Kenia	3.000.000,00				

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

Für die Jahre 2007 bis 2010 werden die Klimaleistungen des BMZ aus technischen Gründen noch – je nach Sektor, in dem das Vorhaben umgesetzt wird (zum Beispiel Landwirtschaft oder Energieerzeugung und -versorgung) – nach Erfahrungswerten mit 25 Prozent, 50 Prozent, 75 Prozent und 100 Prozent des Fördervolumens auf die Klimafinanzierung angerechnet.

Ab dem Berichtsjahr 2011 wird die Höhe der finanziellen Mittel im Klimabereich anhand der sogenannten Klimakennungen (Rio-Marker) der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) festgelegt. Dabei werden die Klimakennungen „Minderung von Treibhausgasen“ (Rio-Marker 2) und „Anpassung an den Klimawandel“ (Rio-Marker 4)

	Minderung		Anpassung				
	6. Abfallwirtschaft und -entsorgung	7. Umwelt/ Biodiversität	1. Wasserversorgung und Abwasser	2. Ländliche Entwicklung	3. Landwirtschaft	4. Umwelt/ Biodiversität	5. Andere (Gesundheit, Nothilfe)
			11.500.000,00				
			2.750.000,00		1.500.000,00		
						250.000,00	
			3.000.000,00				
			200.000,00				
			500.000,00				100.000,00
							165.000,00
				4.500.000,00			
				1.500.000,00			
		500.000,00	11.211.473,00		12.000.000,00		
			2.000.000,00				
		23.000.000,00					
			7.000.000,00				
						1.250.000,00	
							135.000,00
					10.500.000,00		
							30.000,00
						1.875.000,00	420.976,58
		11.000.000,00					568.000,00
			2.000.000,00				770.000,00
							1.000.000,00
							90.000,00
		2.000.000,00					
			9.000.000,00		6.750.000,00		

Fortsetzung

unterschieden. Je nach Ziel des Vorhabens erhalten die Rio-Marker eine unterschiedliche Ausprägung. Ist Minderung von Treibhausgasen beziehungsweise Anpassung an den Klimawandel ein Hauptziel des Vorhabens, so erhält das Vorhaben den entsprechenden Rio-Marker mit der Ausprägung 2 und das Finanzvolumen wird zu 100 Prozent dem jeweiligen Klimabereich

zugeordnet. Ist Minderung oder Anpassung nur ein Nebenziel des Vorhabens, erhält der Rio-Marker die Ausprägung 1 und das Finanzvolumen wird nur zu 50 Prozent dem jeweiligen Klimabereich zugeordnet. Vorhaben, welche die Ausprägung 0 erhalten, leisten keinen signifikanten Beitrag zu Klimaschutz oder Anpassung und weisen somit auch kein klimarelevantes

Empfängerland/-region	Minderung					
	1. Energie- erzeugung und -versorgung	2. Transport	3. Forstwirtschaft	4. Landwirtschaft	5. Industrie	
Kirgisistan						
Konventionsvorhaben						
Lesotho						
Libanon						
Madagaskar	3.000.000,00					
Malawi						
Mali						
Mazedonien	4.000.000,00					
Mekong River Commission						
MERCOSUR	2.000.000,00					
MOE/SOE na (nur Entwicklungsländer)	8.050.000,00					
Mongolei						
Montenegro	6.500.000,00					
Namibia			3.500.000,00			
Organisation des amazonischen Kooperationsvertrages (OTCA)						
Palästinensische Gebiete						
Pazifische Gemeinschaft (SPC)						
Peru	4.000.000,00					
Philippinen						
SADC	1.000.000,00					
Serbien	11.680.000,00					
Syrien						
Tansania						
Tunesien						
Türkei						
Uganda	10.500.000,00					
Ukraine	1.000.000,00					
Zentral Asien na (nur Entwicklungsländer)						
Global	1.500.000,00		3.000.000,00	765.000,00		
Summe je Förderbereich	236.468.103,75	0,00	42.000.000,00	765.000,00	0,00	
Bilaterale Klimafinanzierung Gesamt						

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

Finanzvolumen auf. Die Ausprägungsvergabe beider Klimakennungen für ein Vorhaben darf in der Summe maximal zwei betragen. Ein Vorhaben mit „Minderung von Treibhausgasen“ als Hauptziel (Ausprägung 2) kann also „Anpassung an den Klimawandel“ nicht als Nebenziel (Ausprägung 1) haben. So wird eine Mehrfachanrechnung des Vorhabens auf die Klimafinanzierung

ausgeschlossen. Vorhaben im Bereich Wald- und Biodiversitätsschutz inklusive REDD+ (Rio-Marker 1) werden ebenfalls anhand ihrer jeweiligen Klimakennungen auf die Klimafinanzierung angerechnet.

Für alle Berichtsjahre 2007 bis 2011 werden im vorliegenden Bericht die Nettobeträge ausgewiesen.

	Minderung		Anpassung				
	6. Abfallwirtschaft und -entsorgung	7. Umwelt/ Biodiversität	1. Wasserversorgung und Abwasser	2. Ländliche Entwicklung	3. Landwirtschaft	4. Umwelt/ Biodiversität	5. Andere (Gesundheit, Nothilfe)
				3.000.000,00			1.250.000,00
		750.000,00					
				2.775.000,00			
			12.000.000,00			1.125.000,00	
		6.600.000,00					
							500.000,00
			750.000,00	3.000.000,00	10.250.000,00	750.000,00	
			8.000.000,00				50.000,00
			3.000.000,00				
						125.000,00	
			2.250.000,00				
			1.500.000,00	2.250.000,00			
						1.250.000,00	
			8.325.000,00				
		3.000.000,00					
						1.125.000,00	
			4.000.000,00				
			7.250.000,00				
			10.000.000,00				600.000,00
			6.600.000,00			250.000,00	
			750.000,00				
			6.650.000,00				
						56.250,00	165.000,00
		4.700.000,00			585.000,00	1.100.000,00	730.000,00
	0,00	51.550.000,00	120.236.473,00	17.025.000,00	41.585.000,00	9.156.250,00	6.573.976,58
			525.359.803,33 €				

Demzufolge entsprechen die Zahlen in den tabellarischen Übersichten der bilateralen entwicklungsrelevanten Klimafinanzierung im Anhang des Berichts jeweils nur dem Fördervolumen, welches auf die Klimafinanzierung angerechnet wird (je nach Vorhaben oder Programm 25 Prozent, 50 Prozent, 75 Prozent oder 100 Prozent).

Die Gesamtbeträge für die entwicklungsrelevante bilaterale Klimafinanzierung sind aus der Abbildung 33 ersichtlich. Die bilaterale entwicklungsrelevante Klimafinanzierung wird für die Jahre 2007 bis 2010 ausführlich in den Tabellen 69 bis 72 dargestellt. Die ausführliche Tabelle für das Jahr 2011 befindet sich im „Biennial Report“ im Anhang dieses Berichts.

Tabelle 70: Übersicht der bilateralen entwicklungsrelevanten Klimafinanzierung 2008
(in Euro und US-Dollar)

Empfängerland/-region	Minderung					
	1. Energie- erzeugung und -versorgung	2. Transport	3. Forstwirtschaft	4. Landwirtschaft	5. Industrie	
Afghanistan	10.000.000,00					
Afrika na (nur Entwicklungsländer)						
Afrika nördlich der Sahara (nur Entwicklungsländer)	2.059.771,00					
Ägypten	25.980.000,00					
Albanien	8.704.833,20					
Amerika (nur Entwicklungsländer)	861.830,00					
Arabische Liga						
ASEAN						
Aserbaidshjan						
Asien (nur Entwicklungsländer)						
Äthiopien						
AU						
Bangladesch						
Benin	18.000.000,00					
Bolivien						
Bosnien-Herzegowina	3.374.000,00					
Brasilien	8.069.401,97					
Burkina Faso	624.658,00					
Burundi						
CARICOM	4.500.000,00					
CCAD						
Chile	1.249.519,27					
China (VR)	36.990.086,39	300.707,62				
COMIFAC			10.000.000,00			
Comisión Trinacional del Plan Trifinio (CTPT)						
Cote d'Ivoire						
Ecuador	2.146.310,00					
El Salvador						
ESCWA						

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Minderung		Anpassung				
	6. Abfallwirtschaft und -entsorgung	7. Umwelt/ Biodiversität	1. Wasserversorgung und Abwasser	2. Ländliche Entwicklung	3. Landwirtschaft	4. Umwelt/ Biodiversität	5. Andere (Gesundheit, Nothilfe)
			1.900.000,00				
			4.500.000,00		3.750.000,00		
		1.451.243,00				475.000,00	
			9.131.000,00		25.000.000,00		
			260.000,00				970.717,00
			1.000.000,00			250.000,00	
						500.000,00	
		4.000.000,00	2.000.000,00				
		2.941.392,41				75.000,00	
					16.500.000,00		5.250.000,00
					1.923.750,00		
						875.000,00	400.000,00
			3.000.000,00				
		1.000.000,00					
			4.000.000,00				
		6.900.000,00				7.125.000,00	871.241,31
			6.250.000,00		4.500.000,00		
			1.000.000,00				
		1.500.000,00				2.000.000,00	
		7.083.264,00				2.831.774,00	
		2.000.000,00					
						4.000.000,00	
		3.000.000,00					
		11.000.000,00				625.000,00	
						1.000.000,00	
			2.400.000,00				

Fortsetzung

Empfängerland/-region	Minderung					
	1. Energie- erzeugung und -versorgung	2. Transport	3. Forstwirtschaft	4. Landwirtschaft	5. Industrie	
Georgia	7.000.000,00					
Ghana	1.356.425,00					
Guyana						
Honduras						
Indien	39.762.340,36					
Indonesia	7.250.000,00					
Jordanien						
Kamerun						
Karibik/Regional Programme						
Kasachstan	1.944.000,00					
Kaukasus na (nur Entwicklungsländer)						
Kenia	7.000.000,00					
Kirgisistan						
Kongo, Demokratische Republik						
Konventionsvorhaben						
Kosovo	6.000.000,00					
Kroatien	4.100.000,00					
Laos			6.000.000,00			
Lesotho						
Libanon						
Madagaskar	1.000.000,00					
Mali						
Marokko	2.500.000,00					
Mauritius	1.705.168,00					
Mazedonien						
Mekong River Commission						
MENA na	398.624,01					
MERCOSUR	3.000.000,00					
Mexiko	5.000.000,00					
MOE/SOE (nur Entwicklungsländer)	14.475.708,00					

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Minderung		Anpassung				
	6. Abfallwirtschaft und -entsorgung	7. Umwelt/ Biodiversität	1. Wasserversorgung und Abwasser	2. Ländliche Entwicklung	3. Landwirtschaft	4. Umwelt/ Biodiversität	5. Andere (Gesundheit, Nothilfe)
		4.000.000,00	8.000.000,00	1.840.703,11			
		5.000.000,00					
		2.500.000,00					
		6.836.057,44		134.025,00			
		1.471.556,00					
			20.200.737,92				
							2.100.000,00
					1.575.000,00		
		1.869.181,00					1.009.744,00
		10.325.000,00		750.000,00			
			3.000.000,00				4.650.000,00
							1.004.443,00
		11.096.388,00	12.000.000,00				
		4.825.000,00				2.437.000,00	
			4.125.000,00				
				5.250.000,00			
				2.250.000,00			
			6.200.000,00			1.000.000,00	
					3.750.000,00	375.000,00	
			2.250.000,00		29.000.000,00		
			14.000.000,00			675.000,00	
							925.554,00
			2.840.000,00				
		1.492.864,67					

Fortsetzung

Empfängerland/-region	Minderung					
	1. Energie- erzeugung und -versorgung	2. Transport	3. Forstwirtschaft	4. Landwirtschaft	5. Industrie	
Mongolei						
Montenegro						
Namibia	7.155.092,22					
Nepal	13.000.000,00					
Niger						
Niger Flussbehörde (ABN)						
Nigeria						
Pakistan	20.000.000,00					
Palästinensische Gebiete						
Papua Neuguinea						
Peru						
Philippinen	6.136.758,24					
SADC	500.000,00					
Sambia						
Serbien	10.113.318,00					
St. Vincent und die Grenadinen	272.380,00					
Südafrika	12.638.913,38					
Sudan						
Swasiland	1.419.733,00					
Tadschikistan	10.000.000,00					
Tansania						
Thailand	4.089.588,26					
Timor-Leste						
Tschad						
Turkmenistan						
Türkei	9.400.000,00					
Uganda	10.000.000,00					
Ukraine	1.725.275,36					
Usbekistan						
Vietnam	1.551.991,00					
Zentralasien na (nur Entwicklungsländer)	105.558,00					
Global	7.744.577,97		2.000.000,00			
Summe je Förderbereich	338.221.431,63	300.707,62	18.000.000,00	0,00	0,00	
Bilaterale Klimafinanzierung Gesamt						

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Minderung		Anpassung				
	6. Abfallwirtschaft und -entsorgung	7. Umwelt/ Biodiversität	1. Wasserversorgung und Abwasser	2. Ländliche Entwicklung	3. Landwirtschaft	4. Umwelt/ Biodiversität	5. Andere (Gesundheit, Nothilfe)
				3.000.000,00			
			8.000.000,00				
							500.000,00
				3.540.000,00			4.500.000,00
			21.000.000,00				
							450.000,00
						250.000,00	
			10.000.000,00				
		4.800.000,00					
		2.432.000,00	10.000.000,00		5.000.000,00	1.875.000,00	
						2.467.190,00	
		12.500.000,00	8.500.000,00				
		2.060.704,00	17.700.000,00				
			5.000.000,00				
		7.000.000,00		7.500.000,00			
			2.000.000,00				
							1.797.642,00
		2.171.210,00					1.050.000,00
		1.385.000,32					
				3.000.000,00			
				5.625.000,00			
		2.268.322,00					
						750.000,00	
							998.679,00
		4.000.000,00	11.250.000,00	142.500,00		15.937.007,00	300.000,00
					1.125.000,00		250.000,00
		5.037.895,00	6.650.000,00	1.425.000,00	1.162.500,00	3.996.314,72	700.000,00
	0,00	130.324.624,84	208.156.737,92	34.457.228,11	93.286.250,00	49.519.285,72	26.757.303,31
899.023.569,15 €							

Tabelle 71: Übersicht der bilateralen entwicklungsrelevanten Klimafinanzierung 2009
(in Euro)

Empfängerland/-region	Minderung					
	1. Energie- erzeugung und -versorgung	2. Transport	3. Forstwirtschaft	4. Landwirtschaft	5. Industrie	
Afghanistan	13.500.000,00					
Afrika na (nur Entwicklungsländer)	5.420.548,88					
Ägypten	7.500.000,00					
Albanien	4.100.000,00					
Algerien	739.100,00					
Amerika na (nur Entwicklungsländer)						
Andengemeinschaft						
Armenien	8.381.258,03					
ASEAN						
Aserbaidschan	129.320,00					
Asien na (nur Entwicklungsländer)	1.992.994,00					
Äthiopien						
AU						
Bangladesch						
Benin						
Bolivien						
Bosnien-Herzegowina	15.401.007,99					
Brasilien	11.370.029,97					
Burkina Faso						
Burundi	22.000.000,00					
CARICOM						
CCAD						
Chile	3.121.027,00					
China (VR)	6.899.826,88	3.623.977,00				
CICOS						
COMIFAC						
Dominikanische Republik	10.000.000,00					

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Minderung		Anpassung				
	6. Abfallwirtschaft und -entsorgung	7. Umwelt/ Biodiversität	1. Wasserversorgung und Abwasser	2. Ländliche Entwicklung	3. Landwirtschaft	4. Umwelt/ Biodiversität	5. Andere (Gesundheit, Nothilfe)
			1.500.000,00				
				750.000,00			
					10,000,000.00		
			1.450.000,00			250.000,00	
			1.000.000,00				
						2.250.000,00	
					2.250.000,00		
		4.000.000,00	1580000				
		1.500.000,00					
						2.297.249,00	
			1,543,000.00				6,000,000.00
			4.000.000,00				
		2.500.000,00					
		9.700.000,00	1.500.000,00				
		10.000.000,00	22.500.000,00				
		32.000.000,00	7.500.000,00			6.500.000,00	11.370.029,97
			2.500.000,00				
			1.500.000,00				
		5.000.000,00					
		8.500.000,00					
	2.400.000,00	2.000.000,00					1.431.961,79
	3.200.000,00	6.000.000,00					
			2.500.000,00				
							1.529.991,69

Fortsetzung

Empfängerland/-region	Minderung					
	1. Energie- erzeugung und -versorgung	2. Transport	3. Forstwirtschaft	4. Landwirtschaft	5. Industrie	
Ecuador	562.325,20		10.000.000,00			
Georgien	16.000.000,00					
Ghana						
Guatemala						
Indien	26.631.316,00					
Indonesien						
Jemen						
Kambodscha						
Kenia	14.500.000,00					
Kirgisistan						
Kongo, Demokratische Republik						
Kosovo	6.000.000,00					
Kroatien	488.000,00					
Laos			2.000.000,00			
Malawi						
Mali						
Marokko	15.000.000,00					
Mazedonien	6.500.000,00					
MENA na						
Mexiko	6.239.140,95					
MOE/SOE na (nur Entwicklungsländer)	8.768.106,00					
Mongolei						
Montenegro	8.000.000,00					
Namibia	7.000.000,00					
Nicaragua						
Niger Flussbehörde (ABN)						
Organisation des amazonischen Kooperationsvertrages (OTCA)						
Pakistan	30.000.000,00					
Palästinensische Gebiete						
Paraguay						
Peru	4.000.000,00					
Philippinen						
Ruanda	38.000.000,00					
SADC						
Secretariats of the Pacific Community (SPC)						

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Minderung		Anpassung				
	6. Abfallwirtschaft und -entsorgung	7. Umwelt/ Biodiversität	1. Wasserversorgung und Abwasser	2. Ländliche Entwicklung	3. Landwirtschaft	4. Umwelt/ Biodiversität	5. Andere (Gesundheit, Nothilfe)
		8.000.000,00					
					18.000.000,00		3.831.955,00
		9.000.000,00					
	2.036.382,00				1.000.000,00	9.500.000,00	1.668.445,94
				45.000,00		9.623.764,00	42.000,00
		6.000.000,00	10.100.000,00				
				4.912,500,00			1.025.000,00
							4.500.000,00
							300.000,00
		10.000.000,00				3.499,361.29	
			3.000.000,00				
		2.500.000,00		2.812.500,00			
							1.000.000,00
			7.250.000,00		10.500.000,00		700.000,00
							80.000,00
			4.500.000,00				
							4.000.000,00
			18.000.000,00				
		1.000.000,00					
		7.500.000,00	1.500.000,00		9.000.000,00		
		4.000.000,00	3.000.000,00				
			5.000.000,00				1.400.000,00
		3,000,000.00					
							3.450.000,00
			3.000.000,00				
				262.500,00			
		10.000.000,00				6.113.904,00	
		5.750.000,00				2.769.293,34	
							2.114.459,00
		12.000.000,00					
						10.000.000,00	

Fortsetzung

Empfängerland/-region	Minderung					
	1. Energie- erzeugung und -versorgung	2. Transport	3. Forstwirtschaft	4. Landwirtschaft	5. Industrie	
Senegal	24.700.000,00					
Serbien	9.465.845,34					
SG-SICA	5.000.000,00					
Simbabwe						
Südafrika	14.458.979,97					
Sudan						
Syrien						
Tadschikistan						
Tansania						
Thailand	6.725.101,00					
Togo	13.000.000,00					
Tunesien	1.500.000,00					
Türkei						
Uganda	10.000.000,00					
Ukraine	10.597.943,28	1.498.082,08				
Usbekistan						
Vietnam	26.088.500,82					
Zentralasien na (nur Entwicklungsländer)						
Global	58.037.443,00		500.000,00			
Summe je Förderbereich	471.834.940,23	5.122.059,08	12.500.000,00	0,00	0,00	
Bilaterale Klimafinanzierung Gesamt						

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Minderung		Anpassung				
	6. Abfallwirtschaft und -entsorgung	7. Umwelt/ Biodiversität	1. Wasserversorgung und Abwasser	2. Ländliche Entwicklung	3. Landwirtschaft	4. Umwelt/ Biodiversität	5. Andere (Gesundheit, Nothilfe)
			5.250.000,00				
			1.326.068,00		2.773.259,22		
			2.000.000,00		1.500.000,00		
			16.100.000,00				
						1.040.000,00	
			24.000.000,00				4.400.000,00
		1.000.000,00	4.000.000,00		1.000.000,00	875.000,00	
						1.158.000,00	
						4.900.000,00	
							950.000,00
		6.000.000,00	8.500.000,00				
		4.000.000,00					200.000,00
		4.605.000,00	200.000,00	3.000.000,00	300.000,00	3.225.000,00	2.850.000,00
	7.636.382,00	175.555.000,00	165.799.068,00	11.782.500,00	56.323.259,22	64.001.571,63	52.143.843,39
	1.022.698.623,55 €						

Tabelle 72: Übersicht der bilateralen entwicklungsrelevanten Klimafinanzierung 2010
(in Euro und US-Dollar)

Land/ Region	Projekttitle	
Region Afrika		
Ägypten	Programm zur Rehabilitierung von Wasserkraftwerken	
Ägypten	Wasserversorgung/Abwasserentsorgung Oberägypten	
Ägypten	Wasserversorgung/Abwasserentsorgung Oberägypten	
Ägypten	Programm Erneuerbare Energien – Windpark Golf von Suez	
Ägypten	Programm Energieeffizienz	
Ägypten	Ägyptisch-Deutsches Komitee zur Förderung der erneuerbaren Energien, der Energieeffizienz und des Umweltschutzes	
Ägypten	Programm Wasserversorgung und Abwassermanagement	
Ägypten	Reformprogramm Wasserwirtschaft	
Ägypten	Energieeffizienz im Wasser- und Abwassersektor	
Ägypten	Förderung von Umweltschutzinvestitionen in der privaten und staatlichen Industrie (PPSI II)	
Ägypten	Nationales Siedlungsabfallwirtschaftsprogramm	
Algerien	Programm Integrierte Wasserwirtschaft	
Äthiopien	Programm Nachhaltige Landbewirtschaftung	
Benin	Programm Wasser- und Sanitärversorgung PBA III	
Benin	Treuhandfonds Pendjaripark	
Benin	Landwirtschaftsförderung	
Benin	Programm Wasser- und Sanitärversorgung	
Burkina Faso	Programm Landwirtschaftliche Entwicklung	
Burundi	Sektorprogramm Wasser- und Sanitärversorgung, II b	

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in Euro	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in US-Dollar	Finanzinstrument	Themenbereich	Sektor	Durchführungsorganisation
	5.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	1.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	10.750.000,00		Darlehen ¹	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	19.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	2.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	3.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	5.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	4.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	2.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Wasser und Abwasser	KfW
	2.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Umweltschutz	KfW
	1.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Andere: Abfallwirtschaft	KfW
	1.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	1.875.000,00		Zuschuss	Anpassung	Landwirtschaft	GIZ
	10.500.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	10.000.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Biodiversität	KfW
	6.750.000,00		Zuschuss	Anpassung	Landwirtschaft	GIZ
	1.500.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	750.000,00		Zuschuss	Anpassung	Landwirtschaft	GIZ
	1.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ

¹ Diese beziehen sich auf als öffentliche Entwicklungshilfe anrechenbare Darlehen zu besonders günstigen Konditionen mit einer Laufzeit von 40 Jahren und einem Zinssatz von 0,75 Prozent, bei denen die Rückzahlung erst nach 10 Jahren beginnt.

Fortsetzung

Land/Region	Projekttitel	
Region Afrika		
Burundi	Übertragungsleitung Burundi – Ruanda	
Burundi	Übertragungsleitung Ruzizi-Bujumbura	
Commission des Forêts d’Afrique Centrale (COMIFAC)	Programm Nachhaltige Waldbewirtschaftung im Kongobecken – Umweltstiftung TNS	
Ghana	Förderung erneuerbarer Energien	
Kamerun	PV Nachhaltiges Ressourcenmanagement in Kamerun	
Kamerun	Forstsektorkorbfinanzierung	
Kamerun	Programm Unterstützung der Umsetzung des nationalen Waldprogramms (PSFE)	
Kenia	Programm Entwicklung des Wasser- und Sanitärsektors – Lake Victoria South	
Kenia	Privatsektorförderung in der Landwirtschaft-Kleinbewässerung in Westkenia	
Kenia	Programm Entwicklung des Wasser- und Sanitärsektors – Lake Victoria South	
Kenia	Programm Entwicklung des Wasser- und Sanitärsektors	
Kenia	Risikomanagementstrategien zur Anpassung an den Klimawandel in der Landwirtschaft in Kenia	
Kongo, Demokratische Republik	Programm Biodiversitätserhalt und nachhaltige Waldbewirtschaftung	
Kongo, Demokratische Republik	Rehabilitierung des Wasserkraftwerks INGA II	
Kongo, Demokratische Republik	Sektorprogramm Wasser/Abwasser (PROSECO)	
Kongo, Demokratische Republik	Sektorprogramm Wasser/Abwasser (PROSECO)	
Kongo, Demokratische Republik	Programm Biodiversitätserhalt und nachhaltige Waldbewirtschaftung	
Liberia	Westafrican Power Pool - WAPP	
Marokko	Solarkraftwerk	
Marokko	Integriertes Wasserressourcenmanagement	

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in Euro	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in US-Dollar	Finanz-instrument	Themenbereich	Sektor	Durchführungs-organisation
	3.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energie-erzeugung und -versorgung	KfW
	15.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energie-erzeugung und -versorgung	KfW
	20.000.000,00		Zuschuss	Andere	Forstwirtschaft	KfW
	1.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energie-erzeugung und -versorgung	GIZ
	10.000.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Umweltschutz	KfW
	25.500.000,00		Zuschuss	Andere	Forstwirtschaft	KfW
	15.500.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Umweltschutz	GIZ
	16.500.000,00		Darlehen ¹	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	11.250.000,00		Zuschuss	Anpassung	Landwirtschaft	KfW
	500.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	6.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	2.250.000,00		Zuschuss	Anpassung	Landwirtschaft	GIZ
	20.000.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Biodiversität	KfW
	40.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energie-erzeugung und -versorgung	KfW
	5.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	3.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	7.000.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Umweltschutz	GIZ
	26.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energie-erzeugung und -versorgung	KfW
	10.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energie-erzeugung und -versorgung	KfW
	2.800.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ

¹ Diese beziehen sich auf als öffentliche Entwicklungshilfe anrechenbare Darlehen zu besonders günstigen Konditionen mit einer Laufzeit von 40 Jahren und einem Zinssatz von 0,75 Prozent, bei denen die Rückzahlung erst nach 10 Jahren beginnt.

Fortsetzung

Land/Region	Projekttitle	
Region Afrika		
Marokko	Beratung Solarplan Marokko	
Marokko	Anpassung an den Klimawandel	
Marokko	Naturschutz und Wüstenbekämpfung	
Marokko	Effizienzsteigerung in der Trinkwasserversorgung	
Marokko	Förderung der Windenergie und anderer erneuerbarer Energien in Marokko (Plan Solaire)	
Mauretanien	Ressourcenmanagement	
Mauretanien	Finanzierung des Nationalparks Banc d'Arguin	
Mauretanien	Programm Management natürlicher Ressourcen	
Mauretanien	Nachhaltige Bewirtschaftung der Fischereiressourcen	
Mosambik	Anpassung an den Klimawandel im mosambikanischen Grenzgebiet des Rio Chiré (Malawi/Mosambik) durch Aufbau eines Hochwasserwarnmodells in katastrophengefährdeten Überschwemmungsgebieten	
Namibia	Erneuerbare Energien Lower Orange River Namibia	
Niger	Armutsbekämpfung Tillabéri und Tahoua Nord (LUCOP)	
Nigeria	Ausbau der Stromerzeugung durch erneuerbare Energieträger	
Nigeria	Energiepolitikberatung Nigeria	
Regionalvorhaben Afrika	Infrastructure Trust Fund für Afrika (ITF)	
Regionalvorhaben Afrika	Fast-Start-Finanzierung zur Anpassung an den Klimawandel in Afrika	
Regionalvorhaben Afrika	Verbesserung der Lebensbedingungen von Kakao-Kleinbauern in Westafrika	
Regionalvorhaben Kongobecken	Program Nachhaltige Waldbewirtschaftung im Kongobecken – Regionale Unterstützung der COMIFAC	
Regionalvorhaben Nordafrika	Anpassung an den Klimawandel in der Wasserbereitstellung	
Regionalvorhaben Ostafrika	Unterstützung der Ostafrikanischen Geothermal-Initiative	

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in Euro	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in US-Dollar	Finanzinstrument	Themenbereich	Sektor	Durchführungsorganisation
	3.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	287.500,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Umweltschutz	GIZ
	131.250,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Umweltschutz	GIZ
	4.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	1.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Energie	Investitionsbank Schleswig-Holstein (IB-SH)
	6.000.000,00		Zuschuss	Andere	Landwirtschaft	KfW
	5.000.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Biodiversität	KfW
	6.600.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Ländliche Entwicklung	GIZ
	750.000,00		Zuschuss	Anpassung	Fischerei	GIZ
	300.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Hochwasserschutz	GIZ
	8.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	1.500.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Ländliche Entwicklung	GIZ
	35.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	9.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	4.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	2.100.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Umweltschutz	GIZ
	825.000,00		Zuschuss	Anpassung	Landwirtschaft	GIZ
	4.500.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Biodiversität	GIZ
	3.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	20.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW

Fortsetzung

Land/Region	Projekttitle	
Region Afrika		
Regionalvorhaben südliches Afrika	Grenzüberschreitende Wasserversorgung Kunene	
Regionalvorhaben südliches Afrika	Grenzüberschreitende Naturschutzgebiete in der SADC (Southern African Development Community) und Stärkung der Kapazitäten und Kompetenzen des Direktorates Ernährungssicherung, Landwirtschaft und Natürliche Ressourcen – FANR	
Regionalvorhaben südliches Afrika	Grenzüberschreitendes Wassermanagement in SADC	
Regionalvorhaben Sahelzone	Sahelfazität	
Regionalvorhaben Tschadseebecken	Programm Nachhaltiges Wassermanagement Tschadseebecken	
Regionalvorhaben Tschadseebecken	Programm Nachhaltiges Wassermanagement Tschadseebecken	
Regionalvorhaben Westafrika	Agrarwirtschaftsförderung	
Sao Tome und Principe	Ländliche Elektrifizierung in Sao Tomé	
Senegal	Programm zur Förderung der ländlichen Elektrifizierung und nachhaltigen Bereitstellung von Haushaltsbrennstoffen	
Simbabwe	Kommunale Wasser- und Sanitärversorgung	
Südafrika	Energieeffizienz und erneuerbare Energien	
Südafrika	Programm Erneuerbare Energien in Southern African Power Pool (SAPP) III	
Südafrika	Offenes Programm Energieeffizienz	
Südafrika	Schwerpunktprogramm Klima und Energie	
Sudan	Entwicklung des städtischen Wasser- und Sanitärsektors im Süd-Sudan	
Tunesien	Förderung regenerativer Energien und der Energieeffizienz	
Tunesien	Programm Siedlungsabfalldéponie III	
Tunesien	Programm Siedlungsabfalldéponie III	

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in Euro	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in US-Dollar	Finanzinstrument	Themenbereich	Sektor	Durchführungsorganisation
	2.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	5.000.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Bio-diversität	GIZ
	6.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	10.700.000,00		Zuschuss	Anpassung	Landwirtschaft	KfW
	2.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	2.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	BGR
	6.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Landwirtschaft	KfW
	95.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	1.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	2.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	20.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	7.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	14.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	10.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	500.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	2.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	1.750.000,00		Darlehen ¹	Minderung	Andere: Abfallwirtschaft	KfW
	500.000,00		Zuschuss	Minderung	Andere: Abfallwirtschaft	KfW

¹ Diese beziehen sich auf als öffentliche Entwicklungshilfe anrechenbare Darlehen zu besonders günstigen Konditionen mit einer Laufzeit von 40 Jahren und einem Zinssatz von 0,75 Prozent, bei denen die Rückzahlung erst nach 10 Jahren beginnt.

Fortsetzung

Land/Region	Projekttitle	
Uganda	Programm Förderung erneuerbarer Energien und Energieeffizienz IV	
Uganda	Programm Unterstützung der Fazilität zur Entwicklung der Wasser- und Sanitärversorgung	
Uganda	Programm Entwicklung des Wasser- und Sanitärsektors II	
Uganda	Programm Entwicklung des Wasser- und Sanitärsektors	
Uganda	Programm Förderung von erneuerbaren Energien und Energieeffizienz	
Gesamt Region Afrika		
Region Asien/Nahost/ Südosteuropa		
Afghanistan	Städtische Wasserversorgung in Nord-Afghanistan	
Afghanistan	Wasserversorgung Kabul II	
Afghanistan	Programm Dezentrale Stromversorgung durch erneuerbare Energien	
Afghanistan	Netzanbindung nördliche Städte und Gemeinden	
Afghanistan	Programm Dezentrale Stromversorgung durch erneuerbare Energien	
Afghanistan	Programm zur Verbesserung der Wasserversorgung	
Asien	End-Verbraucher-Finanzierung für den Zugang zu Sauberen Energie-Technologien in Süd- und Südost-Asien (FACET)	
Albanien	400-kV-Übertragungsleitung Albanien-Mazedonien	
Albanien	Programm Kommunale Infrastruktur II	
Albanien	Wassersektorreform	
Albanien	Umweltschutzprogramm Ohridsee – Abwasserentsorgung Pogradec	

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in Euro	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in US-Dollar	Finanzinstrument	Themenbereich	Sektor	Durchführungsorganisation
	20.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	10.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	10.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	6.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	6.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	589.963.750,00					
	5.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	5.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	5.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	30.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	4.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	3.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	5.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Innovative Finanzierungsinstrumente	UNEP
	5.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	1.500.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	1.500.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	2.000.000,00		Darlehen ¹	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW

¹ Diese beziehen sich auf als öffentliche Entwicklungshilfe anrechenbare Darlehen zu besonders günstigen Konditionen mit einer Laufzeit von 40 Jahren und einem Zinssatz von 0,75 Prozent, bei denen die Rückzahlung erst nach 10 Jahren beginnt.

Fortsetzung

Land/Region	Projekttitel	
Region Asien/Nahost/ Südosteuropa		
Albanien	Abfallentsorgung Südost-Albanien	
Armenien	Programm zur Förderung erneuerbarer Energien und Energieeffizienz III	
Aserbaidschan	Schwerpunktprogramm Energie; Komponente Offenes Programm zur Förderung erneuerbarer Energien	
Aserbaidschan	Schwerpunktprogramm Umwelt, Komponente Klimafreundliche Abfallwirtschaft	
Bangladesch	Klimaangepasste Stadtentwicklung in Khulna	
Bangladesch	Programm erneuerbare Energie und Energieeffizienz	
Bosnien-Herzegowina	Wasserver- und Abwasserentsorgung BiH II	
Bosnien-Herzegowina	Förderung erneuerbarer Energien	
Bosnien-Herzegowina	Energiesektorprogramm V (Wasserkraft)	
China	Umstellung der XPS-Schaumproduktion von fluorierten Gasen auf klimafreundliche CO ₂ -Technologie	
China	Energieeffizienzinvestitionen im industriellen Bereich in China	
China	Klimaschutz durch Energieeffizienz in Gebäuden - Baselinestudie für Heizenergiebedarf im Wohnungsbestand Nordchinas als Grundlage für einen Carbon Exchange	
China	„Low Carbon Development“ durch Energieeffizienzmaßnahmen in der Provinz Jiangsu	
China	Transportation Demand Management in Peking - Minderung von Emissionen im städtischen Verkehr	
China	Demonstrationsvorhaben in China zur Umrüstung einer Produktionsanlage zur Herstellung von Raumklimageräten	
Fidschi, Vanuatu, Salomon-Inseln, Papua-Neuguinea	Klimaschutz durch Walderhalt in pazifischen Inselstaaten	
Indien	Förderung eines kohlenstoffarmen Transportwesens in Indien	
Indien	Solar Mapping und Monitoring (SolMap)	
Indien	Finanzierungsprogramm Forschungsk Kooperation im Bereich innovativer Klimaschutztechnologie	

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in Euro	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in US-Dollar	Finanz-instrument	Themenbereich	Sektor	Durchführungs-organisation
	2.700.000,00		Zuschuss	Minderung	Andere: Abfallwirtschaft	KfW
	6.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	14.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	2.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Andere: Abfallwirtschaft	KfW
	2.250.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Stadtentwicklung und -verwaltung	KfW
	2.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	3.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	9.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	4.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	3.100.000,00		Zuschuss	Minderung	Klimarelevante Treibhausgase	GIZ
	432.026,00		Zuschuss	Minderung	Energieeffizienz	DEG – Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft mbH
	2.011.435,00		Zuschuss	Minderung	Energieeffizienz/Erneuerbare Energien	GIZ
	3.036.604,00		Zuschuss	Minderung	Energie	GIZ
	2.015.324,00		Zuschuss	Minderung	Transport	GIZ
	3.166.456,00		Zuschuss	Minderung	Industrie	GIZ
	4.934.880,00		Zuschuss	REDD+	Erhalt, nachhaltige Nutzung und Wiederherstellung natürlicher Kohlenstoffsinken mit REDD-Relevanz	GIZ
	1.955.857,00		Zuschuss	Minderung	Transport	UNEP
	1.948.300,00		Zuschuss	Minderung	Erneuerbare Energien	GIZ
	5.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieeffizienz/Erneuerbare Energien	KfW

Fortsetzung

Land/Region	Projekttitel	
Region Asien/Nahost/ Südosteuropa		
Indien	Energieeffizienz in öffentlichen Gebäuden und Infrastruktur	
Indien	Deutsch-Indisches Energieprogramm	
Indien	Förderung neuer erneuerbaren Energien (IREDA)	
Indien	Kreditlinie nachfrageseitige Energieeffizienz	
Indien	Anpassung an den Klimawandel in ländlichen Gebieten, Indien (CCA)	
Indien	Anpassung an den Klimawandel in Nordosten Indiens	
Indien	Umweltrelevante Stadtentwicklung über das Nationale Capital Region Planing Board	
Indonesien	Geothermieprogramm	
Indonesien	Politikberatung im Umwelt- und Klimaschutz	
Indonesien	Emissionsminderungsprogramm in Städten	
Indonesien	Energieeffizienz für nachhaltigen Tourismus in Pangandaran, Indonesien	
Indonesien	Datenbank zum Management von Klimaanpassungsinformationen und -daten	
Indonesien, Brasilien, Kolumbien	Landnutzungsplanung und nachhaltige Biomasseproduktion für den Klimaschutz	
Indonesien, Thailand, Vietnam	Verwundbarkeitsabschätzung und Anpassung an den Klimawandel für das Wasserressourcenmanagement in Küstenstädten Südostasiens	
Jemen	Integriertes Wasserressourcenmanagement (IWRM) – Geo-Umweltinformationen und Grundwassermonitoring	
Jordanien	Energieeffizienz für Gebäude	
Jordanien	Wasserressourcen-Management-Programm II	
Jordanien	Programm Bewirtschaftung Wasserressourcen	

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in Euro	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in US-Dollar	Finanz-instrument	Themenbereich	Sektor	Durchführungs-organisation
	6.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	500.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	17.981.938,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	8.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	375.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Ländliche Entwicklung	GIZ
	1.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Umweltschutz	GIZ
	8.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	40.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	875.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Umweltschutz	GIZ
	4.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Andere: Abfallwirtschaft	KfW
	1.217.391,00		Zuschuss	Minderung	Energieeffizienz/Erneuerbare Energien	United Nations World Tourism Organization – UNWTO
	2.104.546,00		Zuschuss	Anpassung	Anpassungsstrategien	GIZ
	2.726.999,00		Zuschuss	REDD+	Erhalt, nachhaltige Nutzung und Wiederherstellung natürlicher Kohlenstoffsenken mit REDD-Relevanz	World Wide Fund for Nature (WWF)
	90.000,00		Zuschuss	Anpassung	Anpassungsstrategien	Asian Institute of Technology (AIT)
	2.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	BGR
	10.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	9.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	6.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ

Fortsetzung

Land/Region	Projekttitel	
Region Asien/Nahost/ Südosteuropa		
Jordanien	Energieeffizienz im Wassersektor	
Kambodscha	Programm Erneuerbare Energien	
Kosovo	Kommunale Wasserver- und Abwasserentsorgung in Pristina III (Wasseraufbereitungsanlage)	
Laos	Programm Integrierte ländliche Entwicklung von Bergregionen II (RDMA II)	
Libanon	Rehabilitierung der Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung	
Mitgliedstaaten der Mekong-Kommission	Anpassung an den Klimawandel durch klimasensibles Hochwassermanagement im unteren Mekongbecken	
MENA	Solaratlas für das Mittelmeer	
MENA	Aus- und Weiterbildung für die Netzintegration erneuerbarer Energien in die Elektrizitätsversorgung ausgewählter Schwellen- und Entwicklungsländer (RE-GridSystem)	
Mongolei	Programm Energieeffizienz II	
Mongolei	Energieeffizienz in der netzgebundenen Energieversorgung	
Montenegro	Energieeffizienz in öffentlichen Gebäuden	
Nepal	Programm zur Förderung von Energieeffizienz und erneuerbaren Energien	
Nepal	Förderung produktiver Kleinwasserkraftnutzung	
Nepal	Programm Armutsminderung in ausgewählten ländlichen Gebieten Nepals	
Pakistan	Investitionsprogramm Mittlere Wasserkraftvorhaben Khyber-Pakthunkwa	
Palästinensische Gebiete	Wasserprogramm	
Philippinen	Programm zum nachhaltigen Management natürlicher Ressourcen (Umweltsektorprogramm) II	
Philippinen	Wald- und Klimaschutz auf Panay	

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in Euro	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in US-Dollar	Finanzinstrument	Themenbereich	Sektor	Durchführungsorganisation
	6.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Wasser und Abwasser	KfW
	700.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	3.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	375.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Ländliche Entwicklung	GIZ
	1.500.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	3.200.000,00		Zuschuss	Anpassung	Anpassungsstrategien	GIZ
	2.154.750,00		Zuschuss	Minderung	Erneuerbare Energien	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
	1.768.982,00		Zuschuss	Minderung	Erneuerbare Energien	Renewables Academy (RENAC) AG
	8.500.000,00		Darlehen ¹	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	1.700.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	2.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	2.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	100.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	825.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Ländliche Entwicklung	GIZ
	4.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	1.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	1.300.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Umweltschutz	GIZ
	1.965.782,00		Zuschuss	Anpassung	Schutz/ nachhaltige Nutzung klimarelevanter Biodiversität mit Schwerpunkt REDD	GIZ

¹ Diese beziehen sich auf als öffentliche Entwicklungshilfe anrechenbare Darlehen zu besonders günstigen Konditionen mit einer Laufzeit von 40 Jahren und einem Zinssatz von 0,75 Prozent, bei denen die Rückzahlung erst nach 10 Jahren beginnt.

Fortsetzung

Land/Region	Projekttitle	
Region Asien/Nahost/ Südosteuropa		
Philippinen und Indien	Städte in Asien entwickeln Aktionspläne für die Anpassung an den Klimawandel	
Regionalvorhaben Asien	ASEAN Biodiversitätszentrum – Biodiversität und Klimawandel	
Regionalvorhaben Asien	Fast-Start-Finanzierung zur Anpassung an den Klimawandel in Asien	
Regionalvorhaben Kaukasus	Kaukasus-Initiative: Wiederaufforstung im Südkaukasus	
Regionalvorhaben Kaukasus	Schwerpunktprogramm Umwelt, Komponente Transboundary Joint Secretariat	
Regionalvorhaben Kaukasus	Schwerpunktprogramm Umwelt, Komponente Nachhaltige Ressourcenbewirtschaftung	
Regionalvorhaben Mekongregion	Unterstützung von Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel in der Mekong-Region	
Regionalvorhaben Mekongregion	Unterstützung der Mekong River Commission für armutsorientierte nachhaltige Wasserkraftentwicklung	
Regionalvorhaben Nahost	Regionale Zusammenarbeit mit der ESCWA im Wassersektor in Nahost	
Regionalvorhaben Pazifik	Anpassungen an den Klimawandel in der pazifischen Inselregion	
Regionalvorhaben Asien (ASEAN)	Regionales Climate Change Program	
Regionalvorhaben Südosteuropa	Offener Regionalfonds Energieeffizienz	
Regionalvorhaben Zentralasien	Programm zur nachhaltigen Nutzung natürlicher Ressourcen	
Serbien	Förderung kommunaler Investitionen in Energieeffizienz- und Umweltmaßnahmen	
Serbien	Biomasseheizkraftwerk	
Serbien	Energieeffizienz durch umweltgerechtes Kohlequalitätsmanagement	
Serbien	Energieeffizienzberatung	
Timor-Leste	Förderung der ländlichen Entwicklung	

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in Euro	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in US-Dollar	Finanzinstrument	Themenbereich	Sektor	Durchführungsorganisation
	1.638.953,00		Zuschuss	Anpassung	Anpassungsstrategien	ICLEI European Secretariat GmbH
	3.200.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Biodiversität	GIZ
	2.700.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Ländliche Entwicklung	GIZ
	4.825.000,00		Zuschuss	Andere	Erhalt, nachhaltige Nutzung und Wiederherstellung natürlicher Kohlenstoffsenken mit REDD-Relevanz	KfW
	2.500.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Biodiversität	KfW
	250.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Biodiversität	GIZ
	625.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	2.500.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	500.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	750.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Umweltschutz	GIZ
	750.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Umweltschutz	GIZ
	3.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	750.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Biodiversität	GIZ
	3.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	2.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	4.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	2.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	2.437.500,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Ländliche Entwicklung	GIZ

Fortsetzung

Land/Region	Projekttitle	
Region Asien/Nahost/ Südosteuropa		
Türkei	Ressourceneffiziente und klimagerechte Nutzung tierischer Abfälle in der Türkei	
Türkei	Kreditprogramm Klimaschutz	
Ukraine	Kommunales Klimaschutzprogramm II	
Ukraine	Energieeffizienz in Gebäuden	
Vietnam	Unterstützung des MoIT bei dem Ausbau erneuerbarer Energien in Vietnam	
Vietnam	Fördermechanismen von REDD+ zum Erhalt der biologischen Vielfalt	
Vietnam	Innovative Finanzierung für die Stärkung der Widerstandsfähigkeit der Bevölkerung in den Küstengebieten Vietnams	
Vietnam	Anpassung an den Klimawandel durch Förderung der Biodiversität in der Provinz Bac Lieu, Vietnam	
Vietnam	Gas- und Dampfkombikraftwerk O Mon (O Mon IV)	
Vietnam	Armutsminderung im ländlichen Raum/Kooperation mit IFAD	
Vietnam	Integrierter Küsten- und Mangrovenwaldschutz Mekong-Provinzen zur Anpassung an den Klimawandel	
Vietnam	Armutsbekämpfung im ländlichen Raum	
Vietnam	Umweltschutz und Management natürlicher Ressourcen in der Dak-Nong-Provinz	
Vietnam	Verbesserung des Grundwasserschutzes	
Vietnam	Programm zur Förderung nachhaltiger Waldbewirtschaftung, Handel und Vermarktung wichtiger Waldprodukte	
Gesamt Region Asien/Nahost/ Südosteuropa		
Region Lateinamerika/ Karibik		
Brasilien	Solar WM 2014 Brasilien, BNDES	
Brasilien	Offenes Programm 4 E (Eletrobras)	
Brasilien	Amazonienfonds	

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in Euro	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in US-Dollar	Finanzinstrument	Themenbereich	Sektor	Durchführungsorganisation
	2.534.471,87		Zuschuss	Minderung	Abfall	GIZ
	4.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieeffizienz/ Erneuerbare Energien	KfW
	5.000.000,00		Darlehen ¹	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	1.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	3.012.168,00		Zuschuss	Minderung	Erneuerbare Energien	GIZ
	933.371,00		Zuschuss	REDD+	Erhalt, nachhaltige Nutzung und Wiederherstellung natürlicher Kohlenstoffsenken mit REDD-Relevanz	SNV Vietnam
	1.237.918,00		Zuschuss	Anpassung	Versicherungslösungen	SNV Vietnam
	3.528.706,00		Zuschuss	Anpassung	Anpassungsstrategien	GIZ
	12.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	1.500.000,00		Zuschuss	Anpassung	Ander: Ländliche Entwicklung	GIZ
	875.000,00		Zuschuss	Anpassung	Ander: Umweltschutz	GIZ
	300.000,00		Zuschuss	Anpassung	Ander: Ländliche Entwicklung	GIZ
	400.000,00		Zuschuss	Ander	Ander: Biodiversität	GIZ
	2.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	BGR
	1.250.000,00		Zuschuss	Minderung	Forstwirtschaft	GIZ
	377.798.809,00					
	10.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	10.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	3.000.000,00		Zuschuss	Ander	Ander: Umweltschutz	KfW

¹ Diese beziehen sich auf als öffentliche Entwicklungshilfe anrechenbare Darlehen zu besonders günstigen Konditionen mit einer Laufzeit von 40 Jahren und einem Zinssatz von 0,75 Prozent, bei denen die Rückzahlung erst nach 10 Jahren beginnt.

Fortsetzung

Land/Region	Projekttitel	
Region Lateinamerika/ Karibik		
Brasilien	Solarhybride Mikroturbinensysteme für Kraft-Wärme-Kopplung zur agroindustriellen Strom- und Wärmeerzeugung (SMILE)	
Brasilien	Monitoring klimarelevanter Biodiversität auf Schutzgebietsebene unter Berücksichtigung von Minderungs- und Anpassungsmaßnahmen	
Brasilien	Kühlschrankrecycling-Programm	
Chile	Durchführung einer Fast-Track-Klimafinanzierung – Erarbeitung von Vorschlägen für länderspezifische Klimaschutzmaßnahmen (NAMAs)	
Chile	Energieeffizienz und Kraft-Wärme-Kopplung in öffentlichen Krankenhäusern	
Costa Rica	Marine und Küstenbiodiversität Costa Ricas - Kapazitätsaufbau und Anpassung an den Klimawandel	
El Salvador, Mexiko, Costa Rica, Panama	Handlungsfähigkeit angesichts des Klimawandels: Entwicklung von ökosystembasierten Anpassungsstrategien an den Klimawandel in Mittelamerika, die auf die Region und das Land zugeschnittenen sind	
Guatemala	Verbesserung des Schutzgebietsmanagements - Life Web	
Kolumbien	Naturschutzgebiete	
Kolumbien	Erneuerbare Energien und Energieeffizienz	
Kolumbien	Kommunaler Umweltschutz	
Kolumbien	Umweltprogramm	
Mexiko	Deutsch-Mexikanische Klimaschutzallianz	
Mexiko	Klimawandel und Schutzgebietsmanagement	
Nicaragua	Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung Granada	
Nicaragua	Nachhaltiges Ressourcenmanagement und Förderung unternehmerischer Kompetenzen (MASRENACE)	
Nicaragua	Programm zur Effizienzverbesserung der Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung in Nicaragua	
Paraguay	Nachhaltiges Naturressourcenmanagement	
Peru	Abwasserentsorgung in Provinzstädten	
Peru	Sektorreformprogramm Umwelt	
Peru	Förderung von Tropenwald-Schutzgebieten PROFONANPE III	
Peru	Bewässerungsprogramm Apurímac – Projekt II Andahuaylas	

	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in Euro	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in US-Dollar	Finanz-instrument	Themenbereich	Sektor	Durchführungs-organisation
	1.734.308,00		Zuschuss	Minderung	Erneuerbare Energien	German Aero-Space Centre (DLR)
	4.040.402,01		Zuschuss	REDD+	Schutz/ nachhaltige Nutzung klimarelevanter Biodiversität mit Schwerpunkt REDD	GIZ
	6.041.226,00		Zuschuss	Minderung	Klimarelevante Treibhausgase	GIZ
	281.370,00		Zuschuss	Minderung	Klimapolitik	Ecofys Germany GmbH
	2.553.094,00		Zuschuss	Minderung	Energieeffizienz	GIZ
	3.531.504,00		Zuschuss	Anpassung	Kapazitätsaufbau	GIZ
	2.513.492,00		Zuschuss	Anpassung	Anpassungsstrategien	International Union for Conservation of Nature (IUCN)
	10.000.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Schutz der Biosphäre	KfW
	15.000.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Biodiversität	KfW
	10.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	KfW
	1.250.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Umweltschutz	KfW
	750.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Umweltschutz	GIZ
	3.533.335,00		Grant	Mitigation	Klimapolitik	GIZ
	4.040.408,00		Grant	REDD+	Erhalt, nachhaltige Nutzung und Wiederherstellung natürlicher Kohlenstoffsenken mit REDD-Relevanz	GIZ
	2.250.000,00		Darlehen ¹	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	187.500,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Ländliche Entwicklung	GIZ
	3.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	375.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Ländliche Entwicklung	GIZ
	4.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	6.000.000,00		Darlehen ¹	Andere	Landwirtschaft	KfW
	10.000.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Biodiversität	KfW
	1.000.000,00		Zuschuss	Anpassung	Landwirtschaft	KfW

¹ Diese beziehen sich auf als öffentliche Entwicklungshilfe anrechenbare Darlehen zu besonders günstigen Konditionen mit einer Laufzeit von 40 Jahren und einem Zinssatz von 0,75 Prozent, bei denen die Rückzahlung erst nach 10 Jahren beginnt.

Fortsetzung

Land/Region	Projekttitle	
Region Lateinamerika/ Karibik		
Peru	Sektorreformprogramm Siedlungswasserwirtschaft IV	
Peru	Programm nachhaltige ländliche Entwicklung	
Peru	Trinkwasser- und Sanitärprogramm PROAGUA	
Peru	Unterstützung beim Aufbau eines nationalen REDD-Systems in Peru	
Peru	Förderung des peruanischen Tropenwaldschutzprogramms „Conservando Juntos“	
Peru	Versicherungen für Kleinagrarkredite zur Anpassung an den Klimawandel	
Regionalvorhaben Andenraum	Klimaprogramm 2010 CAF	
Regionalvorhaben Andenraum	Anpassung an den Klimawandel im Andenraum	
Regionalvorhaben Karibik	Caribbean-Challenge-Initiative	
Regionalvorhaben Karibik	Unterstützung institutioneller Strukturen für die Förderung erneuerbarer Energien und Energieeffizienz in der Karibik	
Regionalvorhaben Karibik	Integriertes Management des grenzübergreifenden Wassereinzugsgebiets des Rio Libon (ehem. Biokorridor Karibik)	
Regionalvorhaben Karibik	Armutsminderung durch nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen im grenzüberschreitenden Einzugsgebiet Rio Artibonito	
Regionalvorhaben Karibik	Erneuerbare Energien Karibik (CREDP/GIZ)	
Regionalvorhaben Lateinamerika	Fast-Start-Finanzierung zur Anpassung den an Klimawandel in Lateinamerika	
Regionalvorhaben Lateinamerika/Karibik	Klimaschutz und Energie in Lateinamerika und der Karibik (Beratung der IDB)	
Regionalvorhaben Zentralamerika	Schutz von Meeresressourcen in Zentralamerika II (Marfund)	
Regionalvorhaben Zentralamerika	Naturwald Maya	
Regionalvorhaben Zentralamerika	Tropenwaldschutz und Wassereinzugsgebietsverwaltung in der Region Trifinio	
Summe Region Lateinamerika/Karibik		

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in Euro	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in US-Dollar	Finanzinstrument	Themenbereich	Sektor	Durchführungsorganisation
	5.000.000,00		Darlehen ¹	Anpassung	Wasser und Abwasser	KfW
	800.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Ländliche Entwicklung	GIZ
	3.250.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	6.300.000,00		Zuschuss	REDD+	Schutz/ nachhaltige Nutzung klimarelevanter Biodiversität mit Schwerpunkt REDD	KfW
	3.056.309,00		Zuschuss	REDD+	Schutz/ nachhaltige Nutzung klimarelevanter Biodiversität mit Schwerpunkt REDD	GIZ
	2.042.749,00		Zuschuss	Anpassung	Versicherungslösungen	GIZ
	14.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Andere: Umweltschutz	KfW
	75.000,00		Zuschuss	Anpassung	Landwirtschaft	GIZ
	4.000.000,00		Zuschuss	Andere	Biologische Vielfalt	KfW
	4.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	3.375.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Biodiversität	GIZ
	975.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Ländliche Entwicklung	GIZ
	750.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	700.000,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Umweltschutz	GIZ
	3.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	5.000.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Biodiversität	KfW
	2.000.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Biodiversität	GIZ
	4.000.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Biodiversität	GIZ
	176.028.869,96					

¹ Diese beziehen sich auf als öffentliche Entwicklungshilfe anrechenbare Darlehen zu besonders günstigen Konditionen mit einer Laufzeit von 40 Jahren und einem Zinssatz von 0,75 Prozent, bei denen die Rückzahlung erst nach 10 Jahren beginnt.

Fortsetzung

Land/Region	Projekttitel	
Region Global		
Global	Klimapartnerschaften mit der Wirtschaft/PPP-Programm im Bereich Klimaschutz Global	
Global	Fachlicher Dialog zu Intended Nationally Determined Contributions für ein 2015-Klima-abkommen im Rahmen der UNFCCC	
Global	Unterstützungsprogramm für nationale Klimafinanzierungsinstitutionen	
Global	Globaler Klimaschutzfonds	
Global	PREVENT – Unterstützung für Delegationen aus den am wenigsten entwickelten Ländern	
Global	Zivilgesellschaftliche Beteiligung und transparente Strukturen in der Post-2015-Anpassungsarchitektur: Förderung guter Anpassungspraxis aufbauend auf Erfahrungen des Anpassungsfonds	
Global	Sektorstudie Klima- und Kältetechnologie in Entwicklungsländern und Entwicklung von Methoden und Instrumenten zur Identifikation von Minderungspotenzialen und Durchführung als NAMAs	
Global	Integration von Genderaspekten bei der Anpassung an den Klimawandel und der kohlenstoffarmen Entwicklung: Bewusstseinsbildung, Aufbau von Kapazitäten, Unterstützung nationaler und internationaler Politikprozesse	
Global	Transfer klimafreundlicher Transporttechnologien und -maßnahmen (TRANSfer II)	
Global	Beratungs- und Investitionsfonds zum Ozonschutz (Ozon-Fonds)	
Global	Energiepolitik in der Entwicklungszusammenarbeit	
Global	Fonds nachhaltiger Biodiversität	
Global	Internationale Wasserpolitik und Infrastruktur	
Global	Konventionsvorhaben Desertifikationsbekämpfung	
Global	Nachhaltige Ressourcennutzung in der Landwirtschaft	
Global	Politikberatung für nachhaltige Wasserkraftnutzung	
Global	Programm Agrarpolitik und Ernährungssicherung	
Global	Programm Netzwerke und Wissensmanagement für die ländliche Entwicklung	
Global	Technologiekooperation im Energiesektor	
Global	Konzepte nachhaltiger Abfall- und Kreislaufwirtschaft	
Global	Unterstützung internationaler walddrelevanter Programme (IWRP)	
Global	Unterstützung von Klimaschutzmaßnahmen in Entwicklungsländern	
Summe Region Global		
Klimafinanzierung Gesamt		

Quelle: Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung.

	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in Euro	Klimarelevantes Fördervolumen des Vorhabens in US-Dollar	Finanzinstrument	Themenbereich	Sektor	Durchführungsorganisation
	4.023.609,00		Zuschuss	Minderung	Energieeffizienz/Erneuerbare Energien	DEG – Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft mbH
	149.994,00		Zuschuss	Minderung	Klimapolitik	UNEP
	2.435.975,00		Zuschuss	Minderung	Innovative Finanzierungsinstrumente	UNEP
	42.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Innovative Finanzierungsinstrumente	KfW
	1.824.399,00		Zuschuss	Anpassung	Anpassungsstrategien	Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) e. V.
	1.630.474,00		Zuschuss	Anpassung	Anpassungsstrategien	Germanwatch
	1.935.000,00		Zuschuss	Minderung	Klimapolitik	GIZ
	451.339,00		Zuschuss	Anpassung	Anpassungsstrategien	GenderCC – Women for Climate Justice
	5.500.000,00		Zuschuss	Minderung	Transport	GIZ
	1.975.000,00		Zuschuss	Minderung	Andere: Umweltschutz	GIZ
	1.000.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	6.000.000,00		Zuschuss	Andere	Andere: Biodiversität	KfW
	390.000,00		Zuschuss	Anpassung	Wasser und Abwasser	GIZ
	161.250,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Umweltschutz	GIZ
	2.493.750,00		Zuschuss	Anpassung	Landwirtschaft	GIZ
	330.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	2.340.000,00		Zuschuss	Anpassung	Landwirtschaft	GIZ
	195.000,00		Zuschuss	Anpassung	Landwirtschaft	GIZ
	2.170.000,00		Zuschuss	Minderung	Energieerzeugung und -versorgung	GIZ
	490.000,00		Zuschuss	Minderung	Andere: Abfallwirtschaft	GIZ
	400.000,00		Zuschuss	Andere	Forstwirtschaft	GIZ
	220.900,00		Zuschuss	Anpassung	Andere: Umweltschutz	GIZ
	38.343.918,00					
	1.187.352.165,96					

6.2 Multilaterale Zusammenarbeit

6.2.1 Die Globale Umweltfazilität (GEF)

Die Globale Umweltfazilität (GEF) ist unter anderem der finanzielle Mechanismus der Klimarahmenkonvention und finanziert die Zusatzkosten von Klimaschutzmaßnahmen mit globalem Umweltnutzen in Entwicklungsländern.

Deutschland ist im GEF-Rat mit Sitz und Stimme vertreten. In der 5. Wiederauffüllungsperiode (2010 bis 2014) des GEF Trust Funds hat Deutschland 347 Millionen Euro zugesagt. Davon waren insgesamt rund 40 Prozent für den Umweltförderbereich Klimawandel sowie für weitere klimarelevante Vorhaben anderer Förderbereiche vorgesehen. Deutschland ist mit einem Anteil in Höhe von 13,5 Prozent nach den USA und Japan der drittgrößte Geber der GEF.

Tabelle 73: Beiträge Deutschlands zur Globalen Umweltfazilität (GEF)

Deutscher Beitrag	Jahresdurchschnitt	Jahresdurchschnitt
2010 bis 2014	2010 bis 2014	2010 bis 2014
		Klimawandel ¹⁾
347 Mio. €	86,75 Mio. €	34,7 Mio. €

[1] Er umfasst die Mittel für den Schwerpunkt „Klima“ sowie weitere klimarelevante Vorhaben anderer Schwerpunktbereiche.

Quelle: BMZ.

Durch den „Bonner Beschluss“ vom Juli 2001 zur Umsetzung der Klimarahmenkonvention und des Kyoto-Protokolls wurden zwei neue Fonds für Aufgaben des Klimaschutzes unter der GEF geschaffen: der Least Developed Countries Fund (LDCF) sowie der Special Climate Change Fund (SCCF). Auf diese beiden Fonds wird unter 6.2.2 und 6.2.3 näher eingegangen.

6.2.2 Fonds für die am wenigsten entwickelten Länder (Least Developed Countries Fund, LDCF)

Der LDCF finanziert Maßnahmen im Bereich Anpassung an den Klimawandel in den nach VN-Definition am wenigsten entwickelten Ländern (LDCs). Insgesamt

belaufen sich die deutschen Zusagen auf 115 Millionen Euro. Deutschland ist damit größter Geber im LDCF (Stand: März 2013). Der LDCF finanziert die völkerrechtlich vereinbarte Erarbeitung von Nationalen Aktionsprogrammen zur Anpassung an den Klimawandel (NAPAs) und unterstützt damit die Schaffung von Kapazitäten der LDCs im Anpassungsbereich. Zur Umsetzung der Aktionsprogramme werden zudem konkrete Projektmaßnahmen finanziert.

6.2.3 Sonderfonds Klimawandel (Special Climate Change Fund, SCCF)

Der SCCF finanziert Projekte und Programme im Bereich Anpassung an den Klimawandel und Technologietransfer in Entwicklungsländern. Die Förderung dieser Themen erfolgt komplementär zum Umweltförderbereich Klimawandel des GEF Trust Funds.

Im Gegensatz zum LDCF steht der SCCF allen Entwicklungsländern offen und verfolgt damit einen breiteren Ansatz. Deutschland konzentriert die Unterstützung für den SCCF insbesondere auf den Bereich Anpassung an den Klimawandel.

Insgesamt belaufen sich die deutschen Zusagen für den SCCF auf 60 Millionen Euro. Deutschland ist damit auch größter Geber im SCCF (Stand: März 2013).

6.2.4 Klimainvestitionsfonds der Weltbank (Climate Investment Funds, CIFs)

2008 sind bei der Weltbank Klimainvestitionsfonds eingerichtet worden, die Entwicklungs- und Schwellenländern die Finanzierung von transformatorischen Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel ermöglichen sollen. Die G8-Staaten haben auf dem Gipfel von 2009 im japanischen Toyako Beiträge für die neuen Fonds in Höhe von über sechs Milliarden US-Dollar angekündigt. Insgesamt wurden bisher Beiträge in Höhe von 7,6 Milliarden US-Dollar zugesagt. Der deutsche Beitrag beläuft sich auf insgesamt 550 Millionen Euro.

Zusammen mit Mitteln der Weltbank, den regionalen Entwicklungsbanken und der Privatwirtschaft sollen durch die Fonds bis 2013 etwa 43 Milliarden US-Dollar zusätzlich für Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen in Entwicklungs- und Schwellenländern zur Verfügung gestellt werden.

Der Fonds für saubere Technologie (Clean Technology Fund, CTF), ein Unterfonds der CIFs, ist zurzeit mit über fünf Milliarden US-Dollar ausgestattet. Er finanziert

größere Programme für treibhausgasmindernde Technologien in fortgeschrittenen Entwicklungsländern. Insgesamt sollen damit 1,6 Milliarden Tonnen CO₂ eingespart werden. Mit einem Beitrag von 500 Millionen Euro zu diesem Fonds ist Deutschland viergrößter Geber.

Der Strategische Klimafonds (Strategic Climate Fund, SCF) unterteilt sich in mehrere Unterprogramme, so insbesondere das Pilotprogramm für Klimaanpassung (Pilot Program for Climate Resilience, PPCR): Besonders stark vom Klimawandel betroffene Entwicklungsländer sowie entwicklungsschwache Regionen werden mit Zuschüssen für Anpassungsprogramme unterstützt. Deutschland unterstützt das PPCR mit 50 Millionen Euro.

6.2.5 Adaptation Fund

Der Anpassungsfonds (AF, Adaptation Fund) wurde durch das Kyoto-Protokoll ins Leben gerufen, um diejenigen Entwicklungsländer, die besonders anfällig für die negativen Auswirkungen des Klimawandels sind, bei der Finanzierung von konkreten Projekten und Programmen zur Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen. Oftmals müssen sich diejenigen Länder an die Auswirkungen des Klimawandels anpassen, die nicht oder nur in einem sehr geringen Maße zum Klimawandel beitragen. Die verwundbarsten Länder emittieren wenig CO₂, müssen aber zunehmend mit den negativen Auswirkungen des Klimawandels umgehen. Im Jahr 2010 hat die Bundesregierung aus einem Titel des BMU zehn Millionen Euro in den Anpassungsfonds gezahlt und unterstützt damit Anpassungsprojekte weltweit.

6.2.6 Wald-Kohlenstoffpartnerschaftsfazilität (Forest Carbon Partnership Facility, FCPF)

Die FCPF ist eine multilaterale Lern- und Finanzierungsfazilität im REDD-Prozess, bestehend aus derzeit 18 Gebern und 36 Waldländern. Weitere 13 Länder haben die Aufnahme beantragt. Die Weltbank hat drei unterschiedliche Rollen: Treuhänder, Sekretariat und Umsetzer. Deutschland ist Initiator der FCPF (G8 Heiligendamm 2007) und mit Gesamtzusagen von 140,4 Millionen Euro (davon 130,4 Millionen Euro BMZ, 10 Millionen Euro BMU) nach Norwegen der zweitgrößte Geber.

Die FCPF besteht aus zwei Fonds:

- Readiness Fund zur Finanzierung von Studien, Trainings, Konsultationen mit Beteiligten und anderen mehr; bisheriger deutscher Beitrag (BMZ): 40,2 Millionen Euro.
- Carbon Fund zur Pilotierung ergebnisbasierter

Zahlungen für Emissionsreduktionen (Tonnen CO₂) bei noch zu bestimmenden Voraussetzungen/Kriterien nachgewiesenermaßen erfolgreich vermiedener Entwaldung. Bisher ist Costa Rica als einziger Länderkandidat ausgewählt; weitere potenzielle Kandidaten sind Vietnam, Nepal, Indonesien, Kolumbien, Mexiko, DRC, Äthiopien, Ghana; bisherige deutsche Beiträge: BMZ: 90,2 Millionen Euro; BMU: zehn Millionen Euro.

6.2.7 Grüner Klimafonds (Green Climate Fund, GCF)

Der Green Climate Fund (GCF) wurde durch die UNFCCC-Vertragsstaatenkonferenz in Cancún (COP 16) eingerichtet und in Durban (COP 17) operationalisiert. Der GCF ist in Ergänzung bestehender bi- und multilateraler Instrumente ein wichtiger neuer Baustein in der Architektur der internationalen Klimafinanzierung. Durch den GCF sollen die Entwicklungsländern finanzielle Unterstützung erhalten, um ihre Entwicklung möglichst kohlenstoffarm voranzutreiben und sich vor den Folgen des Klimawandels zu schützen. Deutschland ist einer der größten Klimafinanzierer weltweit (nach Japan). Angesichts der möglichen finanziellen Größe des Fonds (ab 2020 sollen 100 Milliarden US-Dollar jährlich für Klimafinanzierung mobilisiert werden, wovon ein signifikanter Teil durch diesen Fonds geleitet werden soll) muss auch Deutschland substanzielle Beiträge leisten. Für den Aufbau des Interim-Sekretariates und die Verwaltungskosten hat Deutschland 2012 282.000 US-Dollar beziehungsweise 216.426,27 Euro beigetragen (Übertragung aus dem Trust Fund des Transitional Committee) und 2013 noch mal 785.000 EUR.

6.2.8 Klimatechnologietransfer

Die Vertragsparteien des Klimarahmenabkommens haben bei den Klimaverhandlungen Ende 2010 in Cancún unter anderem beschlossen, den sogenannten Technologiemechanismus einzurichten. Er besteht aus einem politischen Teil, dem Technology Executive Committee (TEC), und einem Implementierungsteil, dem Climate Technology Centre and Network (CTCN).

CTCN bildet die Basis für eine intensiviertere Zusammenarbeit im Bereich klimarelevanter Technologien sowohl zur Minderung von Treibhausgasen als auch zur Anpassung an den Klimawandel und soll die Vernetzungsmöglichkeiten verbessern. CTCN ist seit Frühjahr 2013 operativ tätig. Es wird vom United Nations Environment Programme (UNEP) getragen; Kooperationspartner von UNEP ist die Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).

Tabelle 74: Beiträge zu multilateralen Institutionen

Multilaterale Institutionen:	2010	2011	2012
1. Weltbank			
Forest Carbon Partnership Facility (FCPF)	37,0 Mio. €	12,0 Mio. €	17,0 Mio. €
Anpassungsfonds	10,0 Mio. €	-	-
2. International Finance Corporation	-	-	-
3. African Development Bank			
4. Asian Development Bank			
5. European Bank for Reconstruction and Development			
6. Inter-American Development Bank			
7. United Nations Development Programme – specific programmes			
Thematic Trust Fund for Support to Energy and Environment for Sustainable Development	5,0 Mio. €		
8. United Nations Environment Programme – specific programmes			
Trust Fund for Ecosystem-Based Adaptation	10,0 Mio. €	-	-
UNEP Collaborating Center for Climate and Sustainable Energy Finance	0,75 Mio. €	0,75 Mio. €	
9. UNFCCC – Supplementary Fund	4,887 Mio. €	3,446 Mio. €	3,446 Mio. €
10. Green Climate Fund			0,216 Mio. €
11. Andere			
Montrealer Protokoll über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen	8,746 Mio. €	7,890 Mio. €	7,553 Mio. €
IPCC	0,294 Mio. €	0,294 Mio. €	0,294 Mio. €
UNFCCC	1,691 Mio. €	1,799 Mio. €	2,112 Mio. €

Multilaterale Beiträge zur Klimafinanzierung werden in Form von Auszahlungen berücksichtigt.

Quelle: BMZ.

Alle Unterzeichnerstaaten der Klimarahmenkonventionen wurden aufgerufen, eine National Designated Entity (NDE – nationale Kontaktstelle) als Anlaufstelle für das CTCN einzurichten. Die Bundesregierung hat das zuständige Fachreferat im BMWi (Referat IVC2) als nationale Kontaktstelle für Deutschland benannt. Die nationale Kontaktstelle dient als erste Anlaufstelle für alle Anfragen zu deutscher Technologie sowie für Anfragen deutscher Unternehmen und Investoren. Das BMWi hat bereits 2012 einen „Arbeitskreis Klimatechnologietransfer (AKT)“ gegründet, der die politische Arbeit zum Klimatechnologietransfer ressortübergreifend und unter Beteiligung von Wirtschaft und Wissenschaft flankieren soll.

Auch am Aufbau des Technologiemechanismus insgesamt hat sich die Bundesregierung aktiv beteiligt, indem sie seit 2011 den Vizevorsitzenden/Vorsitzenden von TEC gestellt hat.

6.2.9 Zusammenarbeit im Rahmen weiterer multilateraler Institutionen

Grundsätzlich werden bei multilateralen Organisationen die allgemeinen Beiträge zur Kapitalerhöhung und spezifische klimarelevante Zuwendungen von Mitgliedstaaten an multilaterale Entwicklungsbanken (Multilateral Development Banks – MDBs) in der DAC-Statistik aufgeführt. Über Daten zur länderspezifischen Mittelumsetzung der MDBs für klimarelevante Aktivitäten verfügt die DAC-Statistik bisher nicht. Für die Weltbank lassen sich auf Deutschland bezogene Daten nur indirekt über den deutschen Beitrag zur International Development Association (IDA) errechnen. Deutschlands Beitrag zu IDA belief sich in IDA15 2008 bis 2011 auf 1.931,73 Millionen US-Dollar (7,11 Prozent des Gesamtvolumens) und in IDA16 (2012 bis 2014) auf 1.860,80 Millionen US-Dollar (6,01 Prozent).

6.3 Projektbeispiele

6.3.1 Projektbeispiele zur Anpassung an den Klimawandel

Global – „Methodeninventar zur Klimaanpassung“

Das global angelegte Projekt „Methodeninventar zur Klimaanpassung“ der Deutschen GIZ GmbH und des Potsdam Instituts für Klimafolgenforschung (PIK) wurde 2011 durch die Internationale Klimaschutzinitiative implementiert. Es stellt Entscheidungsträgern in den Partnerländern ein erprobtes Methodeninventar für die Identifizierung, Analyse und Priorisierung von Anpassungsbedarfen und -maßnahmen zur Verfügung. Es unterstützt das Management klimarelevanter Daten und fördert den Aufbau eines Netzwerks zum Süd-Süd-Austausch für Anpassungsakteure. Damit befähigt das Projekt die Akteure vor Ort, strategische Entscheidungen zur Anpassung an den Klimawandel zu treffen. Das Projekt unterstützt auch die Entwicklung von Methoden, mit denen die Wirkungen von Anpassungsmaßnahmen nachgewiesen werden können. Das Projekt arbeitete in Grenada, Indien, Indonesien, Mexiko, Philippinen, Südafrika, Tunesien mit den zuständigen Ministerien bis Mai 2013 zusammen. Dafür stand ein Budget in Höhe von rund 2.479.000 Euro zur Verfügung.

Mauretanien – „Nationale Anpassungsplanung“

70 Prozent der Landesfläche Mauretaniens sind Wüste. Abnehmende Niederschläge, Dürren, zunehmende Desertifikation und abnehmende Süßwasserressourcen bedrohen in den letzten Jahrzehnten die Ernährungssicherung der Bevölkerung im dünn besiedelten Wüsten- und Sahelstaat Mauretanien. Der erwartete Anstieg des Meeresspiegels gefährdet zudem die in der Küstenzone lebende Bevölkerung sowie die für den Erhalt der Artenvielfalt wichtigen Lebensräume.

Mauretanien hat 2004 seine erste nationale Anpassungsplanung vorgelegt. Als eines der ersten Länder nimmt es nun eine Überarbeitung dieser Planung vor. Dabei wird es von der deutschen Entwicklungszusammenarbeit seit 2011 unterstützt. Experten der GIZ GmbH beraten den nationalen Koordinator bei der Weiterentwicklung des nationalen Aktionsprogramms zu einem längerfristig und strategisch orientierten Ansatz (NAP) sowie bei der Förderung eines Ansatzes zum gemeinschaftlichen Management von Wald- und Weidewasserressourcen durch die lokale Bevölkerung. Letzteres hat in den

Interventionsregionen bereits zu einer nachweisbaren Verbesserung der Vegetationsbedeckung geführt. Auch bei periodisch abnehmenden Niederschlägen konnte die Vegetation durch verbesserte Managementmethoden der Ressourcen bisher stabilisiert werden. Das Vorhaben hatte eine Laufzeit von 2011 bis 2013 und ein Förder-volumen von 11,5 Millionen Euro. Politischer Partner ist das mauretanische Ministerium für Umwelt und Nachhaltige Entwicklung.

6.3.2 Projektbeispiele zur Minderung von Treibhausgasen

Marokko – „Unterstützung des marokkanischen Solarplans“

Die marokkanische Regierung hat mit ihrem 2009 vorgelegten Solarplan signalisiert, dass sie ein engagierter Partner auf dem Weg zu einer nachhaltigen Stromversorgung sein möchte. Ziel ist es, fünf Solarkraftwerke mit einer Kapazität von insgesamt 2.000 Megawatt zu erstellen. Damit könnten 18 Prozent der jährlichen Stromproduktion gedeckt werden.

Die Bundesregierung ist bei diesen ambitionierten Plänen ein zentraler Partner für Marokko. Sie unterstützt das Pilotvorhaben in Ouarzazate: Die Errichtung eines 500-Megawatt-solarthermischen Kraftwerks wird von Deutschland durch einen Finanzierungsbeitrag unterstützt. Der Vertrag über die erste Ausbaustufe wurde am 19. November 2012 im Beisein des marokkanischen Königs unterschrieben. Die Bundesregierung ist an dem Vorhaben sowohl bi- als auch multilateral beteiligt. Vor allem über den Fonds für saubere Technologien (Clean Technology Fund, CTF) wird dieses Projekt multilateral unterstützt. Das BMZ trägt hier als viertgrößter Geber bei und arbeitet gemeinsam mit Weltbank und Afrikanischer Entwicklungsbank mit dem marokkanischen Partner zusammen. Volumen: 700 Millionen Euro konzessionäres Darlehen sowie multilaterale Beiträge zum Clean Technology Fund.

Thailand – „Nationaler Energieeffizienzplan als Kernelement einer Emissionsminderungsstrategie“

Das Projekt wird durch IKT gefördert und von der GIZ umgesetzt. Das Vorhaben unterstützt die thailändische Regierung dabei, konkrete Maßnahmen und Instrumente zur Umsetzung des Energieeffizienzplans in der Industrie und im Gebäudebereich zu entwickeln und durchzuführen. So wird vor allem die Datenbasis zu

sektorspezifischen Energieverbräuchen und Einsparungen verbessert, um Potenziale der Effizienzsteigerung zu ermitteln, neue Anreizsysteme zu schaffen, das Energiemanagement zu stärken und optimierte Standards und Kennzeichnungen zu etablieren. Außerdem erarbeiten und erproben die Projektpartner national angepasste Minderungsmaßnahmen (NAMAs). Durch eine Kofinanzierung der Europäischen Union können neben der politischen Beratung auch konkrete Pilotmaßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in klein- und mittelständischen Unternehmen (KMUs) der Automobilzulieferindustrie umgesetzt werden. Das Projekt hat eine Laufzeit von 2012 bis 2015 und ein Fördervolumen von rund 3.000.000 Euro.

6.3.3 Projektbeispiele REDD+

Indonesien – „REDD in Indonesien“

Das indonesisch-deutsche Wald- und Klimaschutz-Programm wird im Auftrag des BMZ gemeinsam vom indonesischen Forstministerium, der GIZ und der KfW umgesetzt. Die technische Zusammenarbeit berät bei der Entwicklung von Strategien und Regelwerk für die Umsetzung von REDD+ und unterstützt die Forstverwaltungsreform, mit der die Verantwortung für die Bewirtschaftung der Wälder in dezentrale, staatliche Strukturen gelegt wird. Statt nur über die Vergabe von Lizenzen soll der Wald zukünftig auf der Grundlage langfristiger Managementpläne bewirtschaftet werden. Bisher nicht lizenzierte, sogenannte „open access“-Flächen, die keiner Kontrolle unterliegen, werden einer geregelten Bewirtschaftung unterzogen, Konzessionäre besser kontrolliert und Zugangs- und Nutzungsrechte für lokale Gemeinden erleichtert.

Die im Rahmen der deutschen finanziellen Zusammenarbeit über die KfW-Entwicklungsbank durchgeführten Komponenten konzentrieren sich auf die Umsetzung von REDD+-Maßnahmen. Der Fokus der Demonstrationsaktivitäten liegt auf der Förderung nachhaltiger Landnutzung von im und am Wald lebenden Dorfgemeinschaften, Unterstützung von Gemeindewäldern, Förderung nachhaltiger Bewirtschaftungspraktiken in privatwirtschaftlich geführten Forstkonzessionen sowie Unterstützung von Naturschutzaktivitäten. Geplant ist eine Erweiterung auf Schutzgebiete in Sumatra, Sulawesi und Kalimantan. Der deutsche Beitrag beträgt 16,8 Millionen Euro für technische Unterstützung (2009 bis 2014) sowie Investitionen von 2011 bis 2018 in Höhe von 20 Millionen Euro (1. Phase).

Kolumbien – „Pilotierung eines Nested-REDD+-Mechanismus für erfolgsbasierte Zahlungen auf nationaler, Provinz- und Projektebene“

Mit Unterstützung der Ikl führt das „Winrock International Institute for Agricultural Development“ in Kolumbien das Projekt „Pilotierung eines Nested-REDD+-Mechanismus für erfolgsbasierte Zahlungen auf nationaler, Provinz- und Projektebene in Kolumbien“ durch. Die Hauptaufgaben des Anfang 2013 gestarteten Projektes bestehen in der Durchführung einer ersten übergeordneten technischen Beurteilung, um gefährdete Regionen oder administrative Untereinheiten für die Entwicklung subnationaler Referenzlevels zu identifizieren. Das Projekt wird bis Ende 2016 zusammen mit dem Ministerium für Umwelt und nachhaltige Entwicklung (MADS) und dem Institut für Hydrologie, Meteorologie und Umweltwissenschaften (IDEAM) durchgeführt und hat ein Fördervolumen in Höhe von rund 1.453.568,00 Euro.

7 Forschung, Entwicklung und systematische Beobachtung

Deutschland hat eine lange Tradition, Wissenschaft und Technologie für die Sache der Nachhaltigkeit einzusetzen. Das Mitte 2004 vom Bundeskabinett verabschiedete Rahmenprogramm „Forschung für die Nachhaltigkeit“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) setzt die im April 2002 vom Bundeskabinett verabschiedete „Nationale Nachhaltigkeitsstrategie“ der Bundesregierung forschungsförderpolitisch um, indem es Nachhaltigkeit als Motor für Innovationen in Staat, Wirtschaft und Gesellschaft begreift. 2010 wurde das neue Rahmenprogramm „Forschung für nachhaltige Entwicklungen“ veröffentlicht, mit dem aktuelle Schwerpunkte der Nachhaltigkeitsforschung gesetzt wurden. Im Vergleich zum Jahr 2005 hat die Bundesregierung das Budget für die Projektförderung zur Nachhaltigkeitsforschung fast verdoppelt.

Innerhalb der Bundesregierung betreiben das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) Forschungsförderung auf dem Gebiet der erneuerbaren Energien. Forschung für Nachhaltigkeit, darunter auch die Forschung zum Thema „Globaler Wandel“, erfolgt in Deutschland zu einem großen Teil mit Fördermitteln des BMBF und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Die Forschungsförderung erfolgt als Projektförderung oder als institutionelle Förderung. Im institutionellen Bereich erstreckt sich die Förderung der Klimaforschung über verschiedene Institute bei der Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren (HGF), Einrichtungen der Max-Planck-Gesellschaft (MPG), der Fraunhofer-Gesellschaft (FhG) und der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (WGL).

BMBF und DFG werden in wissenschaftlichen Fragen zum globalen Wandel zudem durch das deutsche Nationale Komitee für Global Change Forschung (NKGCF) beraten, das die deutsche Beteiligung an der Erforschung des globalen Umweltwandels im Rahmen der programmübergreifenden Initiativen Earth System Science Partnership (ESSP) und Future Earth sowie der vier hier eingebundenen internationalen Forschungsprogramme zum globalen Wandel (World Climate Research Programme [WCRP], International Geosphere-Biosphere Programme [IGBP], International Human Dimensions Programme on Global Environmental Change [IHDP] sowie das internationale

Biodiversitätsforschungsprogramm DIVERSITAS) koordiniert. Das NKGCF sieht einen Schwerpunkt seiner Arbeit in der Entwicklung sektorübergreifender, interdisziplinärer und integrativer Forschungskonzepte. Im Jahr 2013 wird das „Deutsche Komitee für Nachhaltigkeitsforschung in Future Earth“ (DKN-FutureEarth) das NKGCF ablösen und als Beratungsgremium und künftiger nationaler Ansprechpartner für die internationalen Entwicklungen und Aktivitäten im Rahmen von Future Earth zur Verfügung stehen. Hauptaufgabe des Gremiums ist, den Entwicklungsprozess von „Future Earth“ mitzugestalten. Das DKN-FutureEarth unterstützt unter anderem bei der Identifizierung gesellschaftsrelevanter Forschungsthemen im sogenannten Co-Design (dem Dialog zwischen Wissenschaft, Gesellschaft und Forschungsförderern), bei der Konzeption integrativer Forschung sowie der Anbindung beziehungsweise Verbindung deutscher Forscher der natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Bereiche.

Das Potenzial Deutschlands für einen integrierten Beitrag der Wissenschaft zum Klimaschutz ist groß: Seine Forschungslandschaft und wissenschaftliche Infrastruktur gehört zur Weltspitze in der Klima- und Nachhaltigkeitsforschung sowie bei Umwelt- und Energietechnologien. Deutsche Unternehmen bieten Produkte und Leistungen an, die umwelt- und energietechnologisch auf dem allerneuesten Stand sind.

Mit der „Hightech-Strategie zum Klimaschutz“ beschreibt die Bundesregierung unter Federführung des BMBF einen neuen und um den Bereich Innovationsförderung erweiterten Forschungsansatz. Neben den forschungsbezogenen Ressorts werden hier erstmals auch fachübergreifend die umsetzungsorientierten Fachressorts zum Beispiel mit den Zukunftsthemen CO₂-neutrale, energieeffiziente und klimaangepasste Stadt oder auch nachhaltige Mobilität (BMVBS) in die Umsetzung von Forschungserkenntnissen eingebunden. Begleitet wird die Hightech-Strategie durch die Forschungsunion, einem breiten Spektrum von Akteuren aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik, mit der seit 2007 unter anderem eine übergreifende und interdisziplinäre Klimaforschungsstrategie begleitet wird. Als integrativer Teil der Hightech-Strategie für Deutschland stellt sie die Weichen für modernste energie- und ressourcensparende Handlungsoptionen.

Die zentralen Handlungsfelder sind:

- Ausbau der Wissensbasis als Grundlage für Klimaschutz und Anpassung,
- FuE und Demonstrationsvorhaben, die die technologischen Perspektiven für den Klimaschutz verbessern und die deutsche Wirtschaft auf diesem wichtigen internationalen Zukunftsmarkt stärken,
- Wissen über den Klimawandel und seine Folgen für Entscheidungen in Wirtschaft und Politik besser nutzbar zu machen,
- über einen internationalen Dialog und Kooperationen weltweit Verantwortung zu übernehmen,
- einen Ausgleich zwischen Zielen des Klimaschutzes und ökonomischem Wachstum und Wohlstand anzustreben,
- Entwicklung von ganzheitlichen Handlungs- und Gestaltungskorridoren durch Verbindung von Forschungserkenntnissen mit praktischen Umsetzungsmöglichkeiten.

Das verbindet die „Hightech-Strategie in Zusammenhang mit dem Klimaschutz“ mit den Zielen anderer Strategien zum Umgang mit dem Klimawandel, wie beispielsweise mit dem Energiekonzept, der Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie oder der „Deutschen Anpassungsstrategie“ (DAS) (vergleiche Kapitel 5).

Die deutsche Bundesregierung legte im Jahr 2011 mit dem 6. Energieforschungsprogramm „Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ die Grundlinien und Schwerpunkte ihrer Förderpolitik für die kommenden Jahre fest. Eine ausführliche Beschreibung dazu folgt in Kapitel 7.4.1.

Es werden dabei neben den Beiträgen zur Kostensenkung und Versorgungssicherheit bei der Umsetzung der Energiewende erhebliche Anstrengungen unternommen, Forschungskapazitäten und Kapital aus der Privatwirtschaft zu mobilisieren, um Innovationsprozesse für den Klimaschutz zu beschleunigen sowie Produkte und Dienstleistungen zügig zur Marktreife zu bringen. Zusätzlich zu dem Energieforschungsprogramm wurde beispielsweise im Rahmen der Hightech-Strategie zum Klimaschutz eine Reihe von Innovationsallianzen auf den Weg gebracht.

7.1 Klimasystem, Variabilität und Wechselwirkungen im Erdsystem

Um weitere Fortschritte beim Verständnis des Klimasystems und insbesondere seiner Variabilität und den Wechselwirkungen zwischen den Komponenten des Erdsystems zu erreichen, ist eine systematische Verbindung von Modellierung und Beobachtungen unabdingbar. Für eine hohe Aussagekraft der Messdaten setzt die Bundesregierung daher auf die kontinuierliche Langzeitbeobachtung der Prozesse in der Atmosphäre, der Ozeane und auf Landflächen. Hinzu kommt die detaillierte Untersuchung von Schlüsselprozessen, wie sie beispielsweise mit Hilfe der modernen Forschungsflugzeuge HALO und POLAR 5 sowie der Antarktisstation Neumayer III oder dem Forschungsschiff Maria S. Merian ermöglicht werden. Sie ergänzen die weltweite, nachhaltige Routineerfassung der wesentlichen Parameter des globalen Klimasystems durch in situ und fernerkundende Beobachtungsverfahren. Innovative Raumfahrttechnologien können zur Überwachung von Umweltschutzabkommen beitragen und erforderliche Daten zur Verbesserung der Prognosen des Klimawandels und seiner Auswirkungen liefern.

Mit zahlreichen BMBF-geförderten Projekten trägt Deutschland zur Erfüllung internationaler Forschungsprogramme bei: Weltklimaprogramm (WCRP), International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP), Global Environmental Observing System of Systems (GEOSS), Global Monitoring for Environment and Security (GMES, COPERNICUS), UN-Meerespolitik (zum Beispiel RIO+20).

Bereits heute ist Deutschland in Europa führend beteiligt in Klimaforschung und Erdbeobachtung aus dem All: Deutsche Missionen wie der Radarsatellit TerraSAR-X sowie das optische Satellitensystem RapidEye oder der in der fortgeschrittenen Entwicklung befindliche EnMAP-Satellit überwachen weltweit den Zustand des Poleises, der großen kontinentalen Gletscher, der Wüsten, der Regenwälder und der Ozeane. Das deutsch-französische MERLIN-Satellitenprojekt wird ab 2017 die globale Verteilung von Methan, einem sehr bedeutenden Treibhausgas, in der Atmosphäre messen. Daneben trägt die ESA-Initiative zur Überwachung des Klimawandels (CCI, Climate Change Initiative) signifikant zur Vereinheitlichung von globalen Klima-Daten bei. Deutschland finanziert circa ein Drittel dieses europäischen Programms. Die europäischen Wettersatellitensysteme MeteoSat und METOP werden unter deutsch-französischer Führung in der dritten Generation (METEOSAT) beziehungsweise zweiten

(METop) weiterentwickelt. Sie werden Ende des Jahrzehnts starten. Schließlich trägt auch das europäische Erdbeobachtungsprogramm Copernicus erheblich zur Überwachung des Klimasystems und Prognose der Klimafolgen bei. Fünf Satellitenfamilien (Sentinels) werden gegenwärtig gebaut und ab 2014 für den langfristigen Betrieb gestartet. Sechs spezielle Dienste werden routinemäßig wichtige Datenprodukte für Klimafragen zur Verfügung stellen. Deutschland ist auch hier im europäischen Verbund führend beteiligt.

7.1.1 Atmosphäre

Die Überwachung der Atmosphäre ist gesetzliche Aufgabe des DWD. Hierzu betreibt der DWD umfangreiche Beobachtungsnetze, zu denen neben klassischen meteorologischen und klimatologischen Beobachtungsstationen auch ein Netz von Wetterradaren gehört (siehe Abschnitt 7.2.1.1).

Die optimierte, synergetische Nutzung der Daten aller Beobachtungssysteme wird durch den Prozess der Datenassimilation als Bestandteil der numerischen Wettervorhersagesysteme erreicht. Diese Vorgehensweise kann auch mit sogenannten modellbasierten Reanalysen genutzt werden, um eine konsistente Beschreibung der atmosphärischen Parameter über längere Zeiträume zu erreichen. Für die globale Atmosphäre wird dies am Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage (EZMW) durchgeführt, an dem Deutschland beteiligt ist. Eine räumlich höhere Auflösung kann mit regionalen Reanalysen erreicht werden. Dieser Ansatz wird derzeit im Hans-Ertel-Zentrum für Wetterforschung des Deutschen Wetterdienstes an der Universität Bonn erprobt. Entwicklungen zur Verbesserung von Klimaprognosen und Klimaprojektionen erfolgen an verschiedenen deutschen Forschungseinrichtungen (siehe Abschnitt 7.1.5).

7.1.2 Meeres- und Polarforschung

Das BMBF-Rahmenprogramm „Forschung für nachhaltige Entwicklungen“ (FONA) sowie die Hightech-Strategie im Bedarfsfeld „Klima/Energie“ bilden gemeinsam den programmatischen Rahmen für die Aktivitäten in den Bereichen der Meeresforschung und der Polarforschung.

Die Themensetzung für die Meeresforschung beruht auf fünf übergeordneten Schwerpunkten:

- Das Meer im Klimasystem der Erde
- Strukturen und Funktionen mariner Ökosysteme
- Erkundung und nachhaltige Nutzung mariner Ressourcen

- Forschungen für das Integrierte Management der Küstenzonen, Anpassung an den Klimawandel
- Forschungs- und Beobachtungstechnik

Gemäß dem Rahmenprogramm FONA richten sich die meereswissenschaftlichen Aktivitäten überwiegend auf die Schlüsselregionen Deutsche Küsten, Südliches Afrika, Asien und Nordatlantik.

Die Schwerpunkte der Polarforschung lauten:

- Ozeanzirkulation und Klimadynamik
- Prozesse und Wechselwirkung im arktischen Klimasystem
- Polare Ökosysteme und Gletscherregionen unter dem Einfluss des Klimawandels
- Stoffkreisläufe, vor allem des Kohlenstoffs.

Dem Rahmenprogramm FONA entsprechend richten sich die polaren Aktivitäten des BMBF überwiegend auf die Schlüsselregion Arktischer Raum. Im Fokus stehen dabei auch die Chancen und die Risiken zunehmender wirtschaftlicher Nutzung der Arktis.

Mit seinen Maßnahmen zur Meeres- und Polarforschung trägt die Bundesregierung zur Erfüllung ihrer Internationalisierungsstrategie, insbesondere zu deren generellen Zielen „International Verantwortung übernehmen und globale Herausforderungen meistern“ sowie „Zusammenarbeit mit Entwicklungsländern in Bildung, Forschung und Entwicklung stärken“, bei. Zu nennen sind in diesem Kontext vor allem die Zusammenarbeit mit Russland, China, Indonesien, Südafrika/Namibia und Israel.

Als Beitrag zu den internationalen Beobachtungsprogrammen trägt die Bundesrepublik Deutschland etwa 50 Drifter⁸⁹ pro Jahr zum internationalen Argo-Programm bei. Seit 2008 ist das ursprünglich vom BMBF geförderte Argo-Projekt in die operationelle Förderung übergegangen und erhält eine Finanzierung aus Mitteln des BMVBS. Mit seinen Aktivitäten unterstützt BMBF auch die Entwicklung und die Durchführung nationaler und europäischer Politiken, beispielsweise die EU-Meeresspolitik, die EU-Arktispolitik und die EU-Umweltpolitik, hier vor allem Maßnahmen zur Erfüllung der Meeresstrategierahmenrichtlinie (MSRL).

Das BMBF beteiligt sich maßgeblich an der europäischen Joint-Programming-Initiative „Healthy and productive seas and oceans“ sowie an den ERA-Nets BONUS und SeasEra. Diese Maßnahmen zielen darauf ab, durch Bündelung der nationalen Kapazitäten auf EU-Ebene die meereswissenschaftlichen Grundlagen zu legen für eine zukunftssichere Nutzung der marinen

89 Eine Boje, die nicht verankert ist, sondern mit den Strömungen treibt und Messdaten liefert.

Ressourcen sowie Auswirkungen des Klimawandels auf das Meer zu prognostizieren und daraus Anpassungsstrategien abzuleiten.

Die Projektförderung des BMBF im Bereich der Meeresforschung hatte 2012 einen Umfang von rund 22 Millionen Euro und im Bereich der Polarforschung von rund einer Millionen Euro.

Das BMVBS unterstützt die Meeresforschung mit circa 0,6 Millionen Euro für die ARGO-Drifter.

7.1.3 Wasserkreislauf

Der globale Wasserkreislauf ist ein wesentlicher Bestandteil des Klimasystems. Im Zusammenhang mit der Beantwortung von Fragen nach der Verfügbarkeit, der Qualität und der Verteilung von Wasser in unterschiedlichen Klimazonen müssen die Ursachen und die Folgen globaler Veränderungen des Wasserkreislaufes vor dem Hintergrund des globalen Wandels genau bekannt sein, um ein nachhaltiges und zukunftsfähiges Management von Ökosystemen realisieren zu können.

Maßgebliche Ergebnisse hierzu hat die Forschung zum globalen Wasserkreislauf unter Global-Change-Bedingungen (GLOWA) des BMBF geliefert. Die Maßnahme wurde im Jahr 2000 gestartet und endete im Jahr 2012. Ziel von GLOWA war die Entwicklung integrativer Strategien für eine nachhaltige und vorausschauende Bewirtschaftung von Wasser und Gewässern im regionalen Maßstab unter Berücksichtigung globaler ökosystemarer Zusammenhänge und sozio-ökonomischer Rahmenbedingungen. Für diverse Flusseinzugsgebiete wurden in Fallstudien unterschiedlicher Komplexität die Kernfragen und Detailparameter des globalen Wandels des Wasserkreislaufes hinsichtlich Wasserverfügbarkeit sowie Qualität und Verteilung der Wasserressourcen inter- sowie transdisziplinär untersucht.

Unter Berücksichtigung unterschiedlicher Klimazonen wurden in Teilprogrammen von GLOWA mehrere Flusseinzugsgebiete betrachtet (Draâ [Marokko] und Ouémé [Benin] sowie Volta, Donau, Elbe und Jordan). Folgende Kernthemen waren dabei von zentraler wissenschaftlicher Bedeutung:

- natürliche und durch den Menschen verursachte Klima- und Niederschlagsvariabilität und ihr Einfluss auf den Wasserkreislauf,
- Wechselwirkungen zwischen Wasserkreislauf, Biosphäre und Landnutzung sowie Auswirkungen von Landnutzungsänderungen,
- Wasserverfügbarkeit und Nutzungskonflikte: Bevölkerungsentwicklung, Urbanisierung, Migration und

Industrialisierung und die damit einhergehenden Veränderungen der Ansprüche an Wasserverfügbarkeit und -qualität; Wechselwirkungen zwischen Wasser (Verfügbarkeit, Qualität und Verteilung) und der Gesundheit des Menschen.

Einen wesentlichen Schwerpunkt von GLOWA bildete zudem die direkte Einbindung der regionalen Entscheidungsträger in die einzelnen Vorhaben. Dieses war und ist Grundvoraussetzung, um die Anwendbarkeit der erzielten Ergebnisse zu gewährleisten und die Akzeptanz der entwickelten Handlungsoptionen in den Untersuchungsregionen zu untermauern.

Forschungsprojekte wie GLOWA sind auf verlässliche quantitative und weltweit homogene Beobachtungsdatensätze zum Niederschlag, wie sie das GPCC bereitstellt, angewiesen. Daher hat das GPCC das Portfolio seiner Datenprodukte durch sogenannte digital object identifier dauerhaft referenziert und dokumentiert und in einer gesonderten Studie die globalen Kennzahlen für den Niederschlag als wichtigste Komponente des globalen Wasserkreislaufes auf Basis des weltweit umfangreichsten Archives historischer Daten des Landoberflächenniederschlags neu quantifiziert. Durch aktuelle Beteiligung am MiKlip-DAPACLIP-Projekt des BMBF und am ERA-CLIM2-Re-Analyse-Projekt im EU-FP7-SPACE Call konnten und können neue gerasterte Datenprodukte basierend auf Tagesdaten des Niederschlags, unter anderem zur Dürrewarnung, entwickelt und herausgegeben werden. Im Zuge der vorbenannten Projekte sind auch neuartige kombinierte globale Niederschlagsprodukte basierend auf einer Kombination aus satellitengestützter und in-situ-Beobachtung entwickelt und veröffentlicht worden.

Zur Lösung der vorstehend beschriebenen und erkannten Herausforderungen sind neue konzeptionelle Ansätze und insbesondere auch innovative Technologien erforderlich. Hierzu hat die Bundesregierung in der Hightech-Strategie 2020 im Bedarfsfeld „Klima/Energie“ mit dem „Rahmenprogramm Forschung für nachhaltige Entwicklungen“ eine zentrale Aktionslinie etabliert, deren besonderes Augenmerk der Verbindung zwischen grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung gilt. Der Bereich der nachhaltigen Wasserwirtschaft mit seinem starken Wachstumspotenzial steht neben Ressourcen- und Energieeffizienz deshalb im Fokus des Programms.

Der Forschungsschwerpunkt Nachhaltiges Wassermanagement (NAWAM) bündelt seit 2011 die Forschungsförderung des BMBF zur Wasserthematik. Innerhalb von NAWAM werden fünf Themenfelder adressiert, zu denen in den kommenden Jahren jeweils spezifische

Förderrichtlinien bekanntgegeben werden sollen. Die Themenfelder sind „Wasser und Energie“, „Wasser und Ernährung“, „Wasser und Gesundheit“, „Wasser und Umwelt“ und „Wasser in urbanen Räumen“. Das BMBF stellt für NAWAM insgesamt 200 Millionen Euro als Fördermittel zur Verfügung. Im Themenfeld „Wasser und Energie“ hat das BMBF 2012 beispielsweise die Förderrichtlinie „Zukunftsfähige Technologien und Konzepte für eine energieeffiziente und ressourcenschonende Wasserwirtschaft“ (ERWAS) bekanntgegeben und beabsichtigt, ab 2014 12 Verbundprojekte mit einer Summe bis zu 27 Millionen Euro zu fördern.

Die in ERWAS zu entwickelnden Lösungsansätze sollen zum einen auf einen effizienteren und sparsameren Umgang mit Energie abzielen; zum anderen sollen sie aber auch auf einer nachhaltigen Energiegewinnung durch eine bessere Nutzung vorhandener Ressourcen aufbauen (zum Beispiel Nutzung der im Abwasser enthaltenen Energie). Unter Nutzung aller vorhandenen Potenziale kann die deutsche Wasserwirtschaft so einen Anteil von rund sieben Prozent an der Stromerzeugung erzielen und damit einen erheblichen Beitrag zur nationalen Klimaschutzstrategie leisten.

7.1.4 Landoberfläche und Landnutzung

Die Wechselwirkungen zwischen Landnutzung, Ökosystemdienstleistungen und Klimawandel rücken verstärkt in den Mittelpunkt des wissenschaftlichen Interesses. Grund dafür ist, dass der globale Wandel in seinen unterschiedlichen Ausprägungen und Konsequenzen Auswirkungen auf die Landnutzung in den meisten Regionen der Erde hat. Klimawandel wird dabei als ein wesentlicher Treiber identifiziert. Wir wissen aber zu wenig darüber, wie Veränderungen des Klimas sich tatsächlich auf die natürlichen oder bewirtschafteten Landschaften auswirken. Das hängt nicht zuletzt damit zusammen, dass wahrnehmbare Veränderungen der Landschaft oft nur schwer auf einzelne Faktoren zurückgeführt werden können. Es ist noch zu wenig darüber bekannt, wie der Klimawandel mit Ökosystemveränderungen oder verschiedenen Formen der Landnutzung im Zusammenhang steht.

Es wird in Zukunft auch zunehmend darum gehen, zwischen Anpassungs- und Klimaschutzstrategien abzuwägen. Landwirtschaftliche Aktivitäten beispielsweise sind nicht nur vom Klimawandel betroffen, sondern tragen auch direkt zur Emission von Treibhausgasen, insbesondere von CH_4 und N_2O , und damit zum Klimawandel bei. Daneben greifen die Emissionen von NH_3 indirekt in den Wärme- und Stoffhaushalt der Erdatmosphäre ein: NH_3 -Emissionen führen zur Bildung von Sekundäraerosolen,

deren Einfluss auf den Strahlungshaushalt möglicherweise bedeutend ist. Sie tragen zur Eutrophierung von natürlichen und naturnahen Ökosystemen und zur indirekten Emission von N_2O bei. Bei natürlichen Böden können Stickstoffeinträge aus der Luft und bei agrarischen Böden Bodenbearbeitung und Düngung die Mineralisierung von organischen Bestandteilen fördern, mit der Folge von CO_2 -Emissionen, die anders als die übrigen CO_2 -Emissionen der Landwirtschaft nicht „bilanzneutral“ sind. Andererseits ist auch die Bindung von organischem Kohlenstoff durch Humusaufbau in Böden oder Wald möglich. Die Kohlenstoffanreicherung durch eine entsprechende standortangepasste Bewirtschaftung führt dazu, dass diese Böden eine Senke darstellen.

Mit der abgeschlossenen Fördermaßnahme „Nachhaltige Waldwirtschaft“ (2004 bis 2010) und der Beteiligung an transnationalen Bekanntmachungen des ERA-Nets WoodWisdom-Net wurden bestehende Herausforderungen, Ungewissheiten und Zielkonflikte in der Forst- und Holzwirtschaft aufgegriffen. Die Ergebnisse leisten Beiträge zur Gestaltung des Strukturwandels in der Forstwirtschaft, der Anpassung an die Globalisierung der Märkte und für Aufgaben der Zukunftsvorsorge, wie die Anpassung der Forst- und Holzwirtschaft an Klimaveränderungen.

Im Rahmen der aktuell laufenden Förderaktivität „Nachhaltiges Landmanagement“ (2008 bis 2016) werden für das Landmanagement von morgen in Deutschland und Europa sowie in Asien, Afrika und Südamerika Wissensgrundlagen und zukunftsweisende Konzepte entwickelt. Zentrales Merkmal des nachhaltigen Landmanagements ist die Zusammenführung einer hohen Zahl von Fachrichtungen wie Raumplanung, Energieversorgung, Landwirtschaft, Wasserwirtschaft, Stadtentwicklung und Forstwirtschaft. Beteiligt sind dabei die jeweiligen Wissenschaftsdisziplinen und Anwender. Ziel der Fördermaßnahme ist es, Regionen bei der Entwicklung eines nachhaltigen Landmanagements zu unterstützen. In einem transdisziplinären Forschungsansatz arbeiten Forscher und Praxispartner an einem verbesserten Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Landmanagement, Klimaschutz und Ökosystemdienstleistungen. Es werden konkrete Handlungsempfehlungen, Technologien und Systemlösungen entwickelt und gemeinsam mit den Interessensgruppen vor Ort modellhaft umgesetzt. Die Forschung findet insbesondere in Regionen statt, die für den Klimaschutz relevant sind oder in denen sich starke Veränderungen durch die Landnutzung und den Klimawandel abzeichnen. Die Fördermaßnahme ist Bestandteil des Rahmenprogramms „Forschung für Nachhaltige Entwicklungen“ (FONA) und trägt zur Umsetzung der Nachhaltigkeitsstrategie sowie der Klimaschutzziele der Bundesregierung bei.

Das BMBF investiert den Förderbereich in Bezug auf die Wechselwirkungen zum Klima und zu den Ökosystemdienstleistungen mit insgesamt 72 Millionen Euro in den Jahren 2010 bis 2016.

Der Förderbereich „Nachhaltiges Landmanagement - Innovative Systemlösungen für ein Nachhaltiges Landmanagement“ konzentriert seine Forschungsarbeiten auf eine integrierte Stadt-Land-Entwicklung. Ziele sind, auf regionaler Ebene Wertschöpfung zu stärken sowie Energie- und Stoffströme zwischen Stadt und Land zu optimieren. Im Fokus der Projekte steht, neue, nachhaltige und praktikable Handlungsansätze für Regionen mit unterschiedlichen Herausforderungen in Deutschland zu entwickeln und umzusetzen. Dafür ist es notwendig zu verstehen, welche Faktoren – unter anderem der Klimawandel und der demografische Wandel – die Landnutzung beeinflussen und wie sie voneinander abhängen. Typische Fragestellungen sind zum Beispiel, wie Energie-, Umwelt-, Agrar- und Strukturpolitik sowie Siedlungs- und Verkehrsentwicklung zusammenwirken. In diesen Förderbereich investiert das BMBF in den Jahren 2010 bis 2016 insgesamt 44 Millionen Euro.

7.1.5 Modellierung und Prognostik

Aussagen über die Klimaentwicklung sowohl kurzfristiger als auch längerfristiger Art sind von hoher gesellschaftlicher Relevanz. Da die Klimamodellierung aus heutiger Sicht das einzige Instrument für den Versuch einer Prognose des zukünftigen Klimas ist, ist die Erhöhung der Aussagekraft von Ergebnissen der Klimamodellierung von zentraler Bedeutung.

Basis der Klimaprognostik sind aufwendige numerische Klimamodelle, die die globale atmosphärische und ozeanische Zirkulation möglichst genau abbilden. Für solche Modelle bietet das 1987 gegründete und vom BMBF finanzierte Deutsche Klimarechenzentrum (DKRZ) anderen deutschen Forschungseinrichtungen Rechenkapazitäten an. 2009 wurde dort ein neuer Höchstleistungsrechner installiert, um die anspruchsvollen Szenarienrechnungen der zukünftigen globalen und regionalen Klimamodelle optimiert durchführen zu können. Der Hochleistungsrechner ermöglicht nicht nur Modellrechnungen mit einer höheren Auflösung, sondern auch Rechenläufe mit Modellen, welche die physikalischen Prozesse des Klimasystems besser abbilden. Dadurch lässt sich die Unsicherheit über die zukünftige Entwicklung der Lebensbedingungen auf der Erde zumindest im Bereich des Klimasystems einschränken. Das DKRZ koordiniert das European Climate Computing Network (ECCN), eine Vernetzung der wichtigsten

Klimarechenzentren Europas, darunter das Hadley Centre und Météo France. DKRZ und Hadley Centre koordinieren gemeinsam die Durchführung von Modellrechnungen für das IPCC.

Am DKRZ werden Klimasimulationen unter anderem mit dem Modell ECHAM5 und bereits ECHAM6 durchgeführt, das zusammen mit dem Hamburger MPI für Meteorologie entwickelt und unter anderem im Rahmen der Sachstandsanalysen des IPCC eingesetzt wurde. Simulationen mit gekoppelten Ozean-Atmosphäre-Zirkulationsmodellen erlauben Untersuchungen zur Klimavariabilität und zur Detektion des Klima-„Signals“ im „Rauschen“ der Klimavariabilität. Im Mittelpunkt stand und steht hierbei die Frage nach dem anthropogenen „Fingerabdruck“ in den Klimabeobachtungen seit Beginn der industriellen Revolution. Die vorhandenen experimentellen Daten (aus Daten-netzen, Messkampagnen, Paläoklimatologie, Fern-erkundung) werden für die Modellvalidation genutzt; umgekehrt werden Modelle bei der Rekonstruktion und Interpretation gegenwärtiger und vergangener Klimazustände eingesetzt. Das Europäische Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage (EZMW), an dem Deutschland beteiligt ist, betreibt das weltweit umfassendste Datenassimilationssystem. Dieses wird im EU-Projekt ERA-Clim (und Nachfolgeprojekten) eingesetzt, um eine globale Analyse für das 20. Jahrhundert durchzuführen. Hieran ist der DWD beteiligt.

Auch die regionale Klimamodellierung, die verglichen zur globalen Klimamodellierung auch Aussagen zu möglichen Klimaentwicklungen in Regionen zum Beispiel auf der Ebene von Bundesländern zulässt, ist in der deutschen Forschungslandschaft seit den neunziger Jahren fest etabliert. Es werden hier die Modelle REMO (Regional Climate Modelling), COSMO-CLM (COSMO-Modell im Klimamodell) und WRF (weather research and forecasting model) stetig weiterentwickelt und zur Durchführung langfristiger Klimavorhersagen und -projektionen angewendet. Verschiedene Arbeitsgruppen aus Deutschland tragen mit regionalen Klimaprojektionen für Europa, aber auch für andere Regionen mit den genannten Modellen zum internationalen CORDEX-Projekt (Coordinated Downscaling Experiment) bei.

Um effiziente und konkrete Vorsorgemaßnahmen durchführen zu können, sind zwei Zeitskalen besonders wichtig:

- a) Die mittelfristige Skala für das kommende Jahrzehnt. In diesem dekadischen Zeitraum soll die Anpassungspolitik wirtschaftlich entwickelt und drängende Maßnahmen (early actions) erfasst und umgesetzt werden.

- b) Die langfristige Skala für die zweite Hälfte des Jahrhunderts. Maßnahmen zur Anpassung an die extremsten Auswirkungen sollen im Zusammenhang mit dem anvisierten Zwei-Grad-Ziel der EU geplant und umgesetzt werden.

Weiterführende Arbeiten, die vor allem die weitere Quantifizierung der Unsicherheiten sowie höhere räumliche und zeitliche Auflösungen betreffen, sind bereits angelaufen.

Grundsätzlich gibt es zwei Quellen der Unsicherheit zu unterscheiden: die aleatorische Unsicherheit auf Grund der hohen Komplexität, der dynamischen Instabilität und der Nicht-Linearität des Klimasystems und die epistemische Unsicherheit auf Grund mangelnden Wissens oder ungenügender Beschreibung des Klimasystems wie beispielsweise die unvollständige Abdeckung der Erde durch Messungen, der zu groben Maschenweite im Modell oder auch dem mangelnden Prozessverständnis bei einigen physikalischen Vorgängen. Auf längeren Zeitskalen werden zunehmend auch die Unsicherheiten auf Grund der angenommenen Emissionsszenarien relevant.

Zur Reduktion der aleatorischen Unsicherheit werden Methoden zur Erstellung eines – der Fragestellung angepassten – Ensembles erforscht. Auf dekadischen Zeithorizonten wird dazu innerhalb des Förderschwerpunkts MiKlip (Mittelfristige Klimaprognosen) geforscht. Dieses hat die Entwicklung eines Modellsystems – auf Basis des Erdsystemmodells (MPI-ESM) des Max-Planck-Institutes für Meteorologie in Hamburg (MPI-M) – zur Vorhersage der zu erwartenden Änderungen im Klima und seinen extremen Wetterausprägungen auf einer Zeitskala von bis zu zehn Jahren zum Ziel (siehe auch Kapitel 7.5.1). Das Vorhersagesystem berücksichtigt sowohl die anthropogen bedingten Klimaänderungen als auch die natürlichen Variationen des Klimas auf regionaler und globaler Skala. Mit den hiermit zu erzielenden Klimaprognosen sowie einer umfassenden Einschätzung der Vorhersagequalität werden somit auch die Voraussetzungen für eine Verbesserung der Anpassungsfähigkeit von Industrie und Gesellschaft an zukünftige Klimaschwankungen geschaffen.

Zusammen mit dem MPI-M wird derzeit die Einführung eines operationellen globalen Jahreszeitevorschagesystems beim DWD mit dem Modellsystem MPI-ESM vorbereitet. Dieses wird das Multi-Modell-Vorhersagesystem EUROSIP, welches vom Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage (EZMW) koordiniert wird, erweitern. Es wird angestrebt,

mit diesem deutschen Beitrag zu EUROSIP im Jahr 2014 präoperationelle Vorhersage zu liefern.

Zur Reduktion der epistemischen Unsicherheiten finden weiterhin Verbesserungen der in den Modellen enthaltenen mathematischen Verfahren und der Beschreibung der subskaligen Prozesse (Parameterisierungen) in den Klimamodellen statt. Letzteres ist besonders im Hinblick auf die stetig reduzierte Gitterweite der Modelle notwendig. Des Weiteren werden auch bisher vernachlässigte Prozesse in das Modell implementiert, wie beispielsweise der Kohlenstoffkreislauf, die dynamische Vegetation und die dynamische Entwicklung des Meereises.

Zur Untersuchung des Klimas auf feinerer Zeit-Raum-Skala wurde der Förderschwerpunkt „Wolken- und Niederschlagsprozesse im Klimasystem (HD(CP)2)“ eingerichtet. Er hat zum Ziel, ein Klimamodell zu entwickeln, mit dem Wolkenbildungsprozesse, Niederschlagsentstehung und Niederschlagsprozesse physikalisch modelliert werden können. Dies wird den Umgang mit dem Klimawandel und insbesondere auch der Anpassung an die damit verbundenen Wetterextreme weiterentwickeln. Damit werden verlässlichere Maßnahmen zum Schutz des Klimas, Abschätzung der Folgen des Klimawandels und nötige Konsequenzen für Minderung und Anpassung durch die solide wissenschaftliche Basis möglich gemacht.

Ein weiterer Schwerpunkt, der die physischen Zusammenhänge zwischen der Wolkenbildung und deren Auswirkungen auf das Klima deutlich machen soll, ist die Fördermaßnahme CLOUD. Zielsetzung für das CLOUD-Projekt am CERN (Teilchenbeschleuniger, European Organization for Nuclear Research) ist ein fundiertes und quantitatives Verständnis der möglichen Zusammenhänge zwischen der galaktischen kosmischen Strahlung (GCR) und dem Erdklima. Das CLOUD-Konsortium untersucht den Einfluss der GCR auf Atmosphärenchemie, Aerosolpartikel und Wolken, um die Rolle eines möglichen indirekten solaren Beitrags zum Klimawandel zu bestimmen.

Darüber hinaus wurde am EZMW mit Beteiligung zahlreicher deutscher Forschungsinstitute ein von der Europäischen Kommission gefördertes Projekt (MACC) abgeschlossen, in dessen Rahmen ein globales Analyse- und Vorhersagesystem für wichtige Treibhausgase und Aerosole entwickelt wurde. Das für den operationellen Einsatz entwickelte System erlaubt die kontinuierliche Bestimmung der globalen Verteilung von klimawirksamen Spurengasen und Aerosol sowie ihrer Quellen und Senken.

In enger Kooperation von DWD und MPI-M wird zur Bündelung des Know-hows im Bereich der globalen Modellierung an der Entwicklung von ICON (ICOsahedral Non-hydrostatic General Circulation Model) gearbeitet, eines Wettervorhersage- und Klimamodells der nächsten Generation. ICON ist ein nichthydrostatisches Globalmodell mit der Möglichkeit, lokale Zoomfunktionen auf bestimmte Regionen anzuwenden.

Die vorhandenen experimentellen Daten (aus Daten-netzen, Messkampagnen, Paläoklimatologie, Fern-erkundung) werden zur Modellevaluierung genutzt. Umgekehrt werden Modelle bei der Rekonstruktion und Interpretation gegenwärtiger und vergangener Klimazustände eingesetzt. So wird in einem HERZ-Projekt (Hans Ertel Zentrum für Wetterforschung) an der Erstellung einer regionalen Reanalyse für Europa beteiligt.

7.2 Beobachtung und Datenmanagement

7.2.1 Systematische Beobachtung

Der Bedarf an Beobachtungen zu Zustand und Entwicklung jeder einzelnen Teilkomponente des Klimasystems ist weiterhin erheblich. Hinzukommen Informationen über natürliche und vom Menschen genutzte Systeme und Strukturen, die durch Klimaänderungen oder globale Änderungen ganz allgemein betroffen sind. Deutschland baut daher seine Unterstützung für das globale Klimabeobachtungssystem (Global Climate Observing System, GCOS) weiter aus.

Erdbeobachtungssysteme werden eingesetzt, um diese Beobachtungen und Informationen durch in-situ- und fernerkundende Beobachtungsverfahren zu beschaffen. Zu den fernerkundenden Verfahren zählen dabei boden-, luft-, wasser- und weltraumgestützte Systeme. Erst die Integration der Erkenntnisse aus allen Beobachtungsverfahren ergibt ein vollständiges Bild. Zur Beschreibung des Zustandes und der Entwicklung des Klimasystems ist eine möglichst vollständige und über lange Zeiträume gesicherte Erfassung der international festgelegten ECVs (Essential Climate Variables) von besonderer Bedeutung. Eine ausführlichere Beschreibung der deutschen Beiträge zu den globalen Klimabeobachtungssystemen kann in einem separaten, nur in Englisch vorliegenden Bericht nachgelesen werden (Nationalbericht zu GCOS⁹⁰).

Zusätzlich gibt ein weiterer Bericht über die deutschen Klimabeobachtungssysteme erstmals einen vollständigen Überblick über die in Deutschland laufenden Aktivitäten und Programme zur Erhebung der für Deutschland wichtigsten Klimavariablen (Essential Climate Variables, ECVs) (Deutscher Wetterdienst, 2012).

Der in Deutschland beim DWD etablierte nationale GCOS-Koordinator, der als Schnittstelle zwischen den nationalen Institutionen und Organisation zum globalen GCOS-Programm fungiert, organisiert jährliche GCOS-Treffen, um die Zusammenarbeit der beteiligten Institutionen zu verbessern. Die nationalen GCOS-Koordinatoren von Deutschland, Österreich und der Schweiz haben 2012 erstmals ein D-A-CH-GCOS-Treffen abgehalten, das nun jährlich stattfinden soll.

Viele der nachstehend genannten Beobachtungssysteme sind inhaltlich beziehungsweise organisatorisch sowohl der Forschung als auch der routinemäßigen, betrieblichen Beobachtung zuzuordnen, was eine Abgrenzung hier schwierig und inhaltliche Überschneidungen unvermeidbar macht.

Eine Vielzahl deutscher Institutionen wie der DWD, BSH, universitäre Institute und Großforschungseinrichtungen ist weiterhin in erheblichem Umfang an internationalen Messnetzen zur Beobachtung der Atmosphäre (WWW [World Weather Watch Programme] und GAW [Global Atmosphere Watch] der WMO), der Meere (GOOS [Global Ocean Observing System] der IOC [Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO]) und der Landoberflächen (GTOS [Global Terrestrial Observing System] der FAO [Food and Agriculture Organization]) beteiligt. Die Klimabeobachtungskomponenten dieser Teilsysteme bilden zusammengekommen das GCOS. Gemeinsam unterstützen WMO, IOC, der Internationale Wissenschaftsrat (International Council for Science, ICSU) und das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (United Nations Environment Programme, UNEP) ein GCOS-Programm mit einem gemeinsamen Sekretariat bei der WMO in Genf.

7.2.1.1 Atmosphäre

Die Überwachung der Atmosphäre ist eine gesetzliche Aufgabe des DWD. Hinzukommen Aktivitäten des AWI und, im Hinblick auf die chemischen ECVs, der Länder. Neben traditionellen in-situ-Messverfahren kommen Fernerkundungsverfahren wie bodengestütztes Radar, zum Beispiel für den Niederschlag, und

satellitengestützte Verfahren zur Bestimmung verschiedener ECVs zum Einsatz. Der DWD betreibt zur Wahrnehmung seiner Aufgaben umfangreiche Beobachtungsnetze, zu denen neben klassischen meteorologischen und klimatologischen Beobachtungsstationen auch ein Netz von Wetterradaren gehört. Neben dem kontinuierlichen Betrieb dieser Beobachtungsnetze werden umfangreiche Maßnahmen zur Qualitätssicherung und Archivierung durchgeführt.

Meteorologische in-situ-Beobachtungen haben in Deutschland eine lange Tradition. Bereits Ende des 19. Jahrhunderts wurde mit der systematischen Erfassung klimatologischer Daten begonnen, aber erst seit der Wiedervereinigung 1990 werden die Daten nach einem einheitlichen Standard erhoben und archiviert. Durch den verstärkten Einsatz von automatischen Stationen liegen Daten heute in einer zeitlichen Auflösung von ein bis zehn Minuten vor. Die Anzahl der vom DWD betriebenen Stationen hängt von der ECV ab. Beim Niederschlag sind es derzeit 1.930 Beobachtungsstellen (1. März 2013).

Um die Zeitspanne nutzbarer Klimadaten zu verlängern, werden vom DWD seit dem Jahr 2005 im Rahmen des Projektes zur KLImaDATen DIGItalisierung (KLIDADIGI) große Anstrengungen unternommen, um historische, nur auf Papier oder anderen nicht elektronischen Medien verfügbare Aufzeichnungen zu digitalisieren. Der DWD beteiligt sich außerdem aktiv am internationalen Austausch meteorologischer und klimatologischer Daten. Mit den beiden meteorologischen Observatorien in Lindenberg und auf dem Hohenpeißenberg beteiligt sich der DWD zudem an der wissenschaftlichen Untersuchung atmosphärischer Prozesse, die auch zum Verständnis des Klimasystems beitragen.

Der DWD betreibt einige Stationen als nationale Referenzstationen, an denen traditionelle und automatisierte Messverfahren parallel betrieben werden, um systematische Unterschiede beider Verfahren identifizieren zu können. Die Stationen wurden auf Grund ihrer Lage (Nordsee, norddeutsches Tiefland, Mittelgebirge, Hochgebirge) sowie der Qualität und Länge der schon verfügbaren Beobachtungsreihen ausgewählt.

Der DWD und das AWI tragen mit vier beziehungsweise einer Station zum GCOS Surface Network (GSN) bei. Zusammen mit dem japanischen Wetterdienst betreibt der DWD das Zentrum zur Überwachung von Verfügbarkeit und Qualität der Daten der GSN-Stationen.⁹¹ Darüber hinaus betreibt der DWD im Auftrag

der WMO (World Meteorological Organization) Fachkommission für Basissysteme (CBS) eines von weltweit neun CBS Lead Centers für GCOS.

Der DWD und das AWI tragen ferner mit je einer Station zum GCOS Upper Air Network (GUAN) bei. Im Auftrag der WMO betreibt der DWD das „Lead Centre“ für das GCOS Reference Upper Air Network (GRUAN) und koordiniert damit die Qualitätssicherung der Radiosondenmessungen in GRUAN weltweit. GRUAN ist eine Teilmenge aus den GUAN-Stationen mit besonders hohen Qualitätsanforderungen an die Durchführung der Beobachtungen. Der DWD leistet darüber hinaus weitere Beiträge zu GCOS und zum Weltklimaforschungsprogramm (WCRP) der WMO.

Eine besondere Rolle spielen die beiden meteorologischen Observatorien des DWD mit ihrem umfassenden Langzeit-Monitoring physikalischer und chemischer Prozesse in der Atmosphäre. Alle Daten werden zudem einer strikten Qualitätskontrolle unterzogen. Seit Anfang 2008 ist Deutschland (AWI) auch für den Betrieb des Weltstrahlungsüberwachungszentrums (World Radiation Monitoring Centre, WRMC) verantwortlich.

Satelliten sind inzwischen eine ebenfalls unverzichtbare Informationsquelle zur Identifizierung und Einschätzung von Änderungen im Klimasystem geworden. Sie liefern kontinuierliche, flächendeckende und zeitnahe Daten, auch und gerade für Regionen, die mit anderen Messsystemen schlecht abgedeckt sind. Deutschland ist der größte Partner an allen europäischen Satellitenprogrammen der ESA, der EU und von EUMETSAT mit Bezug zur Klimaüberwachung. Außerdem trägt Deutschland mit eigenen Satelliten im Rahmen seines nationalen Raumfahrtprogramms zur Beobachtung des Klimasystems bei und betreibt zum Beispiel am DLR das Weltzentrum für Fernerkundungsdaten der Atmosphäre (WDC-RSAT). Planung und Betrieb von meteorologischen Satellitenserien in Europa erfolgen durch die Europäische Organisation für den operationellen Betrieb von meteorologischen Satelliten (EUMETSAT) in Darmstadt. Deutschland, vertreten durch den DWD, ist der größte Partner bei EUMETSAT und intensiv an Entscheidungen zu laufenden und geplanten zukünftigen Satellitensystemen beteiligt. EUMETSAT hat ihr Programm auch auf die Klimaüberwachung ausgerichtet. Mit den neuen langfristig angelegten Satellitensystemen MSG (Meteosat Second Generation) (geostationär) und MetOp (Meteorological Operational satellite) (polar umlaufend) leistet EUMETSAT einen wichtigen Beitrag

91 www.gsnmc.dwd.de.

in der Verstärkung der Atmosphärenbeobachtung für die Klimaüberwachung mit Instrumenten, die bisher nur für kurze Zeiträume auf Forschungssatelliten zur Verfügung gestellt werden konnten.

Zur Bereitstellung von Satellitenprodukten für verschiedene thematisch gruppierte Anwendungen hat EUMETSAT ein Netzwerk von speziellen Einrichtungen aufgebaut, so genannte Satellite Application Facilities (SAF). Deren Aufgabe ist es, anwendungsbezogene Satellitenprodukte zu entwickeln, abzuleiten, zu archivieren und fortlaufend bereitzustellen.

Die Entwicklung und Erstellung der für die Beobachtung des Klimasystems spezialisierten Produkte erfolgt gemeinsam durch das EUMETSAT und die Partner im europäischen Konsortium CM SAF (Satellite Application Service for Climate Monitoring), das unter Leitung des DWD von sieben nationalen europäischen Wetterdiensten betrieben wird. In den letzten Jahren hat das CM SAF den Schwerpunkt der Aktivitäten erweitert und stellt inzwischen auch hochwertige regionale und globale Langzeitklimatologien von aus Satelliten abgeleiteten Kenngrößen zur Verfügung (zum Beispiel zur solaren und thermischen Strahlung, der Bewölkung, Feuchteverteilung und des Niederschlags). Damit nimmt das im Auftrage von EUMETSAT vom DWD geleitete CM SAF eine führende europäische Stellung ein.

Eine neue Dimension flugzeuggestützter Atmosphärenforschung ist mit dem Forschungsflugzeug HALO (High Altitude and Long Range Research Aircraft) erschlossen worden. Das Flugzeug wurde im Auftrag des DLR von der Firma Gulfstream gebaut und ist nach umfangreichen Testphasen ausgeliefert und der deutschen Forschung zur Verfügung gestellt worden. HALO wird federführend vom DLR in Oberpfaffenhofen operationell betreut. HALO kann bis in die untere Stratosphäre aufsteigen und damit der deutschen und internationalen Wissenschaft die Durchführung von Untersuchungen in bislang unerreichter Qualität erlauben. Zu den Forschungsschwerpunkten von HALO zählen Untersuchungen zu der für das Klima und die Ausbildung von Extremwetterereignissen wichtigen Niederschlagsbildung einschließlich des Transports von Feuchte und Wolkenwasser, den Selbstreinigungsprozessen in der Atmosphäre sowie den chemischen und dynamischen Prozessen im Übergangsbereich zwischen Troposphäre und Stratosphäre. Seitdem sind zahlreiche Missionen der deutschen Umwelt- und Klimaforscher realisiert worden.

7.2.1.2 Ozeane

Die deutschen Beiträge zur Beobachtung der ozeanographischen ECVs verteilen sich auf eine Vielzahl von Institutionen, die somit das Global Ocean Observing System (GOOS) unterstützen. Hierzu zählen BSH, AWI, ZMAW (Zentrum für Marine und Atmosphärische Wissenschaften an der Universität Hamburg), DWD, Geomar, IUP-Bremen und andere. Als Messplattformen werden Forschungs- (zum Beispiel ‚Polarstern‘) und Handelsschiffe, aber auch driftende beziehungsweise verankerte Bojen und ferngesteuerte Fahrzeuge verwendet. Die Aktivitäten werden zum Teil durch Forschungsmittel, aber auch im Rahmen betrieblicher Aufgaben durchgeführt. So steuert Deutschland jährlich etwa 50 ARGO-Drifter bei und stattet im Rahmen des VOS-Programms (Voluntary Observing Ships) der WMO eine Flotte von etwa 720 Handelsschiffen mit meteorologischen Instrumenten aus (Stand: 1. Juli 2013). Die Federführung für die Koordinierung ozeanographischer Beobachtungen und für GOOS liegt dabei beim BSH.

7.2.1.3 Landoberflächen

Auch an der Beobachtung der terrestrischen ECVs ist eine Vielzahl nationaler Institutionen beteiligt. Auf diese Weise leistet Deutschland auch Beiträge zum Global Terrestrial Observing System (GTOS), dessen Klimakomponente Teil des GCOS ist. So leisten die beiden von Deutschland betriebenen Weltdaten- beziehungsweise – produktzentren für Abfluss (Global Runoff Data Centre, GRDC, angesiedelt in der BfG) und Niederschlag (Global Precipitation Climatology Centre, GPCC, angesiedelt im DWD) wertvolle Beiträge zum globalen terrestrischen Netzwerk für Hydrologie (GTN-H) und Abfluss (GTN-R). Deutschland trägt auch zum GTN für Gletscher (GTN-G) und Permafrost (GTN-P) bei. Hinzu kommen Beobachtungen der Pflanzenphänologie des DWD. Eine zentrale Koordinierungsstelle für GTOS gibt es jedoch auch in Deutschland nicht. Hinzu kommt, dass derzeit das von der FAO finanzierte GTOS-Sekretariat nicht besetzt ist.

7.2.1.4 Übergreifende fernerkundende Beobachtungsverfahren

Satelliten bieten einzigartige Vorteile bei der Identifizierung und Einschätzung von Änderungen im Klimasystem. Sie liefern kontinuierliche, flächendeckende und zeitnahe Daten, auch und gerade für Regionen, die mit anderen Messsystemen schlecht abgedeckt sind. Einige Parameter können nur mit Hilfe von Satelliten

bestimmt werden. Deutschland ist der größte Partner an allen europäischen Satellitenprogrammen der ESA, der EU und von EUMETSAT mit Bezug zur Klimaüberwachung.

Von besonderer Bedeutung für die Untersuchung der Prozesse innerhalb des Klimasystems sind und waren die experimentellen („Earth Explorer“) Satelliten, wie SMOS und CryoSat-2, des ESA Erdbeobachtungsprogramms. Die ESA hat darüber hinaus 2010 ein neues großes Programm „Climate Change Initiative“ (www.esa-cci.org) gestartet, das explizit die Generierung von ECVs aus Satellitendaten beinhaltet und insbesondere dafür sorgt, dass die ESA-Archive der Satellitendaten wissenschaftlich aufbereitet und verwendet werden. An diesem Programm hat sich Deutschland deutlich überproportional finanziell beteiligt und nimmt eine steuernde Funktion ein. Deutsche Institutionen, wie DWD, DLR, und IUP Bremen, haben in diesem Rahmen die Ableitung von atmosphärischen GCOS-Variablen übernommen.

Mit dem gemeinsamen ESA/EU-initiierten Programm Copernicus/GMES (Global Monitoring for Environment and Security) sichert Europa die Langzeitkontinuität für viele weitere klimabezogene Beobachtungen, insbesondere durch Satelliten. Ende 2012 wurde die erste Phase des dritten Teils des entsprechenden ESA-Programms beschlossen, der den Aufbau der GMES-Weltraumkomponente bis circa 2020 vervollständigen wird. Die EU ist für den Betrieb der Systeme und den Aufbau der Dienste verantwortlich. Das Copernicus/GMES-System ist neben GALILEO der wichtigste europäische Beitrag zum Globalen Überwachungssystem für Erdbeobachtungssysteme (GEOSS).

Mit seinen Beiträgen aus dem nationalen Raumfahrtprogramm leistet Deutschland weitere Beiträge zur Beobachtung des Klimasystems. Die Daten des deutschen Radarsatelliten TerraSAR-X werden seit 2007 beispielsweise zur Erkundung von Eisflächen, aber auch vielen anderen Klimaparametern eingesetzt. Die Mission TANDem-X wird dazu genutzt, ein globales Höhenmodell zu erzeugen, welches eine wichtige Grundlage für viele klimarelevante Fragestellungen ist.

Der vermehrte Kohlendioxid ausstoß durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen und die veränderte Bodennutzung hat in den letzten Jahren zu einem rapiden CO₂-Anstieg in der Atmosphäre geführt (vergleiche Bericht des Global Carbon Project 2007). Das CO₂-Monitoring wird daher in Zukunft ebenfalls eine wichtige

Aufgabe für Erdbeobachtungssysteme sein (zum Beispiel das Integrated Carbon Observation System ICOS⁹²).

7.2.2 Daten- und Informationsmanagement

In Deutschland stehen diverse Informationssysteme zur Verfügung, die den Anwender mit Hilfe von Datenkatalogen und Metadatenbanken bei der Suche nach Daten unterstützen und teilweise einen direkten Zugriff über das Internet erlauben. Die Koordinierung und Harmonisierung des Aufbaus von Umweltinformationssystemen ist Aufgabe des Ständigen Ausschusses Umweltinformationssysteme (StA UIS) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Klima, Energie, Mobilität – Nachhaltigkeit (BLAG KliNa). Der zentrale Zugangspunkt zur Geodaten-Infrastruktur Deutschland (GDI-DE) ist das Geoportal Deutschland (www.geoportal.de) und der darin integrierte Geodatenkatalog.de (Suche). Dieser wird vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) im Auftrag des von Bund und Länder besetzten Lenkungsgremium Geodateninfrastruktur Deutschland (LG GDI-DE) entwickelt und betrieben wird. Hinsichtlich des Aufbaus und der Implementierung realisiert es bereits heute auf nationaler Ebene, was im Rahmen der European Spatial Data Infrastructure (ESDI) auf europäischer Ebene und durch GEOSS global angestrebt wird: die Bereitstellung einer zentralen Suchfunktion für die Recherche und die Nutzung dezentral verteilter Geodaten und -dienste.

Die Bereitstellung von Umweltdaten in Deutschland wird durch das Geodatenzugangsgesetz (GeoZG vom 10. Februar 2009, in der Fassung vom 7. November 2012, BGBl. I Seite 2289) geregelt. Der Fortschritt der Datenbereitstellung richtet sich nach dem Zeitplan der europäischen INSPIRE-Richtlinie.

Durch das in ständiger Erweiterung befindliche GeoPortal-Deutschland findet man Zugang zu Informationssystemen, die den Themenbereich Geoinformation betreffen, von denen einige im Folgenden vorgestellt werden.

Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) sammelt die von deutschen Institutionen gewonnenen ozeanographischen Daten im Deutschen Ozeanographischen Datenzentrum (DOD). Die Meeresumwelt Datenbank (MUDAB) ist ein gemeinsames Projekt mit dem UBA und der zentralen Datenbank des Bund/Länder-Messprogramms für die Meeresumwelt von Nord- und Ostsee.

Der Deutsche Wetterdienst (DWD) betreibt mit dem nationalen Klimadatenzentrum (NKDZ) eine Einrichtung, die die meteorologischen Beobachtungen und daraus abgeleitete statistische Kenngrößen der verschiedenen Stationsmessnetze aus dem Gebiet der Bundesrepublik Deutschland enthält, mit Zeitreihen zurück bis in das 18. Jahrhundert. An den meteorologischen Observatorien werden zusätzlich Daten zu speziellen physikalisch/chemischen Fragestellungen gewonnen. Ergänzt werden diese nationalen Daten durch internationale Datenzentren mit globalen Datensätzen: Durch das GPCP mit globalen Niederschlagsanalysen, das CMSAF mit aus Satellitendaten abgeleiteten Klimamonitoringprodukten und satellitenbasierten Klimatologien und durch das Global Collecting Centre (GCC) mit globalen maritimen Daten. Mit dem Climate Data Centre (CDC) des DWD wird ein zentrales Portal für den Zugang auf all diese Datenbestände eingerichtet.

Neben dem nationalen klimatologischen Archiv werden beim DWD die im Rahmen des World-Weather-Watch-Programms der WMO über das Global-Telecommunication-System (GTS) verbreiteten internationalen Daten gesammelt und archiviert. Gemeinsam mit dem japanischen Wetterdienst (JMA) betreibt der Deutsche Wetterdienst darüber hinaus ein Zentrum zur Überwachung von Verfügbarkeit und Qualität (Niederschlag beim DWD und Temperatur bei der JMA) der Klimadaten der zum „GCOS Surface Network“ (GSN) gehörenden Stationen (vergleiche 7.2.1.1). Mit externer atmosphärenphysikalischer Unterstützung richtet das UBA eines von weltweit drei Zentren für die Sicherung und Kontrolle der Datenqualität im Rahmen des Global Atmosphere Watch (GAW) ein.

Das Deutsche Klimarechenzentrum (DKRZ) fungiert als überregionale Serviceeinrichtung für die Durchführung von Klimasimulationen und betreibt die notwendigen technischen Einrichtungen für die Verarbeitung, Auswertung und Bereitstellung einschlägiger Daten. Zur Verbesserung der Bereitstellung klimarelevanter Modelldaten ist das DKRZ in ein vernetztes System national und international existierender Datenbanken eingebunden, das deutschen und anderen europäischen Partnern zur Verfügung steht. In Deutschland sind diese Klimamodell- und Modelldaten damit sowohl wissenschaftlichen Institutionen als auch Großforschungseinrichtungen zugänglich.

Paläoklimadatenbanken betreiben das AWI (mit dem Informationssystem PANGAEA, in das unter anderem die Paläoklima-Datenbank PKDB der Universität Hohenheim integriert worden ist) und das GFZ.

Das fachlich übergreifende Umweltportal Deutschland (PortalU) bietet einen zentralen Zugriff auf Umweltdaten von öffentlichen Einrichtungen und Institutionen. Es handelt sich um eine Bund-Länder-Kooperation und wird inhaltlich und technisch von der Koordinierungsstelle PortalU im Niedersächsischen Ministerium für Umwelt und Klimaschutz betreut. Verschiedene Datenbanken des Umweltbundesamtes und des Bundesamtes für Naturschutz sind unmittelbar eingebunden:

- die Umweltforschungsdatenbank UFORDAT
- der Bibliothekskatalog (OPAC mit Umweltliteraturdatenbank ULIDAT)
- der Gemeinsame zentrale Stoffdatenpool des Bundes und der Länder (GSBL)
- die Umweltprobenbank des Bundes und der Länder (UPB)
- der Umweltdatenkatalog des UBA
- die Literaturdokumentation DNL-Online des BfN

Als weitere Beispiele für Informationssysteme, die Daten über den Zustand der Umwelt in Deutschland bereitstellen, sind das Landschaftsinformationssystem LANIS des Bundesamtes für Naturschutz, einschlägige Informationssysteme der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) und die verschiedenen Länderinformationssysteme zu nennen.

Im Fachinformationssystem Boden der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) werden die in enger Zusammenarbeit mit den geologischen Diensten der Bundesländer (SGD) erarbeiteten nationalen Flächendatenbestände zur Ressource Boden vorgehalten und bereitgestellt. Die Daten werden in nahezu jedem überregionalem und nationalen Entwicklungs- und Beratungsprojekt im Kontext Landnutzung sowie Landnutzungswandel eingesetzt. Die Daten werden fortlaufend aktualisiert, qualitätsgesichert sowie im Rahmen internationaler Abstimmungen in Europa staatenübergreifend harmonisiert

Im Zusammenhang mit internationalen Aktivitäten gibt es in Deutschland folgende Daten- und Informationssysteme:

Das Cluster Angewandte Fernerkundung des DLR befasst sich mit Speicherung, Management und Auswertung von Satellitenfernerkundungsdaten. Die zum Cluster gehörenden DLR-Einrichtungen sind in zahlreiche nationale, europäische und internationale Aktivitäten zur Bereitstellung von satellitenbasierten Klimavariablen involviert. Diese umfassen unter anderem Datensysteme als Teil von relevanten Bodensegmenten, zum Beispiel von ERS-1/2 und METOP, ein Weltzentrum für Fernerkundung der Atmosphäre (WDC-RSAT) und die Algorithmenentwicklung für Klimavariablen. Nutzer

können die Produkte des DLR zum Beispiel über das „DLR-EOWEB“ im Internet beziehen.

Im Rahmen des WCRP wurden in Deutschland internationale Datenzentren für relevante Daten des globalen Wasserzyklus eingerichtet (beide wichtige Komponenten des GCOS und GEOSS):

- beim Deutschen Wetterdienst (DWD) das Weltzentrum für Niederschlagsklimatologie (GPCC) – Es liefert globale Niederschlagsanalysen für die Klimaüberwachung und Klimaforschung.
- bei der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) das Weltzentrum für den Oberflächenwasserabfluss (GRDC).

Zentrale Archive der weltweit gesammelten Daten wurden unter anderem für die Meeresforschung am Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel (GEOMAR) im Rahmen des IGBP-Kernprojekts JGOFS sowie am AWI für paläontologische Daten eingerichtet. Im Rahmen des WCRP-Kernprojekts WOCE wurden in einem Spezialuntersuchungszentrum (SAC) beim Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-Met) und zusammen mit dem BSH Datenassimilationen (dynamische Interpolation von Daten mittels globaler Modelle) durchgeführt.

Weitere Informationen sind dem 2013 erschienenen Buch „Die deutschen Klimabeobachtungssysteme. Inventarbericht zum Global Climate Observing System (GCOS)“ des Deutschen Wetterdienstes zu entnehmen.

7.3 Klimawirkungsforschung

Ergebnisse aus der Klimafolgenforschung, in der die Wechselbeziehungen zwischen Klimaänderungen und natürlichen Systemen sowie der menschlichen Gesellschaft (sozioökonomische Systeme) untersucht werden, schaffen die wissenschaftlichen Grundlagen für konkrete Maßnahmen zur Anpassung an Klimaänderungen. Sie sind aber auch die Basis für die Bewertung der Risiken des menschlichen Einflusses auf das Klimasystem und damit für die Setzung von Minderungszielen.

Wichtige Grundlagen zu diesem Bereich wurden durch das Deutsche Klimaforschungsprogramm DEKLIM des BMBF gelegt. Bei einigen hochkomplexen Prozessen ist das Grundlagenverständnis noch nicht ausreichend, um sie in Klimamodellen verlässlich repräsentieren zu können. Beobachtungsdaten sind oft nicht detailliert genug. In anderen Fällen müssen noch effizientere Methoden gefunden werden, um die Prozesse in Computermodellen adäquat berücksichtigen zu können. Zur Verbesserung dieser Wissensbasis werden ständig neue

Beobachtungsmethoden und -systeme aufgebaut und Forschung zum besseren Verständnis der zu Grunde liegenden Prozesse durch BMBF, DFG oder die Großforschungseinrichtungen durchgeführt – zum Beispiel dem Max-Planck-Institut für Meteorologie und dem Helmholtz-Verbund regionale Klimaänderungen (REKLIM), einem Zusammenschluss von acht Helmholtz-Forschungszentren. Die neue BMBF-Fördermaßnahme zu „Wolken- und Niederschlagsprozessen im Klimasystem“ wird eine vielversprechende Maßnahme zur Reduzierung von systemischen Unsicherheiten. Hier sollen neue Erkenntnisse zu Wolken- und Niederschlagsprozessen durch verbesserte Beobachtungen und hochaufgelöste Simulationen gewonnen werden. Bisher konnten nur statistische Abschätzungen in diesem Bereich gemacht werden. Das HD(CP)2-Förderprogramm ermöglicht neben der Simulation von Wolkenbildung und Niederschlagsprozessen auch einen Detaillierungsgrad, der bis heute nicht erreicht werden konnte. Damit ergeben sich für Klimaprojektionen neue und wesentlich verlässlichere Erkenntnisse und helfen somit der Wirtschaft und Gesellschaft, sich auf die Herausforderung Klimawandel adäquat vorzubereiten.

BMBF und BMVBS unterstützen die Weiterentwicklung der regionalen Klimamodelle COSMO-CLM (CLM-Gemeinschaft) und REMO mit dem Ziel, deren Nutzung als Eingangsdatensätze für hochaufgelöste Wirkmodellsimulationen für die Klimafolgenabschätzung weiter zu verbessern. Um die Bandbreite der zukünftigen Klimaentwicklung erfassen zu können, ist die Weiterentwicklung von Ensembleauswertungen zur Ableitung von Wahrscheinlichkeitsaussagen auf der Basis aller verfügbaren regionalen Klimasimulationen für Deutschland unter Berücksichtigung der neuen IPCC-RCP-Szenarien (Representative Concentration Pathways) geplant.

Im Rahmen des Schwerpunkts „Globaler Wandel des Wasserkreislaufs“ (GLOWA) war es das primäre Ziel, Lösungen für die außergewöhnlichen Herausforderungen zu finden, die sich aus den regionalen Auswirkungen der globalen Veränderung der Umwelt bei der Nutzung und Bewirtschaftung der Wasserressourcen ergeben. Es wurden dazu in einer bis 2012 gelaufenen Fördermaßnahme wissenschaftlich fundierte, integrative Strategien zur Sicherstellung der Verfügbarkeit, der Qualität und der Verteilung von Wasser erarbeitet. Dabei wurden globale ökosystemare Zusammenhänge und sozio-ökonomische Rahmenbedingungen berücksichtigt, die sich aus Klimavariabilität und Niederschlagsvariabilität, Einflüssen der Wechselwirkung von Biosphäre und Landnutzung auf den Wasserhaushalt sowie Wasserverfügbarkeit und Nutzungskonflikten ergeben.

Um relevante Fragestellungen der Klimawirkungsforschung zu bearbeiten, wurde im Jahr 1992 das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) eingerichtet. Natur- und Sozialwissenschaftler erarbeiten interdisziplinäre Einsichten, welche wiederum eine robuste Grundlage für Entscheidungen in Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft darstellen. Die wichtigsten methodischen Ansätze am PIK sind System- und Szenarienanalysen, quantitative und qualitative Modellierung, Computersimulation und Datenintegration. Das PIK pflegt zahlreiche nationale und internationale Kooperationen.

Darüber hinaus gründeten BMBF und das Land Brandenburg 2009 das Potsdam Institute for Advanced Sustainability Studies e.V. (IASS). Das Institut widmet sich in einer ganzheitlichen Form transdisziplinär und international der Erforschung des Klimawandels, der Komponenten des Erdsystems und der Nachhaltigkeit. Es verfolgt das Ziel der wissenschaftlichen Umsetzung eines ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbegriffs, in dessen Mittelpunkt insbesondere inter- und transdisziplinäre Ansätze stehen. Vor diesem Hintergrund werden neben natur- und ingenieurwissenschaftlichen Erkenntnissen gezielt auch geistes- und sozialwissenschaftliche Wissensbestände bei der Entwicklung von Adaptions- und Mitigationsstrategien berücksichtigt. Die Mission des IASS ist die Förderung von Wissenschaft und Forschung zur globalen Nachhaltigkeit, der Aus- und Weiterbildung wissenschaftlichen Nachwuchses, des wissenschaftlichen Informationsaustauschs und des Dialogs zwischen Forschung, Politik, Wirtschaft, Gesellschaft und Kultur. Das IASS hat die Aufgabe, Themen der Nachhaltigkeit so wissenschaftlich zu erarbeiten und aufzubereiten, dass die Ergebnisse die Grundlage für die anstehenden gesellschaftlichen Wandlungsprozesse und unabhängige Politikberatung sein können. Das Institut betreibt aktive Spitzenforschung und wird dabei von den Mitgliedern der Allianz der deutschen Wissenschaftsorganisationen und deren Einrichtungen unterstützt. Dabei strebt das IASS Partnerschaften mit ausgewählten Hochschulen und anderen Forschungseinrichtungen zur Forschungszusammenarbeit in aller Welt an. Eine der wichtigsten Aufgaben des Institutes ist die Anregung des strategischen Dialogs mit Repräsentanten aus Wirtschaft, Politik, Gesellschaft und Kultur sowie die Kommunikation wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Gesellschaft. Ein Netzwerk mit nationalen und internationalen Spitzenforschungseinrichtungen wird aufgebaut. Partnerschaften mit dem Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und dem Deutschen GeoForschungszentrum (GFZ) sorgen dafür, dass das IASS als relevanter Baustein in den Wissenschaftsstandort Potsdam integriert wird.

Eine wesentliche Grundlage für die Anpassungsforschung und zu treffende Entscheidungen sind Aussagen zu Bandbreiten möglicher künftiger Klimaänderungen in räumlicher wie zeitlicher Dimension sowie Aussagen zu damit verbundenen Wahrscheinlichkeiten.

Mit der Entwicklung eines Klimaprognose-Modellsystems schafft BMBF die methodische Grundlage zur Mittelfristigen Klimaprognose (MiKlip; siehe auch Abschnitt 7.1.5). Ziel dieser Entwicklung ist es, zuverlässige Prognosen auf Zeitskalen von bis zu zehn Jahren für das Klima einschließlich dessen Extreme unter dem Einfluss von natürlichen Klimaschwankungen und anthropogener Klimaveränderung für Mitteleuropa (und Afrika) zu erstellen. Diese Zeitskalen spielen eine wichtige Rolle bei Planungsprozessen, speziell in der Wirtschaft. BMBF setzt derzeit diese Fördermaßnahme zur mittelfristigen Klimaprognose um. Diese Aktivität ist eingebunden in die Kooperation mit europäischen Staaten im Rahmen der Joint-Programming-Initiative „Connecting Climate Knowledge for Europe“ (JPI Climate).

Eine belastbare Analyse von Klimawirkungen für Regionen, Sektoren, Unternehmen oder Volkswirtschaften ist heute in vielen Fällen integraler Bestandteil und Ausgangspunkt der Anpassungsforschung, die dazu auf Ansätze und Methoden aus der Klimasystem- und Klimafolgenforschung zurückgreift (siehe auch Kapitel 7.5).

7.3.1 Ökosysteme und Biodiversität

Ökosysteme und Biodiversität sind einerseits stark von den Auswirkungen des Klimawandels betroffen, andererseits spielen sie im globalen Kohlenstoffkreislauf eine bedeutende Rolle.

Um belastbare Aussagen über die langfristige Reaktion der Biosphäre und Wechselwirkungen zwischen Klimawandel, Ökosystemen und Biosphäre zu erhalten, befasst sich die terrestrische Ökosystemforschung mit der Erforschung der Struktur, Funktion und Dynamik repräsentativer Ökosysteme wie Wälder, Savannen, Fluss- und Seenlandschaften, Agrarlandschaften und urbanindustrielle Landschaften; die Erforschung mariner Ökosysteme erfolgt im Rahmen der Meeresforschung (siehe unten). Die Ökosystemforschung liefert dabei wichtige Informationen über die Verwundbarkeit wichtiger Ökosysteme gegenüber Klimaänderungen, aber auch über die Möglichkeit der nachhaltigen Nutzbarkeit beziehungsweise Gestaltung dieser Ökosysteme zur Verbesserung der Lebensbedingungen der Menschen, vor allem im Hinblick auf die Probleme des

globalen Wandels. Durch die Integration von interdisziplinär erarbeitetem Wissen sollen frühzeitig Gefährdungspotenziale erkannt, Handlungsoptionen erarbeitet und gemeinsam mit Interessensgruppen vor Ort modellhaft umgesetzt werden.

Die Projektförderung erfolgte unter anderem im Rahmen des Förderschwerpunktes Biodiversität und Global Change – BIOLOG, im Förderschwerpunkt Biosphärenforschung – Integrative und Anwendungsorientierte Modellprojekte – BioTeam. Aktuell ist der Förderschwerpunkt Nachhaltiges Landmanagement – Modul A: Wechselwirkungen zwischen Landmanagement, Klimaschutz und Ökosystemdienstleistungen. Hier werden besonders betroffene Regionen bei der Entwicklung eines nachhaltigen Landmanagements unterstützt. Weiterhin werden Vorhaben im Rahmen des ERA-Net BiodivERsA gefördert.

Die institutionelle Förderung klimawirkungsbezogener Ökosystem- und Biodiversitätsforschung erstreckt sich auf mehrere Institute der Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren (HGF), der Max-Planck-Gesellschaft (MPG), der Fraunhofer-Gesellschaft (FhG) und der Leibniz-Gemeinschaft (WGL). In der HGF erfolgt diese Forschung im Bereich „Erde und Umwelt“ in den Programmen „Geosystem: Erde im Wandel“, „Marine, Küsten- und Polare Systeme“ sowie „Terrestrische Umwelt“, in der Leibniz-Gemeinschaft in den Forschungsbereichen „Biodiversität“, „Meere und Gewässer“ sowie „Umwelt und Energie“. Weitere wichtige Einrichtungen in Deutschland, die sich mit den Wechselwirkungen zwischen Klimawandel und Ökosystemen befassen, sind unter anderem:

- Bayreuther Zentrum für Ökologie und Umweltforschung (BayCEER)
- Biodiversität- und Klimaforschungszentrum, Frankfurt (BIK-F)
- Deutsches Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv)
- Ökologie-Zentrum Kiel (ÖZK)
- Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
- Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen.

7.3.2 Küstenregionen

Küsten- und Meeresökosysteme unterliegen seit jeher einem steten Wandel – zum Teil auch raschen Veränderungen. Über das bekannte, natürliche Maß hinaus werden seit einigen Jahrzehnten die vom Menschen hervorgerufenen Veränderungen immer deutlicher sichtbar.

Diese Veränderungen finden auf allen Ebenen statt, bis hin zu globalen Verschiebungen atmosphärischer Transporte, Erwärmung und Meeresspiegelanstieg.

Es gilt es als gesichert, dass das Ausmaß der bisherigen Nutzungen zukünftig weiter zunehmen und zusammen mit neuen Nutzungsformen den Druck auf die marine Umwelt und die Ressourcen der Meere erhöhen wird. Gleichzeitig ist zu erwarten, dass sich der von Menschen beeinflusste Klimawandel manifestieren wird. Bereits jetzt zeichnen sich in den Ökosystemfunktionen der Küstenmeere Veränderungen ab, ohne dass deren Ursachen hinreichend bekannt und ihre Auswirkungen gänzlich erfasst wären. Auf solcher Basis sind zukünftige Entwicklungen schwer vorherzusagen.

Das Rahmenprogramm „Forschung für Nachhaltige Entwicklungen“ (2010 bis 2015) benennt die deutsche Küste als eine von weltweit vier Schwerpunktregionen der Erdsystemforschung, in denen die Folgen des globalen Klimawandels besonders schnell und/oder besonders spürbar zu Tage treten. Das BMBF intensiviert in diesem Forschungsbereich die Projektförderung. Eine der Grundlagen dafür bildet die „Küstenforschungsagenda für die Nord- und Ostsee“ (2010 bis 2020).

Das übergeordnete Ziel der Agenda besteht darin, die wissenschaftlichen Grundlagen für ein ökosystemorientiertes, nachhaltiges Management der Küstenressourcen zu entwickeln und stetig zu verbessern. Dieser Anspruch schlägt sich in vier Leitlinien nieder:

- Neues Wissen zur Nutzung und zum Erhalt von Ökosystemdienstleistungen der deutschen Küstensysteme unter sich ändernden Nutzungen und Klimawandel,
- Verbesserung der Prognosefähigkeit Abschätzbarkeit von Auswirkungen des globalen Wandels auf die Küstenökosysteme,
- Schaffen von Grundlagen für den Aufbau nachhaltiger Infrastrukturen im Küstenraum,
- Forschung für eine evidenzbasierte Umsetzung von integrierter Meerespolitik auf nationaler wie auf EU-Ebene.

Neben den Aktivitäten im Rahmen der Küstenforschungsagenda enthält das Portfolio des BMBF zur Küstenmeerforschung weitere Bereiche:

- das Multinationale Fördernetzwerk BONUS zur Ostsee-Meeresforschung der acht Anrainerstaaten mit Unterstützung der EU-Kommission,
- die Fördermaßnahmen des Kuratoriums für Forschung im Küsteningenieurwesen (KFKI),
- die bilateralen Kooperationen in der Küstenforschung mit ausgewählten Industrie- und Schwellenländern (Russland in arktischen Küstenmeeren,

Israel, Indonesien, China, Südafrika zusammen mit Namibia und Angola) sowie

- Kooperationen im Zuge der trilateralen Wattenmeerzusammenarbeit.

Mit seinen Aktivitäten zur Küstenmeerforschung unterstützt Deutschland die Erfüllung internationaler Forschungsprogramme: Weltklimaprogramm (WCRP), Land-Ocean Interactions in Coastal Zones (LOICZ) im International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP), UN-Meerespolitik (zum Beispiel RIO+20).

Außerdem werden substantielle Beiträge zur Durchführung und Weiterentwicklung nationaler und europäischer Politiken, beispielsweise der EU-Meerespolitik und der EU-Umweltpolitik erbracht, hier vor allem im Hinblick auf die Erfüllung der Meeresstrategie-Richtlinie (MSRL).

7.4 Energie- und Mitigationsforschung

7.4.1 Energieforschung – Überblick

Die deutsche Bundesregierung legte im Jahr 2011 mit dem 6. Energieforschungsprogramm „Forschung für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung“ die Grundlinien und Schwerpunkte ihrer Förderpolitik für die kommenden Jahre fest. Dieses Programm bildet einen wichtigen Schritt bei der Umsetzung des Energiekonzepts vom 28. September 2010, mit dem die Bundesregierung den Weg in das Zeitalter der erneuerbaren Energien beschreiten will. Deutschland soll bei wettbewerbsfähigen Energiepreisen und hohem Wohlstandsniveau eine der energieeffizientesten und umweltschonendsten Volkswirtschaften der Welt werden.

Um diese Ziele zu erreichen, ergänzt die Bundesregierung ihre Energie- und Klimapolitik durch einen neuen strategischen Ansatz. Dieser Ansatz setzt auf eine verbesserte Förderung von Forschung und Entwicklung zukunftsfähiger Energietechnologien. Die Grundlage dafür bildet das 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. Dieses ist ein gemeinsames Programm des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi), des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) und des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Es wurde unter der Federführung des BMWi erstellt.

Orientierungsgrundlage für das 6. Energieforschungsprogramm bildet das Energiekonzept der Bundesregierung vom 28. September 2010 sowie seine Fortschreibung durch die Neubewertung der Kernenergie nach Erdbeben und Tsunami in Japan am 11. März 2011 und die dadurch ausgelösten Störfälle an Nuclearanlagen. Nach der Kabinettsentscheidung vom 6. Juni 2011 ist es Ziel, den Weg in das Zeitalter der erneuerbaren Energien noch schneller zu beschreiten und dabei gleichzeitig eine sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung in Deutschland zu gewährleisten. Die Energiewende ist eine politische und gesellschaftliche Gestaltungsaufgabe ersten Ranges. Sie ist ohne wissenschaftliche Expertise nicht denkbar.

Die Bundesregierung setzt bei der Förderung von Forschung und Entwicklung im Energiebereich auf vier zentralen Feldern neue Akzente:

- Strategische Fokussierung: Die Fördermittel, die den Ressorts für die Unterstützung von Forschung und Entwicklung zur Verfügung stehen, werden noch deutlicher auf die Technologien und Technologiesysteme konzentriert, die für den von der Bundesregierung angestrebten Übergang Deutschlands zu einer nachhaltigen Energieversorgung wichtig sind. Damit stehen im Mittelpunkt: erneuerbare Energien, Energieeffizienz, Energiespeichertechnologien und Netztechnik, Integration der erneuerbaren Energien in die Energieversorgung und das Zusammenwirken dieser Technologien im Gesamtsystem.
- Ressortübergreifende Zusammenarbeit: Auf ausgewählten, für die künftige Energieversorgung Deutschlands wichtigen Feldern werden die beteiligten Ressorts gemeinsame Förderinitiativen entwickeln. Eine enge und gut verzahnte Zusammenarbeit ermöglicht es, die vorhandenen Kernkompetenzen besser zu bündeln, Synergievorteile zu realisieren, und durch den konzentrierten Einsatz von Fördermitteln die notwendigen technologischen Durchbrüche zu erzielen. BMWi, BMU und BMBF haben bereits die gemeinsamen Förderinitiativen in den Bereichen „Energiespeicher“ und „Zukunftsfähige Stromnetze“ ins Leben gerufen. Eine weitere Initiative zum Thema „Solares Bauen – Energieeffiziente Stadt“ wird folgen. An der Schnittstelle von Forschung und Innovation kommt bei der übergreifenden Zusammenarbeit auch anderen Fachressorts, zum Beispiel dem Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, eine wichtige Rolle zu.
- Internationale Kooperation: Technologieentwicklungen müssen heute aus einer globalen Perspektive bewertet werden. Die Bundesregierung trägt diesem Gedanken durch eine Verbesserung der internationalen Kooperation auf dem Gebiet der

Energieforschung Rechnung. Von besonderer Bedeutung ist dabei eine stärkere Vernetzung der Forschungsarbeiten innerhalb der Europäischen Union. Die internationale Kooperation ist vor allem für Deutschland aufgrund seiner auf die Weltmärkte ausgerichteten Volkswirtschaft von größter Bedeutung. Die Bundesregierung wird in Gesprächen mit Wirtschaft und Wissenschaft prüfen, wie die internationale Zusammenarbeit bei Forschung und Entwicklung moderner Energietechnologien an die neuen Herausforderungen angepasst und verbessert werden kann.

- Abstimmung und Koordination: Ein sich beschleunigender Trend zur Ausdifferenzierung und Spezialisierung kennzeichnet die Energieforschungsaktivitäten in Deutschland. Angesichts dieser Entwicklungsprozesse wird die „Koordinierungsplattform Energieforschungspolitik“ ausgebaut und gestärkt. Dadurch soll ein möglichst hoher Mehrwert für den aus öffentlichen Mitteln bereitgestellten „Forschungs-Euro“ geschaffen werden. Die „Koordinierungsplattform“ soll zu einer besseren Zusammenarbeit der Bundesregierung mit den Bundesländern und den europäischen Förderinstitutionen genutzt werden.

Das 6. Energieforschungsprogramm ist das Ergebnis eines umfangreichen Konsultationsprozesses. Es ist abgestimmt mit den Forschungsaktivitäten der Wirtschaft, der wissenschaftlichen Institute sowie der Energieforschung in den Bundesländern. Die Ausrichtung des Programms bezieht die Abstimmung mit den Forschungsaktivitäten der EU und mit den Partnerländern in der Internationalen Energieagentur (IEA) ein. Deutschland verfügt über eine gute Grundlagenforschung, eine leistungsfähige wissenschaftlich-technische Infrastruktur sowie eine hervorragende industrielle Energieforschung. Das belegen die überdurchschnittliche Beteiligung deutscher Partner an dem EU-Forschungsrahmenprogramm und die guten bis exzellenten Bewertungen der Forschungsprogramme der Helmholtz-Gemeinschaft durch internationale Gutachter.

Die Bundesregierung fördert Forschung und Entwicklung von Technologien mit Energiebezug in einer Vielzahl von Programmen. Alle diese Maßnahmen sind Bestandteil der Hightech-Strategie. Das Herzstück der Technologieförderung der Bundesregierung im Energiebereich ist das Energieforschungsprogramm. Dort erfolgt die programmatische Ausrichtung der Energieforschungspolitik.

Bei der Unterstützung von Forschung und Entwicklung kommen zwei Instrumente zum Einsatz: die „Projekt-

förderung“ und die „institutionelle Förderung“. Beide ergänzen sich und wirken zusammen.

Das 6. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung legt ein besonderes Gewicht auf eine Neuausrichtung der projektorientierten Förderung von Forschung und Entwicklung moderner Energietechnologien. Dadurch ist es am ehesten möglich, flexibel zu reagieren und rasche Erfolge bei der Modernisierung der Energieversorgung Deutschlands und beim Übergang zum Zeitalter der erneuerbaren Energien zu erzielen.

Kennzeichen der künftigen Förderung von Forschung und Entwicklung im Energiebereich ist die enge Zusammenarbeit der zuständigen Ministerien innerhalb der Bundesregierung auf der Grundlage der jeweiligen Fachprogramme:

- Die Schwerpunkte der Projektförderung des BMWi im Bereich der nicht nuklearen Technologien folgen der gesamten Energiekette und liegen vor allem auf den Gebieten: energieoptimiertes Bauen, energieeffiziente Stadt, Energieeffizienz in der Industrie, im Gewerbe, Handel und bei Dienstleistungen, Energiespeicher und Netze einschließlich stromwirtschaftliche Schlüsselemente der Elektromobilität, Kraftwerkstechnologien und CO₂-Abtrennung, Brennstoffzellen/Wasserstoff, Systemanalyse. Die Projektförderung des BMWi im Bereich der nuklearen Sicherheits- und Endlagerforschung konzentriert sich auf den Erhalt und den Ausbau des wissenschaftlichen Know-hows auf diesen Gebieten. Im Bereich der institutionellen Energieforschung der Helmholtz-Gemeinschaft fördert das BMWi das deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) auf den Gebieten der Verbrennungstechnik, der Solarenergie und der Systemanalyse.
- Im Bereich der erneuerbaren Energien wird die strategisch ausgerichtete, umfassend angelegte Forschung und Entwicklung in den Bereichen Windenergie, Photovoltaik, Geothermie, Thermische Solarenergie, Solarthermische Kraftwerke, Wasserkraft und Meeresenergie vom BMU gefördert. Ein weiterer Schwerpunkt der Projektförderung liegt auf Vorhaben, die im Rahmen der übergreifenden Forschung zu erneuerbaren Energien einen Beitrag zur Umstellung auf ein regeneratives Energiesystem leisten.
- Die Projektförderung des BMELV umfasst die verschiedenen Technologien zur Nutzung der Bioenergie. Dazu gehören die festen, flüssigen und gasförmigen Bioenergieträger. Ein wichtiger Schwerpunkt des BMELV ist die institutionelle Förderung des Deutschen BiomasseForschungsZentrums.
- Das BMBF engagiert sich auf dem Gebiet der Grundlagenforschung. In der Projektförderung liegen

die Schwerpunkte in den Bereichen Photovoltaik, Bioenergie, Windenergie und Energieeffizienz. Um langfristig Handlungsmöglichkeiten zu erhalten, fördert das BMBF auch die Kernfusion. Im Rahmen der nuklearen Sicherheits- und Entsorgungsforschung sowie der Strahlenforschung fördert das BMBF den wissenschaftlichen Nachwuchs. Damit wird der notwendige Kompetenzerhalt in Deutschland gesichert. Das BMBF ist auch zuständig für die wesentlichen Forschungsarbeiten im Fachbereich „Energie“ der Helmholtz-Gemeinschaft, die einen wichtigen Beitrag für die Exzellenz des Forschungsstandorts Deutschland leisten.

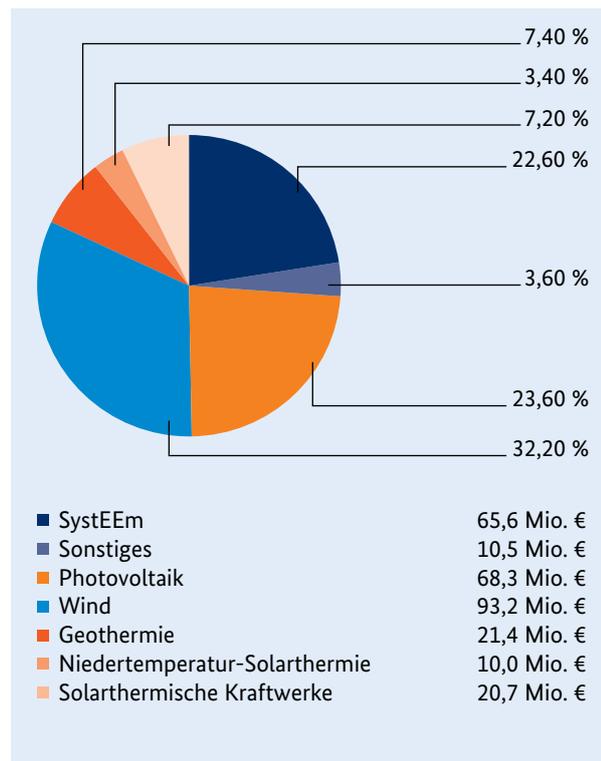
Neben dem 6. Energieforschungsprogramm verfolgt das BMBF mit dem Förderschwerpunkt BioEnergie 2021 das Ziel, den Anteil von Biomasse an der Energieversorgung deutlich zu erhöhen. In Projekten an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sollen in Zusammenarbeit mit Partnern aus der Wirtschaft neue Umwandlungsprozesse von Biomasse sowie die Optimierung von Energiepflanzen ausgebaut werden. Über eine Laufzeit von fünf Jahren wurden rund 50 Millionen Euro Fördermittel zur Verfügung gestellt.

Die vermehrte Verwendung von Produkten aus Biomasse, insbesondere im Bereich der Energieversorgung, fördert das Ziel der Einhaltung von Nachhaltigkeitskonzepten und -kreisläufen. Wiederverwertung von Biomasseerzeugnissen in einer Kreislaufwirtschaft und Schonung der natürlichen Ressourcen gehören dabei zusammen. Hinzu kommt bei der nachhaltigen Wärmeerzeugung zum Beispiel die klimaneutrale Verbrennung, bei der nicht mehr Kohlendioxid freigesetzt wird, als die Pflanzen zuvor im Wachstum gebunden haben. Zu den ökologischen Argumenten kommen agrar-, energie-, wirtschafts- und sozialpolitische Vorteile für die Volkswirtschaft hinzu. Vor allem die ländlichen Räume können von der Bereitstellung von Energieträgern auf der Basis nachwachsender Rohstoffe erheblichen Nutzen ziehen.

7.4.2 Schlüssel- und Querschnittstechnologien für den Klimaschutz

Forschung und Entwicklung im Bereich der Schlüsseltechnologien leisten einen grundlegenden Beitrag zur Lösung der Herausforderungen im Bereich Klimaschutz. Sie ermöglichen es, in zahlreichen Anwendungen den Klimaschutz zu verbessern. So werden zum Beispiel über neue Hightech-Werkstoffe Fahrzeuge leichter, Batterien stärker und Gebäude umweltfreundlicher. Entwicklungen der Mikrosystem- und

Abbildung 34: Anteil der Förderschwerpunkte an neu bewilligten Projekten 2012



Quelle: nach BMU 2013.

der IuK-Technik verbessern die Steuerung und damit die Energieeffizienz von Produktions- oder Energieanlagen. Folgende Schlüssel- und Querschnittstechnologien werden durch Programme und Maßnahmen des BMBF gefördert:

- Informations- und Kommunikationstechnologien (Programm „IKT 2020 – Forschung für Innovationen)
- Photonik (Förderprogramm „Photonik Forschung Deutschland“)
- Produktionstechnologien (zum Beispiel Förderschwerpunkt „Ressourceneffiziente Produktion“)
- Werkstofftechnologien („WING – Werkstofftechnologien für Industrie und Gesellschaft“)
- Biotechnologie („Rahmenprogramm Biotechnologie“)
- Nanotechnologien („Aktionsplan Nanotechnologie 2015“)
- Mikrosystemtechnik („Rahmenprogramm Mikrosystemtechnik“)
- Innovative Dienstleistungen (Programm „Innovationen mit Dienstleistungen“)

Wichtige Instrumente hierbei sind Innovationsallianzen und die Förderung von klassischen Verbundprojekten mit Partnern aus Forschung und Industrie.

Mit den Innovationsallianzen wurde ein neues Instrument der Forschungs- und Innovationspolitik geschaffen. Im Vordergrund dieser strategischen Kooperationen von Wissenschaft und Wirtschaft steht jeweils die Ausrichtung auf einen bestimmten Anwendungsbe- reich oder Zukunftsmarkt. Innovationsallianzen entfalten eine besondere volkswirtschaftliche Hebelwirkung. Zielmarke ist: ein Euro des Bundes für fünf Euro der Wirtschaft. Ein Schwerpunkt der Innovationsallianzen liegt im Bereich Klimaforschung und Energie. Hier wurden die nachfolgenden Innovationsallianzen ange- stoßen:

- Organische Photovoltaik (OPV) (Energieerzeugung/ Photovoltaik): Ziel ist es, den Wirkungsgrad von Solarzellen aus organischen Materialien zu verbesser- n und ihre Haltbarkeit zu steigern – als kosten- günstige Alternative zu heutigen Solarzellen.
- OLED-Initiative (Energieeffizienz/Beleuchtung): Organische Leuchtdioden wandeln Strom äußerst effizient in Licht und können als dünne, biegsame Folien hergestellt werden.
- CarbonNanoTubes (InnoCNT) (Klima/Chemie): Ziel ist die Übertragung und Nutzbarmachung der über- ragenden Eigenschaften der Kohlenstoff-Nanoröh- ren. Insbesondere Anwendungen im Bereich der Energietechnologien (zum Beispiel Brennstoffzelle, Energiespeicher, Windkraft, Solarzelle) und Um- welttechnologien (zum Beispiel Wasserentsalzung) werden untersucht.
- Lithium-Ionen-Batterie (LIB 2015) (Energiespeiche- rung/Automobil, erneuerbare Energien): Ziel ist es, eine neue Generation leistungsstarker Batterien für den Einsatz in Elektro- oder Hybridfahrzeugen und für die Energiespeicherung in Verbindung mit rege- nerativen Energien zu entwickeln.
- Photovoltaik: Ziel sind Photovoltaiksysteme, die ohne Subventionen wettbewerbsfähig sind (Netz- parität)

Darüber hinaus wurden Fördermaßnahmen im klas- sischen Bereich der Verbundforschung angestoßen, die das Handlungsfeld Ressourceneffizienz sowohl im Bereich industrieller Prozesse als auch im Bereich der Gebäude- und Verkehrstechnik adressieren. Ziel ist es, industrielle Prozesse auf allen Wertschöpfungsebenen mit erheblich höherer Leistung bei gleichzeitig redu- ziertem Ressourceneinsatz zu führen und den Energie- verbrauch von Gebäuden und Verkehrswegen zu sen- ken. Im Rahmen von WING sind dies zum Beispiel die Fördermaßnahmen „Materialien für eine ressourceneff- ziente Industrie und Gesellschaft – MatRessource“ und „Neue Werkstoffe für urbane Infrastrukturen – HighTechMatBau“.

7.4.3 Forschung für erneuerbare Energien

Deutschland stellt seine Energieversorgung um auf ein System, das auf erneuerbaren Energien beruht und dabei umweltschonend, zuverlässig und bezahlbar ist. Die Herausforderungen der nächsten Jahre sind, die Energiewende zu möglichst niedrigen gesamtge- sellschaftlichen Kosten zu erreichen und die Energie- versorgungssysteme intelligent neu zu organisieren. Zur Bewältigung dieser Herausforderungen leistet die Forschungsförderung des Bundesumweltmini- steriums einen wichtigen Beitrag. Das Bundesumweltmi- nisterium baut seine Projektförderung für erneuerbare Energien zur Unterstützung der Energiewende aus und fokussiert sie weiterhin auf anwendungsorien- tierte Forschung und Entwicklung (FuE). Das Spek- trum reicht von den Erzeugungstechnologien (Wind, Solar, Geothermie) bis hin zu Technologien, die für den Umbau zu einem Energieversorgungssystem auf Basis erneuerbarer Energien von zentraler Bedeutung sind, also insbesondere Netze und Speicher. Gefördert werden qualitativ herausragende Projekte, die dazu beitragen, das Energieversorgungssystem auf einen Hauptanteil erneuerbarer Energien umzustellen, die Kosten der erneuerbaren Energien weiter zu senken, die Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen in diesen globalen Zukunftsmärkten zu steigern und die Umwelt- und Naturverträglichkeit der Technologien zu verbessern. Dabei kooperiert das BMU anlassbezogen mit anderen Bundesministerien, um Forschungsmittel bei übergreifenden Themen zu bündeln.

Im Jahr 2012 hat das BMU Forschungs- und Entwick- lungsprojekte im Bereich der erneuerbaren Energien mit insgesamt rund 153 Millionen Euro unterstützt. Dies entspricht einer Steigerung um 32,5 Millionen Euro ge- genüber 2010 und einer Verdreifachung gegenüber 2004.

Aufgrund des Mittelaufwuchses konnten im Jahr 2012 die Anzahl und das Volumen neu bewilligter Projekte erheblich ausgeweitet werden: Das BMU hat 370 neue Projekte mit einem Gesamtvolumen von knapp 290 Milli- onen Euro bewilligt. Gegenüber 2010 konnte das Gesamt- volumen neu bewilligter Projekte damit mehr als verdop- pelt werden, gegenüber dem Jahr 2004 fast vervierfacht.

Der Mittelaufwuchs kommt allen Förderthemen zu- gute. Angesichts der energiepolitischen Bedeutung von technologischen Lösungen für den Netzausbau und -umbau, für das intelligente Zusammenspiel von Ener- gieangebot und -verbrauch und für die mittel- und langfristig wichtige Energiespeicherung baut das BMU insbesondere den Förderschwerpunkt SystEEm (Rege- nerative Energieversorgungssysteme und Integration erneuerbarer Energien) kontinuierlich aus.

Bei der Windenergie werden Preise und Margen in absehbarer Zeit sinken. Umso dringlicher ist es, den Technologievorsprung etwa bei Netzeigenschaften, Rotorblättern oder Antriebstechnik zu halten. Das BMU unterstützt daher eine Reihe von Großprüfständen großer Testeinrichtungen, die im internationalen Vergleich einmalig sind und unter anderem zum Testen von Rotorblättern, Gondeln und Tragstrukturen geeignet sind. Die RAVE-Konferenz (Research at Alpha Ventus) im Mai 2012 machte den Erkenntnisgewinn der gleichnamigen Forschungsinitiative des BMU im Hinblick auf Kostensenkung, Zuverlässigkeit und ökologische Auswirkungen deutlich.

Die Photovoltaik befindet sich aktuell in einem schwierigen Konsolidierungsprozess. In dieser Phase der Konsolidierung der Photovoltaik-Industrie ist die Fokussierung der Förderung auf sehr anwendungsnahe, praxisorientierte Verbände mit industrieller Beteiligung sinnvoll. Daneben sind aber auch Vorläuferprojekte an Instituten mit einem Umsetzungshorizont von über fünf Jahren wichtige Elemente der Forschungsförderung.

Auch die Themen Geothermie, solarthermische Kraftwerke und Niedertemperatur-Solarthermie wurden ausgebaut. Ergänzt werden die Forschungsschwerpunkte durch das Programm zur Förderung von Forschung und Entwicklung zur klimaeffizienten Optimierung der energetischen Biomassenutzung und die Grundlagenforschung im Bereich erneuerbare Energien.

7.4.4 Mitigation in industriellen Prozessen und Produkten – integrierter Umweltschutz

Im Aktionsfeld „Konzepte für Nachhaltigkeit in Industrie und Wirtschaft“ des BMBF-Rahmenprogramms „Forschung für die Nachhaltigkeit“ können neben dem Themenfeld „Klimaschutzstrategien“ auch andere Themenfelder („Bedürfnisfelder und zugehörige Wertschöpfungsketten“, „Rohstoffnahe Produktionssysteme“, „Schlüsseltechnologien für den Systemwandel“) direkt oder indirekt zum Klimaschutz beitragen.

Wirkungsvoller und umfassender als nachsorgende Maßnahmen ist oftmals der vorbeugende integrierte Umweltschutz, der neben technischen Gesichtspunkten auch die gesetzlichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen und die Nachfrageseite berücksichtigt – im Sinne einer wirtschaftsbezogenen Nachhaltigkeit. Der technologieorientierte Teil der Forschungsförderung zum nachhaltigen Wirtschaften ist auf die Optimierung des integrierten Umweltschutzes bei Produktionsprozessen und Produkten sowie auf Kreislaufschließung in

dem Sinne angelegt, dass von Anfang an produkt- und produktionsbedingte Emissionen (Abgase, Abfälle, Abwässer) vermieden werden und der Einsatz von Rohstoffen und Energie bei der Herstellung, Nutzung und Entsorgung von Produkten minimiert wird.

Der Förderschwerpunkt „Konzepte für Nachhaltigkeit in Industrie und Wirtschaft“ des Rahmenprogramms „Forschung für die Nachhaltigkeit“ mit der Fördermaßnahme „Innovationen als Schlüssel für Nachhaltigkeit“ liefert auch Beiträge zum Klimaschutz.

Im Förderschwerpunkt „Konzepte für Nachhaltigkeit in Industrie und Wirtschaft“ spielt die Bionik eine wichtige Rolle zur Entwicklung innovativer Ansätze. Durch die Bionik wird das große Ideenrepertoire der belebten Natur genutzt, um zu neuartigen Lösungen für anwendungsorientierte, meist technische Fragestellungen zu gelangen. Bionische Ansätze ermöglichen oft Reduzierungen im Energie- und Materialverbrauch, auch auf Gebieten, wo man bisher mit konventionellen Methoden nur kleine Schritte zur Verbesserung des Status quo gehen konnte. Mit der 2006 eingerichteten Fördermaßnahme „BIONA – Bionische Innovationen für nachhaltige Produkte und Technologien“ wurden schwerpunktmäßig Projekte gefördert, die mittels Übertragung von energie- und ressourcensparenden Prinzipien aus dem „Ideenpool Natur“ wichtige Beiträge zum nachhaltigen Wirtschaften und zum industrienahen Klimaschutz leisten. Die Fördermaßnahme ist 2012 ausgelaufen.

Beiträge zur Nachhaltigkeit und zum Klimaschutz liefert die im Jahr 2007 gestartete BMBF-Förderinitiative „KMU-innovativ“. Damit verfolgt das BMBF das Ziel, das Innovationspotenzial kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) im Bereich Spitzenforschung zu stärken sowie die Forschungsförderung im Rahmen seiner Fachprogramme insbesondere für KMU attraktiver zu gestalten. Als eines von derzeit sieben Technologiefeldern der Initiative KMU-innovativ werden Technologien für Ressourcen- und Energieeffizienz/Klimaschutz gefördert. Die Fördermaßnahme ist innerhalb dieses Fokusfeldes themenoffen gestaltet und richtet sich branchenübergreifend an alle innovativen KMU. In den geförderten Projekten im Themenschwerpunkt Ressourcen- und Energieeffizienz erarbeiten KMU – einzeln oder im Verbund mit anderen Unternehmen oder Forschungseinrichtungen – bereits konkrete Beiträge zur nachhaltigen Nutzung von Ressourcen.

Der BMBF-Förderschwerpunkt „klimazwei“: Als Ergebnis der bisherigen klimabezogenen Forschung steht inzwischen ein großer Fundus an Orientierungs- und Handlungswissen für Politik, Wirtschaft

und Gesellschaft bereit. In der Logik des Mitte 2004 von der Bundesregierung verabschiedeten Rahmenprogramms „Forschung für die Nachhaltigkeit“ gilt es, dieses Wissen in die Praxis umzusetzen. Diesem Ziel dient die Fördermaßnahme „Forschung für den Klimaschutz und Schutz vor Klimawirkungen“, die einem dualen Ansatz mit zwei komplementären Stoßrichtungen folgt:

- Vermeidung beziehungsweise Minderung langfristiger, durch menschliches Handeln bedingter und für Gesellschaft und Umwelt schädlicher Klimafolgen
- Anpassung an den Klimawandel und an extreme Wetterereignisse (siehe Kapitel „Anpassung an den Klimawandel“)

Im Zusammenhang mit dem europäischen Handel mit Emissionszertifikaten hat die deutsche Wirtschaft erhebliche Aufwendungen für die Verwirklichung des nationalen Reduktionsziels zu leisten. Die in klimazwei geförderten Themen zur Mitigation umfassen daher ein breites Spektrum umsetzungsorientierter Forschungsansätze, mit denen unternehmerische Eigeninitiative in den vom Emissionshandel betroffenen Bereichen unterstützt wird. Die Projekte stammen beispielsweise aus den Bereichen „Verkehr und Logistik“, „Information und Kommunikation“ oder „Industrielle Produktion und Prozesse“:

Die Maßnahme konzentriert sich auf die Entwicklung neuer Technologien, Verfahren und Strategien, mit denen eine deutliche Emissionsminderung klimarelevanter Gase erreicht werden kann. Dabei sind neben Kohlendioxid auch alle anderen klimarelevanten Gase gemäß der Klassifizierung im Kyoto-Protokoll einbezogen. Die Förderung der Projekte umfasste die Laufzeit von 2006 bis 2012.

„Technologien für Nachhaltigkeit und Klimaschutz – Chemische Prozesse“: Die für die Zukunft extrapolierten Szenarien für die Entwicklung der CO₂-Konzentration in der Atmosphäre zeigen, dass Strategien zur Vermeidung energiebasierter CO₂-Emissionen alleine nicht ausreichen werden, den Klimawandel aufzuhalten. Vielmehr müssen weitere Maßnahmen zur Emissionsminderung von Treibhausgasen in Betracht gezogen werden, wie zum Beispiel die stoffliche Nutzung von CO₂. Dies erfordert die Entwicklung neuer klimafreundlicher Technologien zur

- stofflichen Verwertung von CO₂
- Reduzierung der Treibhausgasemissionen aus der Produktion durch Anwendung funktionaler Flüssigkeiten als Hilfsmittel für Synthesen, Aufbereitungs- und Fertigungsverfahren
- Erhöhung der Energieeffizienz in der Produktion durch verbesserte Verfahrens- und Apparatechnik

- Innovationen der chemischen Industrie als Grundlage für Entwicklungen in anderen Industriezweigen zur CO₂-Abtrennung und -Aktivierung

Von 2009 bis 2016 werden zu diesem Themenbereich 33 Forschungsprojekte mit Bundesmitteln in Höhe von 100 Millionen Euro gefördert.

7.4.5 Mobilität und Klimaschutz

Die Bundesregierung hat 2009 das 3. Verkehrsforschungsprogramm mit dem Titel „Mobilität und Verkehrstechnologien“ in Kraft gesetzt. Das unter Federführung des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) verwaltete Programm enthält unter anderem die thematischen Säulen „Intelligente Logistik“, „Mobilität für Menschen im 21. Jahrhundert“ und „Intelligente Infrastruktur“. Das Programm konzentriert sich neben technischen und nicht technischen Aspekten der Verkehrsträger Straße und Schiene. Ein Großteil der geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekte liefert einen direkten oder indirekten Beitrag zur Erfüllung der Klimaschutzziele. Gleichzeitig werden die Anforderungen aus der „Hightech-Strategie 2020“ der Bundesregierung im Zukunftsprojekt „Nachhaltige Mobilität“ erfüllt.

Der Förderschwerpunkt „Zukunftsfähige Logistiknetzwerke – Eine Mobilitätsinitiative für den Güterverkehr der Zukunft“ soll dazu beitragen, Verkehr zu vermeiden und auf umweltfreundlichen Verkehrsträger wie Schiene und Wasserstraße zu verlagern sowie Fahrzeuge effizienter auszulasten. Im Forschungsschwerpunkt „Von Tür zu Tür – Eine Mobilitätsinitiative für den öffentlichen Personenverkehr der Zukunft“ soll der öffentliche Personenverkehr als Mobilitätsanbieter für die gesamte Wegekette gestärkt und attraktiver gemacht werden. Ziel ist eine durchgängige Bereitstellung von verkehrsrelevanten Informationen für die Reisenden. In verschiedenen Projekten des Verkehrsmanagements (zum Beispiel Großprojekt UR:BAN) werden innovative Ansätze gefördert, die dazu beitragen, den Straßenverkehr durch benutzergerechte Assistenzsysteme und ein intelligentes Netzmanagement effizienter zu gestalten und gleichzeitig die Schadstoffemissionen zu reduzieren.

Neben dem 3. Verkehrsforschungsprogramm trägt das 2011 beschlossene Regierungsprogramm „Elektromobilität“ zur Erfüllung der Klimaschutzziele bei. Im Jahr 2020 sollen eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren. Um dieses Ziel zu erreichen, arbeiten im Rahmen der Nationalen Plattform Elektromobilität (NPE) Automobilhersteller, Zulieferer,

Energieversorger und IKT-Unternehmen zusammen. Im „Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie“ werden weitere Strategien für eine alternative Energieversorgung im Verkehrsbereich untersucht. Eine der strategischen Grundlagen hierfür ist die Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie der Bundesregierung.

Neben den Bemühungen zur Einführung alternativer Antriebskonzepte befasst sich die Verkehrsforschung auch weiterhin damit, konventionelle Antriebe (Verbrennungskraftmaschinen) zu optimieren. Das Verbesserungspotenzial wird auf 20 bis 30 Prozent geschätzt. So kann der Verbrauch fossiler Energieträger weiter reduziert werden.

7.4.6 Abscheidung und Speicherung von Kohlendioxid

CCS kann als Option im Kraftwerkssektor und in energieintensiven Industriezweigen mit hohen prozessbedingten CO₂-Emissionen als Option zum Erreichen des Ziels einer CO₂-Minderung um 80 bis 95 Prozent in Betracht kommen.

Die CCS-Technologie befindet sich derzeit im Entwicklungsstadium und ist deshalb noch nicht im großtechnischen Maßstab auf ihre wirtschaftliche und technische Machbarkeit sowie auf ihre Unbedenklichkeit für Mensch und Umwelt überprüft worden. Antworten auf offene Fragen können nur Forschungs- und Demonstrationsprojekte geben, für die höchste Umwelt- und Sicherheitsstandards gelten.

Eine allseitige Erforschung der mit der dauerhaften geologischen Speicherung auftretenden Fragestellungen ist eine Grundvoraussetzung für die weitere Entwicklung der CCS-Technologie. Sie ist nur möglich, wenn die Forschung mögliche Risiken und die Langzeitsicherheit ergebnisoffen untersucht und bewertet.

Die Forschungsförderung zur geologischen CO₂-Speicherung erfolgt seit dem Jahr 2005 im Sonderprogramm GEOTECHNOLOGIEN, das in das Rahmenprogramm „Forschung für nachhaltige Entwicklungen (FONA)“ eingebettet ist.

Die Förderstrategie des BMBF ist zweigleisig ausgerichtet und gliedert sich in standortunabhängige und standortgebundene Forschung. Mit standortunabhängiger Forschung sollen grundlegende Fragestellungen zur geologischen CO₂-Speicherung beantwortet wer-

den. Die Erkundung und der Betrieb von Testspeichern ist Gegenstand der standortgebundenen Forschung.

Im Rahmen der standortunabhängigen Forschung wurden vom BMBF 2013 zwölf Projekte mit einem Volumen von knapp 13 Millionen Euro gefördert. An der standortgebundenen Forschung (Forschungsspeicher Ketzin, Brandenburg) beteiligt sich das BMBF aktuell mit etwa 12 Millionen Euro. Die Förderung von Forschungsprojekten zum Thema geologische CO₂-Speicherung wird mit Ablauf des Sonderprogramms GEOTECHNOLOGIEN Ende des Jahres 2014 weitgehend abgeschlossen.

In der Projektförderung der Energieforschung fördert das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) anwendungsorientierte Forschung und Pilotvorhaben zur CO₂-Abscheidung im Kraftwerksbereich. Pre-, Postcombustion- und Oxyfuel-Prozesse werden dabei untersucht, wie auch einzelne Prozesse zu Integrated-Carbon-Cycle-Kraftwerken (IGCC). Weiterhin werden auch die korrosiven Auswirkungen von CO₂ auf Materialien in einem CO₂-Transportsystem erforscht.

7.5 Folgen des Klimawandels und Anpassung an den Klimawandel

7.5.1 Verbesserung der Abschätzung künftiger Klimaentwicklungen

Eine wesentliche Grundlage für die Anpassungsforschung sowie die Abschätzung der Risiken des Klimawandels und damit der Nutzen von Minderungsmaßnahmen sind Aussagen zu Bandbreiten möglicher künftiger Klimaänderungen in räumlicher wie zeitlicher Dimension sowie Aussagen zu damit verbundenen Wahrscheinlichkeiten. Ergänzend zu den in der DAS genannten Grundlagen sowie dem in Anlage H.1. des APA dargestellten aktuellen Stand des Wissens werden zwei Vorhaben umgesetzt, um Aussagen zu künftigen Klimaentwicklungen zu erhalten:

BMVBS (DWD) und BMBF engagieren sich in der Weiterentwicklung regionaler Klimamodelle und Wahrscheinlichkeitsaussagen zu möglichen Klimaentwicklungen. Die regionalen Klimamodelle COSMO-CLM (CLM-Gemeinschaft) und REMO werden dabei weiterentwickelt mit dem Ziel, deren Nutzung als Eingangsdatensätze für hochaufgelöste Wirkmodellsimulationen für die Klimafolgenabschätzung weiter zu verbessern. Mit der Entwicklung eines Klimaprognose-Modellsystems schafft BMBF die methodische Grundlage zur Mittelfristigen Klimaprognose (MiKlip) (2011 bis 2015).

Ziel dieser Entwicklung ist es, zuverlässige Prognosen auf Zeitskalen von bis zu zehn Jahren für das Klima einschließlich dessen Extreme unter dem Einfluss von natürlichen Klimaschwankungen und anthropogener Klimaveränderung für Mitteleuropa (und Afrika) zu erstellen. Diese Zeitskalen spielen eine wichtige Rolle bei Planungsprozessen, speziell in der Wirtschaft. BMBF setzt derzeit diese Fördermaßnahme zur mittelfristigen Klimaprognose um. Diese Aktivität ist eingebunden in die Kooperation mit europäischen Staaten im Rahmen der Joint-Programming-Initiative „Connecting Climate Knowledge for Europe (JPI Climate)“.

Darüber hinaus arbeiten Forschung (insb. die Max-Planck-Gesellschaft) und DWD gemeinsam an der Entwicklung einer neuen Modellplattform für ein neues globales Klimamodell (Nachfolge ECHAM). Parallel dazu wird das BMBF im Rahmen seiner Projektförderung auch das Themenfeld „Zentrale Unsicherheiten in der Klimamodellierung“ behandeln.

7.5.2 Verbesserung der Klimafolgenabschätzung und der Vulnerabilitätsermittlung

Für Deutschland wurde zuletzt 2005 eine Klimafolgenabschätzung erarbeitet. Diese bewertete erstmalig auch die Vulnerabilität (Verwundbarkeit) Deutschlands.

Die in der Fachöffentlichkeit oft analog beziehungsweise großzügig genutzten Begriffe „Vulnerabilität“ und „Klimafolgen“ werden hier streng getrennt genutzt. In den Ausführungen des Aktionsplans Anpassung schließt der Begriff „Vulnerabilitätsermittlung“ stets die Betrachtung von Anpassungskapazitäten ein. Die Quantifizierung der Anpassungskapazitäten ist allerdings methodisch noch eine Herausforderung und wird deshalb meist durch Expertenurteile ersetzt. Dies ist ein Beispiel für die Unsicherheiten, mit denen im Rahmen der DAS umgegangen werden muss. Für politische Entscheidungen in der Weiterentwicklung der DAS, wie die Priorisierung von Klimarisiken und von Handlungserfordernissen sowie für die Evaluierung von Anpassungserfolgen, ist eine aktuelle sektorenübergreifende und nach einheitlichen Maßstäben erstellte Vulnerabilitätsbewertung für Deutschland erforderlich. Unter Einbeziehung der Expertise aus Ressorts und Fachbehörden, insbesondere durch die Weiterentwicklung der bestehenden Kooperation der Bundesoberbehörden zu einem „Behördennetzwerk für Vulnerabilitätsbetrachtung“, wurden für den Bereich der Vulnerabilitätsfassung und -bewertung für Deutschland folgende zentrale Vorhaben begonnen:

Im Rahmen eines Netzwerks Vulnerabilität der Bundesoberbehörden wird bis 2014 eine deutschlandweite und sektorenübergreifende Vulnerabilitätsbewertung durchgeführt. Zunächst wurden die vorhandenen regionalen und sektoralen Klimafolgenbetrachtungen und Vulnerabilitätsabschätzungen analysiert. Da die bestehenden Studien sehr heterogen und lückenhaft sind, wird zusätzlich eine flächendeckende und sektorenübergreifende Vulnerabilitätsbewertung basierend auf einer einheitlichen und sektorenübergreifenden Methode erstellt.

Parallel wird in einem Vorhaben des UBA die Vulnerabilität Deutschlands durch unterschiedliche sozio-ökonomische Veränderungsprozesse analysiert. Die Auswirkungen des Klimawandels werden mit Hilfe von Prozessmodellen beispielhaft für die Strom- und Holzproduktion modelliert. Die klimatischen Auswirkungen werden mit nicht klimatischen Veränderungsprozessen verglichen: Die Auswirkungen von Außenhandelsstrukturen auf die Rohstoffversorgung werden mittels Netzwerkanalyse, und die Entwicklung der sozialen Kohärenz wird in Abhängigkeit von der demografischen Entwicklung untersucht.

Verschiedene handlungsfeldspezifische Klimafolgenabschätzungen und Vulnerabilitätsbewertungen ergänzen und konkretisieren die genannten handlungsfeld- beziehungsweise ressortübergreifenden Vulnerabilitätsstudien sowie Ergebnisse aus KLIWAS (siehe Kapitel 5.2) und aus den sieben regionalen KLIMZUG-Vorhaben (siehe unten). BMBF prüfte den Forschungsbedarf zum Thema „Klimawandel und Versorgungssicherheit“. Mit Hilfe eines Sondierungsgutachtens erfolgte eine umfassende Bestandsaufnahme, die den bestehenden Forschungsbedarf zur Sicherstellung der Versorgung der Gesellschaft unter Klimawandelbedingungen systematisch adressiert. Folgende Vulnerabilitäts- beziehungsweise Klimafolgenbetrachtungen sind bereits angelaufen beziehungsweise vorgesehen:

Menschliche Gesundheit:

Seit 2011 wurden verschiedene Vorhaben von BMG/RKI und BMU/UBA initiiert. Zentrale Fragestellungen für die Klimafolgenbetrachtungen beschäftigen sich mit klimabedingter Morbiditätsentwicklung und Infektionskrankheiten (insbesondere unter dem Blickwinkel vektorübertragener das heißt, durch Tiere Krankheiten) sowie mit neuen gesundheitlichen Risiken (zum Beispiel durch den Eichenprozessionsspinner) und der Evaluation bestehender nationaler Informationssysteme als Bestandteil der Verringerung der Vulnerabilität.

Boden:

BMU/UBA untersuchen in Projekten die Folgen des Klimawandels auf die Bodenerosion durch Wind, die Auswirkungen des Klimawandels auf die Befahrbarkeit und das Verdichtungsrisiko von Ackerböden sowie die Veränderung des organischen Kohlenstoffgehalts in Böden.

Unternehmen, Industrie und Mittelstand:

BMWi hat seit 2011 mehrere Vorhaben angestoßen, in denen die Betrachtung klimawandelbedingter Extremwetterereignisse eine zentrale Rolle spielt. So wurde im November 2012 ein Forschungsprojekt gestartet, welches spezifische Risiken und Auswirkungen des Klimawandels auf Infrastruktur und Wertschöpfungsketten für exponierte industrielle Produktionen in Deutschland identifizieren und bewerten soll. Im Ergebnis soll ein Tool geschaffen werden, mit dessen Hilfe insbesondere mittelständische Unternehmen mögliche Anpassungsbedarfe und -optionen ableiten und eine Entscheidung konkretisieren können.

Immobilien:

Im Auftrag der Bundesregierung wurde im BBSR seit 2011 die Entwicklung eines Geoinformationssystems zur Risikoabschätzung zukünftiger Klimafolgen (GIS-ImmoRisk) in Deutschland vorbereitet. Das Geoinformationssystem soll Immobilieneigentümer in der Bewertung von Klimarisiken unterstützen. 2013 wurde in einem ersten Schritt das ImmoRisk-Tool freigeschaltet, das auf Basis vorhandener Datengrundlagen zunächst eine punktuelle Risikoabschätzung zu Extremwetterereignissen an 15 Standorten ermöglicht. Ab 2014 wird auf dieser Grundlage das GIS-ImmoRisk erarbeitet.

Raumordnung:

In Modellvorhaben der Raumordnung „Raumentwicklungsstrategien zum Klimawandel“ wurden von 2010 bis 2013 in acht Modellregionen Klimafolgen auf Basis regionalspezifischer Grundlagen und Verfahren ermittelt und bewertet. Eine bundeseinheitliche und konsistente Methodik wurde im Methodenhandbuch Klimafolgenbewertung im Herbst 2013 vorgelegt, das in drei unterschiedlichen Intensitätsstufen eine Arbeitshilfe für die Regionalplanung darstellt.

Stadtentwicklung:

Für die Stadtentwicklung wurde als ein Ergebnis des Forschungsfeldes StadtKlimaExWoSt (Urbane Strategien zum Klimawandel – kommunale Strategien und Potenziale) in neun Modellkommunen unter anderem die Betroffenheit zum Klimawandel analysiert. Ein Stadtklimalotse mit einem sogenannten Betroffenheitsmodul ermöglicht es insbesondere kleineren und mittleren Gemeinden, über Auswahlmenüs vorhandenes Wissen abzurufen und zu einer Selbsteinschätzung der Betroffenheit vom Klimawandel zu gelangen. (www.klimastadtraum.de, siehe Stadtklimalotse)

Tourismus:

Während BMWi die Auswirkungen des Klimawandels auf die Tourismusanfrage und Nachfrageverschiebungen untersucht hat (Durchführung eines Projektes zur Evaluierung möglicher Anpassungsmaßnahmen in verschiedenen Sektoren, darunter Tourismus 2010/2011), sollen unter der Federführung des BMU die Auswirkungen des Klimawandels auf verschiedene touristisch relevante Landschaftstypen modellhaft erfasst und aufbereitet werden, um Grundlagen für eine naturverträgliche räumliche Planung touristischer Destinationen zu schaffen.

Verkehr:

BMVBS/EBA werden die Auswirkungen des Klimawandels auf die Schieneninfrastrukturen und den Schienenverkehr untersuchen, die Vulnerabilität dieses Verkehrsträgers bestimmen und entsprechende Anpassungsaktivitäten ableiten.

BMVBS/Forschungsverbund KLIWAS (BfG, DWD, BAW, BSH) untersuchen bis Ende 2013 die Auswirkungen des Klimawandels auf Wasserstraßen und die Schifffahrt; gleichzeitig werden Anpassungsoptionen entwickelt und bewertet (siehe Kapitel 5.2).

7.5.3 Angewandte Anpassungsforschung

Die Bundesregierung fördert unter dem Dach ‚angewandte Anpassungsforschung‘ wissenschaftliche Untersuchungen zur Anpassung an den Klimawandel und stellt Forschungsergebnisse dar. In vielen Fällen erfolgt ein fachlicher Austausch zwischen den Bundesbehörden und Experten unter anderem der Landesämter und Wissenschaft.

Sektorübergreifend finanziert BMBF seit Mitte 2011 Vorhaben zur Ökonomie des Klimawandels, die mit primär volkswirtschaftlicher Perspektive handlungsorientierte Anpassungsmodelle und -maßnahmen sowie Ansätze zur Abschätzung der Kosten, Risiken und Chancen von kohlenstoffarmen Wachstums- und Entwicklungsmodellen für die deutsche Gesellschaft erarbeiten. Das Umweltbundesamt (UBA) führt seit 2010 ein Vorhaben zur integrierten ökonomischen Bewertung der Instrumente zur Anpassung an den Klimawandel durch. In einem 2012 begonnenen Vorhaben des UBA werden darüber hinaus unter anderem aus volkswirtschaftlicher Perspektive Instrumente und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel analysiert und bewertet. Auch die Vorhaben im BMBF-Förderschwerpunkt KLIMZUG – Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten – arbeiten sektorübergreifend. Ziel ist es, für sieben ausgewählte Modellregionen in Deutschland innovative Anpassungsstrategien an den Klimawandel zu entwickeln. Diese orientieren sich an den lokalen Anforderungen der jeweiligen Modellregionen. In regionalen Planungs- und Entwicklungsprozessen sollen die erwarteten Klimaänderungen berücksichtigt werden. So wird nicht nur die Entwicklung und Nutzung neuer Technologien, Verfahren und Strategien zur Anpassung an den Klimawandel in Regionen vorangetrieben, sondern es kann auch die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit von Regionen gestärkt werden. Dazu werden langfristig tragfähige Netzwerke zwischen Unternehmen, Verwaltung und gesellschaftlichen Bedarfsträgern sowie der Wissenschaft auf regionaler oder lokaler Ebene etabliert. Diese Netzwerke schaffen in den Regionen die nötige Handlungsfähigkeit zur Anpassung an sich ändernde Bedingungen unter Berücksichtigung der Regionsspezifika und unter Einbeziehung der Entscheidungsträger vor Ort.

Das BBSR untersuchte im Auftrag der Bundesregierung in den Modellvorhaben der Raumordnung in KlimamORO sowie in den Forschungsfeldern des Experimentellen Wohnungs- und Städtebaus (ExWoSt) StadtKlima und ImmoKlima übertragbare und integrierte Klimaschutz- und -anpassungsstrategien aus der Praxis der Regionalplanung, der Stadtentwicklung sowie der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft anhand von 25 Modellvorhaben und Pilotprojekten. Daneben wurden weitere Forschungen zur Klimafolgen- und Risikobewertung (ExWoSt ImmoRisk) seit 2011 umgesetzt. Ergebnisse und Produkte sind unter anderem über das Portal www.klimastadtraum.de abrufbar.

Darüber hinaus wird sozial- und geisteswissenschaftliche Expertise in den Diskurs einbezogen: Die interdisziplinär ausgerichtete BMBF-Förderinitiative Soziale

Dimensionen von Klimaschutz und Klimawandel trägt dazu bei, die sozial- und geisteswissenschaftliche Kompetenz im Bereich der Klimaforschung zu stärken, indem sowohl das Verständnis für soziale Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels erhöht als auch die politische Ausgestaltung von Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen unterstützt wird. In sektorübergreifender Perspektive untersucht das UBA in zwei Vorhaben, wie gesellschaftliche Vorstellungen zu einer klimaresilienten Gesellschaft zur Weiterentwicklung der DAS beitragen und wie Pfade zu einer klimaresilienten Gesellschaft aussehen können. Dies wird konkretisiert anhand der Möglichkeiten von klimaresilienten Regionen. In diesem Zusammenhang wird die Bedeutung von Infrastrukturen zur Erreichung einer klimaresilienten Gesellschaft betont. In einem weiteren Vorhaben des UBA werden die raum- und fachplanerischen Handlungsoptionen zur Anpassung der Siedlungs- und Infrastrukturen an den Klimawandel praxisgerecht bewertet und in einer Praxishilfe zusammengefasst. Die Unterstützung von Praxisakteuren steht auch im Mittelpunkt von zwei weiteren Vorhaben des UBA: Im Vorhaben „Gute Praxis der Anpassung an den Klimawandel in Deutschland“ werden Anpassungswissen für regionale und kommunale Akteure zusammengefasst und „Gute Praxis“-Ansätze identifiziert, sodass Anpassung im unternehmerischen und privaten Handeln unterstützt wird. Beim Vorhaben „Kommunen befähigen“ steht die Fragestellung im Mittelpunkt, welche Faktoren und Bedingungen die Anpassungskapazität von Kommunen in Deutschland maßgeblich beeinflussen. Vor diesem Hintergrund erarbeitet das Projekt Vorschläge und Unterstützungsangebote zum systematischen Aufbau von Kapazitäten zur Anpassung an den Klimawandel auf lokaler Ebene. Insbesondere in der angewandten Anpassungsforschung kommt der Kommunikation eine immer höhere Bedeutung zu. Daher befasst sich ein Vorhaben des UBA mit der Kommunikation zu Extremereignissen, unter anderem mit dem Ziel, durch zielgruppengerechte Informationsbereitstellung die Eigenvorsorge zu stärken. Dabei sollen Indikatoren für eine erfolgreiche Kommunikation zur Befähigung der Eigenvorsorge herausgearbeitet und in eine zielgruppenspezifische Kampagne umgesetzt werden.

Menschliche Gesundheit:

Ergänzend zur Klimafolgenbetrachtungen fördern BMG/RKI und BMU/UBA, zum Teil unterstützt durch BMBF-Vorhaben, unter anderem in den Bereichen Infektionskrankheiten, vektorübertragene Krankheiten, Allergien und Witterungsempfindlichkeit des Menschen.

BMELV/JKI untersuchen mit dem Aktionsprogramm Ambrosia das Vorkommen dieser neophytischen Pflanze. Es werden Maßnahmen zur Einschleppungsprävention sowie zur Öffentlichkeitsarbeit über Gefahren und Gegenmaßnahmen erarbeitet.

Landwirtschaft:

Die Erhaltung von genetischen Ressourcen in Genbanken ist der Ausgangspunkt für Züchtungsprogramme, unter anderem zur Anpassung an den Klimawandel, zur verbesserten Resistenz gegenüber Schaderregern oder zur höheren Effizienz bezüglich Nährstoffen oder Wasser. Daher setzt sich BMELV in Zusammenarbeit mit den Bundesländern und Nichtregierungsorganisationen für diese Daueraufgabe ein.

Biologische Vielfalt:

BMU/BfN werden in einer 2. Phase den Forschungsschwerpunkt Biodiversität und Klimawandel fortsetzen. BMU/BfN erarbeiten seit 2011 Anpassungsstrategien für die Bereiche Arten- und Gebietsschutz, um Artenverluste bei klimasensiblen Tieren und Pflanzen zu verringern und Empfehlungen zu einem klimawandelgemäßen Management des Schutzgebietsnetzes Natura 2000 zu erhalten. In diesem Kontext führt das UBA seit 2011 ein Vorhaben zur Sicherung der Ökosystemintegrität im Klimawandel durch; das Vorhaben soll fortgesetzt werden.

7.6 Sozioökonomische Forschung zu Ursachen und Folgen des Klimawandels

7.6.1 Übergreifende Forschung zu erneuerbaren Energien und zur Transformation der Energieversorgung

Sowohl BMU als auch BMBF fördern Vorhaben zu übergreifenden Fragen der erneuerbaren Energien sowie zur Transformation der Energieversorgung.

Das BMU unterstützt Forschungsarbeiten zur Transformation in ein auf erneuerbaren Energien basierendes Energieversorgungssystem. Um diese Transformation zu gestalten, müssen die Rahmenbedingungen des Stromsystems angepasst und teilweise grundlegend verändert werden. Erneuerbare Energietechnologien produzieren Strom größtenteils dezentral und fluktuierend. Zudem erzeugen deutlich mehr Akteure Strom,

stellen Speicherkapazitäten zur Verfügung oder versuchen, die Nachfrage zu bündeln. Der Schwerpunkt der übergreifenden Forschung im Bereich der erneuerbaren Energien liegt auf der Entwicklung von Konzepten für Strommärkte zur Umsetzung der Ziele der Energiewende.

Im Rahmen der Sozial-ökologischen Forschung (SÖF) und der Wirtschaftswissenschaften für Nachhaltigkeit (WiN) fördert das BMBF seit März 2013 rund 30 Projekte, die eine umwelt- und gesellschaftsverträgliche Transformation des Energiesystems hin zu erneuerbaren Energien wissenschaftlich begleiten und unterstützen. Das Gesamtfördervolumen beträgt 28 Millionen Euro. Die Fördermaßnahme fokussiert auf die folgenden drei Forschungsschwerpunkte:

- Darstellung und Bewertung von Entwicklungsoptionen des Energiesystems,
- Analyse gesellschaftlicher Voraussetzungen für die Akzeptanz der Transformation und die aktive Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern sowie
- Governance des Transformationsprozesses.

Die meisten der geplanten Projekte sind schwerpunktübergreifend angelegt und nehmen – zumindest am Rande – unterschiedliche Formen der Bürgerbeteiligung in den Blick. Etwa ein Drittel der Projekte beleuchtet alle drei Forschungsschwerpunkte. So wird zum Beispiel gemeinsam mit Kommunen erprobt, welche Formen informeller Beteiligungsprozesse dazu beitragen können, Planfeststellungsverfahren für größere Infrastrukturprojekte zum Beispiel zur Speicherung von Strom aus erneuerbaren Energien vor Ort reibungsloser, schneller und rechtssicher durchzuführen. Darüber hinaus werden gängige Energiewirtschaftsmodelle um das Verbrauchs- und Erzeugerverhalten privater Haushalte ergänzt. Und es werden neue Rollen von Verbrauchergruppen – etwa als Investoren – und Energieversorgern – zum Beispiel als Manager dezentraler Energiesysteme – analysiert. In Kooperation mit Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft untersuchen Wissenschaftler, welche Anreize für Verhaltensänderungen erfolgversprechend sind, um die Bevölkerung zu CO₂-armen Lebensstilen zu bewegen. Einige Projekte beschäftigen sich mit dem Thema Gerechtigkeit, zum Beispiel die Berücksichtigung von Bevölkerungsgruppen mit geringem Einkommen. Zudem werden Möglichkeiten der dezentralen Finanzierung technischer Innovationen analysiert und es wird ermittelt, wie Schlüsselakteure vor Ort unterstützt werden können.

Die SÖF/WiN-Fördermaßnahme soll dazu beitragen, die Energiewende vor Ort mitzugestalten und wissenschaftlich fundierte, praxisrelevante Lösungsvorschläge zu erarbeiten.

7.6.2 Sozialökologische Forschung

Das vorrangige Ziel des Förderschwerpunkts „Sozial-ökologische Forschung“ besteht darin, gemeinsam mit Praxisakteuren Handlungsstrategien und -optionen zur Umsetzung der Nationalen Nachhaltigkeitsstrategie zu erarbeiten. Bearbeitet werden Probleme, die im Verhältnis der Beziehungen der Menschen zu ihrer natürlichen und gesellschaftlichen Umwelt auftreten. Die Gestaltungsmöglichkeiten dieser Beziehungen werden in einer disziplinübergreifenden Perspektive untersucht. Dabei wird besonderer Wert darauf gelegt, dass Erkenntnisse zur sozialen Dimension der Nachhaltigkeit gleichrangig mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen behandelt werden.

Klimarelevante Projekte der Sozial-ökologischen Forschung finden sich in der Förderinitiative „Umwelt- und gesellschaftsverträgliche Transformation des Energiesystems“ (siehe Kapitel 7.6.1) sowie in:

- Vorhaben der Themenschwerpunkte „Vom Wissen zum Handeln – Neue Wege zum nachhaltigen Konsum“, „Soziale Dimensionen von Klimaschutz und Klimawandel“ und „Wirtschaftswissenschaften für Nachhaltigkeit“ (siehe Kapitel 7.6.3).
- Vorhaben der sozial-ökologischen Nachwuchsgruppen

Im Themenfeld „Soziale Dimensionen von Klimaschutz und Klimawandel“ werden seit 2010 zwölf Verbundvorhaben mit einem Gesamtfördervolumen von 9,1 Millionen Euro mit einem direkten Energie-/Klimabezug gefördert. Deren zentrales Anliegen besteht zum einen darin, das Verständnis für soziale Ursachen und Wirkungen des Klimawandels zu erhöhen. Zum anderen sollen Klimaschutz- und Anpassungsmaßnahmen so gestaltet werden, dass Exklusion vermieden und Akzeptanz gefördert wird. Ziel der Fördermaßnahme ist insbesondere auch, dass sich die Sozialwissenschaften stärker mit dem Klimawandel und möglichen Handlungsoptionen auseinandersetzen. Konkret beschäftigen sich die Vorhaben mit folgenden Fragen:

- Entwicklung von Empfehlungen zur sozial und ökologisch akzeptablen Ausgestaltung des Handels mit Emissionszertifikaten in Europa, den USA und Japan,
- Untersuchung der Ursachen von Rebound-Effekten, deren Quantifizierung und daraus geeignete Maßnahmen zu identifizieren,
- Untersuchung von Potenzialen, Strategien und Instrumenten für CO₂-arme Lebensstile in der Null-Emissions-Stadt,
- Erstellung von Szenarien der Ausbreitung von veränderten Handlungs- und Einstellungsmustern vor dem Hintergrund des Klimawandels,

- Entwicklung von Vorschlägen zur Verbesserung des gesellschaftlichen Umgangs mit dem Klimawandel auf Gemeindeebene,
- Empowerment von Migranten in Deutschland zum Klimaschutz,
- Erforschung der komplexen Wechselbeziehungen zwischen klimabedingten Umweltveränderungen und Bevölkerungsbewegungen,
- Untersuchung von Möglichkeiten zur Dekarbonisierung in Entwicklungs- und Schwellenländern

Im Themenfeld „Vom Wissen zum Handeln – Neue Wege zum nachhaltigen Konsum“ werden seit Frühjahr 2008 sechs Verbundvorhaben mit einem Gesamtfördervolumen von 5,4 Millionen Euro mit einem direkten Energie-/Klimabezug gefördert. Diese beschäftigen sich mit folgenden Themen:

- Entwicklung von Politikinstrumenten zur Stromeinsparung,
- Hemmnisse, die es Verbrauchern erschweren, klimaschonend zu handeln,
- Entwicklung von Feedback-Instrumenten für einen nachhaltigen Stromkonsum durch intelligente Zähler,
- Entwicklung eines integrierten Politik- und Beratungsansatzes für eine energetische Gebäudemodernisierung,
- Analyse von Wahlentscheidungen von Haushalten zum nachhaltigen Energiekonsum in Wohngebäuden,
- Analyse der Veränderung von Nutzerverhalten in öffentlichen Gebäuden,
- Entwicklung eines Interventionsinstrumentes zur Förderung eines energieeffizienten Nutzerverhaltens

Im Rahmen der sozial-ökologischen Forschung werden seit 2010 fünf Nachwuchsgruppen mit einem Gesamtfördervolumen von 8,5 Millionen Euro mit einem direkten Energie-/Klimabezug gefördert. Diese beschäftigen sich mit folgenden Fragen:

- Analyse der Konflikte, Potenziale und Risiken von Biokraftstoffen, deren transnationale Verflechtungen sowie sozial-ökologische Wechselwirkungen,
- Evaluation von Nachhaltigkeitskriterien für Biokraftstoffe im Rahmen bestehender Zertifizierungsansätze,
- Entwicklung von Strategien und Instrumenten für eine nachhaltige Biokraftstoffproduktion und -nutzung,
- Analyse von Hindernissen und Promotoren der Anpassung an den Klimawandel für ausgewählte Unternehmen der öffentlichen Versorgung,

- Untersuchung betrieblicher und politischer Instrumente zur Entwicklung, Bewertung und Umsetzung von Anpassungsmaßnahmen,
- Untersuchung der Herausforderungen für die Raumplanung durch die spezifischen Charakteristika des Klimawandels,
- Erarbeitung von Erfolgsbedingungen und Faktoren zur Etablierung und Steuerung von Konzepten zur vollständigen Energieversorgung (Strom und Wärme) von Kommunen und Regionen auf der Basis erneuerbarer Energien.

7.6.3 Ökonomische Aspekte des Klimawandels

Die Bundesregierung setzt im Förderschwerpunkt „Wirtschaftswissenschaften für Nachhaltigkeit“ des BMBF auf die Entwicklung wirtschaftswissenschaftlicher Ansätze für die Bewältigung des Klimawandels. Beispiele für Fragestellungen in den Projekten sind:

- Entwicklung eines integrierten Bewertungs-Allokations- und -Optimierungsmodells für ein nationales Emissionsmanagement,
- Ableitung von Empfehlungen für die Klimapolitik aus der Analyse langfristiger Investitionsentscheidungen im Elektrizitätssektor,
- Abschätzung von Potenzialen und Grenzen der Bioenergie für ein nachhaltiges Energiekonzept,
- Untersuchung strategischer Optionen der Automobilindustrie für die Migration CO₂-armer Antriebstechnologien,
- Entwicklung eines Marktdesigns für nachhaltige regionale elektrische Energiemärkte,
- Analyse der Auswahl und Wirkungen von Verteilungsregeln in internationalen Klimaverhandlungen.

Das BMBF sucht im Dialog mit der Finanzwirtschaft nach Ansätzen, um Investitionen in Ressourcen- und Energieeffizienz, die Weiterentwicklung regenerativer Energiequellen und auch Maßnahmen zur Anpassung zu beleben. Daran anknüpfend haben sich Banken, Rückversicherer und Investoren in Deutschland zum „Finanz-Forum: Klimawandel“ zusammengeschlossen, um:

- die Politik der Energiewende zu einer CO₂-armen Wirtschaft in Deutschland aktiv zu begleiten, damit Innovationen und Investitionen umgesetzt werden können,
- die Politik bei der Entwicklung der Rahmenbedingungen, der Definition der Forschungs- und Innovationspolitik, der Förderprogramme, der

Deutschen Anpassungsstrategie sowie bei der Entwicklung von neuen Formen nationaler und internationaler Public-Private-Partnerships zu beraten.

Wissenschaftlich begleitet und bei der Koordination unterstützt wird das Finanz-Forum: Klimawandel durch das Projekt „Climate Change, Financial Markets and Innovation“ (CFI) (www.cfi21.org). Im Zentrum des CFI-Projekts steht die Frage: Wie können Forschung und Innovation zum Klimaschutz besser mit Strukturen und Arbeitsweisen der Finanzwirtschaft verknüpft werden? Im Rahmen dieser Begleitforschung werden durch das ‚Sustainable Business Institute‘ an der European Business School (EBS) gemeinsam mit mehreren Partnern aus Hochschulen und Wirtschaftsforschungsinstituten:

- Handlungsspielräume, Bedarfe und Barrieren der Finanzwirtschaft bei der Finanzierung von Innovationen zum Klimaschutz identifiziert sowie
- Informationsbedarfe – gerade auch im Bereich der Versicherungswirtschaft – bezüglich der Veränderung klimabedingter Risiken analysiert.

Das CFI-Projekt erstellt wissenschaftliche Studien und Analysen. Diese sind eng mit Fragestellungen und Themen der Praxis verbunden. Zudem unterstützt das Projekt Dialogprozesse in der Finanzwirtschaft und zwischen Finanzwirtschaft und Politik.

Förderschwerpunkt „Ökonomie des Klimawandels“

Mit zunehmendem Klimawandel verstärkt sich die Diskussion über dessen wirtschaftliche Dimensionen. Gefragt sind praktikable Ansätze, um Kosten, Risiken sowie Chancen von Klimaschutz und Anpassung verlässlich abzuschätzen. Denn Regierungen, Unternehmen und Bürger benötigen verlässliche Grundlagen, um Vorsorgemaßnahmen solide zu planen und zu finanzieren. Hierbei kommt der klimaökonomischen Forschung eine große Bedeutung zu. Im Förderschwerpunkt „Ökonomie des Klimawandels“ fördert das BMBF 27 Projekte mit insgesamt 15,5 Millionen Euro. Die Forschungsprojekte starteten 2011 und 2012.

Die klimaökonomische Forschung untersucht zum Beispiel die Auswirkungen unterschiedlicher Emissionspfade und bewertet ihre ökonomischen, sozialen, ökologischen und technologischen Implikationen. Wichtige Fragestellungen sind: Mit welchen Kosten für Klimaschutz und Anpassung müssen wir rechnen? Welche Klimaschutz-Instrumente sind ökonomisch

sinnvoll? Nach welchen Prinzipien können effiziente, wirksame und gerechte Klimaschutzabkommen ausgehandelt werden?

Entsprechende Themenschwerpunkte des Förderschwerpunkts sind:

- Auswirkungen und Kosten des Klimawandels
- Gestaltung und Wirkungen klimapolitischer Maßnahmen und Instrumente
- Internationale Klimaverhandlungen und -regimes
- Anpassung an den Klimawandel
- Energieressourcen und klimafreundliche Energieversorgung

7.7 Institutionelle Forschungslandschaft

Die Wetter- und Klimaforschung ist ein in Deutschland weit entwickeltes Forschungsgebiet. In mehr als zehn universitären Einrichtungen, den Max-Planck-Instituten für Meteorologie (Hamburg), Biogeochemie (Jena) und Chemie (Mainz) sowie an verschiedenen Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft (HGF) und Instituten der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (WGL) sowie mit Hilfe des Deutschen Klimarechenzentrums (DKRZ) wird Klimaforschung auf internationalem Spitzenniveau betrieben.

Die vom Bund institutionell finanzierte beziehungsweise kofinanzierte außeruniversitäre Forschung (HGF, MPG, FhG, WGL) soll noch stärker in die forschungspolitische Kooperation mit den Forschungsförderungsorganisationen eingebunden werden und ihre Kooperation mit Hochschulen gefördert werden.

Die Helmholtz-Gemeinschaft (HGF) hat die Aufgabe, langfristige Forschungsziele des Staates und der Gesellschaft zu verfolgen und die Lebensgrundlagen des Menschen zu erhalten und zu verbessern. Dazu identifiziert und bearbeitet sie Fragen von Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft durch strategisch-programmatisch ausgerichtete Spitzenforschung in sechs Bereichen: Energie, Erde und Umwelt, Gesundheit, Schlüsseltechnologien, Struktur der Materie sowie Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr.

In den hier relevanten Forschungsbereich „Erde und Umwelt“ der HGF bringen mehrere Helmholtz-Zentren ihre Expertise ein:

- das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI)
- das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

- das Forschungszentrum Jülich (FZJ)
- das Forschungszentrum Karlsruhe (FZK)
- Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI)
- das GeoForschungsZentrum Potsdam (GFZ)
- das Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (HZG)
- das Helmholtz-Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (HMGU oder HZM)
- das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung Leipzig – UFZ

Der HGF-Forschungsbereich „Erde und Umwelt“ untersucht grundlegende Funktionen des Systems Erde und die Wechselwirkungen zwischen Natur und Gesellschaft und gliedert sich in sechs Programme mit Bezug zum Thema Klimawandel:

- Geosystem: Erde im Wandel
- Marine, Küsten- und polare Systeme
- Ozean- und Tiefsee-Systeme
- Atmosphäre und Klima
- Terrestrische Umweltforschung

Schwerpunkte liegen im Ausbau und in der Vernetzung der langfristigen Beobachtungssysteme, der wissenschaftlichen Kompetenz- und Kapazitätsausbildung, der Bereitstellung international wettbewerbsfähiger Infrastrukturen für die Forschung, der Verbesserung von Modellen und Vorhersagen sowie dem Transfer der Ergebnisse in die Gesellschaft. Insbesondere sollen Handlungsempfehlungen erarbeitet werden, wie sich Ressourcen der Erde nachhaltig nutzen lassen, ohne die Lebensgrundlagen zu zerstören. Ein wichtiges Element ist der Aufbau und Betrieb von Infrastrukturen wie dem Forschungsflugzeug HALO oder dem Netzwerk TERENO, für das in vier ausgewählten Regionen Deutschlands terrestrische Observatorien aufgebaut werden. Mit COSYNA wird ein Langzeitbeobachtungssystem zuerst für die deutsche Nordsee und später auch für arktische Küstengewässer aufgebaut.

Um den Herausforderungen zu begegnen, bündelt der Forschungsbereich „Erde und Umwelt“ auch in Zukunft die Kapazitäten der beteiligten Zentren in gemeinsamen Forschungsportfolios. Dies schafft neue Koalitionen und ermöglicht den Ausbau von Erdbeobachtungs- und Wissenssystemen sowie von integrierten Modellansätzen. Ziel ist es, die Gesellschaft dabei zu unterstützen, mit den komplexen Veränderungen im System Erde umzugehen. Durch den Eintritt des GEOMAR I Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel in die Helmholtz-Gemeinschaft wurde das Forschungsspektrum deutlich erweitert.

Die Aktivitäten unter dem Rahmenprogramm sind mit der programmorientierten Forschung der HGF, insbesondere mit den Programmbereichen „Erde und Umwelt“, „Energie“ und „Schlüsseltechnologien“, auf solche Weise verknüpft, dass die HGF hier vor allem Infrastrukturleistungen und längerfristig beziehungsweise breit angelegte Untersuchungen einbringen kann.

Im Forschungsbereich „Erde und Umwelt“ werden Schwerpunktthemen in forschungsbereichsübergreifenden Projekten bearbeitet, um methodisch generiertes Systemwissen nicht zuletzt auch für Politik und Gesellschaft nutzbar zu machen. Zu den Schwerpunktthemen gehören unter anderem die Erdbeobachtung, Klimaforschung, mineralische Ressourcen, Bioökonomie, Geenergie und ressourceneffiziente und klimangepasste Städte.

In der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz (WGL) bereichert zudem eine ganze Reihe weiterer Institute zusätzlich die deutsche Klimaforschungslandschaft mit ihrer naturwissenschaftlich-technischen und sozioökonomischen Expertise:

- Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) Berlin: politische Nachhaltigkeitsstrategien und Maßnahmen, Analyse von Energiemärkten und erneuerbaren Energien
- Institut für Atmosphärenphysik (IAP) Kühlungsborn: Physik der mittleren und hohen Atmosphäre
- GEOMAR Institut für Meereswissenschaften Kiel: Ozeanzirkulation und Klimadynamik, marine Biogeochemie, Marine Ökologie
- Ifo Institut – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München: umweltökonomische Forschung, Analyse klima- und energiepolitischer Instrumente und Märkte
- Institut für Troposphärenforschung (IfT) Leipzig: Troposphärenforschung, Spurenstoffumwandlungen, atmosphärischer Stoffaustausch, Aerosol - Wechselwirkungen mit Wolken und Strahlung
- Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel (IfW): internationale Klimapolitik, umweltpolitische Instrumente, nachhaltige Entwicklung
- Institut für Ostseeforschung (IOW) Warnemünde: Ostseeforschung, Transport- und Transformationsprozesse im Meer, marine Lebensgemeinschaften und Stoffkreisläufen, Veränderungen mariner Ökosysteme
- Institut für Wirtschaftsforschung Halle (IWH): neue Technologien und Ressourceneffizienz
- Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) Potsdam: Klimafolgenforschung, Systemanalyse, globaler Wandel und natürliche Systeme, globaler Wandel und soziale Systeme
- Rheinisch-Westfälisches Institut für

Wirtschaftsforschung (RWI), Essen: Evaluierung umwelt- und energiepolitischer Instrumente

- Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) Müncheberg: Agrar- und Landschaftsforschung
- Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim: ökonomische Analyse umweltpolitischer Instrumente, insbesondere in der Energie- und Klimapolitik.

Die Fraunhofer-Gesellschaft (FhG) forscht insbesondere auf allen ingenieurwissenschaftlichen Feldern und arbeitet dabei anwendungsnah mit der Wirtschaft zusammen. Die FhG leistet ihren Beitrag zur Abmilderung des Klimawandels und seiner Folgen vor allem im Umbau der Energiewirtschaft. Die Entwicklung von Effizienztechnologien, die Nutzung regenerativer Energiequellen und in jüngerer Zeit auch die technische Wegbereitung für mehr Elektromobilität sind die herausgehobenen Themen der „Fraunhofer-Allianz Energie“. Daneben bearbeitet diese aus 18 Instituten bestehende Gruppe Themen aus den Bereichen Gebäude, intelligente Energienetze sowie Speicher- und Mikroenergie-technik. Bei den Mitgliedern handelt es sich um die Fraunhofer-Institute für

- Bauphysik (IBP), Stuttgart
- Chemische Technologien (ICT), Pfinztal
- Fabrikbetrieb und -automatisierung (IFF), Magdeburg
- Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB), Stuttgart
- Integrierte Schaltungen (ISS), Erlangen
- Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie (IISB), Erlangen
- Anwendungszentrum für Systemtechnik (AST), Ilmenau
- Keramische Technologien und Systeme (IKTS), Dresden
- Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Stuttgart
- Physikalische Messtechnik (IPM), Freiburg, Kaiserslautern
- Silicatforschung (ISC), Würzburg
- Siliziumtechnologie (ISIT), Itzehoe
- Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg
- Fraunhofer-Center for Sustainable Energy Systems (CSE), Cambridge, USA
- System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe
- Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT), Oberhausen
- Werkstoffmechanik (IWM), Freiburg, Halle
- Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Bremerhaven, Kassel
- Regional Science Service Centres for Climate Change and Adapted Land-use in Africa: Ziel dieser Aktivität ist es, Schwellen- und Entwicklungsländer im südlichen und westlichen Afrika gezielt dabei zu

unterstützen, eigene Kompetenzen und Kapazitäten in anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung zur Anpassung an den Klimawandel sowie zur Entwicklung und Umsetzung eines angepassten Landmanagements (wie zu Wasserverfügbarkeit, Landnutzung und Ökosystem-Dienstleistungen) aufzubauen.

- Nachhaltiges Landmanagement: Diese Fördermaßnahme leistet unter anderem einen Beitrag zum besseren Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Landmanagement, Klimawandel und Ökosystemdienstleistungen in ausgewählten Regionen. Sie stärkt die Vernetzung, Kompetenz und Sichtbarkeit der deutschen Forschung im Rahmen politischer Prozesse der UN-Übereinkunft über die biologische Vielfalt (UN-CBD) und der Klimarahmenkonvention (UNFCCC).
- Joint-Programming-Initiative „Connecting Climate Knowledge for Europe (JPI Climate)“: Das JPI Climate hat das Ziel, anwendungsorientierte Instrumente für die Entscheidungsfindung zur Anpassung an den Klimawandel bereitzustellen. Kritische Wissenslücken in Schlüsselbereichen der Klimaforschung sollen geschlossen und die Klimaforschung strukturell darin unterstützt werden, Ergebnisse von praktischem Nutzen für politische, Planungs- und Investitionsentscheidungen bereitzustellen. Dies umfasst unter anderem ein europäisches Modellsystem zu einer dekadischen Klimaprognose, ein verbessertes Verständnis von Variabilität und Extremereignissen und die Analyse der durch den Klimawandel bedingten Transformationsprozesse. Integrierte entscheidungsunterstützende Werkzeuge sollen die systematische Bewertung der Wirkungen strategischer Entscheidungen ermöglichen. Die Joint-Programming-Initiative ist eine Kooperation von derzeit insgesamt 14 EU-Mitgliedstaaten. Deutschland hat den Vorsitz inne und betreibt das JPI-Climate-Sekretariat.
- „Climate Service Center“ (CSC): Der Bedarf an Wissen zum Klimawandel und seine Folgen hat stetig zugenommen. Dieses Wissen ist essenzielle Voraussetzung für ein entschlossenes Handeln in Gesellschaft, Politik und Wirtschaft, um negative Konsequenzen für den Menschen, die Umwelt und nachfolgende Generationen zu begrenzen. Die Forschung hat die Aufgabe, die Lücke zwischen forschungsbezogener Erkenntnis und praxisorientierter Anwendung zu schließen. Das BMBF fördert mit diesem Ziel den Aufbau des „Climate Service Center“ (CSC). Mit einer Förderung über fünf Jahre und einem Finanzvolumen von rund 20 Millionen Euro wird der Aufbau einer Institution unterstützt, die Hilfestellung bei der bedarfsgerechten Interpretation von Klimadaten und wissenschaftlichen Erkenntnissen bietet und auf den spezifischen Informationsbedarf ihrer Kunden eingeht.

7.8 Internationale Kooperation

Klimaforschung und Klimapolitik sind wahrscheinlich die besten Beispiele dafür, dass die Rahmenbedingungen nicht mehr auf der nationalen Ebene allein gesetzt werden. Die Bundesregierung bekennt sich deshalb nachdrücklich zur Übernahme globaler Verantwortung als Voraussetzung zur Umsetzung des Leitbildes der nachhaltigen Entwicklung.

7.8.1 Förderschwerpunkt „Forschung für die nachhaltige Entwicklung der Megastädte von morgen“

Städte nehmen zwei Prozent der Landoberfläche der Erde ein. Sie zeichnen für drei Viertel des globalen Energieverbrauchs sowie des Bedarfs an fossilen Brennstoffen verantwortlich. Etwa 78 Prozent der globalen CO₂-Emissionen und 85 Prozent des gesamten anthropogenen Treibhausgasaufkommens werden von Städten ausgestoßen. Nach Schätzungen der Weltbank werden Städte 80 Prozent des kommenden Wachstums der Entwicklungs- und Schwellenländer erbringen. Von diesem Wachstum profitieren Unternehmen und Stadtbevölkerung – es stellt aber auch neue Herausforderungen: Die Versorgung mit technischer Infrastruktur (zum Beispiel Wohnungen, Transport, Energie, Wasser etc.) und mit sozialer Infrastruktur (zum Beispiel Gesundheitswesen, Schulen, Arbeit etc.) obliegt den Städten und muss erhalten, neu bereitgestellt und finanziert werden.

Der Förderschwerpunkt „Forschung für die nachhaltige Entwicklung der Megastädte von morgen“ fokussiert sich auf die Thematik „energie- und klimaeffiziente Strukturen in urbanen Wachstumszentren“. Es soll demonstriert werden, dass wirtschaftliches Wachstum und Klimaschutz einander nicht ausschließen. Hiermit werden Schwellen- und Entwicklungsländer schrittweise in die internationalen Klimaschutzanstrengungen einbezogen.

Der Ansatz ist umfassend, handlungs- und bedarfsorientiert. Ökologische, wirtschaftliche und soziale Facetten der Entwicklung energie- und klimaeffizienter Strukturen in urbanen Wachstumszentren werden in einem geschlossenen und langfristig angelegten Konzept berücksichtigt und interdisziplinär erforscht.

Neun bilaterale transdisziplinäre Forscherteams arbeiten für Lima (Peru), Casablanca (Marokko), Addis Abeba (Äthiopien), Gauteng (Südafrika), Teheran/ Karaj/ Hashtgerd (Iran), Hyderabad (Indien), Ho Chi Minh City

(Vietnam) und Urumqi, Shanghai/ Fengxian und Hefei (China) an Strategien und Umsetzungen zur Mitigation und Adaptation in den Bereichen: Wassermanagement, Transport/ Mobilität, Energieversorgung/ Energiemanagement Bauen/ Wohnen/ Stadtplanung, Abfallmanagement, urbane Landwirtschaft und Ressourcenschonung. Gefragt sind dabei Planungsinstrumente und Richtlinien ebenso wie angepasste Technologien.

7.8.2 Förderschwerpunkt „Internationale Partnerschaften für nachhaltige Klimaschutz- und Umwelttechnologien und -dienstleistungen (CLIENT)“

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) hat im Jahr 2010 den Förderschwerpunkt CLIENT (Internationale Partnerschaften für nachhaltige Klimaschutz- und Umwelttechnologien und -dienstleistungen) gestartet. Ziel dieser Fördermaßnahme ist es, durch modellhafte Projekte internationale Partnerschaften in Forschung, Entwicklung und Umsetzung von Umwelt- und Klimaschutztechnologien und -dienstleistungen zu schaffen und auszubauen sowie Leitmarktentwicklungen anzustoßen.

Der zunehmenden Bedeutung der großen Schwellenländer Brasilien, Russland, Indien, China und Südafrika (BRICS) sowie Vietnam trägt das BMBF durch diese Fördermaßnahme Rechnung. Mit CLIENT fördert das BMBF modellhafte Projekte im Bereich Forschung, Entwicklung und Umsetzung in den genannten Ländern. Neben den technologischen Aspekten und innovativen Dienstleistungen stehen auch sozioökonomische Fragen der guten Regierungsführung (good governance) sowie die frühzeitige Einbindung relevanter Akteure im Fokus der Ausschreibung. Das BMBF stellt für diesen Förderschwerpunkt bis zu 60 Millionen Euro für einen Förderzeitraum von 2010 bis etwa 2017 bereit. Zur Durchführung von Wasserprojekten mit China wurde anlässlich der ersten deutsch-chinesischen Regierungskonsultationen im Juni 2011 mit dem chinesischen Forschungsministerium das gemeinsame Forschungs- und Innovationsprogramm „Sauberes Wasser“ vereinbart.

7.8.3 Einbindung der Forschungsaktivitäten in internationale Programme

Das BMBF fördert die Einbindung der deutschen Global-Change-Forschung in internationale Programme und ermöglicht den daran beteiligten Wissenschaftlern die Teilnahme und Mitwirkung auf nationaler Ebene und bei der Organisation der internationalen Zusammenarbeit.

Zu den geförderten Einrichtungen zählen die internationalen Sekretariate von IHDP, IGBP (Stockholm) und DIVERSITAS (Paris), des Sekretariats des ESSP Global Water Systems Project sowie des START-Sekretariats in den USA.

Die von BMBF und BMU eingerichtete Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle setzt sich dafür ein, dass Resultate deutscher Klimaforschung in den IPCC-Prozess und den 5. Sachstandsbericht einfließen. Die Arbeiten von Prof. Dr. Ottmar Edenhofer, dem Co-Chair der Arbeitsgruppe III des IPCC, wird durch Förderung einer „Technical Support Unit“ unterstützt, die am Potsdam Institut für Klimafolgenforschung angesiedelt ist.

Für den Aufbau des 2003 in Bonn gegründeten United Nations University Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS) stellt das BMBF jährlich 500.000 Millionen Euro zur Verfügung. UNU-EHS ist eines von weltweit mehr als zehn Forschungs- und Ausbildungszentren der Universität der Vereinten Nationen.

8 Bildung, Ausbildung und Öffentlichkeitsarbeit

8.1 Schulbildung

Viele Konzepte, Projekte und Unterrichtsmaterialien, die – insbesondere im Verlauf der UN-Dekade Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) – entstanden sind und weiterhin entwickelt werden, weisen über unterschiedlichste thematische Zugänge einen Bezug zum Thema Klimaschutz auf. Bildung für nachhaltige Entwicklung ist ein Beitrag dazu, Klimaschutz als zentrales Thema der Zukunft zu erkennen, die global vernetzten Mechanismen zu verstehen und zu lernen, welche Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten jede und jeder Einzelne hat.

Nachhaltige Entwicklung muss mit gezielter Bildungsarbeit unterstützt werden, dabei bietet das Thema Klimaschutz hervorragende Anknüpfungspunkte. Der Klimaschutz eignet sich als anschauliches und aktuelles Beispiel, das in besonderem Maße die technische und naturwissenschaftliche, aber auch die soziale Problemlösungskompetenz (scientific literacy) fördern und fördern kann.

8.1.1 BMU-Bildungsservice

Bildungsmaterialien Print

Der BMU-Bildungsservice entwickelt seit 2004 spezielle Bildungsmaterialien zum Thema Klimaschutz für unterschiedliche Altersstufen.

Bildungsmaterialien online

Ergänzend zu den gedruckten Unterrichtsmaterialien bietet der BMU-Bildungsservice seit September 2011 den Onlineservice für Lehrkräfte „Umwelt im Unterricht“ an. In diesem Portal wird im Zweiwochenrhythmus ein aktuelles Umweltthema nach BNE-Kriterien für den Unterricht aufbereitet – darunter regelmäßig klimarelevante Themen wie „Dürre in den USA“, „Moore sind vielgestaltige Klimaschützer“ oder „Klimafreundlich in den Urlaub“.

Zur Verfügung stehen darüber hinaus verschiedene interaktive Lernmodule, die aus den gedruckten

Materialien entwickelt wurden. Das didaktische Konzept fokussiert dabei eine weitgehend selbstständige Erarbeitung der Inhalte.

Einen spielerischen Zugang bieten unterschiedlichste Quiz auf www.bmu.de/bildungsservice, darunter die Themen: Klima, Trinkwasser, nachhaltiger Konsum, Artenvielfalt sowie Umwelt und Gesundheit.

Nicht zuletzt stellt der Bildungsservice des BMU noch bis zum dritten Quartal 2015 aktuelle und für den Unterricht geeignete Kinofilme kostenlos über alle Bildstellen und Medienzentren zur Verfügung. Dazu gehören „Unsere Erde“, „Unsere Ozeane“ oder „HOME“.

8.1.2 Aktionsprogramm „Klimaschutz in Schulen und Bildungseinrichtungen“

Seit Dezember 2008 läuft das bislang umfangreichste Klimaschutzförderprogramm für Schulen und Bildungseinrichtungen, gefördert aus der nationalen Klimaschutzinitiative des BMU. Ziel ist es, Lehrkräfte, Schülerinnen und Schüler für die Anforderungen des Klimawandels zu sensibilisieren und zu qualifizieren, für Lösungen zu motivieren und die erheblichen CO₂-Minderungspotenziale in Schulen und Bildungseinrichtungen zu aktivieren.

Die Projekte:

- Über Solarsupport „Erneuerbare Energien sichtbar machen! 2“ erhalten 400 Schulen mit Solaranlagen kostenlos eine Anzeigentafel, Datenlogger sowie pädagogisches Begleitmaterial. Ziel ist es, eine pädagogische Nutzung der Panels im Unterricht möglich zu machen.
- Im Rahmen von „Aktion Klima! mobil“ initiieren 500 Schulen Klimaschutzprojekte durch Vernetzung der Akteure im schulnahen kommunalen Umfeld. Ein „Aktion Klima!-Mobil“ enthält Materialien, die die Aktivitäten unterstützen. Es ist das Nachfolge-Projekt der erfolgreichen „AktionKlima!“, in deren Verlauf über 3.000 Schulen mit einer Klimakiste ausgestattet wurden, gefüllt mit Energiemessgeräten und Unterrichtsmaterialien.

- Im Projekt „SoKo Klima – Stadt gestalten mit Plan“ werden Kinder und Jugendliche dabei unterstützt, an kommunalen Planungsverfahren mit Bezug zum Klimaschutz mitzuwirken.

8.2 Berufliche Ausbildung

8.2.1 Klimaschutz in der beruflichen Bildung

Aspekte des Umweltschutzes, der Nachhaltigkeit und klimaschutzbezogene Qualifikationen werden im Bereich der dualen beruflichen Ausbildung in allen relevanten Ausbildungsordnungen berücksichtigt, die das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) als Verordnungsgeber im Einvernehmen mit dem BMBF erlässt.

Alle überarbeiteten und neu geschaffenen gewerblich-technischen wie kaufmännisch-verwaltenden Ausbildungsberufe orientieren sich am Grundsatz ganzheitlicher Handlungszusammenhänge und enthalten mindestens eine Berufsbildposition zum „Umweltschutz“. Darüber hinaus werden Kompetenzen in die fachbezogenen Inhalte aufgenommen. Zum Beispiel wurden in den Umweltberufen und den Berufen der Chemie und Pharmazie unter der Berufsbildposition „Betriebliche Maßnahmen zum verantwortlichen Handeln (Responsible Care)“ relevante Aspekte der nachhaltigen Entwicklung verankert. Die kaufmännischen Tourismus- und Reiseberufe enthalten spezielle Qualifikationen zur Nachhaltigkeit und zu Umweltaspekten im Tourismus.

Aktuell wird zum Beispiel beim Ausbildungsberuf Kraftfahrzeugmechatroniker ein neuer Schwerpunkt „System- und Hochvolttechnik“ eingeführt, um die Branche für die Herausforderungen der Elektromobilität in Deutschland zu rüsten. Das Zukunftsthema Elektromobilität steht im Mittelpunkt vieler Forschungs- und Entwicklungsprojekte sowie Modellversuche. Die berufsbildungspolitischen Aktivitäten rund um die Elektromobilität beziehen sich auf die Qualifikationen in den handwerklichen und industriellen Berufen.

Der Ausbau erneuerbarer Energien umfasst alle Bereiche, die für die Erzeugung von Energie regenerative Quellen nutzen. Die Qualifikation von Fachkräften wird je nach Bedarf in den einschlägigen Berufen verankert, um deren breite Kompetenz und Verwendung sicherzustellen.

Auch im Bereich Errichtung und Erhalt im Hochbau, Ausbau und Tiefbau beflügelt der Klimaschutz die Berufszulassung. Das deutsche Netzwerk KOMZET

Bau und Energie setzt sich aus 14 bundesweit verteilten Kompetenzzentren zusammen. Durch die enge Zusammenarbeit stellen sie sicher, dass neue Entwicklungen der Technik unmittelbar in die handwerkliche Praxis umgesetzt werden und in die Berufsqualifizierung einfließen.

Bezogen auf „Green Skills“ wurden richtungsweisende Fortschritte erzielt. In weiteren Berufsfeldern hat Bildung für nachhaltige Entwicklung durch Neuordnungen Einzug gehalten, so bei den industriellen Elektro- und Metallberufen und in den Bereichen Sanitär und Heizung sowie Kälte- und Klimatechnik. Auf Ebene der beruflichen Fortbildung gibt es vielfältige Qualifizierungsmöglichkeiten.

Im Rahmen der Implementierung modernisierter Berufe werden vom Bundesinstitut für Berufsbildung Umsetzungshilfen für Ausbilder entwickelt, um diese in die Lage zu versetzen, Neuerungen in der Lehre nach modernem Stand an die jungen Menschen weiterzugeben.

Durch ständige Forschung geht das Bundesinstitut für Berufsbildung der Frage nach, welchen Beitrag das Berufsbildungssystem leisten kann, um den Prozess der Diffusion neuer Technologien im produzierenden Gewerbe aktiv zu unterstützen. Insbesondere wird erforscht, wie Veränderungen der Qualifikationsbedarfe durch technische Innovationen frühzeitig erkannt und hinsichtlich ihrer Bedeutung für das Berufsbildungssystem systematisch bewertet werden können.

Die deutsche duale Berufsausbildung ist so praxisnah wie kaum ein anderes Berufsbildungssystem. Der größte Teil der dualen Berufsausbildung findet unmittelbar in den betrieblichen Produktions- beziehungsweise Dienstleistungsprozessen statt. Dadurch ist garantiert, dass Ausbildungsinhalte zur Umweltverträglichkeit, Ressourcenschonung, Nachhaltigkeit und zum Klimaschutz nach aktuellem Stand vermittelt werden. Durch den ständigen Besuch des Berufsschulunterrichts ist zudem sichergestellt, dass die klimarelevanten Qualifizierungsanforderungen nicht nur betriebsspezifisch, sondern übergreifend vermittelt werden.

8.2.2 Trainingsprogramme

Unter dem Dach des „Aktionsprogramms Klimaschutz in Schulen und Bildungseinrichtungen“ (siehe auch Kapitel 8.1.2) sind drei Projekte aktiv, die sich um den Bereich Berufs- und Studieninformation kümmern:

Der seit 2012 jährlich am 12. November stattfindende Green Day soll Jugendliche mit Berufsfeldern sowie

Studienfächern im Klimaschutz bekannt machen und ihr Interesse für Berufsperspektiven in diesen Bereichen wecken.

Mit dem Projekt Klimaschutz in Jugendwerkstätten und Produktionsschulen soll Energiebildung ein fester Bestandteil in der berufsqualifizierenden Arbeit werden. Jugendwerkstätten sind Fördereinrichtungen für benachteiligte Jugendliche im Übergangssystem Schule – Beruf.

Orientierung in der Vielfalt der Studienangebote im Bereich erneuerbare Energien und Energieeffizienz gibt das Informationsportal studygreenenergy.de, das ab Ende 2013 eine Datenbank mit über 300 Studiengängen zur Verfügung stellt.

In der kommenden Förderperiode 2014 bis 2020 soll der Europäische Sozialfonds (ESF) ausdrücklich gemäß EU-2020-Strategie einen Beitrag zum Ziel des Übergangs zu einer CO₂-armen, dem Klimawandel standhaltenden, ressourceneffizienten und umweltverträglichen Wirtschaft leisten. Das BMU plant einen Programmbeitrag unter dem thematischen Dach „Arbeiten im Kontext der Green Economy“. Unter anderem soll eine Verzahnung der Akteure und der Qualifizierungsmaßnahmen beziehungsweise -bedarfe insbesondere im handwerklichen Bereich bewirkt werden.

Die vom Bundesumweltministerium, Bundeswirtschaftsministerium, Deutschen Industrie und Handelskammertag (DIHK) und Zentralverband des Deutschen Handwerks (ZDH) getragene „Mittelstandsinitiative Energiewende“ unterstützt den deutschen Mittelstand bei der Umsetzung der Energiewende. Ziel ist es, Energieeinsparpotenziale in den Betrieben zu heben und deren Energieeffizienz zu verbessern. Die Mittelstandsinitiative Energiewende bietet den Unternehmen mit Dialog, Informationen und Qualifizierungen konkrete Hilfestellung und vermittelt Ansprechpartner direkt vor Ort. Die Öffentlichkeitsarbeit dieses Projekts reicht von Regionaldialog-Veranstaltungen bis hin zum Informations- und Beratungsangebot im Internet (www.mittelstand-energiewende.de).

8.3 Information und Aufklärung der Öffentlichkeit

Die Bundesregierung begleitet die Themen Klimaschutz, Energiewende und Ressourceneffizienz kontinuierlich mit Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit (inklusive Informationskampagnen).

8.3.1 Kampagnen zur Energiewende

Im Jahr 2011 startete die Bundesregierung zeitgleich zur UN-Klimakonferenz in Durban (COP 17) eine Dachkampagne zur Energiewende. Verschiedene Anzeigen in Print- und Online-Medien informierten über Maßnahmen zur Energiewende und verwiesen auf das Informationsangebot und die Fördermöglichkeiten der Bundesregierung. Seit Herbst 2012 wird die Kampagne zur Energiewende mit der Wort-Bild-Marke „Energiewende made in Germany“ auf breiter Basis fortgeführt, so etwa im Winter 2012/2013 als Stopper-Kampagne unter dem Motto „Höchste Zeit, dass sich was ändert!“. Damit machte die Bundesregierung bundesweit auf Außenwerbeträgern auf die Energiewende und deren Bedeutung aufmerksam. Ein weiteres Element der Kampagne ist die Publikationsreihe „Energiewende“ mit diversen Veröffentlichungen.

Seit Herbst 2012 wird im Rahmen der Energiewende-Kampagne auch die Teilkampagne „Die Stromsparinitiative“ beworben. Ziel ist es, private Haushalte in Deutschland zu motivieren, ihre Möglichkeiten zum Energiesparen zu erkennen und zu nutzen. Ein wichtiges Element der Stromsparinitiative ist das umfangreiche Online-Stromsparberatungs- und Informationsangebot. Darüber informierte die Bundesregierung durch Anzeigen in Tages- und Wochenzeitungen sowie Online-Medien.

Die Kampagne zur Stromsparinitiative wurde 2013 auf die Zielgruppe der Schülerinnen und Schüler erweitert. Im Rahmen der Initiative „Schulen zeigen Flagge für die Energiewende“ sollen Schülerinnen und Schüler motiviert werden, an ihren Schulen Aktionstage oder Projektwochen zum Stromsparen durchzuführen und auch ihre Eltern und damit Privathaushalte einzubinden.

Die Bundesregierung informiert seit November 2012 mit der Kampagne „Ja zum Netzausbau! Damit die Energiewende gelingt.“ durch Anzeigen, Kinospots und in Onlinemedien über den Netzausbau als unabdingbare Voraussetzung für eine erfolgreiche Energiewende. Detaillierte Informationen zu verschiedenen Aspekten der Energiewende bietet der Newsletter „Energiewende!“. Die Videoserien „Energierепorter“ und „Menschen des Netzausbaus“ erläutern kurzweilig einer breiten Öffentlichkeit wichtige Themen der Energiewende wie „Intelligente Netze“, „Langzeitspeicher“ oder „Bürgerbeteiligung“. Begleitet wird dies von weiteren Informationsangeboten in Form von Videos, Broschüren und Flyern, mit denen auch auf die zahlreichen Beratungs- und Förderangebote zur Erhöhung der Energieeffizienz hingewiesen wird.

8.3.2 Monitoring-Bericht zur Energiewende

Mit dem Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ werden die Energiewende und die Energiemarktentwicklung kontinuierlich und detailliert beobachtet. Die von der Bundesregierung erstellten jährlichen Monitoring-Berichte werden von der Bundesregierung beschlossen. Sie informieren über die Umsetzung der Maßnahmen des Energiekonzeptes und die Fortschritte bei der Zielerreichung mit Blick auf eine sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Energieversorgung. Der alle drei Jahre erscheinende Fortschrittsbericht bietet Gelegenheit für tiefer gehende Analysen.

8.3.3 Nationale Klimaschutzinitiative

Mit der Klimaschutzinitiative initiiert und fördert die Bundesregierung seit 2008 zahlreiche Projekte, mit denen Treibhausgasemissionen gemindert, Energie effizienter genutzt und erneuerbare Energien eingesetzt werden können. Viele Projekte bieten aktive Beteiligungsmöglichkeiten und erzielen eine hohe Sichtbarkeit. Sie tragen so zur Information, Aufklärung und Sensibilisierung der Bevölkerung bei. Insbesondere die Projekte im Förderschwerpunkt „innovative Einzelprojekte“ sind betreiben eine aktive Außenkommunikation. Die Öffentlichkeitsarbeit zur Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI) wird mit allgemeinen Informationen zum nationalen und europäischen Klimaschutz verbunden. Dies geschieht beispielsweise über einen Internetauftritt (www.klimaschutz.de) sowie über Publikationen wie „Klimaschutz und Wachstum“, „100 Prozent Klimaschutz“ oder „Klimaschutz in Schulen und Bildungseinrichtungen“.

Der Förderschwerpunkt „Kommunen“ bietet durch die hohe Anzahl der geförderten Projekte und deren Verteilung über ganz Deutschland eine hervorragende Ausgangsbasis für Dialog und Beteiligung. So vermittelt der Internetauftritt www.klimaschutz.de/kommunen des „Service- und Kompetenzzentrums Kommunaler Klimaschutz“ Informationen und „Best Practice“-Beispiele für aktive Kommunen.

8.3.4 Internationale Klimaschutzinitiative

Die 2008 geschaffene Internationale Klimaschutzinitiative (IKI) der Bundesregierung unterstützt Maßnahmen in Entwicklungs- und Schwellenländern sowie Transformationsstaaten. Eine zentrale Maßnahme der Öffentlichkeitsarbeit der Internationalen Klimaschutzinitiative ist die Internetseite www.bmu-klimaschutzinitiative.de/

international. Der Internetauftritt wird ergänzt durch Broschüren und Veranstaltungen.

8.3.5 Exportinitiative Energieeffizienz

Ziel dieser Initiative der Bundesregierung ist es, Unternehmen beim Aufbau, der Ausweitung und langfristigen Stabilisierung der Exporttätigkeit für energieeffiziente Produkte oder Dienstleistungen aus Deutschland zu unterstützen. Unter der Dachmarke "Energieeffizienz – Made in Germany" wird damit die weltweite Verbreitung energiesparender Technologien befördert. Der Internetauftritt der Initiative auf der Seite www.ency-from-germany.info/ wird ergänzt durch Broschüren, Newsletter und Veranstaltungen.

8.3.6 Exportinitiative Erneuerbare Energien

Die Exportinitiative Erneuerbare Energien der Bundesregierung unterstützt deutsche Unternehmen der Erneuerbaren-Energien-Branche dabei, sich erfolgreich auf internationalen Märkten zu positionieren. Durch die Förderung der weltweiten Verbreitung Erneuerbarer-Energien-Technologien wird ein aktiver Beitrag zum globalen Klimaschutz geleistet. Der Internetauftritt der Initiative auf der Seite www.exportinitiative.bmw.de/ wird ergänzt durch Broschüren, Newsletter und Veranstaltungen.

8.3.7 Mittelstandsinitiative Energiewende

Die Bundesregierung hat zusammen mit dem DIHK und dem ZDH im Oktober 2012 die Mittelstandsinitiative Energiewende gegründet. Sie unterstützt den deutschen Mittelstand bei der Umsetzung der Energiewende. Ziel ist es, weitere Energieeinsparpotenziale in Betrieben zu heben und deren Energieeffizienz zu verbessern. Die Mittelstandsinitiative Energiewende bietet den Unternehmen durch Dialog, Informationen und Qualifizierung konkrete Hilfestellung und vermittelt Ansprechpartner vor Ort.

8.3.8 Erneuerbare Energien

Neben der Internetseite www.erneuerbare-energien.de mit kontinuierlich aktualisierten Informationen werden die Maßnahmen der Bundesregierung hinsichtlich erneuerbarer Energien mittels diverser Publikationen einer größeren Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Dazu gehören Publikationen rund um die erneuerbaren

Energien (zum Beispiel zu den Beschäftigungseffekten, Forschung, Kosten/Nutzen) und die jährlich erscheinende Publikation „Erneuerbare Energien in Zahlen“ mit umfangreichen Fachinformationen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. In diesem Rahmen wird auch dezidiert über die durch die Nutzung erneuerbarer Energien vermiedenen Treibhausgasemissionen informiert. Die Themenseite www.erneuerbare-energien.de bietet ergänzend dazu Angebote zur Nutzung von Grafiken/Tabellen in Form von Präsentationen.

8.3.9 Marktanzreizprogramm – Wärme aus erneuerbaren Energien

Das Marktanzreizprogramm (MAP) der Bundesregierung ist ein zentrales Instrument zur Förderung von erneuerbaren Energien im Wärmebereich. Je nach Anlagenart und -größe können entweder Investitionskostenzuschüsse oder zinsgünstige Darlehen mit Tilgungszuschüssen gewährt werden. Über die jeweils aktuellen Förderkonditionen zum MAP wurde mit diversen öffentlichkeitswirksamen Kommunikationsmaßnahmen informiert.

So veröffentlichte die Bundesregierung beispielsweise 2011 und 2012 die Faltblätter „Heizen mit erneuerbaren Energien“ und „Energiewende mitgestalten – Heizung auf erneuerbare Energien umstellen und staatliche Förderung erhalten“, die teilweise Fachzeitschriften in hoher Auflage beigelegt wurden. 2012 wurden diese Maßnahmen der Öffentlichkeitsarbeit überdies durch eine Online-Media-Kampagne und Print-Anzeigen zum MAP ergänzt, um auf die aktuellen Förderkonditionen aufmerksam zu machen und zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie zu motivieren.

8.3.10 Elektromobilität

Elektromobilität mit Batterie und Brennstoffzelle trägt dazu bei, die Abhängigkeit von erdölbasierten Kraftstoffen im Bereich der individuellen Mobilität zu verringern. Sofern die Fahrzeuge mit Strom aus erneuerbaren Energien geladen werden, ermöglichen sie eine CO₂-freie Fortbewegung. Die Bundesregierung trägt zum Erfolg dieser neuen Technologie durch innovationsfreundliche Rahmenbedingungen bei. Dazu gehören beispielsweise Änderungen im Energiewirtschaftsgesetz und im Gesetz zur Neuregelung des Messwesens. Durch Fördermaßnahmen, wie das Programm „Schaukasten Elektromobilität“, werden innovative Entwicklungen in vier ausgewählten Regionen entwickelt,

erprobt und für die Öffentlichkeit sichtbar gemacht. Mit dem Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie (NIP) werden Produkte und Anwendungen, die auf Wasserstoff und Brennstoffzellentechnologie basieren, für die Markteinführung vorbereitet.

Die Bundesregierung hat darüber hinaus Programme zu spezifischen Themen lanciert, mit denen Innovationen passgenau gefördert werden können. Dazu gehören die Fortentwicklung von Energiespeicher- und Batterieforschung, die Weiterentwicklung von alternativen Antrieben oder die Einbindung dieser Elemente in die gesamte Wertschöpfungskette. Mit dem Programm „Informations- und Kommunikationstechnologien für Elektromobilität“ wurden Ladeinfrastrukturtechnologien zur Marktreife gebracht.

Im Bereich Elektromobilität stellt die Bundesregierung ihre Aktivitäten unter dem Stichwort „Erneuerbar mobil – Marktfähige Lösungen für eine klimafreundliche Elektromobilität“ der Öffentlichkeit vor. Über die Internetseite www.erneuerbar-mobil.de, diverse Broschüren und Internet-Filmclips wird die breite Öffentlichkeit auch auf Veranstaltungen und Messen informiert (zum Beispiel HannoverMesse MobilTec). Die Öffentlichkeitsarbeit soll die Kernanliegen zur Elektromobilität vermitteln und die im Rahmen des Programms „Erneuerbar mobil“ geförderten Forschungs- und Demonstrationsvorhaben vorstellen.

8.3.11 Mobilität klimafreundlich gestalten

Die Bundesregierung setzt sich für mehr Mobilität mit weniger Belastungen von Gesundheit, Umwelt und Klima ein. Daher führte sie in den Jahren 2009 und 2010 eine Image- und Verbraucherinformationskampagne für den Fuß- und Radverkehr „Kopf an: Motor aus. Für null CO₂ auf Kurzstrecken“ durch, gefördert durch die Nationale Klimaschutzinitiative (NKI). Durch zielgruppenspezifische Verbraucherberatung, Plakate, Anzeigen, Radio- und Kinospots und die Internetseite www.kopf-an.de wurden Menschen motiviert, das Auto oder motorisierte Zweiräder auf kurzen Strecken stehen zu lassen und sich ohne Treibhausgasemissionen zu Fuß oder mit dem Fahrrad fortzubewegen.

Die Kampagne richtete sich besonders an die Teile der Bevölkerung, die diese Form der Mobilität bisher nicht oder kaum nutzten, und sie verstärkte bestehende Aktivitäten auf kommunaler Ebene zur Förderung der nicht-motorisierten Mobilität. Die Auswahl der Städte, in denen die Kampagne durchgeführt wurde, erfolgte über

Kommunalwettbewerbe, die darüber hinaus indirekte Wirkungen zur Förderung des Fahrradverkehrs in weiteren als nur den Gewinnerkommunen ausgelöst haben.

8.3.12 Ressourceneffizienz

Die Bundesregierung hat von 2011 bis 2013 gemeinsam mit dem Verein Deutscher Ingenieure und dem Zentrum Ressourceneffizienz die Informationskampagne „Wettbewerbsvorteil Ressourceneffizienz“ zur Erhöhung der Rohstoffproduktivität gestartet, die aus der Nationalen Klimaschutzinitiative finanziert wird. Mit der Internetseite www.das-zahlt-sich-aus.de, Anzeigenschaltungen in Tageszeitungen und Fachpublikationen, Postern, Publikationen, einer Wanderausstellung und einem umfangreichen Beratungsangebot richtet sich die Kampagne insbesondere an Entscheidungsträger in kleinen und mittleren Unternehmen.

Die Bundesregierung führt jährlich in Zusammenarbeit mit der Deutschen Rohstoffagentur den Wettbewerb „Deutscher Rohstoffeffizienz-Preis“ durch, um den Stellenwert der Rohstoff- und Materialeffizienz und deren Effekte in der Wirtschaft stärker zu verankern. Rohstoffe und Materialien stellen im produzierenden Gewerbe mit rund 43 Prozent den größten Kostenblock dar. Die bisherigen Beratungen haben bestätigt, dass deshalb gerade dort oft noch erhebliches Einsparpotenzial besteht. Mit dem Innovationsgutschein „goeffizient“ wird die Beratung zur Verbesserung der Rohstoff und Materialeffizienz bei kleinen und mittleren Unternehmen gefördert. Sowohl der „Deutsche Rohstoffeffizienz-Preis“ als auch der Innovationsgutschein „goeffizient“ werden über Onlinemedien sowie durch Flyer und Broschüren bekannt gemacht.

Die Unternehmen sollen durch eine höhere Ressourceneffizienz bei der Senkung der Produktionskosten und der Sicherung von Wettbewerbsvorteilen unterstützt werden. Damit sollen für die Steigerung der Ressourceneffizienz mehr Aufmerksamkeit geschaffen, Informationen und Argumente vermittelt und Handlungsmöglichkeiten aufgezeigt werden.

Literaturverzeichnis

- AGEB (AG Energiebilanzen e.V.) (2012):** Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2011. Stand: September 2012. Berlin, Köln.
(www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=139; Zugriff am 26. Mai 2013)
- AGEB (AG Energiebilanzen e.V.) (2013):** Bruttostromerzeugung in Deutschland von 1990 bis 2012 nach Energieträgern. Stand: Februar 2013.
(www.ag-energiebilanzen.de/viewpage.php?idpage=65; Zugriff am 26. Mai 2013)
- ASA (Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung) (2011):** Stille Reserven – Abfall: Ressourcen für die Zukunft. Ennigerloh.
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2013):** Endgültiges Ergebnis der Bodennutzungshaupterhebung 2012.
(www.bmelv-statistik.de/index.php?id=139; Zugriff am 27. Juni 2013)
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (Auftraggeber), Jochem, E. et al. (Autoren) (2012):** Investitionen für ein klimafreundliches Deutschland – Eine Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Zwischenbericht, Potsdam/Karlsruhe.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2012):** Erneuerbare Energien in Zahlen. Berlin.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (Hrsg.) (2012):** GreenTech made in Germany 3.0 – Umwelttechnologie-Atlas für Deutschland, Berlin.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (Herausgeber) (2013):** Innovation durch Forschung: Jahresbericht 2012 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien. Berlin.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit), UBA (Bundesumweltamt) (2011):** Umweltwirtschaftsbericht 2011 – Daten und Fakten für Deutschland, Berlin, Dessau-Roßlau.
- BMVBS (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) (Herausgeber) (2012):** Verkehr in Zahlen 2012/2013, Hamburg.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) (2013):** Jahreswirtschaftsbericht 2013 – Wettbewerbsfähigkeit: Schlüssel für Wachstum und Beschäftigung in Deutschland und Europa, Berlin.
- BMWi (Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie) und BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2012):** Erster Monitoringbericht „Energie der Zukunft“, Berlin
- Bundesregierung (2011):** Aktionsplan Anpassung der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel, vom Bundeskabinett am 31. August 2011 beschlossen.
(www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/aktionsplan_anpassung_klimawandel_bf.pdf; Zugriff am 9. Juli 2013)
- Bundesregierung (2013):** Die Energiewende kommt voran; Ergänzungen des BMWi
(www.bundesregierung.de/Content/DE/_Anlagen/2013/05/013-05-14-energiewende.pdf;jsessionid=3B2B6EDAC6B0ADB6CF42C2C0EA58C4FE.s1t2?__blob=publicationFile&v=4; Zugriff am 7. November 2013)

- Bürger et al. (2012): Erarbeitung einer Integrierten Wärme- und Kältestrategie – Arbeitspaket 4:** Darstellung des aktuellen Rechts- und Förderrahmens und dessen Wirkungen, im Auftrag des BMU Berlin.
- DWD (Deutscher Wetterdienst) (2013):** Zahlen und Fakten zum Klimawandel in Deutschland, Berlin.
(www.dwd.de/bvbw/generator/DWDWWW/Content/Presse/Pressekonferenzen/2013/PK_07_05_13/ZundF_zur_PK,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/ZundF_zur_PK.pdf; Zugriff am 7. November 2013)
- Europäische Kommission (2009):** „Gesundheitscheck“ der Gemeinsamen Agrarpolitik.
(ec.europa.eu/agriculture/healthcheck/index_de.htm; Zugriff am 1. Juli 2013)
- EWI (Energiewirtschaftliches Institut an der Universität Köln)/GWS (Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturfor-**
schung mbh)/Prognos (2010): Energieszenarien für ein Energiekonzept der Bundesregierung,
Projekt Nummer 12/10, Basel/Köln/Osnabrück.
- Fachhochschule Dortmund (2013): EMIGMA – Empowerment von Migranten zum Klimaschutz.**
(www.fh-dortmund.de/de/studi/fb/8/forschung/projekte/emigma/projekt.php; Zugriff am 27. Februar 2013)
- Fachverband Biogas (2012):** Branchenentwicklung 2011.
(www.biomasse-nutzung.de/anzahl-biogasanlagen-leistung-deutschland-aktuell/; Zugriff am 27. Juni 2013)
- Fraunhofer ISI/Öko-Institut e.V./Ecofys (2012):** Kosten-/Nutzen-Analyse der Einführung marktorientierter Instrumente zur Realisierung von Endenergieeinsparungen in Deutschland, Endbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Karlsruhe/Freiburg/Berlin.
- IER (Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung)/RWI (Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung)/ZEW (Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung) (2010):** Die Entwicklung der Energiemärkte bis 2030 – Energieprognose 2009, Hauptbericht. Stuttgart/Essen/Mannheim.
- ifeu (Institut für Energie- und Umweltforschung) (2005):** Evaluation der stationären Energieberatung der Verbraucherzentralen, des deutschen Hausfrauenbundes Niedersachsen und des Verbraucherservice Bayern – Endbericht, im Auftrag des Verbraucherzentrale Bundesverbandes e.V. Heidelberg.
(www.ifeu.de/energie/pdf/ifeu_Endbericht_vzbv_Eval_EBeratung_01_02_2006fin.pdf;
Zugriff am 28. Juni 2013)
- ifeu (Institut für Energie- und Umweltforschung) (2008):** Evaluation des Förderprogramms „Energieeinsparberatung vor Ort“ – Schlussbericht, im Auftrag des BMWi, Heidelberg.
(www.bafa.de/bafa/de/energie/energiesparberatung/publikationen/sonstiges/energie_vob_ifeu_evaluation_schlussbericht_06.pdf; Zugriff am 28. Juni 2013)
- ifeu (Institut für Energie- und Umweltforschung)/Öko-Institut (2010):** Klimaschutzpotenziale der Abfallwirtschaft – Am Beispiel von Siedlungsabfällen und Altholz. Darmstadt, Heidelberg, Berlin.
- IÖW (Institut für ökologische Wirtschaftsforschung) (2008):** Klimawirkungen der Landwirtschaft in Deutschland, Schriftenreihe des IÖW 186/08, Berlin.
(www.verbraucherfuersklima.de/cps/rde/xbcr/projektklima/Ernaehrung_Klima_IOEW_Klimawirkungen_der_Landwirtschaft_SR_186_08_ger.pdf; ZUGRIFF am 3. April 2013)
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2000):** Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.
(www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/english/; Zugriff am 28. Juni 2013)

- KEMA (2009):** Endenergieeinsparungen durch den Einsatz intelligenter Messverfahren (Smart Metering), Endbericht, im Auftrag des BMU, Bonn.
- OECD. (2012a):** Medium and long-term scenarios for global growth and imbalances. OECD Economic Outlook (Vol. 2012, pp. 191–224)
- OECD. (2012b):** OECD-Wirtschaftsausblick. Vorläufige Ausgabe, 2012/1(91), 211. OECD. (dx.doi.org/10.1787/eco_outlook-v2012-1-de)
- Osterburg, B./ Nitsch, H./ Laggner, B./ Roggendorf, W. (2009):** Auswertung von Daten des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems zur Abschätzung von Wirkungen der EU-Agrarreform auf Umwelt und Landschaft, Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie 07/2009, Seite 38, Abbildung 10.
- Osterburg, B./ Techen, A. (2012):** Evaluierung der Düngeverordnung – Ergebnisse und Optionen zur Weiterentwicklung: Abschlussbericht, Braunschweig. (literatur.vti.bund.de/digbib_extern/dn051542.pdf; Zugriff am 27. Juni 2013)
- Prognos / Öko-Institut e. V. (2009):** Modell Deutschland – Klimaschutz bis 2050: Vom Ziel her denken, Endbericht, im Auftrag des WWF. Basel / Berlin.
- Projektionsbericht der Bundesregierung (2013)** gemäß Entscheidung 280/2004/EG (cdr.eionet.europa.eu/de/eu/ghgpro/envuucoda/overview)
- Sleich, J. et al. (Fraunhofer ISI) (2011):** Smart metering in Germany and Austria – results of providing feedback information in a field trial, Working Paper Sustainability and Innovation, No. S 6/2011, Karlsruhe.
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2011):** Agrarstrukturen in Deutschland – Einheit in Vielfalt: Regionale Ergebnisse der Landwirtschaftszählung 2010. Stuttgart.
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2013):** Flächennutzung. (www.statistik-portal.de/statistik-portal/de_jb09_jahrtabf1.asp; Zugriff am 27. Februar 2013)
- Statistisches Bundesamt (2009):** Bevölkerung Deutschlands bis 2060 – Ergebnisse der 12. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung, Wiesbaden. (www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Bevoelkerungsvorausberechnung/Tabellen/VorausberechnungDeutschland.xls?__blob=publicationFile#ÜbersichtAnnahmen!A1; Zugriff am 26. Juni 2013)
- Statistisches Bundesamt (2011a):** Bevölkerung auf Grundlage früherer Zählungen – Bevölkerung nach Altersgruppen, Familienstand und Religionszugehörigkeit. (www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/AltersgruppenFamilienstand.html; Zugriff am 26. Juni 2013)
- Statistisches Bundesamt (2011b):** Bevölkerung und Erwerbstätigkeit: Entwicklung der Privathaushalte bis 2030 – Ergebnisse der Haushaltsvorausberechnung, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2012a):** Statistisches Jahrbuch – Gesamtwirtschaft und Umwelt, Wiesbaden.
- Statistisches Bundesamt (2012b):** Umwelt – Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserversorgung nach Ländern: Anschlussgrad und Wasserabgabe 2010, korrigierte Werte am 31. Januar 2013. Wiesbaden (www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesamtwirtschaftUmwelt/Umwelt/UmweltstatistischeErhebungen/Wasserwirtschaft/Tabellen/Weiterf_Tab_OEWassvers_PDF.pdf?__blob=publicationFile; Zugriff am 28. Juni 2013)

Statistisches Bundesamt (2013a): Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung.

(www.genesis.destatis.de/genesis/online/data.jsessionid=5049464883A49E73DA93EAB509FA72C1.tomcat_GO_2_1?operation=abruftabelleBearbeiten&levelindex=2&levelid=1372240653188&auswahloperation=abruftabelleAuspraegungAuswaehlen&auswahlverzeichnis=ordnungsstruktur&auswahlziel=werteabruf&selectio nname=33111-0001&auswahltext=%23Z-31.12.2011%2C31.12.2010%2C31.12.2009%2C31.12.2008%2C31.12.2004&werteabruf=Werteabruf; Zugriff am 27. Februar 2013)

Statistisches Bundesamt (2013b): Ergebnisbericht Umwelt: Erhebung über Haushaltsabfälle (bei den öffentlich-rechtlichen Entsorgungsträgern) 2011. Wiesbaden.

UBA (Umweltbundesamt) (2009a): Politikszenerarien für den Klimaschutz V – auf dem Weg zum Strukturwandel: Treibhausgas-Emissionsszenarien bis zum Jahr 2030, Dessau-Roßlau.

UBA (Umweltbundesamt) (2009b): Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen, Dessau-Roßlau.

UBA (Umweltbundesamt) (2011a): Themenblatt: Anpassung an Klimaänderung in Deutschland – Anpassung an den Klimawandel: Landwirtschaft, Dessau-Roßlau.

UBA (Umweltbundesamt) (2011b): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2011 – Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990–2009, Dessau-Roßlau.

UBA (Umweltbundesamt) (2012a): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2012 – Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990–2010, Dessau-Roßlau.

UBA (Umweltbundesamt) (2012b): Ermittlung der Klimaschutzwirkung des Integrierten Energie- und Klimaschutzprogramms der Bundesregierung IEKP und Vorschlag für ein Konzept zur kontinuierlichen Überprüfung der Klimaschutzwirkung des IEKP – Arbeitspaket 1: Qualitative Einschätzung der Instrumente im IEKP, Dessau-Roßlau.

UBA (Umweltbundesamt) (2013a): Treibhausgasausstoß in Deutschland – Vorläufige Zahlen aufgrund erster Berechnungen und Schätzungen des Umweltbundesamtes.
(www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/hintergrund_treibhausgasausstoss_d_2012_bf.pdf; Zugriff am 26. Juni 2013)

UBA (Bundesumweltamt) (2013b): Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990–2011, Stand: Dezember 2012, Dessau-Roßlau.

UBA (Bundesumweltamt) (2013c): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2011 – Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990–2011. Dessau-Roßlau.

Universitätsklinikum Heidelberg: CLIMAGE – Klimaschutzpolitik in alternden Gesellschaften: Komplexe Klimasysteme, Kognition und Zahlungsbereitschaft.
(www.klinikum.uni-heidelberg.de/Climage.118856.0.html; Zugriff am 27. Februar 2013)

vTI (Johann Heinrich von Thünen-Institut) (2011): Inventurstudie 2008 und Treibhausgasinventar Wald, Sonderheft 343, Braunschweig.

Witzenhausen-Institut (2011): Bioabfallvergärung in Deutschland – Potenzial, Technik und Perspektiven. Witzenhausen.

