
Integriertes Klimaschutzprogramm

Hessen

- InKlim 2012 -

Endbericht

Dr. Henrike Koschel, Dr. Ulf Moslener,
Dr. Bodo Sturm (ZEW)
Dr. Ulrich Fahl, Bastian Rühle (IER)
Dr. Helmut Wolf (HLUG)

ZEW

Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH
Centre for European
Economic Research

IER



ifeu - Institut für Energie-
und Umweltforschung
Heidelberg GmbH



Zentrum
für integrierte
Verkehrssysteme



März 2006

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	10
2	Besondere Aspekte des regionalen Klimaschutzes.....	11
2.1	Das Entscheidungskalkül eines Bundeslandes: Vermeidung und Anpassung.....	11
2.1.1	Ableitung regionaler Minderungsziele	11
2.1.2	Das Entscheidungskalkül eines Bundeslandes.....	13
2.2	Handlungsoptionen für Hessen im Klimaschutz.....	14
2.2.1	Einordnung regionaler Klimaschutzstrategien in den internationalen und EU-weiten Rahmen	14
2.2.2	Einordnung regionaler Klimaschutzstrategien in den nationalen und regionalen Rahmen	18
2.3	Regionale Klimapolitik im nationalen und internationalen Standortwettbewerb: Chancen und Risiken	24
3	Datenanalyse in Hessen.....	26
3.1	Energiebilanzen.....	26
3.2	CO ₂ -Emissionen in Hessen	31
3.3	Vergleich mit Deutschland.....	32
4	Regionale Klimaprognose und Klimafolgen	36
4.1	Zusammenfassung InKlim Baustein II	36
4.2	Konzepte zur Quantifizierung und Bewertung von Klimaschäden.....	38
4.3	Anpassungsmaßnahmen: Typen und Kosten	39

5	Vermeidungspotenziale und –kosten	40
5.1	Methodik und Annahmen (Preise), Unsicherheiten und Grenzen, Verwendung von Expertenschätzungen	40
5.2	Sektorale Maßnahmen	44
5.2.1	Kraftwerke und Erneuerbare Energien	44
5.2.2	Industrie und Gewerbe	51
5.2.3	Gebäude.....	57
5.2.4	Verkehr	64
5.3	Ausgewählte Querschnittsmaßnahmen.....	73
5.4	Einordnung der CO ₂ -Minderungsmaßnahmen ins umweltpolitische Instrumentarium.....	80
5.5	Grenzkostenkurven	84
6	Integrierte Szenarioanalysen	88
6.1	Methodik und Annahmen.....	90
6.2	Referenzszenario	92
6.3	Maßnahmenszenarien und Varianten	99
6.3.1	Auswahl und Charakteristika der Szenarien und Varianten	99
6.3.2	Klimaschutzszenarien im Vergleich.....	101
6.3.3	Ergebnisse der Variantenrechnungen im Vergleich	105
7	Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen.....	108
7.1	Vorbemerkung	108
7.2	Modellbeschreibung	109
7.2.1	Das Input-Output-Modell	109
7.2.2	Datengrundlagen.....	124
7.2.3	Grenzen des Modellansatzes	126
7.3	Analyse der Maßnahmen-Szenarien	127
7.3.1	Bruttoeffekte: Ergebnisse ohne Gegenfinanzierung der Maßnahmen	128
7.3.2	Nettoeffekte: Ergebnisse mit Gegenfinanzierung der Maßnahmen.....	136
7.4	Fazit der quantitativen Analyse	142

8	Empfehlungen an die hessische Landesregierung für ein Umsetzungsprogramm.....	143
8.1	Zielsetzung für Hessen.....	143
8.2	Einzelne Maßnahmen und Instrumente.....	146
8.3	Forschung, Entwicklung und Perspektiven.....	151
9	Zusammenfassung	156
10	Literatur	160
	Anhang I: Shortlist und Maßnahmenblätter.....	166
	Anhang II: Einordnung der Maßnahmen ins umweltpolitische Instrumentarium	173
	Anhang III: Maßnahmenblätter.....	179
	Bereich Kraftwerke und KWK	179
	Bereich Erneuerbare Energien	210
	Bereich Industrie und Gewerbe	245
	Bereich Gebäude	288
	Bereich Verkehr	352
	Anhang IV: Szenario Reporting Tabellen.....	383

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Kyoto-Ziele und THG-Entwicklung bis 2003.....	16
Abbildung 2:	Preisentwicklung der CO ₂ -Emissionsrechte im EU-weiten Handel (Quelle: EEX).....	22
Abbildung 3:	Endenergieverbrauch nach Sektoren in Hessen von 1990-2002.....	27
Abbildung 4:	Endenergieverbrauch in Hessen nach Energieträgern von 1990-2002.....	28
Abbildung 5:	Anteil der erneuerbaren Energien am hessischen Endenergieverbrauch (ohne Verkehr)	29
Abbildung 6:	Bruttostrombereitstellung in Hessen nach Energieträgern von 1990 bis 2002.....	30
Abbildung 7:	Entwicklung der Stromerzeugung durch Erneuerbare Energien	30
Abbildung 8:	Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Hessen zwischen 1990 und 2002.....	31
Abbildung 9:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen in Hessen im Zeitraum 1990 bis 2002.....	32
Abbildung 10:	Vergleich des Primärenergieverbrauchs in Deutschland und in Hessen im Jahr 2002 (Prozentangaben gerundet).....	33
Abbildung 11:	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen und Deutschland (1996=100)	35
Abbildung 12:	Statische Reichweite fossiler Energieträger weltweit sowie Reserven und Ressourcen (in Jahren)	41
Abbildung 13:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen im Energieumwandlungssektor sowie Bruttostrom- und Fernwärmeerzeugung in Hessen im Zeitraum 1990 bis 2002.....	45
Abbildung 14:	Kosten-Potenzialkurve der hessischen Biomasse (Quelle: ISET 2004, eigene Berechnungen)	50
Abbildung 15:	CO ₂ -Minderungskosten der Maßnahmen im Bereich Kraftwerke, KWK und Erneuerbare Energien	50
Abbildung 16:	Endenergieverbrauch der hessischen Industrie	51
Abbildung 17:	Endenergie- und Stromintensität der hessischen Industrie	52

Abbildung 18:	Struktur und Aufteilung der Maßnahmen im Bereich Industrie und Gewerbe	53
Abbildung 19:	Anzahl der Anlagen mit entsprechender Minderungsanforderung (Quelle: DEHST).....	75
Abbildung 20:	Emissionsberechtigungen pro Anlage (Mio.).....	76
Abbildung 21:	Grenzkostenkurve und Grenztechnologierangfolge gegenüber Referenztechniken für Hessen	85
Abbildung 22:	Minderungspotenziale der InKlim 2012 Maßnahmen mit Grenzvermeidungskosten unter 200 €/t CO ₂ (ohne Laufzeitverlängerung des KKW Biblis KW07)	86
Abbildung 23:	Probleme bei der Bestimmung von Technologierangfolgen.....	86
Abbildung 24:	Grundstruktur des Energiesystemmodells TIMES-HS	89
Abbildung 25:	Neubaukapazitäten im Referenzszenario (Anmerkung: der Wert für 2005 umfasst ein 5-Jahres-Intervall 2003-2007) in MW	95
Abbildung 26:	Nettostromerzeugung nach Energieträgern im Basisszenario in Hessen	96
Abbildung 27:	Primärenergieverbrauch nach Energieträgern in der Vergangenheit und im Referenzszenario.....	97
Abbildung 28:	Entwicklung der hessischen CO ₂ -Emissionen in der Vergangenheit und im Referenzszenario.....	98
Abbildung 29:	Veränderung der hessischen CO ₂ -Emssionen im Jahr 2012 gegenüber 2002	98
Abbildung 30:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs der REF und der Maßnahmenzenarien KSP, KKA und KGL	102
Abbildung 31:	Differenz des Endenergieverbrauchs der Maßnahmenzenarien KSP, KKA und KGL im Vergleich zur Referenz.....	102
Abbildung 32:	Entwicklung des Primärenergieverbrauchs für die Referenz (REF) und die Szenarien (KSP, KKA und KGL).....	103
Abbildung 33:	Entwicklung der Nettostromerzeugung in der Referenz (REF) und den Maßnahmenzenarien (KSP, KKA und KGL)	104
Abbildung 34:	Differenz der CO ₂ Emissionen der Szenarien im Vergleich zu Referenz	105

Abbildung 35:	Differenz der CO ₂ Emissionen in den Varianten EE15 und "Preis" im Vergleich zu Referenz	106
Abbildung 36:	Ermittlung der indirekten ökonomischen Effekte	113
Abbildung 37:	Ermittlung der induzierten ökonomischen Effekte	115
Abbildung 38:	Privater Verbrauch und Verfügbares Einkommen	118
Abbildung 39:	Geschätzte Konsumfunktion.....	120
Abbildung 40:	Residuen der Kointegrationsbeziehung.....	121
Abbildung 41:	Auswirkungen der Szenarien auf die Produktion in Hessen (brutto)	129
Abbildung 42:	Auswirkungen der Szenarien auf die Beschäftigung in Hessen (brutto) ..	130
Abbildung 43:	Effekte in ausgewählten Sektoren im Jahr 2015 (brutto).....	135
Abbildung 44:	Auswirkungen der Szenarien auf die Produktion in Hessen (netto)	137
Abbildung 45:	Auswirkungen der Szenarien auf die Beschäftigung in Hessen (netto)....	138
Abbildung 46:	Effekte in ausgewählten Sektoren im Jahr 2015 (netto).....	141
Abbildung 47:	Wärmebedarf der Industrie in Hessen nach Temperaturniveau, Anteil KWK-Wärme an Industriewärmebedarf und zusätzliche KWK-Strom und -Wärmepotenziale	276

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Entwicklung der CO ₂ -Emissionen im Zeitraum 1990 bis 2000 nach Bundesländern	12
Tabelle 2:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen der EU-15.....	15
Tabelle 3:	Grobübersicht der Vergütung von Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach der EEG-Novelle (Quelle: BMU 2004).....	21
Tabelle 4:	Effekte und Indikatoren für die Entwicklung der hessischen Energiewirtschaft.....	32
Tabelle 5:	Vergleich energierelevanter Kenngrößen in Hessen, der Schweiz und Deutschland in den Jahren 1991 und 2002.....	34
Tabelle 6:	Preisentwicklung der Energieträger frei Grenze (Deutschland) bzw. frei Kraftwerk bis 2030.....	42
Tabelle 7:	Zusammenfassung des Potenzials an Biomasse und deren Nutzung 2002.....	49
Tabelle 8:	Zusammenfassende Übersicht der Maßnahmen in der Industrie und im Gewerbe	56
Tabelle 9:	Erschließung von CO ₂ -Minderungspotenzialen im hessischen Gebäudebereich durch Einzelmaßnahmen (zusätzliche Potenziale gegenüber einer vorhandenen Entwicklung mit 0,75 %/a energetischer Modernisierungsrate).....	63
Tabelle 10:	Zusammenfassende Übersicht der Maßnahmen im Verkehr	72
Tabelle 11:	Annahmen zur wirtschaftlichen und demographischen Entwicklung in Hessen	90
Tabelle 12:	Entwicklung der Fahrleistung im Straßenverkehr	91
Tabelle 13:	Entwicklung der Verkehrsleistung im Personenverkehr	92
Tabelle 14:	Entwicklung der Verkehrsleistung im Güterverkehr.....	92
Tabelle 15:	Endenergieverbrauch nach Energieträgern und nach Sektoren im Referenzszenario in Hessen in PJ	94
Tabelle 16:	Kraftwerkskapazitäten (netto) im Basisszenario in Hessen in GW.....	95

Tabelle 17:	Preisentwicklung und -annahmen für das Szenario „Hohe Preise“	100
Tabelle 18:	Szenariendefinitionen und Varianten für die Berechnungen und Analysen mit TIMES-HS	101
Tabelle 19:	Endenergie [PJ] in der Variante EE15%.....	106
Tabelle 20:	Abdiskontierte Gesamtdifferenzkosten der Szenarien und Varianten im Vergleich zur REF.....	107
Tabelle 21:	Auszug aus der Input-Output-Tabelle für Deutschland 1995 (Quelle: Statistisches Bundesamt 2002)	110
Tabelle 22:	Ergebnisse der Tests auf Stationarität	119
Tabelle 23:	Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Produktion und Beschäftigung im Jahr 2015 (brutto)	131
Tabelle 24:	Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Produktion und Beschäftigung im Jahr 2015 (netto).....	139
Tabelle 25:	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Deutschland und Handlungsbedarf	144
Tabelle 26:	Entwicklung der energiebedingten CO ₂ -Emissionen in Hessen im Szenarienvergleich	145
Tabelle 27:	Kernpunkte des Entwicklungsbedarfs der einzelnen Brennstoffzellentechnologien für unterschiedliche Anwendungsfelder	154
Tabelle 28:	Shortlist der Maßnahmen im Bereich Kraftwerke und KWK.....	166
Tabelle 29:	Shortlist der Maßnahmen im Bereich Erneuerbare Energien.....	167
Tabelle 30:	Shortlist der Maßnahmen in der Industrie und im Gewerbe	168
Tabelle 31:	Shortlist der Maßnahmen im Bereich Gebäude	169
Tabelle 32:	Shortlist der Maßnahmen im Bereich Verkehr.....	171
Tabelle 33:	Shortlist der Querschnittsmaßnahmen	172
Tabelle 34:	Einordnung der Maßnahmen ins umweltpolitische Instrumentarium.....	173
Tabelle 35:	TIMES-HS Ergebnisse Referenzszenario (REF).....	383
Tabelle 36:	TIMES-HS Ergebnisse Szenario Klimaschutz Priorität (KSP) / Szenario A	387
Tabelle 37:	TIMES-HS Ergebnisse Szenario Klimaschutz Kernenergieausstieg (KKA) / Szenario B	391

Tabelle 38:	TIMES-HS Ergebnisse Szenario Klimaschutz mit geringen Landesmitteln (KGL) / Szenario C.....	395
Tabelle 39:	TIMES-HS Ergebnisse Szenario Referenzentwicklung mit hohen Energiepreisen (PREIS)	399
Tabelle 40:	TIMES-HS Ergebnisse Szenario Erneuerbaren Energien Quote 15 % (Anteil EE 15 % am EEV ohne Verkehr)	403
Tabelle 41:	Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Bruttoproduktion und Bruttobeschäftigung im Jahr 2010 (ohne Gegenfinanzierung der Maßnahmen).....	407
Tabelle 42:	Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Bruttoproduktion und Bruttobeschäftigung im Jahr 2020 (ohne Gegenfinanzierung der Maßnahmen).....	408
Tabelle 43:	Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Bruttoproduktion und Bruttobeschäftigung im Jahr 2025 (ohne Gegenfinanzierung der Maßnahmen).....	410
Tabelle 44:	Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Nettoproduktion und Nettobeschäftigung im Jahr 2010 (mit Gegenfinanzierung der Maßnahmen).....	411
Tabelle 45:	Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Nettoproduktion und Nettobeschäftigung im Jahr 2020 (mit Gegenfinanzierung der Maßnahmen).....	413
Tabelle 46:	Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Nettoproduktion und Nettobeschäftigung im Jahr 2025 (mit Gegenfinanzierung der Maßnahmen).....	414

1 Einführung

Auch wenn die im Rahmen des Kyoto-Protokolls von Deutschland eingegangene Verpflichtung zur Reduktion von Treibhausgasen nur auf der Bundesebene völker- bzw. EU-rechtlich bindend ist, sind die Bundesländer zunehmend gefordert, regionale Strategien als Antwort auf das globale Klimaproblem zu entwickeln. Das Hessische Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz (HMULV) hat im Oktober 2004 das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung Mannheim GmbH (ZEW) und das Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart mit der Projektleitung der Bausteine I und III für ein integriertes Klimaschutzprogramm Hessen (InKlim 2012) beauftragt.

Eine Projektgemeinschaft bestehend aus dem Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (FhG-ISI) Karlsruhe, dem Institut Wohnen und Umwelt GmbH (IWU) Darmstadt, dem Zentrum für Integrierte Verkehrssysteme GmbH (ZIV) Darmstadt, dem Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (IFEU), dem Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) F&E-Bereich Energetische Biomassenutzung Hanau und den Projektkoordinatoren ZEW und IER hat die wissenschaftliche Begleitung für die Erstellung eines hessischen Klimaschutzprogramms wahrgenommen.

Die Ziele von InKlim 2012 beinhalten die Aktualisierung der Grundlagen, die Berechnung von klimapolitischen Szenarien für den Zeitraum 2005-2012, die Berücksichtigung von regionalem Klimawandel und Klimafolgen, die Schaffung von Input für hessische Initiativen, die Entwicklung von Instrumenten und Maßnahmen für wirksamen regionalen Klimaschutz sowie die Überprüfung der Kosten für unterschiedliche Technologiepfade, Akteurs- und Akzeptanzmodelle.

Die Besonderheit von InKlim 2012 ist der Versuch einer integrierten Berücksichtigung sowohl von Treibhausgasvermeidungsmaßnahmen als auch von Anpassungsmaßnahmen an den langfristig zu erwartenden Klimawandel. Deshalb waren die Arbeiten in drei Programmbausteine aufgeteilt. Zunächst wurden in Baustein I die Potenziale und damit verbundenen Kosten für die Vermeidung von Treibhausgasemissionen in den Sektoren Energieumwandlung, Gewerbe/Industrie, Gebäude und Verkehr bestimmt und anschließend die gewonnenen Informationen in einer Energiesystemanalyse verwendet. Die Arbeiten des Bausteins II beschäftigen sich mit den regionalen Auswirkungen des globalen Klimawandels auf Hessen. Diese wurden in einem eigenständigen Abschlußbericht dokumentiert und werden deshalb in diesem Bericht nur zusammenfassend vorgestellt. In Baustein III werden die wirtschaftlichen Auswirkungen der Bausteine I und II ermittelt und als Ergebnis dieser Arbeiten soll der Handlungsspielraum der hessischen Landesregierung zur Verwirklichung einer klimaverträglichen Politik dargestellt werden.

Dieser Endbericht ist wie folgt strukturiert: Kapitel 2 führt in die besonderen Aspekte des regionalen Klimaschutzes ein und analysiert das Entscheidungskalkül eines Bundeslandes

im Klimaschutz sowie dessen Handlungsoptionen im Rahmen der übergeordneten internationalen und nationalen Klimaschutzpolitik. In Kapitel 3 wird die Datenbasis für Hessen dokumentiert, welche die Grundlage des empirischen Teils dieses Projekts ist. Die Ergebnisse aus Baustein II sowie Konzepte zur Quantifizierung und Bewertung von Klimaschäden sowie eine Klassifizierung von Anpassungsmaßnahmen werden in Kapitel 4 dargestellt. In Kapitel 5 werden schließlich die vorgeschlagenen sektoralen und bereichsübergreifenden Vermeidungsmaßnahmen unter Angabe ihrer Vermeidungskosten und –potenziale beschrieben und Grenzkostenkurven abgeleitet. Die Quantifizierung verschiedener Szenarien im Rahmen eines Energiesystemmodells bzw. eines gesamtwirtschaftlichen Input-Output-Modells für Hessen erfolgt in den Kapiteln 6 und 7. Dabei werden ein Referenzszenario sowie mehrere Maßnahmenszenarien definiert und einzel- bzw. gesamtwirtschaftliche Modellergebnisse präsentiert und diskutiert. Aufbauend auf den bisher gewonnenen Erkenntnissen werden in Kapitel 7 schließlich konkrete Empfehlungen an die hessische Landesregierung für ein integriertes Klimaschutzprogramm gegeben und zukünftige Perspektiven aufgezeigt. Der Bericht endet mit einer kurzen Zusammenfassung in Kapitel 9.

2 Besondere Aspekte des regionalen Klimaschutzes

2.1 Das Entscheidungskalkül eines Bundeslandes: Vermeidung und Anpassung

Bei der Ausgestaltung regionaler Klimapolitik gibt es zwei, aus ökonomischer Sicht zentrale Fragen (siehe im Folgenden Fahl et al. 2005): Erstens, nach welchen methodischen Ansätzen lassen sich angesichts stark unterschiedlicher Emissionsmuster sowie divergierender regional- und energiewirtschaftlicher Strukturen in den einzelnen Bundesländern die bundesweit vorgegebenen Minderungsziele sinnvoll auf die einzelnen Bundesländer aufteilen? Diese Frage ist zwar eher theoretischer Natur, ihre Diskussion ermöglicht jedoch eine gewisse Orientierung hinsichtlich des Umfangs der zu ergreifenden Minderungsmaßnahmen auf Landesebene. Zweitens, wie lautet, unter Berücksichtigung der dem Bundesland zur Verfügung stehenden Optionen, das ökonomische Entscheidungskalkül bei der möglichst effizienten Erreichung dieser Ziele und bei der Auswahl geeigneter Anpassungsmaßnahmen gegenüber drohenden Klimaschäden?

2.1.1 Ableitung regionaler Minderungsziele

Theoretisch sind zur Ableitung von Minderungszielen für ein einzelnes Bundesland verschiedene Ansätze denkbar, welche eine große Spannbreite möglicher Reduktionsvorgaben implizieren (Schmid und Schaumann 1998). Der einfachste Ansatz besteht darin, das aktuelle bundesweite prozentuale Minderungsziel für den Zeitraum 1990-2008/2012 auf

die CO₂-Emissionen eines Bundeslandes zu übertragen, wie z.B. das gesamtdeutsche Treibhausgas-(THG-)Reduktionsziel von 21 % gegenüber 1990, aus dem sich eine erforderliche CO₂-Minderung von ca. 17 % ergibt.

Problematisch an diesem Ansatz ist jedoch der Bezug auf das Basisjahr 1990, woraus unverhältnismäßig hohe Minderungsanforderungen für die alten Bundesländer resultieren. So haben in den Jahren nach der Wiedervereinigung vor allem die neuen Bundesländer (Fahl et al. 2004) durch Restrukturierungen zum Rückgang der gesamtdeutschen Emissionen beigetragen (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Entwicklung der CO₂-Emissionen im Zeitraum 1990 bis 2000 nach Bundesländern

Land	Energiebedingte CO ₂ -Emissionen					Spezifische energiebedingte CO ₂ -Emissionen 2000		Durchschnittliche jährliche Emissionsberechtigungen in 2005-07
	1990		2000		Veränderung 2000 / 1990	bez. auf Bevölkerung	bez. auf Bruttoinlandsprodukt	
	Mio. t	Anteil in %	Mio. t	Anteil in %	in %	t/Kopf	t/Mio. € ₁₉₉₅	Mio. EB
Baden-Württemberg	74,4	7,6	74,9	8,8	0,8	7,1	264,5	29,3
Bayern	84,1	8,6	87,7	10,3	4,4	7,2	256,2	26,2
Berlin	26,9	2,8	23,5	2,8	-12,8	6,9	318,8	9,3
Brandenburg	81,9	8,4	60,4	7,1	-26,2	23,2	1417,6	52,7
Bremen	13,4	1,4	14,1	1,7	5,6	21,4	659,1	11,7
Hamburg	13,7	1,4	14,6	1,7	6,5	8,5	208,5	4,3
Hessen	43,3	4,5	45,6	5,3	5,2	7,5	251,3	13,8
Mecklenburg-Vorpommern	12,7	1,3	10,3	1,2	-19,1	5,8	366,7	3,6
Niedersachsen	78,7	8,1	75,5	8,9	-4,1	9,5	443,9	34,7
Nordrhein-Westfalen	298,9	30,7	293,9	34,4	-1,7	16,3	676,1	218,3
Rheinland-Pfalz	27,6	2,8	29,0	3,4	4,8	7,2	331,7	8,8
Saarland	23,4	2,4	23,4	2,7	-0,2	21,8	982,4	17,8
Sachsen	91,5	9,4	41,6	4,9	-54,6	9,4	590,3	33,2
Sachsen-Anhalt	50,9	5,2	26,3	3,1	-48,3	10,0	645,5	19,7
Schleswig-Holstein	22,8	2,3	20,4	2,4	-10,4	7,3	332,4	7,6
Thüringen	28,1	2,9	12,1	1,4	-57,0	5,0	316,7	4,1
Deutschland in Summe	972,2	100,0	853,3	100,0	-12,2	10,4	433,2	495,0
Alte Bundesländer	680,2	70,0	679,2	79,6	-0,2	10,5	405,3	372,4
Neue Bundesländer inkl. Berlin	292,0	30,0	174,1	20,4	-40,4	10,1	593,1	122,6

Quelle: Länder-AK Energiebilanz; DEHSt; eigene Berechnungen

Entsprechende Minderungspotenziale stehen den alten Bundesländern nicht zur Verfügung. Alternativ bietet es sich daher an, statt dem Basisjahr 1990 eine aktuellere Referenzperiode, zum Beispiel 2000-2002, zu wählen. Will man auch noch berücksichtigen, dass für einzelne Bundesländer (z.B. Baden-Württemberg (Blesl et al. 2004, UVM BaWü 2001), Bayern (Blesl et al. 2001), Hessen und Niedersachsen (Fahl und Schaumann 1996)) aufgrund des Kernenergieausstiegs die Realisierung zukünftiger Emissionsminderungen erheblich erschwert wird, sollte eine bundeslandspezifische Basisentwicklung als Referenzszenario verwendet werden. In einem weiteren Ansatz kann der Tatsache Rechnung getragen werden, dass durch die Verteilung der Emissionsberechtigungen gemäß dem Nationalen Allokationsplan (DEHST 2004) nur noch für 40% des Emissionsbudgets eine Flexibilität hinsichtlich der Emissionshöhe für die Bundesländer bestehen. Wenn die für Deutschland für die Kyoto-Periode 2008/12 noch verbleibenden Emissionsmöglichkeiten in Höhe von 327,4 Mio. t CO₂/a zu 50% entsprechend der Bevölkerung der Bundesländer und zu 50%

entsprechend der Wirtschaftskraft der Bundesländer im Jahr 2000 verteilt würden, ließen sich wieder andere Reduktionsziele ableiten.

Offensichtlich wirft – angesichts unterschiedlicher regionalwirtschaftlicher Faktoren – die Ableitung regionaler Klimaziele nicht unwesentliche Probleme auf. Hinzu kommt, dass zur Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Effizienz des Klimaschutzes – jenseits verteilungspolitischer Aspekte – auch die Grenzvermeidungskosten in den einzelnen Bundesländern ein wichtiges Kriterium für die Allokation von Reduktionsmaßnahmen darstellen sollten. Wie jedoch bereits zuvor angemerkt wurde, ist die Ableitung regionaler Emissionsminderungsziele für die Praxis von eher untergeordnetem Interesse – bedenkt man, dass die Bundesländer selbst keinen rechtlich-verbindlichen Emissionsreduktionsverpflichtungen unterliegen und somit ihre klimapolitischen Strategien vor allem an weiteren übergeordneten Zielen (wie z.B. Standortqualität) ausrichten.

Obwohl in Hessen die energiebedingten CO₂ Emissionen von 1990 bis 2000 um rund 5% gestiegen sind, liegen die pro Kopf Emissionen in Hessen mit 7,5 Tonnen deutlich unter dem Bundesdurchschnitt (10,4 Tonnen). Bezogen auf das Bruttoinlandsprodukt liegen die Emissionen in Hessen unter allen Bundesländern sogar auf dem zweitniedrigsten Niveau.

2.1.2 Das Entscheidungskalkül eines Bundeslandes

Der Klimapolitik stehen zwei Optionen zur Verfügung, auf den drohenden Klimawandel zu reagieren: Vermeidungsmaßnahmen, welche die in die Atmosphäre abgegebenen Netto-Treibhausgasemissionen reduzieren, und Anpassungsmaßnahmen zur Minderung regionaler und lokaler Klimaschäden. Gemäß einer globalen Kosten-Nutzen-Analyse müssten weltweit so viele Emissionsvermeidungsmaßnahmen durchgeführt werden, bis deren Grenzvermeidungskosten dem (globalen) Grenznutzen aus der Reduktion von Klimaschäden entsprechen. Letzterer ergibt sich aus dem Ausgleich von marginalen Anpassungskosten und marginalen residualen Schadenskosten. Die globale Kosten-Nutzen-Analyse weist somit auf einen Trade-off von Anpassungs- und Vermeidungsmaßnahmen hin, den es allerdings in der klimapolitischen Praxis in der Weise nicht gibt. So werden über Umfang und Durchführung von Anpassungs- und Vermeidungsmaßnahmen auf unterschiedlichen Handlungsebenen mit unterschiedlichen Akteuren und unter Anwendung verschiedener Zeitskalen entschieden (vgl. Tol 2003).

In Bezug auf die Vermeidungsmaßnahmen besteht das klimapolitische Entscheidungskalkül eines einzelnen Bundeslandes (theoretisch) darin, den eingeschlagenen Emissionsreduktionspfad möglichst kosteneffizient umzusetzen. Das heißt, es sind diejenigen Vermeidungsmaßnahmen zu wählen bzw. – angesichts der Dominanz europäischer und nationaler klimapolitischer Instrumente – zu unterstützen, die dem Land den geringsten wirtschaftlichen Schaden bzw. den größten Nutzen garantieren.

Das ökonomisch optimale Niveau der Anpassungsmaßnahmen in einem Bundesland hängt sehr stark davon ab, in welchem Umfang – auf globaler Ebene – Maßnahmen zur

Vermeidung von Treibhausgasemissionen unternommen werden bzw. wie groß die Auswirkungen des Klimawandels auf die entsprechende Region sind. Da die eigenen Vermeidungsanstrengungen des Bundeslandes aufgrund des ubiquitären Charakters der Treibhausgase keinen Einfluss auf die von ihm zu tragenden Klimaschäden haben, bedarf es auch keinerlei Koordinierung von Vermeidungs- und Anpassungsmaßnahmen. Angesichts gegebener klimapolitischer Ziele für Deutschland (und damit indirekt auch für ein Bundesland) stellt sich die Frage nach der Quantifizierung und Monetarisierung von Klimaschäden auf Landesebene weniger aus der Perspektive der Kosten-Nutzen-Analyse zur Auswahl zu ergreifender Vermeidungsmaßnahmen, sondern aus der Sicht der Anpassungsmaßnahmen: Wie hoch sind die (bei Umsetzung des bestehenden Emissionsreduktionsregimes) zu erwartenden Klimaschäden in einzelnen Bereichen und gibt es Anpassungsmaßnahmen, die zu geringeren Kosten führen als die Hinnahme der ansonsten zu erwartenden Schäden?

Zusammenfassend lassen sich zwei Entscheidungskalküle für ein Bundesland identifizieren: Erstens, Minimierung der gesamtwirtschaftlichen Vermeidungskosten für ein vorgegebenes Emissionsziel und, zweitens, Minimierung der Summe aus Anpassungs- und Klimaschadenskosten.

2.2 Handlungsoptionen für Hessen im Klimaschutz

2.2.1 Einordnung regionaler Klimaschutzstrategien in den internationalen und EU-weiten Rahmen

Entsprechend der globalen Dimension des Treibhauseffekts findet Klimapolitik in einem Mehrebenensystem (internationale Völkergemeinschaft/EU/Mitgliedsstaaten/Bundesland/Kommunen) statt. Die Handlungsoptionen eines Bundeslandes werden dabei maßgeblich von der internationalen und nationalen Gesetzgebung bestimmt; regionale Klimapolitik muss in den völkerrechtlich und europarechtlich verbindlichen klimapolitischen Rahmen integriert werden.

Hierzu gehört auf übergeordneter Ebene das im Februar 2005 in Kraft getretene Kyoto-Protokoll, welches als internationales Abkommen auf dem Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (UNFCCC) beruht. Im Kyoto-Protokoll verpflichten sich die Vertragsstaaten zu einer völkerrechtlich verbindlichen Senkung ihrer Treibhausgase um 5,2 % (bis 2008-2012 gegenüber 1990). Zur Verbesserung der Kosteneffizienz in Anbetracht erheblicher Vermeidungskostenunterschiede zwischen den Vertragsstaaten sieht das Kyoto Protokoll die Anwendung der flexiblen Mechanismen Internationaler Emissionshandel (ET), Joint Implementation (JI) and Clean Development Mechanism (CDM) vor. Die „Vereinbarungen von Marrakesh“ (2001) enthalten weiterführende Beschlüsse der Vertragsstaaten zu den flexiblen Mechanismen.

Die EU-15 hat sich im Kyoto-Protokoll zu einer Emissionsreduktion von 8% verpflichtet. In dem EU-internen Burden-Sharing-Agreement vom Juni 1998 wurde, gemäß bestimmter länderspezifischer Voraussetzungen, eine Aufteilung der EU-weiten Reduktionspflichten auf die einzelnen Mitgliedsstaaten vorgenommen. Bezogen auf 1990 muss Deutschland seine Emissionen um -21% reduzieren. Wenn die EU-15 ihr Reduktionsziel von 8% verfehlt, muss dieses in der nächsten Verpflichtungsperiode mit einem 30%igen Aufschlag nachgeholt und ein Erfüllungsplan ausgearbeitet werden. Verfehlt ein EU-Mitgliedsstaat sein Ziel unter der EU-Lastenverteilung kann die Europäische Kommission ein Verfahren einleiten und Geldbußen verhängen; solange jedoch die EU-15 ihr 8%-Ziel einhält, ziehen Verfehlungen einzelner Mitgliedsstaaten keine Sanktionen im Rahmen des Kyoto-Protokolls nach sich.

Für die EU-25 gibt kein gemeinsames Emissionsreduktionsziel, es wurden aber für acht der zehn neuen EU-Länder Einzelverpflichtungen in Höhe von 8 bzw. 6% festgelegt.

Tabelle 2 und Abbildung 1 zeigen die Entwicklung der CO₂-Emissionen in der EU-15 von 1990 bis 2003 und weisen, angesichts der umzusetzenden Kyoto-Ziele, auf den zukünftigen Handlungsbedarf im Klimaschutz sowohl auf der Ebene der EU-15 als auch der einzelnen Mitgliedsstaaten hin. Deutschland kommt mit -18,5% seinem Ziel zwar bereits nahe, jedoch sind auch hier noch zusätzliche Maßnahmen nötig.

Tabelle 2: Entwicklung der Treibhausgasemissionen der EU-15

	Basis- jahr*	1990	1995	2000	2002	2003	Absolute Veränderung 2003/Basisjahr	Veränderung 2003/ Basisjahr	Emissionsziel gem. Kyoto-Protokoll (EU-BSA) bis 2008/2012
	in Mio t CO ₂ -Äquivalenten						in Mio t CO ₂ - Äquivalenten	in %	
Belgien	146,8	146	152	148	145	147,7	0,9	+ 0,6	- 7,5
Dänemark	69,6	69	77	68	69	74,0	4,4	+ 6,3	- 21,0
Deutschland	1248,3	1244	1103	1017	1015	1017,5	- 230,8	- 18,5	- 21,0
Finnland	70,4	70	71	70	77	85,5	15,1	+ 21,5	0,0
Frankreich	568,0	568	563	560	554	557,2	- 10,8	- 1,9	0,0
Griechenland	111,7	109	114	132	134	137,6	25,9	+ 23,2	+ 25,0
Großbritannien	751,4	748	691	652	644	651,1	- 100,3	- 13,3	- 12,5
Irland	54,0	54	58	69	69	67,6	13,6	+ 25,2	+ 13,0
Italien	510,3	511	528	551	555	569,8	59,5	+ 11,6	- 6,5
Luxemburg	12,7	13	10	10	11	11,3	- 1,4	- 11,5	- 28,0
Niederlande	213,1	212	224	214	213	214,8	1,7	+ 0,8	- 6,0
Österreich	78,5	79	80	81	86	91,6	13,1	+ 16,6	- 13,0
Portugal	59,4	59	70	80	86	81,2	21,8	+ 36,7	+ 27,0
Schweden	72,3	72	73	67	69	70,6	- 1,7	- 2,4	+ 4,0
Spanien	286,1	284	315	380	399	402,3	116,2	+ 40,6	+ 15,0
EU-15	4252,5	4238	4129	4100	4126	4179,6	- 72,9	- 1,7	- 8,0

* Basisjahr 1990 für: CO₂, CH₄, N₂O; Basisjahr 1995 für: HFC, PFC, SF₆.

Quelle: BMU (2005a:8).

Kyoto-Ziele der Treibhausgasemissionsminderung und Entwicklung bis 2003 (% gg. Basisjahr)

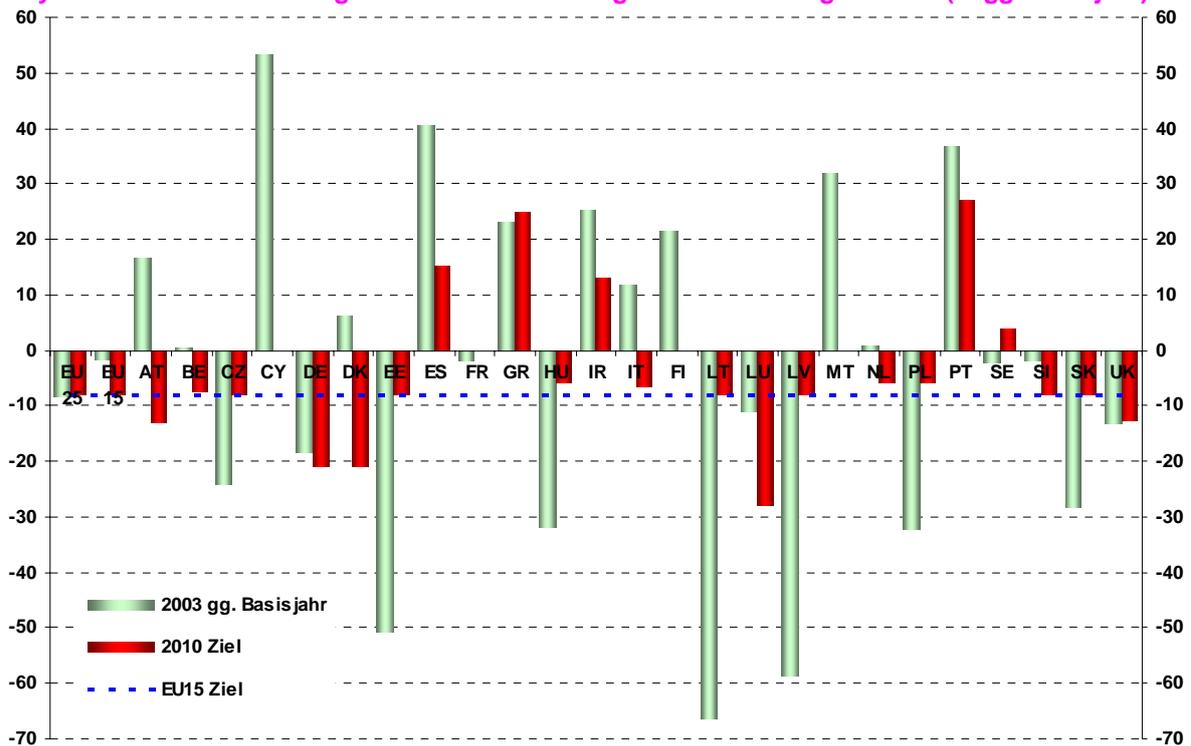


Abbildung 1: Kyoto-Ziele und THG-Entwicklung bis 2003

Nach den Hochrechnungen im Bericht über „Nachweisbare Fortschritte bei der Verwirklichung des Kyoto-Protokolls“, welcher von der EU Kommission für die 11. UN-Klimakonferenz in Montreal (28.11-9.12.05) vorbereitet wurde, werden 17 der 23 EU Mitgliedsstaaten voraussichtlich ihre Emissionsziele einhalten können, während die anderen Staaten noch Maßnahmen einleiten müssen (siehe EU-Kommission 2005a). Dieser Bericht geht davon aus, dass die existierenden und geplanten Klimaschutzmaßnahmen zusammen mit den im Rahmen von projektbasierten Mechanismen erhaltenen Gutschriften zu einer Emissionsreduktion in der EU-15 in Höhe von 9,3% bis 2010 gegenüber 1990 führen werden. Dabei dürften die bereits bestehenden Aktivitäten bzw. die zusätzlich geplanten innerstaatlichen Maßnahmen die Gesamtemissionen bis 2010 gegenüber 1990 um 1,6 % bzw. 6,6 % senken. Das Engagement von 11 Ländern der EU-15 in CDM- und JI-Projekte dürfte die Gesamtemissionsreduktion schließlich auf 9,3% erhöhen.

Es ist jedoch von Bedeutung zu vermerken, dass der bisherige Emissionshandel wohl nicht ausreicht, um die klimapolitischen Ziele zu erreichen. Das Kyoto-Ziel einer Emissionsminderung in der Europäischen Union (EU-15) um 8 % bis 2008/2012 ist nur erreichbar, wenn die Mitgliedstaaten wie geplant zusätzliche nationale Maßnahmen treffen und flexible Mechanismen einsetzen (siehe EU-Kommission 2005d). Die gegenwärtig noch unbefriedigende Entwicklung in Europa könnte die von der EU favorisierte Verhandlungsposition als Vorreiter der Klimapolitik in Gefahr bringen und die weiteren Verhandlungen

behindern. Eine Verfehlung des EU-Ziels in der Kyoto-Periode würde erst recht verheerende Folgen für die globale Klimaschutzpolitik haben.

Im Jahr 2000 hat hierzu die EU-Kommission das erste Europäische Programm zur Klimaänderung (ECCP) verabschiedet, welches zahlreiche Maßnahmen zur Emissionsreduktion auf EU-Ebene angestoßen hat.

In dem Zusammenhang sind zu nennen (EU-Kommission 2005a):

- das System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft zur Begrenzung der Kohlendioxid-Gesamtemission (EU-Kommission 2003a, siehe Kapitel 2.2.2.1),
- die Verknüpfungsrichtlinie, durch die die Emissionshandelsrichtlinie dahingehend geändert wird, dass die Mitgliedstaaten den Betreibern gestatten können, Gutschriften, die im Rahmen des Kyoto-Mechanismus erlangt wurden (zertifizierte Emissionsreduktionen und Emissionsreduktionseinheiten), auf die Erfüllung ihrer Verpflichtungen im Rahmen des EU-Emissionshandelssystems anrechnen zu lassen (EU-Kommission 2004a),
- das Programm „Intelligente Energie – Europa“ unterstützt die nachhaltige Entwicklung im Energiebereich und fördert einen sparsameren Energieverbrauch, die Nutzung erneuerbarer Energiequellen und die Verringerung der Kohlendioxid-Emissionen im Verkehrssektor sowie auch die Förderung erneuerbarer Energiequellen und die Energieeffizienz in Entwicklungsländern (EU-Kommission 2003b),
- die Richtlinie für erneuerbare Energie mit der Zielvorgabe, den Anteil der Energieversorgung aus erneuerbaren Energiequellen in der EU-25 auf 21 % im Jahr 2010 (gegenüber 14 % 1997) anzuheben, und mit nationalen Richtzielen für jeden einzelnen Mitgliedstaat (EU-Kommission 2001),
- die Biokraftstoffrichtlinie mit der Zielvorgabe, dass bis Ende 2005 mindestens 2% und bis Ende 2010 mindestens 5,75% der im Verkehr verbrauchten Kraftstoffe Biokraftstoffe sein sollen (EU-Kommission 2003c),
- die Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden, nach der die Mitgliedstaaten Normen für die Gesamtenergieeffizienz schaffen müssen, sieht die EU-weite Einführung von Energieausweisen vor und schreibt für Gebäude ab einer bestimmten Größe eine Prüfung der Möglichkeiten für den Einbau von Energieversorgungssystemen auf der Grundlage erneuerbarer Energie vor (EU-Kommission 2002a),
- die Kraft-Wärme-Kopplungs-Richtlinie zur Schaffung von Anreizen für die Entwicklung der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) (EU-Kommission 2004b),

-
- eine freiwillige Selbstverpflichtung der Automobilherstellerverbände, den CO₂-Ausstoß von Neuwagen bis 2008/2009 um 25 % gegenüber 1995 zu senken (http://europa.eu.int/comm/environment/co2/co2_home_de.htm),
 - das 6. Forschungsrahmenprogramm (2002–2006), welches mehr als 3 Milliarden € für die Entwicklung und Demonstration neuer Technologien in den Bereichen Energie, Verkehr und Umwelt bereitstellt (EU-Kommission 2002b),
 - die Ökodesign-Richtlinie (EU-Kommission 2005b) mit Mindestanforderungen für zahlreiche energiebetriebene Produkte.

Im Oktober 2005 wurde die zweite Phase des ECCP eingeleitet. Schwerpunkte des Programms sind unter anderem die Speicherung und Abtrennung von Kohlenstoffemissionen, der Straßen- und Luftverkehr sowie Klimafolgen und Anpassungsmaßnahmen. Insbesondere erwägt die EU-Kommission eine Einbeziehung des Luftverkehrs in den Emissionshandel (EU-Kommission 2005c). Im Rahmen des ECCP II wird eine Arbeitsgruppe zur Luftfahrt eingerichtet; bis Ende 2006 soll ein Richtlinienvorschlag vorgelegt werden (siehe Kapitel 5.3).

Mit dem Flughafen Frankfurt befindet sich der größte Flughafen Kontinentaleuropas in Hessen. Im Allgemeinen ist die Mobilität ein wichtiger Standortfaktor für Hessen. Daher erhält die europäische Rechtsetzung, welche Autoherstellung oder Kraftstoffe betrifft, hier eine gewisse Sonderstellung.

2.2.2 Einordnung regionaler Klimaschutzstrategien in den nationalen und regionalen Rahmen

2.2.2.1 Klimapolitik auf Bundesebene

Gemäß dem Prinzip der Subsidiarität als maßgeblichem Aufgabenverteilungsprinzip zwischen Gemeinschaft und Mitgliedsstaaten (im Übrigen gilt dieses auch für die föderale Staatsordnung der BRD) sollen politische Entscheidungen auf der niedrigsten, noch adäquaten Ebene getroffen und umgesetzt werden. Für die Klimapolitik heißt dies, dass EU-weite Ziele und EU-weit wirksame Maßnahmen von der EU beschlossen werden und diese dann, innerhalb einer bestimmten Frist, durch die Bundesregierung in nationales Recht umgesetzt werden (ausschließliche Gesetzgebungsbefugnis des Bundes). Für sonstige nationale Gesetze und Rechtsverordnungen im Klimaschutz gilt im Verhältnis zu den Bundesländern die konkurrierende Gesetzgebungskompetenz („Bundesrecht“ bricht „Landesrecht“).

In dem Nationalen Klimaschutzprogramm 2005 (BMU 2005a) sind die für Deutschland relevanten Klimaschutzziele (Emissionsreduktionsziele sowie technologie- und energie-trägerbezogene Ziele) aufgeführt. Dabei handelt es sich teilweise um rechtlich verbindliche,

teilweise um freiwillig gesetzte Ziele, wobei letztere eine Vorreiterrolle Deutschlands im Klimaschutz (und damit zukünftigen Handlungsbedarf) dokumentieren:

- Reduktion der jährlichen Emissionen der sechs Treibhausgase (CO₂, CH₄, N₂O, H-FKW, FKW und SF₆) um 21% im Zeitraum von 2008 bis 2012 gegenüber dem Emissionsniveau von 1990 (EU-internes Burden-Sharing-Agreement).
- Sektorale CO₂-Emissionsziele für die Zuteilungsperiode 2005-2007 sowie für die Periode 2008-2012 gemäß Zuteilungsgesetz 2007 (siehe ZuG 2007): In der Zuteilungsperiode 2005-2007 liegen die CO₂-Emissionsziele für den Sektor Energie und Industrie bei 503 Mio. t/Jahr und für alle anderen Sektoren bei 356 Mio. t/Jahr; die entsprechenden Werte für die Zuteilungsperiode 2008-2012 betragen 495 Mio. t/Jahr sowie 349 Mio. t/Jahr (diese werden bei Beschluss des Nationalen Allokationsplans für die Zuteilungsperiode 2008-2012 nach §7 des Treibhausgas-Emissionshandelsgesetzes im Jahr 2006 überprüft).
- Ausbau des Anteils der erneuerbaren Energien an der Stromversorgung bis zum Jahr 2010 auf mindestens 12,5% und bis zum Jahr 2020 auf mindestens 20% (gemäß Richtlinie über die Förderung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt, seit 2001 in Kraft). Bis 2050 soll der Anteil der erneuerbaren Energien am Energieverbrauch rund 50% betragen.
- Erhöhung des Einsatzes alternativer Kraftstoffe im Verkehrssektor gemäß EU-Biokraftstoffrichtlinie auf 2% bis 2005 und auf 5,75% bis 2010.
- Selbstverpflichtung der Bundesregierung zur Reduktion der CO₂-Emissionen in ihrem Geschäftsbereich um 25% bis 2005 und um 30% bis 2008-2012 gegenüber 1990.
- Die Bundesregierung befürwortet ein Treibhausgas-Reduktionsziel von -40% bis zum Jahr 2020 – vorausgesetzt die EU beschließt eine Reduktion von 30%. Im aktuellen Koalitionsvertrag 2005 findet sich zwar keine konkrete nationale Zielfestlegung, aber eine Unterstützung des EU-weiten -30% Ziels. Das 40% Reduktionsziel steht für die Fortführung der derzeitigen Vorreiterrolle Deutschlands innerhalb der EU: Das Reduktionsziel von 40% für Deutschland sowie das EU-weite Ziel von 30% leiten sich ab aus der gleichen prozentualen Reduktion ausgehend von dem EU Burden Sharing-Ziel für Deutschland in Höhe von 21% ($0,79 \cdot 0,76 = 0,60$) sowie dem EU-15 Kyoto-Ziel in Höhe von 8% ($0,92 \cdot 0,76 = 0,70$).

Zur Umsetzung dieser Ziele wurde auf der Bundesebene in den letzten Jahren und im Rahmen der nationalen Klimaschutzprogramme (2000, 2005) eine Reihe von Maßnahmen zur Reduktion des fossilen Energieverbrauchs und zur Förderung von Umwelttechnologien beschlossen (siehe BMU 2005a für einen Maßnahmenüberblick). Bei der Entwicklung regionaler Strategien gilt es insbesondere darauf zu achten, dass es nicht zu ineffizienten oder (EU-) rechtlich bedenklichen Überlagerung (z.B. Überförderungen, Verstoß gegen EU-Gemeinschaftsrahmen für Staatliche Umweltschutzbeihilfen 2001, Windfall Profits) der

regionalen Maßnahmen mit den bundesweiten Regulierungen kommt. In der untenstehenden Box werden deshalb kurz die wichtigsten klimapolitischen Instrumente auf Bundesebene charakterisiert: Ökosteuer, Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und andere monetäre Förderprogramme sowie der EU-Emissionshandel.

Der von der bundesdeutschen Klimaschutzpolitik gesetzte Rahmen gewährt den größten Handlungsspielraum für regionale Maßnahmen bei den nicht vom Emissionshandel betroffenen Sektoren (Gebäude, Verkehr). Monetäre Fördermaßnahmen für erneuerbare Energien sind vor allem für die regenerative Wärmeerzeugung, welche nicht vom EEG abgedeckt wird, in Erwägung zu ziehen. Auch Programme zur Förderung neuer Klimaschutztechnologien (F&E&D) sind kompatible Handlungsoptionen.

Ein weiterer Ansatzpunkt für Hessen liegt in der Initiierung von Querschnittsmaßnahmen, welche über Impulse aus Hessen heraus einen gestaltenden Einfluss bei der Gesetzgebung auf Bundesebene ausüben können (Bundesratsinitiativen). Querschnittsmaßnahmen sind sektorübergreifend und nicht zwangsläufig auf die direkte Emissionsreduktion in einem bestimmten Sektor ausgerichtet. Sie zielen beispielsweise auf die Aufhebung ineffizienter und bürokratischer Regulierungen oder Regulierungsüberlagerungen ab. Sie können auch darauf ausgerichtet sein, länderspezifisch fragmentierte Regulierungsregimes, welche zur Benachteiligung hessischer Unternehmen führen, zu beseitigen. Handlungsoptionen bestehen zudem bei der Umsetzung von informatorischen und organisatorischen Klimaschutzmaßnahmen, Maßnahmen zur Erschließung von JI/CDM-Projekten sowie der Bereitstellung öffentlicher Leistungen (Bsp. ÖPNV).

Exkurs: Wichtige klimapolitische Instrumente in Deutschland

Ökologische Steuerreform

Die Ökologische Steuerreform, deren fünfte Stufe zum 1. Januar 2003 in Kraft getreten ist, hat Heizstoffe (Heizöl, Erdgas, Flüssiggas) zunächst einmalig und Kraftstoffe und Strom schrittweise verteuert; Kohle ist steuerfrei. Der größte Teil der Einnahmen wird zur paritätischen Senkung der Rentenversicherungsbeiträge von Arbeitnehmern und Arbeitgebern verwendet. Derzeit betragen die ermäßigten Steuersätze für das Produzierende Gewerbe sowie der Land- und Forstwirtschaft für Strom, Heizöl und Erdgas 60% der Regelsteuersätze. Zudem werden im Rahmen des Spitzenausgleichs für energieintensive Unternehmen des Produzierenden Gewerbes 95% der gezahlten Ökosteuer zurückerstattet, sofern die gezahlte Ökosteuer die Entlastung in der Rentenversicherung übersteigt. Damit liegt die Grenzbelastung für energieintensive Unternehmen bei 3% der regulären Ökosteuersätze; die Ökosteuer wirkt für energieintensive Unternehmen fast wie eine Pauschalsteuer, die kaum Anreize zu energiesparendem Verhalten setzt.

EEG und staatliche monetäre Förderprogramme

Die wichtigste Fördermaßnahme für erneuerbare Energie ist das EEG aus dem Jahr 2000, welches eine Abnahme-, Übertragungs- und Vergütungspflicht der Netzbetreiber für Strom aus erneuerbaren Energien festlegt (Wärme aus regenerativen Energieträgern wird nicht gefördert). Die

Vergütungsbedingungen sowie die Höhe und Ausdifferenzierung der degressiv ausgestalteten Vergütungssätze wurden im Rahmen der Novellierung des EEG an die Vorgaben der EU-Richtlinie über die Förderung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt angepasst (siehe Tabelle 3).

Die EEG-Kosten (Differenzkosten gegenüber konventionell erzeugtem Strom) betragen 2004 2,48 Mrd. €. Für 2005 ist ein Wert von rund 2,42 Mrd. € geschätzt. Trotz einer fast 20prozentigen Steigerung des EEG-Stroms sanken die EEG-Kosten aufgrund des massiven Preisanstiegs bei konventionell erzeugtem Strom an der Leipziger Strombörse eex (siehe BMU 2005b).

Das EEG stellt zwar im streng fiskalischen Sinn keine Subvention dar, da nicht die öffentliche Hand, sondern die Netzbetreiber und damit de facto die Stromkunden die Kosten der Abnahme, Übertragung und Vergütung des Stroms aus erneuerbaren Energien tragen. Aus ökonomischer Sicht wirkt es jedoch eindeutig als eine Subventionierung der Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien. Der Gesetzgeber hat dabei versucht, die Einspeisevergütungen so zu tarieren, dass der Einsatz der entsprechenden erneuerbaren Energie gerade wettbewerbsfähig wird im Vergleich zu konventionellen Energieträgern.

Tabelle 3: Grobübersicht der Vergütung von Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien nach der EEG-Novelle (Quelle: BMU 2004)

Stromerzeugung	Vergütung 2004 (pro kWh)	Degression
Solarstrom (ab 100kW)	54,0 ct	5 % jährlich
Windkraft (Land)	8,7 ct	2 % jährlich
Windkraft (Offshore)	9,1 ct	2 % jährlich ab 2008
Wasserkraft (bis 5 MW)	6,65 ct	1 % jährlich
Geothermie (ab 20 MW)	7,16 ct	1 % jährlich ab 2010
Biomasse (5 – 20 MW)	8,4 ct*	1,5 % jährlich

- *Zuschlag-KWK: 2 ct

Auf Bundesebene existieren zudem eine Vielzahl von Förderprogrammen für erneuerbare Energien, Kraft-Wärme-Kopplung und Energieeffizienzsteigerungen. Insbesondere zur Ausweitung der energetischen Modernisierung des Wohnungsbestands wurde eine Reihe von KfW-Förderprogrammen aufgelegt bzw. fortentwickelt (siehe BMU 2005a).

EU-Emissionshandel

Der im Januar 2005 gestartete Emissionshandel in der EU-25 leistet einen wichtigen Teilbeitrag zur Umsetzung der EU-15 weiten und einzelstaatlichen Kyoto-Ziele. Zur Teilnahme verpflichtet sind gemäß der EU-Richtlinie zum Emissionshandel die Betreiber von allen Feuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung über 20 MW und ausgewählte energieintensive Produktionsanlagen wie Mineralölraffinerien, Kokereien, Anlagen der Eisen- und Stahlindustrie sowie der Zement, Kalk-, Glas-,

Keramik- und Papierindustrie; zertifikatepflichtig sind die Endverbraucher von Brennstoffen.

Abbildung 2 weist die Entwicklung der Preise für Emissionsrechte aus; der Preis bewegt sich derzeit zwischen 20 und 25 € pro t CO₂.

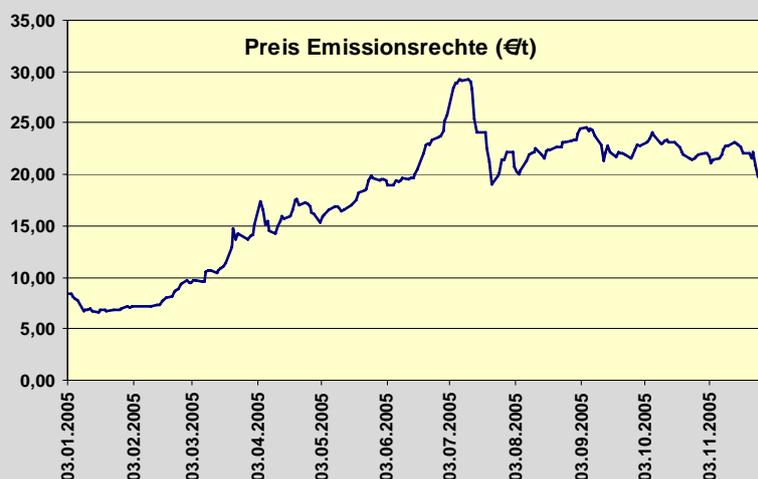


Abbildung 2: Preisentwicklung der CO₂-Emissionsrechte im EU-weiten Handel (Quelle: EEX)

Die Verteilung der Emissionsrechte an die Anlagenbetreiber (Erstallokation) erfolgt gemäß EU-Richtlinie (Artikel 10) bis 2012 weitgehend unentgeltlich und wird im Rahmen nationaler Allokationspläne (NAPs) von den EU-Mitgliedsstaaten geregelt. In Deutschland wurde am 28. Mai 2004 das Gesetz über den nationalen Zuteilungsplan für Treibhausgas-Emissionsberechtigungen in der Zuteilungsperiode 2005 bis 2007 beschlossen: Im so genannten Makroplan wird das nationale Emissionsbudget für die Zuteilungsperiode 2005 bis 2007 auf die volkswirtschaftlichen Sektoren (Energie und Industrie, Verkehr und Haushalte, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen) verteilt. Im so genannten Mikroplan erfolgt die Spezifizierung der Zuteilungsregeln für bestehende Anlagen. Zudem wird festgelegt, wie Neuanlagen, Kapazitätserweiterungen, Anlagenstilllegungen, energieeffiziente Technologien (z.B. KWK-Anlagen) und vorzeitige Vermeidungsmaßnahmen (Early Action) berücksichtigt werden.

2.2.2.2 Klimapolitik in Hessen

Die hessische Landesregierung hat das Ziel formuliert, den Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch ohne Berücksichtigung des Verkehrs bis zum Jahr 2015 von derzeit etwa 3 % auf 15 % zu erhöhen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Biomassenutzung (HMULV 2005).

Ein konkretes (freiwilliges) landespolitisches Emissionsreduktionsziel wurde bisher nicht festgelegt.

Die bisherige Klimapolitik in Hessen beschränkt sich nicht nur auf die Umsetzung von Förderprogrammen und Vorschriften des Bundes und der EU, sondern geht darüber hinaus. In den letzten Jahren wurden, insbesondere unter Einbezug der hessischen Wirtschaft, in Hessen eigene Vorhaben, Projekte und Fördermaßnahmen zum Klimaschutz initiiert.

Zu nennen sind in dem Zusammenhang (siehe u.a. BMU 2005a:30 für einen Überblick):

- Maßnahmen im Hinblick auf die Implementierung des Emissionshandels / Pilotprojekte zu Kyoto-Mechanismen, wie der „Hessen-Tender“ (Gemeinschaftsinitiative des Landes Hessen zum Erwerb von CO₂-Emissionsminderungsgarantien zur Umsetzung flexibler Kyoto-Instrumente in einem Pilot- und Demonstrationsvorhaben).
- Förderung von Maßnahmen zur emissionsarmen Energieerzeugung und rationalen Energienutzung, insbesondere von Biomasse (Biomasse-Feuerungsanlagen 50-100 kW, Biomasse-Feuerungsanlagen ab 101 kW) auf der Grundlage des am 1.4.2005 in Kraft getretenen „Programm und Richtlinien zur Förderung der ländlichen Entwicklung in Hessen“ sowie von Biogasanlagen.
- Förderung von solarthermischen Anlagen, insbesondere im kommunalen Bereich, sowie von PV-Anlagen, die nicht vom Bund gefördert werden (siehe http://www.hessenenergie.de/Energie_Foerderung/Foerderprogramme/foerbula.htm)
- Förderung von Pilot- und Demonstrationsvorhaben sowie Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in den Bereichen Solarenergie, Niedrigenergie- und Passivbauweise, rationale Elektrizitätsanwendung, rationelle Energienutzung (insbesondere KWK). Beispiel: Pilotprojekt DIANA (Dynamic Information And Navigation Assistance) im Rahmen des Projekts „Staufreies Hessen 2015“.
- Beratungsangebote für potenzielle Investoren, z.B. durch dezentrale Energieberatungseinrichtungen oder die hessenENERGIE GmbH, welche seit 1991 Kommunen, kleine und mittlere Unternehmen berät sowie Contracting zur Objektversorgung mit KWK anbietet.
- Beratungsprogramme, z.B. Impuls-Programm Hessen (seit 1996) sowie die im Rahmen dessen gegründete Hessische Energie-Spar-Aktion (seit 2002) für Energieeinsparungen im Alt- und Neubau.
- Veranstaltung von bisher insgesamt neun Klimaschutzforen durch das HMULV.
- Das HMULV fördert im Rahmen des Projekts „Hessische Klima-Partner“ die Klimaschutzinitiative unter Leitung der 3c Climate Change Consulting GmbH zur Entwicklung von klimaneutralen Produkten und Dienstleistungen in hessischen

Unternehmen (Projektlaufzeit ab Januar 2005, siehe <http://www.hessische-klima-partner.de/>). Zu den Projektpartnern gehören die Neckermann Versand AG, die HEAG mobilio GmbH, die Deutsche Telekom und die Frankfurter Rundschau.

Die im Rahmen des Projektes InKlim Hessen 2012 vorgestellten Einzelmaßnahmen bauen zu einem großen Teil auf Erfahrungen mit bisherigen Aktivitäten auf und ermöglichen so eine Kontinuität und Fortentwicklung sowie Neustrukturierung der hessischen Klimaschutzpolitik.

2.3 Regionale Klimapolitik im nationalen und internationalen Standortwettbewerb: Chancen und Risiken

Im Folgenden werden die Chancen und Risiken einer regionalen Klimapolitik aufgezeigt (siehe hierzu auch Böhringer et al. 2005a und Fahl et al. 2005).

Die Umsetzung regionaler Klimaschutzprogramme induziert auf der einen Seite einen für Produktion und Beschäftigung positiven Ausgabeneffekt, da Umweltschutzgüter und -dienstleistungen vermehrt nachgefragt werden (siehe Kapitel 7). Auf der anderen Seite verursacht die Finanzierung dieser Ausgaben Preis- und Mengeneffekte, welche in vor- und nach gelagerte Wirtschaftssektoren übertragen werden. Während der Ausgabeneffekt lediglich die Bruttoeffekte klimapolitischer Maßnahmen erfasst, lassen sich unter Berücksichtigung des Finanzierungseffekts deren Nettoproduktions- und -beschäftigungswirkungen ermitteln. Der gesamtwirtschaftliche Nettoeffekt ist somit unbestimmt. Auf der einen Seite wird beispielsweise im Zusammenhang mit dem Ausbau erneuerbarer Energien auf die Wachstumsimpulse dieses Marktes hingewiesen und betont, dass sich mit mittlerweile 120.000 Beschäftigten und einem jährlichen Umsatz von rund 10 Mrd. € die erneuerbaren Energien zum Jobmotor entwickelt hätten (vgl. BMU 2004). Andererseits finden neuere wissenschaftliche Studien zum Ausbau erneuerbarer Energien – bei Berücksichtigung negativer Budget- bzw. Finanzierungseffekte – nur marginal positive oder sogar negative Netto-Beschäftigungseffekte (siehe RWI 2004, Pfaffenberger et al. 2003).

Grundsätzlich entspricht es einer rationalen Klimapolitik auf Landesebene aufgrund der ubiquitären umweltschädlichen Wirkung der Klimagase sowie der nur auf Bundes- oder gar EU-Ebene vorliegenden Handlungskompetenz für echte Internalisierungsmaßnahmen nach dem Verursacherprinzip (z.B. Ökosteuern, Emissionshandel) eher so genannte „Win-Win“-Vermeidungsmaßnahmen durchzuführen. Dies sind Maßnahmen, welche sowohl dem Klimaschutz als auch der Gesamtwirtschaft in der Region zuträglich sind.

In den letzten Jahren steht die umweltpolitische Debatte unter dem Einfluss der so genannten „Porter-Hypothese“. Diese besagt zweierlei: Erstens kann es zu einem die internationale Wettbewerbsfähigkeit der heimischen Industrie stärkenden Vorreitereffekt kommen, wenn eine relativ strikte nationale Umweltregulierung international diffundiert. Wettbewerbsvorteile können zum einen daraus resultieren, dass Anpassungsmaßnahmen in den umweltbelastenden Industrien bereits früher vorgenommen wurden, und zum anderen,

dass über die frühzeitige (umweltpolitisch induzierte) Entwicklung neuer umweltfreundlicher Produkte und Technologien Exportchancen geschaffen werden. Zweitens soll ein durch anspruchsvolle Umweltregulierung angeregtes effizientes Management von Umweltressourcen (z.B. über die Nutzung von No-Regret-Potenzialen) zu Kostensenkungen führen, welche dazu beitragen, die Kosten der Umweltregulierung zu lindern, auszugleichen oder gar zu überkompensieren (Innovationseffekt) (vgl. für einen Literaturüberblick Taistra 2001). Die Kritiker der Porter-Hypothese argumentieren dagegen, dass Umweltschutz zu Kostenbelastungen für heimische Unternehmen führe und sie im internationalen Wettbewerb benachteilige; negative Wirkungen werden bis hin zur Abwanderung von Betrieben ins Ausland gesehen.

Tatsächlich konnte ein theoretischer oder empirischer Nachweis der Porter-Hypothese bislang nicht erbracht werden (vgl. SRU 2002:Tz.46-48). Empirische Studien weisen allenfalls darauf hin, dass es einen positiven, wenn auch häufig schwachen bis statistisch insignifikanten Zusammenhang zwischen der ökonomischen und ökologischen Performance von Unternehmen gibt (Rennings 2005). Aus der Porter-Hypothese lassen sich dennoch wichtige Forderungen zur Ausgestaltung einer innovationsfreundlichen regionalen Klimapolitik ableiten. Hierzu gehört unter anderem, dass Ziele und nicht von vornherein bestimmte Maßnahmen zu ihrer Erreichung vorgegeben werden, so dass auch integrierte Lösungen zum Einsatz kommen können. Außerdem ist es wichtig, flexible und an den betrieblichen bzw. baulichen Investitionszyklen orientierte Übergangsfristen zu gewähren sowie marktwirtschaftliche Anreize zu geben (vgl. Brockmann et al. 2000).

Bei der klimapolitischen Zielfestlegung sollte die hohe Mobilität der Produktionsfaktoren über die Landesgrenzen hinweg berücksichtigt werden. Die Korridore für klimapolitische Maßnahmen sind bei der Einführung regionaler Klimaschutzprogramme entsprechend moderat und flexibel zu gestalten. Sinnvoll erscheint insbesondere die Unterstützung exportstarker Industrien, um die Chancen, die sich aus einer auf eine Vorreiterstrategie setzenden Klimapolitik des Bundes und der EU ergeben könnten, voll nutzen zu können. Hier sind Fördermaßnahmen zur Erhöhung des Informationsstandes der Unternehmen (z.B. über die Exportchancen von Klimaschutztechnologien) oder zur Senkung der Transaktionskosten (z.B. bei der Teilnahme am Emissionshandel) anzuraten. Auch Fördermaßnahmen für Demonstrations- und Pilotprojekte von ausgewählten Klimaschutztechnologien sind durchaus zu begrüßen, ebenso wie die gezielte Förderung Erfolg versprechender technologischer Kerne (etwa der Brennstoffzellentechnologie). Diese sollten aber innerhalb des anvisierten Förderbereichs möglichst viele Freiräume zum Wettbewerb zwischen unterschiedlichen technologischen Lösungsansätzen lassen. Das Land sollte die Forschung und Entwicklung von Technologien fördern, die zum gegenwärtigen und auch zum langfristigen Klimaschutz beitragen können. Die Einschätzung von technologischen Risiken und den Marktchancen einzelner Ansätze sollte hingegen besser den Markt erfahrenen Unternehmen überlassen werden. Zudem sollte das Land bei jeder technologischen Förderung stets das Verhältnis von Mitteleinsatz zu erzielbarem

Nutzen sorgfältig überprüfen – so ist nicht bei allen Technologien zu erwarten, dass sie in absehbarer Zeit (trotz ansteigender Preise für fossile Energieträger) wirtschaftlich sein werden.

Ganz im Sinne des Subsidiaritätsprinzips sollte das Land seine Informationsvorteile bei der Identifizierung zukunftssträchtiger Branchen, bei der unternehmensnahen Hemmnisanalyse und bei der problemgerechten Senkung von Transaktionskosten zur Geltung bringen.

Das Bundesland kann gemeinsam mit dem Bund oder der EU Finanzierungsquellen (z.B. Klimafonds) ins Leben rufen, in die die Unternehmen miteinbezogen werden und die es ermöglichen, in allen Sektoren Anreize zu schaffen, klimaverträglich zu handeln, bestehende Hemmnisse abzubauen und Informationskosten zu minimieren.

3 Datenanalyse in Hessen

Für die Bestimmung des CO₂-Emissionsniveaus und die Einordnung der CO₂-Minderungspotenziale ist eine fundierte vollständige Datenbasis erforderlich. Dafür bieten sich Energiebilanzen an, die, basierend auf Datenerhebungen des Hessischen Statistischen Landesamtes, für die Vergangenheit bis 2002 vorliegen. Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (DIW) Berlin war in den letzten Jahren vom Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landwirtschaft (HMWVL) mit beauftragt worden, alle 3 Jahre einen Energiebericht zu erstellen. Die entstandene Datenaufstellung ist zwar zeitlich vollständig bis 2002, jedoch enthalten die Zeitreihen erhebliche Ungereimtheiten und nicht nachvollziehbare Ergebnisse, so dass eine abschließende, sichere Bewertung schwer fällt.

3.1 Energiebilanzen

Die Grundlage der im Rahmen von InKlim 2012 getätigten Berechnungen und Analysen bilden die jährlichen hessischen Energiebilanzen von 1990 bis 2002. In Abbildung 3 ist die Entwicklung des Endenergieverbrauchs dargestellt. Dieser ist zwischen 1990 und 2002 um über 8 % auf 816 PJ angewachsen, wobei der Verkehr überdurchschnittliche Zuwächse (+19 %) verzeichnet. Vor allem der Luftverkehr trug dazu mit einer Steigerung um fast +45 % bei. Aber auch die Haushalte und der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen stiegen signifikant mit +7 % bzw. +10 %. Lediglich die Industrie konnte in dem betrachteten Zeitraum ihren Endenergieverbrauch um fast 15 % senken.

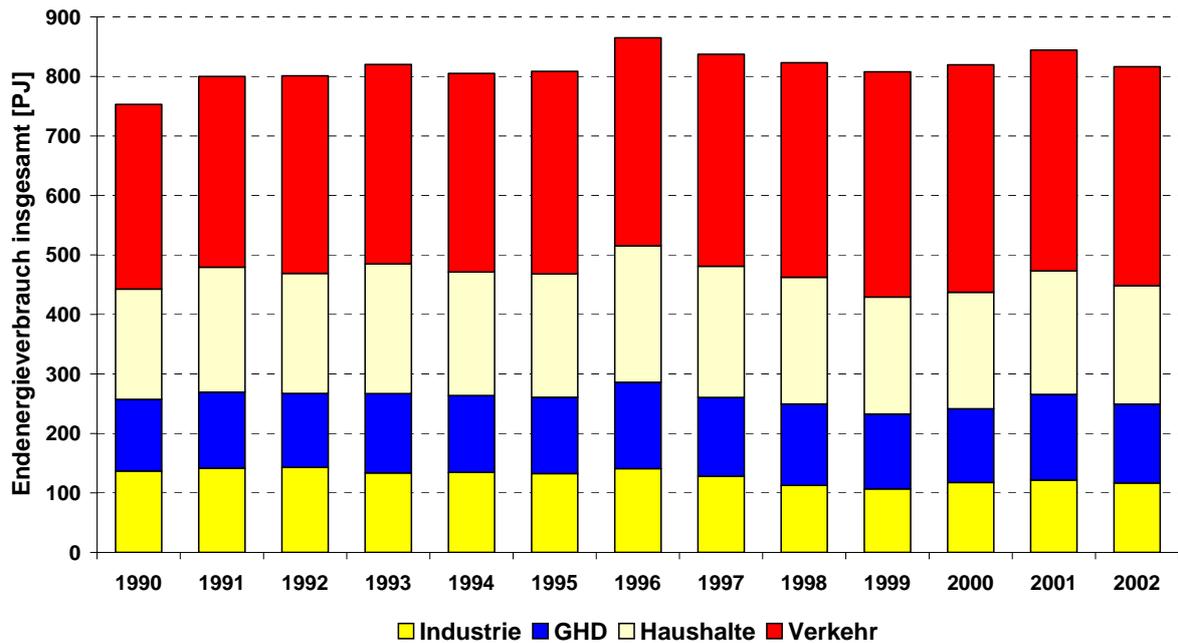


Abbildung 3: Endenergieverbrauch nach Sektoren in Hessen von 1990-2002

Die Struktur der Energieträger am Endenergieverbrauch ist in Abbildung 4 dargestellt. Wichtigster Endenergieträger waren im Jahr 2002 mit einem Anteil von über 45 % die Kraftstoffe. Sie verzeichneten auch im betrachteten Zeitraum einen deutlichen Anstieg von über 16 %. Auch das Erdgas (+16 %) und die Fernwärme (+158 %) verbuchten seit 1990 deutliche Zuwächse, wohingegen der Anteil der sonstigen Mineralöle (-22 %) und der Kohlen (-53 %) deutlich abnahm. Der deutliche Anstieg der Fernwärmenutzung ist zum Teil durch Veränderungen in der statistischen Datenerhebung begründet. So wurden im Zuge der Liberalisierung Wärmenetze, die zuvor direkt der Energieumwandlung im Sektor Industrie zugeschrieben wurden, der allgemeinen Wärmeversorgung angerechnet.

Der Anteil der Fernwärme am Endenergieverbrauch variiert sehr stark innerhalb des Betrachtungszeitraumes. Dies kann zum Teil dadurch erklärt werden, dass es mit der Liberalisierung des Strommarktes zu KWK Kooperationen gekommen ist. Die Wärmeerzeugung von KWK Anlagen, die zuvor der Industrie zugerechnet worden sind, sind zum Teil ab 1996 der allgemeinen Fernwärmeerzeugung zuzuordnen.

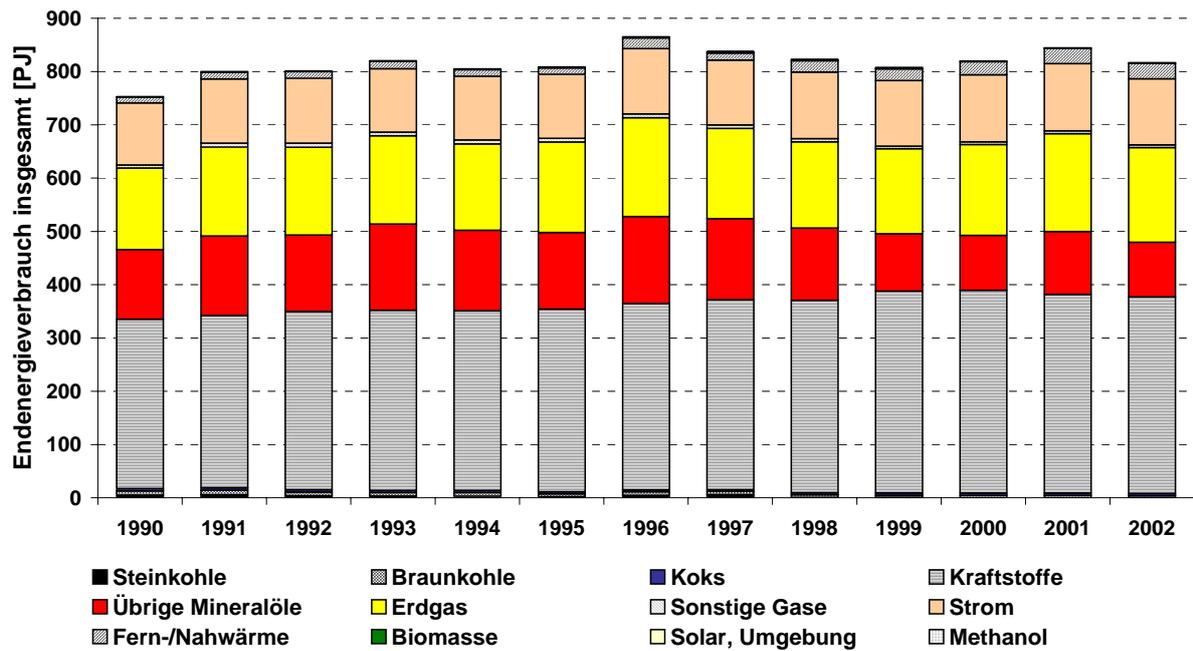


Abbildung 4: Endenergieverbrauch in Hessen nach Energieträgern von 1990-2002

Die hessische Bruttostrombereitstellung stieg seit 1990 um knapp 10 % auf 38,6 TWh im Jahr 2002 (vgl. Abbildung 6). Im gleichen Zeitraum stieg die Bruttostromerzeugung (= Bereitstellung ohne Nettostromimport) um mehr als 20 %. Erzeugungsschwankungen der beiden Blöcke des Kernkraftwerkes Biblis wurden in der Vergangenheit weitestgehend durch erhöhte Stromimporte ausgeglichen. Diese CO₂-emissionsfreien Formen der Bereitstellung lieferten im gesamten Zeitraum über zwei Drittel des in Hessen benötigten Stroms. Die Kohlen, vor allem die Steinkohle, tragen mit ca. 20 % zur Bereitstellung bei, während das Erdgas nur mit ca. 8-9 % vertreten ist.

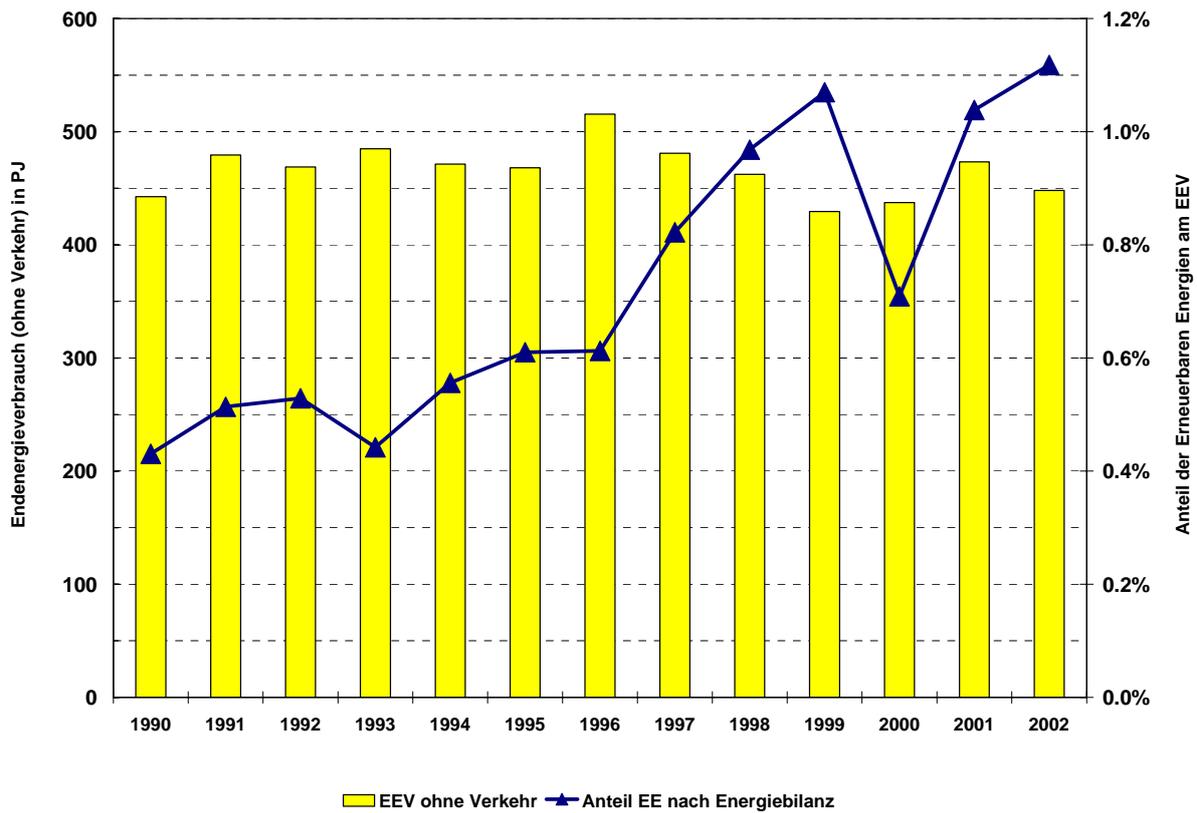


Abbildung 5: Anteil der erneuerbaren Energien am hessischen Endenergieverbrauch (ohne Verkehr)

Der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Gesamtstromerzeugung in Hessen hat sich im Zeitraum von 1997 bis 2002 von 1,3% auf 2,6% verdoppelt (vgl. Abbildung 7). Dies ist vor allem auf die Zunahme der Windkraft sowie auf die verstärkte Verwendung von Biogas zurückzuführen. Die Stromerzeugung aus Wasserkraft verlief mit den typischen jährlichen Schwankungen weitestgehend konstant.

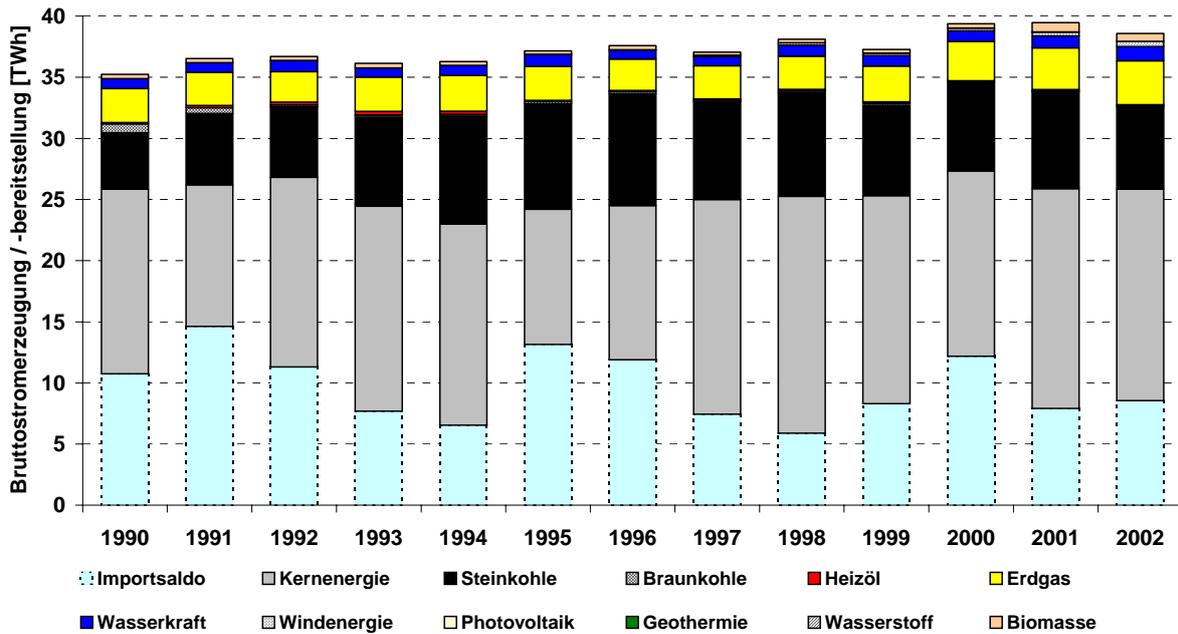


Abbildung 6: Bruttostrombereitstellung in Hessen nach Energieträgern von 1990 bis 2002

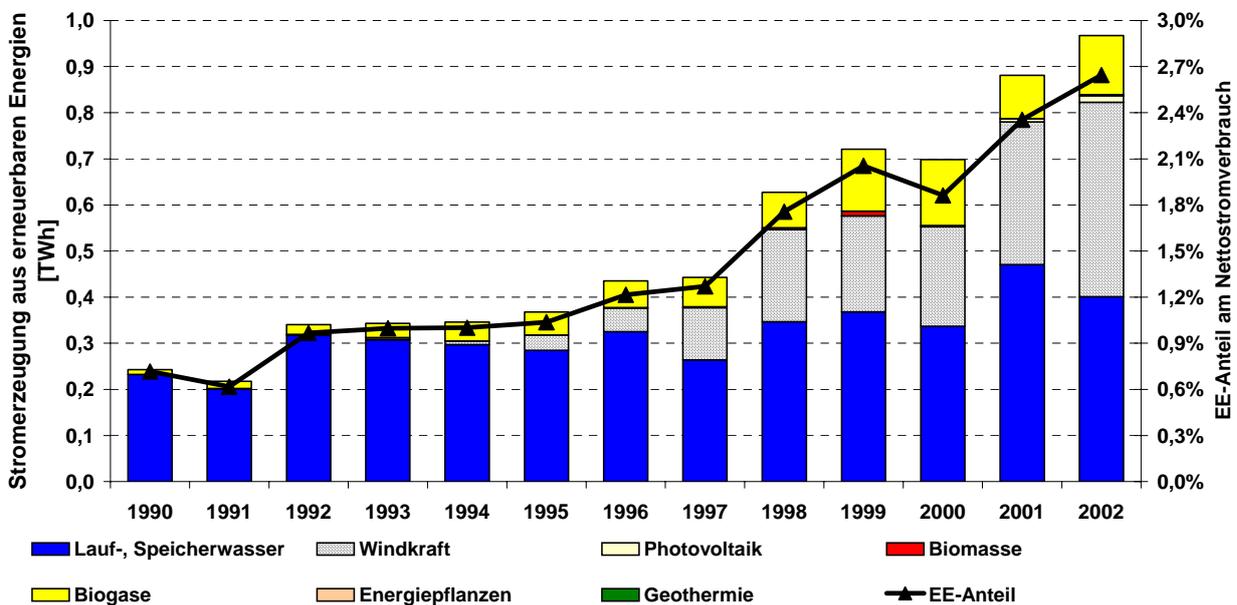


Abbildung 7: Entwicklung der Stromerzeugung durch Erneuerbare Energien

Der Primärenergieverbrauch nach Energieträgern im Zeitraum 1990 bis 2002 ist in Abbildung 8 dargestellt. Den größten Anteil haben mit etwa 48 % (im Jahr 2002) die Mineralöle, die vor allem im Transportsektor eine dominante Rolle spielen. Das Erdgas trägt mit knapp 22 % zum Primärenergieverbrauch bei und verzeichnete im Betrachtungszeitraum Zuwächse von

etwa 26 %. Weiterhin hat die Kernenergie einen Anteil von über 18 % und die Kohlen von über 7 %. Der Nettostromimport und die Biomasse wurden mit der Wirkungsgradmethode angerechnet, wobei der Nettostromimport einen stark schwankenden Anteil zwischen 2,0 % (1998) und 5,5 % (1991) hat. Biomasse und Müll steigern ihren Primärenergieverbrauch im betrachteten Zeitraum zwar um 40 %, bleiben mit einem Anteil von 1,1 % am Gesamtprimärenergieverbrauch im Jahr 2002 jedoch weiterhin noch relativ unbedeutend.

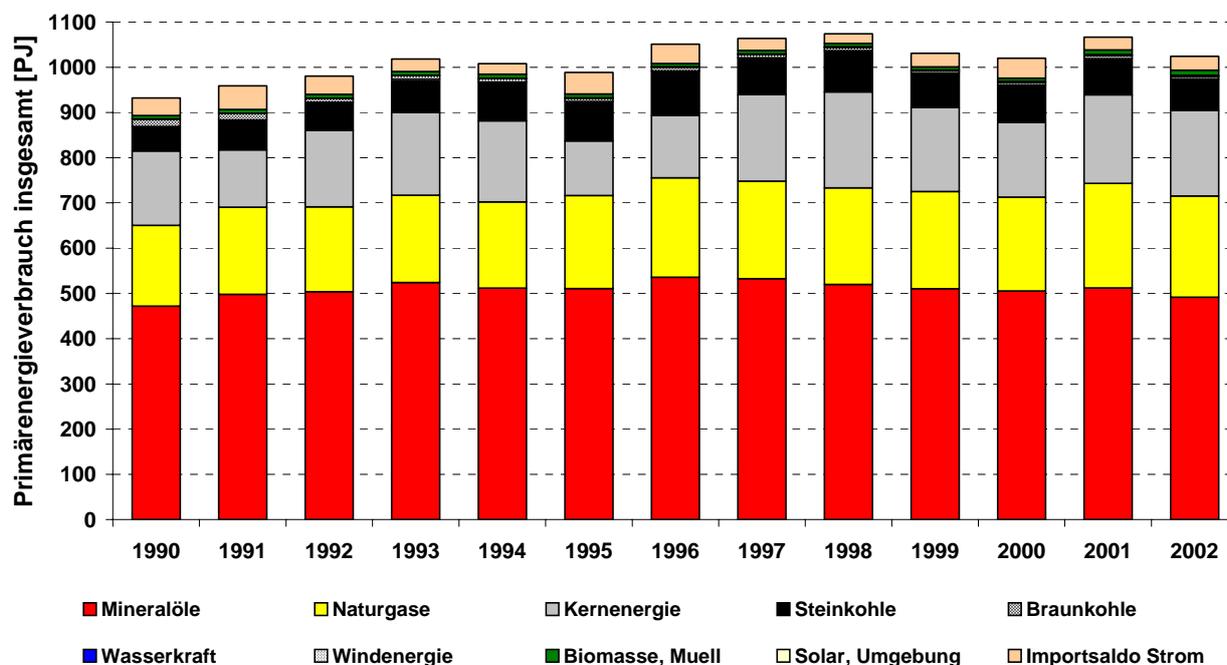


Abbildung 8: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs in Hessen zwischen 1990 und 2002

3.2 CO₂-Emissionen in Hessen

Im Rahmen des InKlim 2012 Gutachtens war die Betrachtung der Treibhausgase (THG) auf das Kohlendioxid (CO₂) beschränkt, da im Bereich der energiebedingten Emissionen das CO₂ das bedeutendste THG ist und die anderen THG (wie z.B. CH₄, N₂O) häufig proportional zur CO₂-Minderung reduziert werden können. Aus den Quellenbilanzen der hessischen Energiebilanzen und den Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes lassen sich die energiebedingten CO₂-Emissionen ermitteln. Der Verlauf der CO₂-Emissionen von 1990 bis 2002 ist in Abbildung 9 dargestellt. Das Gesamtniveau stieg von 43,3 Mt. CO₂ (1990) auf 44,6 Mt. CO₂ (2002), was einen Anstieg von 3 % bedeutet. Die Entwicklung in den einzelnen Sektoren verlief jedoch sehr unterschiedlich. Die größten Einsparungen gelangen in der Industrie (-37 %) und auch der Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen konnte seine Emissionen leicht verringern (-3 %). Dem gegenüber stehen Zuwächse in der Energieumwandlung (+34 %), im Verkehr (+8 %) sowie eine leichte Zunahme im Bereich der

privaten Haushalte (+1 %). Das Gesamtemissionsniveau beinhaltet nicht die Anteile des internationalen Luftverkehrs, der gemäß internationaler Vereinbarungen (IPCC) 80 % des gesamten Luftverkehrs ausmacht. Der Anteil der Emissionshandelssektoren in Hessen beträgt mit 13,8 Mill. Tonnen bezogen auf das Jahr 2002 nur etwa 30 %.

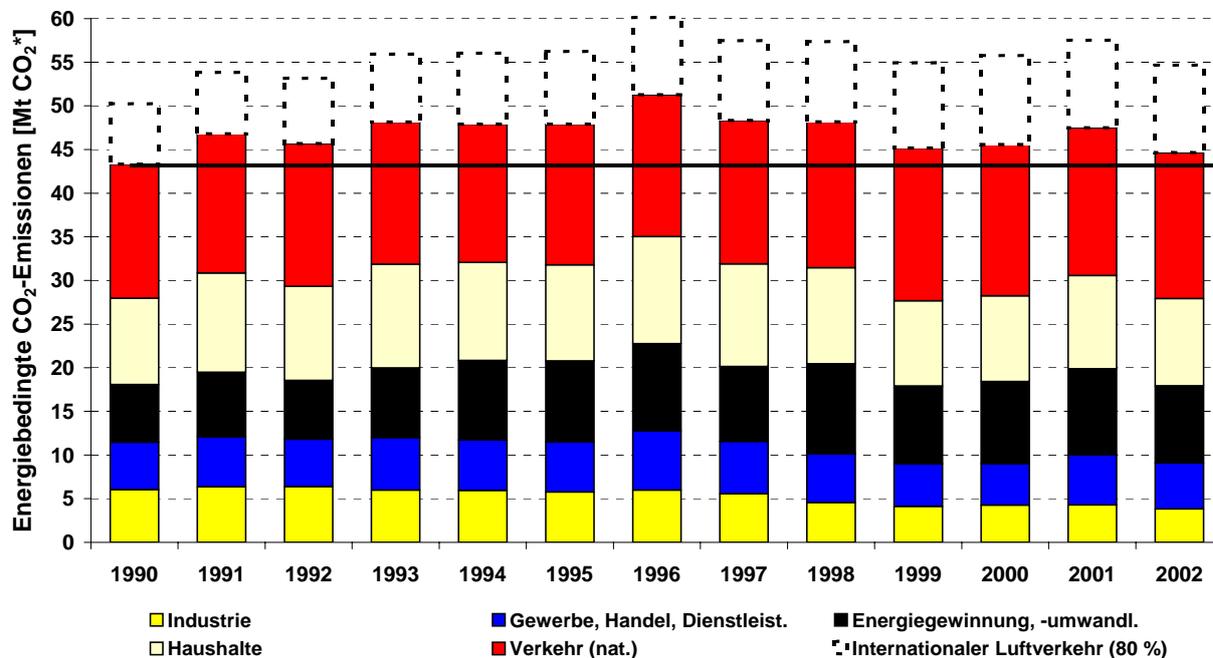


Abbildung 9: Entwicklung der CO₂-Emissionen in Hessen im Zeitraum 1990 bis 2002

Tabelle 4: Effekte und Indikatoren für die Entwicklung der hessischen Energiewirtschaft

	Effekt	Einheit	1991	2002
Bevölkerung		Mill. EW	5,8	6,1
BIP/Kopf	Wohlstand	€/EW	26.939	29.857
PEV/BIP	Effizienz	MJ/€ ₁₉₉₅	6,1	5,6
CO ₂ /PEV	Substitution	T/GJ	48,8	43,6

3.3 Vergleich mit Deutschland

Der hessische Primärenergieverbrauch unterscheidet sich im Jahr 2002 deutlich vom gesamtdeutschen (vgl. Abbildung 10). Die Mineralöle spielen eine bedeutendere Rolle in Hessen und dominieren mit einem Anteil von fast der Hälfte des Primärenergieverbrauchs.

Der Gasverbrauch liegt sowohl in Hessen als auch in Deutschland bei etwa 22 %, ebenso ist der Anteil der Kernenergie mit 13 % bzw. 18 % nahezu vergleichbar. Der Anteil der Kohlen ist in Hessen mit nur 8 % deutlich geringer als in Deutschland (25 %). Die Braunkohlen spielen in Hessen gar keine Rolle und auch die Steinkohlen sind im Vergleich zu Deutschland von geringerer Bedeutung. Der Stromimport ist auf bundesdeutscher Ebene nicht von Bedeutung, während er in Hessen immerhin mit 3 % zum Primärenergieverbrauch beiträgt.

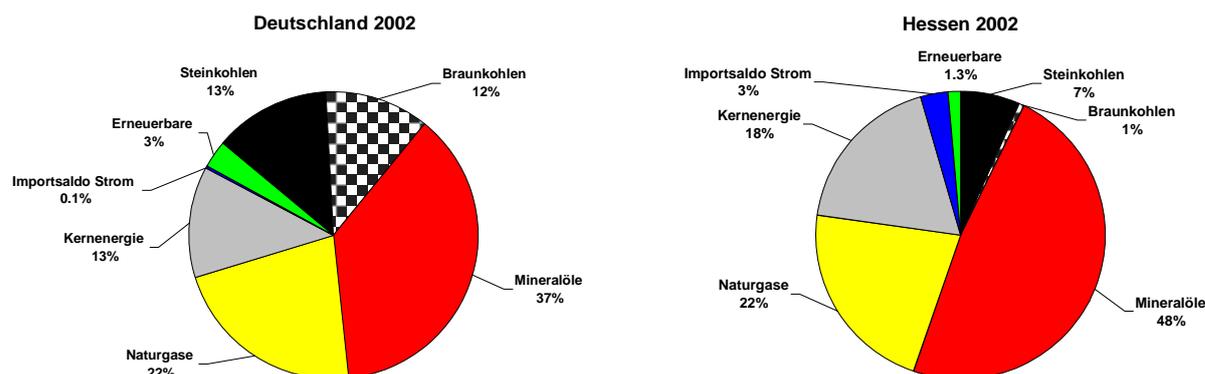


Abbildung 10: Vergleich des Primärenergieverbrauchs in Deutschland und in Hessen im Jahr 2002 (Prozentangaben gerundet)

Die bundesdeutsche Stromerzeugung setzt sich hauptsächlich aus den drei Energieträgern Steinkohle, Kernenergie und Braunkohle zusammen. Demgegenüber ist in Hessen, wie in Kapitel 3.1 dargelegt, die Kernenergie und der Stromimport am bedeutendsten.

Zur Einordnung der energiewirtschaftlichen Ausgangssituation in Hessen dient ein Vergleich mit der Situation in Deutschland anhand einiger energiewirtschaftlicher Kennziffern, die in Tabelle 5 dargestellt sind. Die Entwicklungen des Primär- und Endenergieverbrauchs stehen im Allgemeinen in einem engen Zusammenhang mit der Bevölkerungsentwicklung und des Bruttoinlandsproduktes (BIP), welches in den letzten Jahren insgesamt gewachsen ist: von 156,1 Mrd. €₁₉₉₅ (1991) auf 181,7 Mrd. €₁₉₉₅ (2002). Dies bedeutet einen Zuwachs von insgesamt 16,4 % bzw. 1,5 % pro Jahr. Der Primärenergieverbrauch je Einwohner liegt in Hessen unter dem bundesdeutschen Wert, ebenso wie die Intensitäten bezüglich BIP und Bruttowertschöpfung in der Industrie. Besonders auffällig für die Etablierung einer modernen Industrie ist die Entwicklung der Kennziffer „Endenergieverbrauch in der Industrie je Bruttowertschöpfung des Verarbeitenden Gewerbes“, die in Hessen bereits in der Vergangenheit deutlich unter dem bundesdeutschen Wert lag und auf kontinuierliche Effizienzverbesserungen hinweist. Aber auch das Fehlen und der Abbau energieintensiver Industrien in Hessen sind ursächlich für die Entwicklung dieses Indikators.

Tabelle 5: Vergleich energierelevanter Kenngrößen in Hessen, der Schweiz und Deutschland in den Jahren 1991 und 2002

		Hessen		Schweiz		Deutschland	
		1991	2002	1991	2002	1991	2002
Bruttoinlandsprodukt (BIP) je Einwohner	€ ₉₅ /a	26939	29857	34900	37195	21385	24092
	Deu. 2002=100	112	124	145	154	89	100
Primärenergieverbrauch (PEV)	PJ	959	1024	1070	1152	14611	14501
	2002=100	94	100	93	100	101	100
PEV je Einwohner	GJ je EW	165.5	168.3	155.5	156.5	183.0	176.0
	Deu. 2002=100	94	96	88	89	104	100
PEV je BIP (=Intensität)	MJ pro € ₉₅	6.1	5.6	4.5	4.2	8.5	7.3
	Deu. 2002=100	84	77	61	58	116.6	100
Bruttoinlandsprodukt je Primärenergieeinheit (Effizienz)	€ ₉₅ pro GJ	162.8	177.4	224.4	237.2	117.6	137.0
	Deu. 2002=100	119	130	164	173	85.8	100
Endenergieverbrauch (EEV) in der Industrie	PJ	141.5	116.7	148.1	180.9	2694	2375
	2002=100	121	100	82	100	113.4	100
EEV in der Industrie je Bruttowertschöpfung (Intensität)	MJ je € ₉₅	4.0	3.7	k.A.	3.4	6.6	5.3
	Deu. 2002=100	75	70	k.A.	123.7	123.7	100
Bruttowertschöpfung der Industrie je Endenergieeinheit (Effizienz)	€ ₉₅ pro GJ	252	268	k.A.	293.1	152.2	188.3
	Deu. 2002=100	134	142	k.A.	156	81	100
Endenergieverbrauch der Haushalte	PJ	210	199	235	240	2516	2850
	2002=100	106	100	98	100	88	100
Endenergieverbrauch der Haushalte je Haushalt	GJ je HH	83.4	70.1	k.A.	76.9	71.3	74.1
	Deu. 2002=100	113	95	k.A.	96.2	96.2	100
CO ₂ Emissionen je Einwohner	T/EW	8.1	7.3	6.4	5.8	11.9	10.2
	Deu. 2002=100	79	72	62	57	117	100
CO ₂ Emissionen je Primärenergieverbrauch	t CO ₂ /GJ	48.8	43.6	41.2	38.2	65.3	58.0
	Deu. 2002=100	84	75	71	66	113	100
CO ₂ Emissionen je BIP	T/Mill. € ₉₅	300	246	182	159	557	423
	Deu. 2002=100	71	58	43	38	132	100

Die Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Abbildung 11 zeigt, dass bis Mitte der 1990er Jahre die deutschen CO₂-Emissionen – insbesondere aufgrund der Umstrukturierungen in den neuen Bundesländern – stark zurückgegangen sind, während die hessischen Emissionen ihren Maximalwert im Jahr 1996 erreichten. Ab dann sanken die hessischen CO₂-Emissionen jedoch verhältnismäßig stärker als die gesamtdeutschen. Temperaturbedingte Schwankungen sind sowohl in Deutschland als auch in Hessen deutlich zu beobachten.

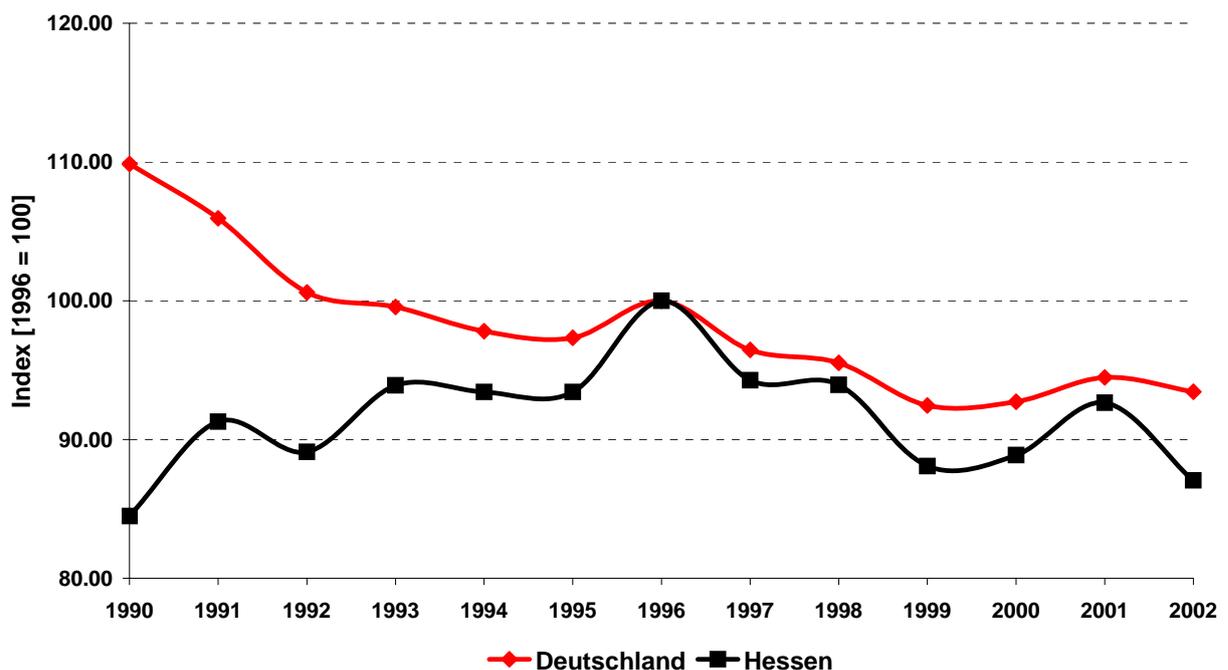


Abbildung 11: Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen und Deutschland (1996=100)

Die sehr unterschiedliche Entwicklung der CO₂-Emissionen in den einzelnen Bundesländern wurde bereits in Tabelle 1 aufgezeigt. Während in den neuen Bundesländern die Emissionen von 1990 bis 2000 um über 40 % gesenkt werden konnten, blieben sie in den alten Bundesländern nahezu konstant (-0,2 %). In Hessen stiegen die Emissionen im betrachteten Zeitraum sogar um 5,2 %. Bezüglich der Emissionen je Einwohner blieben die neuen Bundesländer mit 10,1 t/Kopf im Jahr 2000 bereits knapp unter dem spezifischen Wert der alten Länder (10,5 t/Kopf). Die CO₂-intensität ist mit 405,3 t je erwirtschafteter Mill. €₁₉₉₅ in den alten Ländern jedoch noch deutlich geringer als in den neuen (593,1 t/Mill.€₁₉₉₅). In beiden Kategorien liegt Hessen deutlich unter dem bundesdeutschen Durchschnitt.

4 Regionale Klimaprognose und Klimafolgen

Der Baustein II des InKlim 2012-Projekts wurde vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie koordiniert und umfasst Untersuchungen zum Themenkomplex Klimawandel in Hessen und den sich daraus ergebenden möglichen Folgen. An den Ausarbeitungen waren 12 unterschiedliche Institutionen (Forschungseinrichtungen, staatl. Ämter, Landesbetriebe und Büros) beteiligt.

4.1 Zusammenfassung InKlim Baustein II

Im Rahmen der Arbeiten zur Klimaanalyse konnte gezeigt werden, dass sich das Klima in Hessen bereits im vergangenen Jahrhundert nachweisbar gewandelt hat. Ähnliche Ergebnisse wurden auch für das globale Klima, beispielsweise durch die Wissenschaftler des Zwischenstaatlichen Ausschusses zu Fragen des Klimawandels (IPCC), erzielt. Im Vergleich zur globalen Erwärmung war der mittlere Temperaturanstieg in Hessen mit 0,9 Grad größer und entspricht damit dem Wert für Deutschland. Besonders rasant stieg die Temperatur in den letzten 20 Jahren des 20. Jahrhunderts, im Winter beispielsweise um 2,3 Grad. Selbst die Jahresdurchschnittstemperatur stieg in dieser Zeit um 1,1 Grad. Das entspricht 0,55 Grad pro Dekade und liegt damit erheblich über der vom Wissenschaftlichen Beirat Globale Umweltveränderungen der Bundesregierung (WBGU) höchstens für zulässig gehaltenen Änderungsrate von 0,2 Grad pro Dekade. Insgesamt wurde es dabei feuchter; die Niederschläge nahmen – außer im Sommer – in allen Jahreszeiten zu. Besonders stark war diese Zunahme in der Zeit von 1971 bis 2000 im Winter (34 %). Der Sommerniederschlag nahm in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts so stark (um 16 %) ab, dass sich die Hauptregenzeit vom Sommer in den Winter verschob. Erst in den letzten 30 Jahren des vergangenen Jahrhunderts kam es wieder zu einer leichten Zunahme des Sommerniederschlags (um 4 %).

Die Klimaveränderung wird sich auch im 21. Jahrhundert fortsetzen, wie die Ergebnisse der Klimaprognose zeigen. Auf Grundlage eines moderaten Szenariums (B2) des IPCC und unter Verwendung der Ergebnisse eines Modelllaufes des ECHAM4-OPYC3-Klimamodells des Max-Planck-Instituts für Meteorologie wurde mit einem wetterlagenbasierten statistischen Regionalisierungsverfahren für das 21. Jahrhundert ein mehr als viermal so starker Temperaturanstieg der Winter-Mitteltemperaturen abgeschätzt, als er für das vergangene Jahrhundert ermittelt werden konnte. Besonders schnell werden danach die Temperaturen nach 2050 ansteigen.

Auch wenn die Niederschlagsprojektionen viel weniger zuverlässig erscheinen als die für Temperatur, werden Trends zu größerer Trockenheit im Sommer und Zunahme der Winterniederschläge erwartet. Dies kann Auswirkungen auf viele Systeme und Sektoren haben, die bei der Untersuchung der regionalen Klimafolgen von Bedeutung sind. Für hessische Flüsse wird beispielsweise im Winter eine Zunahme der Hochwassergefahr erwartet, während im

Sommer durch extreme Niedrigwasserstände die Schifffahrt, der Betrieb von Großkraftwerken und die Einleitung aus Kläranlagen problematisch werden können.

Für das Grundwasser bedeuten die Projektionen in weiten Gebieten Hessens größere Neubildungsraten und somit eine Tendenz zu höheren Grundwasserständen. In der Landwirtschaft ist mit tendenziell sinkenden Erträgen, vor allem aber mit einer größeren Jahr-zu-Jahr-Variabilität der Erträge zu rechnen. Für Obst- und Weinbau könnte eine Gefahr in Verbrennungen der Früchte bestehen, die zu Qualitäts- und Ertragsrückgängen führen können. Ferner sind durch höhere Temperaturen Veränderungen der Wein-Charakteristik zu erwarten. Im Obstbau wiederum könnten die größere Hagelgefahr und Spätfröste Risiken darstellen.

Insgesamt zeigen Untersuchungen der Veränderung phänologischer Phasen wie Blühbeginn oder Blattaustrieb bei Pflanzen eine Verschiebung zu früheren Terminen im Jahr, während sich das Ende der Vegetationsperiode nicht oder nur unwesentlich verlagern wird.

Für die Forstwirtschaft bedeutet Temperaturerhöhung und Sommertrockenheit eine Gefährdung von flach wurzelnden Bäumen (Fichte) besonders in sandigen Böden. Wegen der großen Kohlenstoff-Vorräte im Boden (weltweit rund doppelt so viel wie in der Atmosphäre) könnte die Klimaveränderung hier zu Rückkopplungseffekten führen, wenn der mikrobielle Kohlenstoff-Abbau beschleunigt wird. Als weiteres Problem könnte sich die Erhöhung der Erosion erweisen, wodurch bei sommerlichen Starkregen nach Trockenperioden viel fruchtbarer Boden für die landwirtschaftliche Nutzung verloren gehen kann. Auch für die biologische Vielfalt in Hessen werden sich negative Auswirkungen durch die Klimaveränderung ergeben. Dies betrifft direkte Folgen wie das Aussterben von Arten, weil sich ihre Gebiete schneller verschieben als sie ihr folgen können, oder auch auf komplexen Wechselwirkungen basierende Zusammenhänge wie die unterschiedliche zeitliche Verschiebung der Entwicklung in Räuber-Beute-Beziehungen. Auch im Gesundheitsschutz werden sich Risiken ergeben, die durch direkte Hitzewirkungen, aber auch durch Verbreitung von bisher in Hessen unbekanntem Krankheiten entstehen können.

Der Baustein II konnte nur ein Startpunkt für weitere vertiefende Arbeiten sein, wobei insgesamt vor allem die ökonomische Bewertung regionaler Schadenspotenziale noch am Anfang steht.

Auf dem Fachgebiet der regionalen Klimaprojektionen werden durch weitere Vorhaben auf Landes- bzw. auf Bundesebene innerhalb des nächsten Jahres verbesserte Vorhersagen vorliegen. Die Prognosen werden auf den neuesten globalen Klimamodellen basieren und decken eine Spanne von Szenarien ab, von sehr optimistisch bis sehr pessimistisch. Damit werden dann auch Grundlagen für die verbesserte Abschätzung der Risiken des Klimawandels in den einzelnen Fachgebieten geschaffen.

4.2 Konzepte zur Quantifizierung und Bewertung von Klimaschäden

Die Monetarisierung von Umweltschäden setzt voraus, dass ein kausaler Zusammenhang zwischen einer Umweltbelastung und dem Schaden existiert und dass die Schäden quantifiziert werden können. Die Quantifizierung von Klimaschäden bereitet spezielle Probleme, z.B. weil erhebliche Unsicherheiten über das Ausmaß und den Verlauf der Klimaerwärmung existieren, die Kenntnisse über lokale und regionale Auswirkung begrenzt sind, unvorhersehbare Katastrophenereignisse nicht modellierbar sind oder Unsicherheiten bzgl. Anpassungsmaßnahmen bestehen. Zudem gibt es zahlreiche Unsicherheiten bei der ökonomischen Bewertung, z.B. hinsichtlich der gewählten Diskontierungsrate oder des gewählten Bewertungsansatzes (siehe hierzu Downing und Watkiss 2003, Defra 2003).

Die wichtigsten Methoden zur Schadenskostenermittlung sind (siehe Krewitt 2002):

- Direkte Erfassung über Marktpreise: Monetäre Werte für Schäden können vereinzelt als Marktpreise ermittelt werden, z.B. bei Einkommensverlusten in der Land- und Forstwirtschaft.
- Ermittlung/Abfrage von Zahlungsbereitschaften/Präferenzen (direkt oder indirekt): Dort, wo keine Marktpreise zur Verfügung stehen (bei nicht-marktlichen Klimaauswirkungen, z.B. wie beim Verlust an Biodiversität), müssen Methoden der Wohlfahrtsökonomik herangezogen werden. Hierbei wird der monetäre Wert eines Klimaschadens daran gemessen, wieviel die Betroffenen zu zahlen bereit wären, wenn sich dadurch der Schaden abwenden ließe („willingness to pay“), bzw. welche Kompensation erforderlich ist, damit sie bereit sind, den zu erwartenden Schaden zu tragen („willingness to accept“). Dabei kommen entweder direkte Verfahren zur Erfassung von Zahlungsbereitschaften durch Befragungen („Contingent Valuation“-Methode) oder indirekte Verfahren zur Anwendung. Bei der indirekten Ermittlung wird mittels statistischer Verfahren ein Zusammenhang zwischen einem auf dem Markt gehandelten Gut und dem zu bewertenden Umweltgut hergestellt.

In einer ersten Auswertung der Folgen des extremen Hitze- und Trockenjahres 2003 wurde eine Monetarisierung der Schäden in der Forstwirtschaft für Bayern auf Basis von Marktpreisen vorgenommen (Borchert 2004). Für Bayern wurden so finanzielle Einbußen zwischen 270 und 360 Mio. € ermittelt. Auch wenn endgültige Aussagen zu den Folgen extremer Hitze- und Trockenjahre erst nach mehreren Jahren möglich sind, können diese Ergebnisse als erste Hinweise für zu erwartende Schäden in der Forstwirtschaft in Hessen durch den Klimawandel herangezogen werden. Für Hessen ergäben sich bei einer direkten Übertragung der Berechnungen Borcherts Schäden für ein extremes Trockenjahr von rund 135 Mio. € (Paar 2004). Rechnet man über die Bruttowertschöpfung, so gelangt man zu anderen Ergebnissen. Für die Forstwirtschaft betrug sie im Jahr 2002 rund 137 Mio. €. Bei einem Zuwachsverlust von 50% in einem extremen Trockenjahr ergeben sich unter der Annahme des jährlichen Einschlages des Zuwachses rund 70 Mio. € Verlust. Mit einem

Verlust in der zuvor genannten Größenordnung kann in der zweiten Hälfte des 21. Jahrhunderts jährlich gerechnet werden, sofern keine Anpassungsmaßnahmen erfolgen.

4.3 Anpassungsmaßnahmen: Typen und Kosten

Anpassungsmaßnahmen werden mit dem Ziel durchgeführt, die negativen Effekte des Klimawandels zu minimieren bzw. die positiven Auswirkungen zu maximieren. Während die Literatur zu Vermeidungsmaßnahmen sehr umfangreich ist, finden Anpassungsmaßnahmen erst seit den 90er Jahren eine zunehmende Beachtung (siehe Fankhauser et al. 1999). Typischerweise wurden in Modellrechnungen Anpassungsmaßnahmen nur implizit einbezogen und ihre Kosten und Nutzen nicht explizit ausgewiesen („aggregate damage-cum-adaption figure“- Ansatz). Offensichtlich führt die stärkere Berücksichtigung von Anpassungsmaßnahmen in neueren Studien zu einem signifikanten Rückgang der berechneten sozialen Klimakosten (vgl. Mendelsohn 2003).

Fankhauser et al. (1999) klassifizieren Anpassungsmaßnahmen

- zum einen in reaktive Anpassungsmaßnahmen (z.B. Umsiedlungskosten für Bewohner ungeschützter Küstengebiete) und antizipatorische Anpassungsmaßnahmen (z.B. langfristig angelegte Küstenschutzprogramme, Forschungsprogramme zu den Folgen des Klimawandels und Informationsprogramme zur Verbreitung der Ergebnisse),
- zum anderen in autonome Anpassungsmaßnahmen (von Individuen selbst durchgeführte Maßnahmen) und geplante, strategische Maßnahmen (meist staatlich durchgeführt).

Tol et al. (1998) differenzieren bei den Anpassungskosten zwischen

- Transaktionskosten, welche bei dem Übergang zu einem neuen Gleichgewicht anfallen (z.B. Schulungsmaßnahmen für Landwirte oder Umsiedlungskosten aus bisher ungeschützten Küstengebieten), und
- Kosten im neuen Gleichgewicht (z.B. Instandhaltungskosten von Küstenschutz-Infrastruktur).

Häufig dienen Anpassungsmaßnahmen wie Deiche oder Schutzunterkünfte der Reduktion von Klimaschäden aufgrund extremer Wetterereignisse. So stellt besonders für Europa der Küstenschutz eine kostengünstige Strategie dar, deren Nutzen die Kosten um das 20fache übersteigen kann (siehe Pearce et al. 1995:187). Auch Fankhauser (1994) berechnet, dass in den OECD Ländern ein 50-100%iger Schutz der Küstengebiete ökonomisch sinnvoll sei. Zunehmend werden auch Anpassungsmaßnahmen im Bereich der Land- oder Forstwirtschaft diskutiert (z.B. in der Form eines veränderten land- oder forstwirtschaftlichen Managements). Zu den forstwirtschaftlichen Anpassungsmaßnahmen in Hessen zählen beispielsweise: Baumartenwahl/Verjüngung, Durchforstungskonzepte/Mischregulierung,

Forstschutzstrategien, Erhaltung und Förderung der Artenvielfalt und genetischen Vielfalt (siehe Positionspapier Forstwirtschaft 2004, Eichhorn 2004).

5 Vermeidungspotenziale und –kosten

5.1 Methodik und Annahmen (Preise), Unsicherheiten und Grenzen, Verwendung von Expertenschätzungen

Methodik

Das wichtigste Bewertungskriterium für den volkswirtschaftlich zweckmäßigen Beitrag von CO₂-Minderungsoptionen und den Vergleich mit den Anpassungskosten sind die damit verbundenen Vermeidungskosten. Die spezifischen Minderungskosten einer bestimmten Maßnahme oder Technik sind definiert als Quotient aus den Differenzkosten (= Kosten der Maßnahme bzw. Technik vermindert um die Kosten einer Referenztechnik) und der Emissionsminderung (= Emissionen der Referenztechnik vermindert um die Emissionen der Maßnahme bzw. Technik). Zur Bewertung der relativen Wirtschaftlichkeit der einzelnen Optionen wird eine dynamische Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit Hilfe der Barwert-Methode durchgeführt. Die während der Nutzungsdauer der Anlage anfallenden Kosten werden dabei mit Hilfe des kalkulatorischen Zinssatzes¹ auf einen gemeinsamen Bezugspunkt abdiskontiert. Während die ökologische Effektivität von Maßnahmen zur CO₂-Minderung die Wirksamkeit in Bezug auf ein vorgegebenes CO₂-Minderungsziel angibt, sind spezifische CO₂-Minderungskosten (in € je t CO₂) ein Maß für die Kosteneffizienz. Bei einer solchen Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist grundsätzlich darauf zu achten, ob es sich um eine einzel- oder gesamtwirtschaftliche Sichtweise handelt, da die Berücksichtigung oder Vernachlässigung von Backup-Kosten für das elektrische Netz, von Subventionen oder Steuern einen großen Einfluss auf die Ergebnisse haben. Im Rahmen von InKlim 2012 wurde der volkswirtschaftliche Ansatz gewählt, welcher Steuern und Subventionen nicht in die Bewertung mit einbezieht, da mögliche politische und fiskalische Schritte erst ein Ergebnis der Untersuchungen sind.

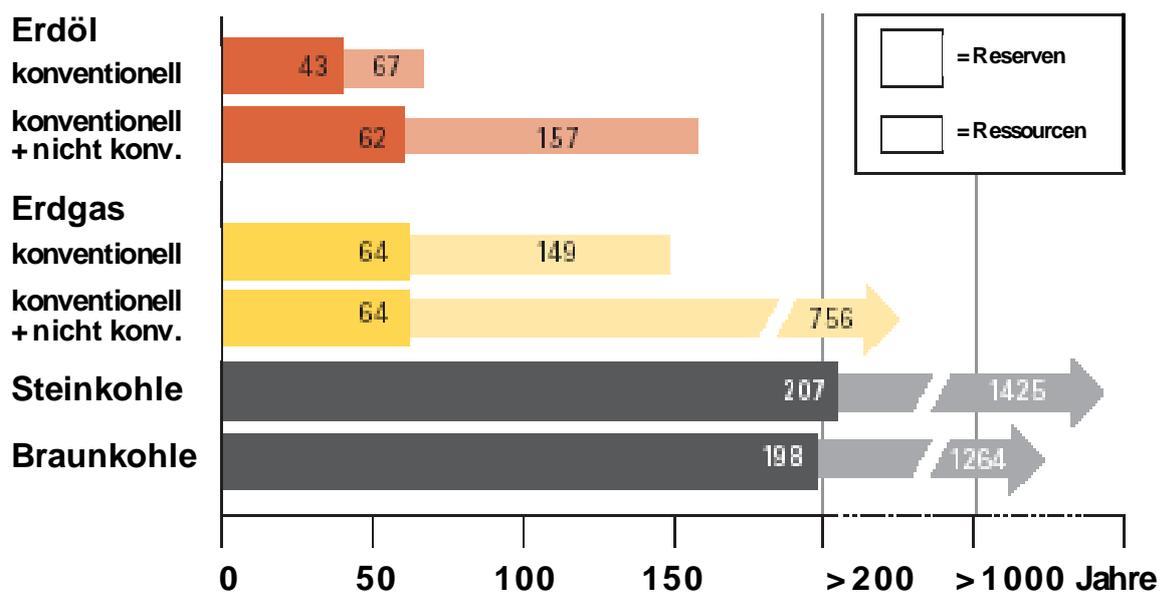
Preisentwicklung der Energieträger

Eine wesentliche Annahme für die Abschätzung der spezifischen CO₂-Minderungskosten ist die unterstellte Preisentwicklung der Primärenergieträger, die sowohl statisch (heutige Preise) als auch dynamisch (über einen Preispfad) erfolgen kann. Eine wichtige Grundlage

¹ Der gewählte Kalkulationszinsfuß sollte bei einer volkswirtschaftlichen Betrachtungsweise die Knappheit des Produktionsfaktors Kapital widerspiegeln und im Idealfall dem realen Kapitalmarktzins für langfristige Anlagepapiere entsprechen.

für die Ableitung entsprechender Preispfade stellt eine Betrachtung der Ressourcensituation dar. Diese wurde in den europäischen energie- und umweltpolitischen Debatten der letzten dreißig Jahre oftmals thematisiert. In den siebziger Jahren, nach den ersten Ölpreiskrisen, gaben die Knappheit der natürlichen Ressourcen und die Grenzen des Wachstums Anlass zur Besorgnis. Wie jedoch die Europäische Kommission in ihrer Mitteilung „Entwicklung einer thematischen Strategie für die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen“ (siehe EU-Kommission 2005e) feststellt, hat sich die Knappheit ökologisch als weniger problematisch als vorhergesagt herausgestellt. Es gibt noch fossile Brennstoffe im großen Umfang (vgl. Abbildung 12) und der Markt hat die Knappheit über die Preise reguliert. Die Nutzung vieler Metalle und Mineralien ist weniger wegen einer Erschöpfung der Reserven als in Folge veränderter Techniken zurückgegangen. Allerdings können eine stark wachsende Nachfrage und Versorgungsengpässe zu akuten ökonomischen und ökologischen Problemen führen, wie die jüngsten Preiserhöhungen bei vielen Rohstoffen gezeigt haben.

Statische Reichweite fossiler Energieträger weltweit sowie Reserven und Ressourcen (in Jahren)



Quelle: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)

Abbildung 12: Statische Reichweite fossiler Energieträger weltweit sowie Reserven und Ressourcen (in Jahren)

Vor dem Hintergrund des Ölpreisrekordniveaus im Jahr 2005 bis zu 70 \$/bbl ist es unumgänglich, auf die Unsicherheiten mittelfristiger Preisprognosen hinzuweisen. Die angesichts der noch weit in die Zukunft reichenden Reserven und Ressourcen angenommene moderate Preisentwicklung für die wichtigsten Energieträger ist in Tabelle 6 aufgeführt. Die Rohölprei-

se fallen bis zum Jahr 2010 wieder auf ein Niveau von unter 30 \$/bbl und steigen dann stetig an. In realen Preisen stabilisiert sich das Preisniveau jedoch nahezu. Erdgas erreicht das 2000er Niveau bereits vor 2010. Insgesamt bleibt der Preis für das Rohöl im gesamten Zeitraum relativ deutlich über dem des Erdgases. Die Preise für Braun- und Steinkohle steigen zwar konstant, aber relativ moderat und bleiben deutlich unter denen für Erdgas und Heizöl. Am Ende des Betrachtungszeitraumes liegt der Preis für Steinkohle frei Kraftwerk in einer küstenfernen Region ca. 60 % unter dem des Erdgases sowie 70 % unter dem für leichtes Heizöl.

Tabelle 6: Preisentwicklung der Energieträger frei Grenze (Deutschland) bzw. frei Kraftwerk bis 2030

Entwicklung der Importpreise ausgewählter Energieträger frei Grenze (Deutschland)					
Energieträger	Einheit	2000	2005e	2010e	2015e
Steinkohle	€ ₂₀₀₂ /GJ	1.39	1.98	1.82	1.84
	€ ₂₀₀₂ /t SKE	40.84	58.38	53.52	54.13
Erdgas	€ ₂₀₀₂ /GJ (Hu)	3.19	4.37	3.77	3.86
	€cent ₂₀₀₂ /kWh (Ho)	1.15	1.57	1.36	1.39
Rohöl	€ ₂₀₀₂ /GJ	5.25	6.74	4.54	4.59
	€ ₂₀₀₂ /bbl	29.89	38.40	25.85	26.14
	\$ ₂₀₀₂ /bbl	29.47	37.37	24.82	25.33
	\$/bbl	28.50	39.44	28.69	32.21
Entwicklung der inländischen Verbraucherpreise					
Grosshandel, Industrie, Kraftwerke		ohne MWSt.			
Energieträger	Einheit	2000	2005e	2010e	2015e
Braunkohle	€ ₂₀₀₂ /GJ	1.09	1.13	1.17	1.22
Steinkohle, küstennah	€ ₂₀₀₂ /GJ	1.39	1.68	1.82	1.84
	€ ₂₀₀₂ /t SKE	40.84	49.27	53.52	54.13
Steinkohle, küstenfern	€ ₂₀₀₂ /GJ	1.63	1.92	2.06	2.06
	€ ₂₀₀₂ /t SKE	47.99	56.41	60.67	60.73
Erdgas (Kraftwerke)	€ ₂₀₀₂ /GJ (Hu)	4.49	4.46	4.87	4.98
	€cent ₂₀₀₂ /kWh (Ho)	1.45	1.44	1.58	1.61
Erdgas (Industrie)	€ ₂₀₀₂ /GJ (Hu)	4.62	4.67	4.97	5.08
	€cent ₂₀₀₂ /kWh (Ho)	1.50	1.51	1.61	1.65
Heizöl, schwer	€ ₂₀₀₂ /GJ	5.34	3.45	3.73	3.78
Heizöl, leicht	€ ₂₀₀₂ /GJ	8.22	6.16	6.67	6.75
	€cent ₂₀₀₂ /l	29.42	22.06	23.87	24.17
Strom (Mittel- und Hochspannung)	€ ₂₀₀₂ /MWh	51.00	54.34	62.47	62.80
Haushalte		incl. Mwst.			
Heizöl (leicht)	€cent ₂₀₀₂ /l	37.76	34.49	36.99	37.92
Erdgas	€cent ₂₀₀₂ /kWh (Ho)	3.35	5.72	5.44	5.55
Strom (Niederspannung)	€cent ₂₀₀₂ /kWh	15.21	18.42	18.76	18.80
Fernwärme	€cent ₂₀₀₂ /kWh	4.74	5.34	5.38	5.50
Verkehr		incl. Mwst.			
Benzin (Normal)	€cent ₂₀₀₂ /l	102.7	114.0	76.7	77.6
Benzin (Super)	€cent ₂₀₀₂ /l	105.3	116.0	78.1	79.0
Diesel	€cent ₂₀₀₂ /l	83.1	100.0	67.3	68.1
Erdgas	€cent ₂₀₀₂ /kg	0.60	0.75	0.71	0.73
CO ₂	€ ₂₀₀₂ /t		5.00	10.00	12.50
Quelle: Enquete Kommission, IKARUS, Prognos, IER, MWV					

Unsicherheiten und Grenzen

Bei der Auswahl und Bewertung der Maßnahmen ist zu beachten, dass sich Emissionsminderungen im Umwandlungssektor und jene in den nachfolgenden Anwendungsbereichen gegenseitig beeinflussen. So verringern beispielsweise Emissionsminderungsmaßnahmen im Umwandlungssektor (z.B. Wirkungsgradverbesserungen) den Minderungseffekt „nachgelagerter“ Maßnahmen (z.B. Stromeinsparungen) im Anwendungsbereich.

Um bei der Bestimmung der Rangfolge von CO₂-Minderungsmaßnahmen in unterschiedlichen Sektoren (wie z.B. Energieumwandlung, Wärme in Wohngebäuden und Verkehr) eine einheitliche Vorgehensweise zu erreichen, werden für die fossilen Energieträger stets nur die direkten energiebedingten CO₂-Emissionen betrachtet. Für die Quantifizierung von CO₂-Minderungskosten ist dann das Referenzsystem, gegenüber dem die Emissionseinsparungen ausgewiesen werden, von entscheidender Bedeutung. Wenn z.B. im Strombereich ein neues Kraftwerk als Referenz herangezogen wird, variieren die anrechenbaren CO₂-Emissionen sehr stark in Abhängigkeit von der Stromerzeugungstechnik und deren Energieträgerbasis (z.B. Erdgas-GuD-Kraftwerk $\approx 350 \text{ g CO}_2/\text{kWh}_{\text{el}}$, Steinkohle-Kondensationskraftwerk $\approx 750 \text{ g CO}_2/\text{kWh}_{\text{el}}$, Braunkohle-Kondensationskraftwerk $\approx 930 \text{ g CO}_2/\text{kWh}_{\text{el}}$).

- Im Rahmen von InKlim 2012 wurde als Referenztechnik ein Steinkohlekraftwerk mit Staubfeuerung und einem Wirkungsgrad von 46 % verwendet. Die Annahmen bezüglich Investitions- und Betriebskosten wurden dem Länderreport der Studie der OECD/NEA (OECD, 2005) bestimmt.
- Als Referenztechnik in der Industrie wurde ein Erdgaskessel für die Erzeugung von Prozesswärme mit einem Wirkungsgrad von 80 % herangezogen. Die damit verbundenen CO₂-Emissionen belaufen sich auf 250 g/kWh_{th}.
- Für die Wärmeversorgung im Gebäudebereich wurde als Referenztechnik ein Erdgaskessel mit einem Wirkungsgrad von 0,95 gewählt. Die dadurch entstehenden CO₂-Emissionen betragen 58,9 kg/GJ_{th} bzw. 212 g/kWh_{th}.
- Basierend auf der selbstverpflichtenden Erklärung der Mitglieder der Verbände der europäischen (ACEA), japanischen (JAMA) und koreanischen (KAMA) Automobilhersteller bis zum Jahr 2008 (ACEA) bzw. 2009 (JAMA und KAMA) soll ein CO₂-Emissionsziel von durchschnittlich 140 g/km für die in der EU verkauften neuen Personenkraftwagen erreicht werden. Die in 2008/2009 neu auf den Markt gebrachten Personenkraftwagen werden somit im Schnitt etwa 5,8 l Benzin/100 km oder 5,25 l Diesel/100 km verbrauchen.

Die CO₂-Vermeidungskosten der sektoralen Maßnahmen wurden gegenüber den entsprechenden Referenztechniken ausgewiesen.

Bewertung der Experteneinschätzungen

Die im Rahmen von InKlim 2012 getätigten Expertenaussagen und –berechnungen bezüglich der Maßnahmen sind aufgrund der zuvor beschriebenen überlappenden Effekte und einer häufig existierenden Konkurrenzsituation zwischen einzelnen Maßnahmen mit Unsicherheiten behaftet. Sie stellen jedoch eine fundierte Einschätzung dar, die als Grundlage für Entscheidungen und Umsetzungen ausreichen sollte und größtmäßig in realistischen Dimensionen angesiedelt ist.

5.2 Sektorale Maßnahmen

In den folgenden Kapiteln wird ein Überblick über mögliche Maßnahmen in den einzelnen Sektoren gegeben sowie die im Rahmen von InKlim 2012 erarbeiteten Maßnahmenvorschläge und –berechnungen vorgestellt und zusammenfassend bewertet. Die Auswahl der Maßnahmen fand in einem mehrstufigen Prozess statt, an dem sowohl die hessischen Ministerien (über die interministerielle Arbeitsgruppe), die InKlim 2012 Gutachter, der Programmbeirat sowie die Experten der 4 halbtägigen Workshops im Frühjahr 2005 beteiligt waren. Die letztendliche Anzahl und Auswahl an Maßnahmen ist begrenzt, beinhaltet jedoch als Ergebnis des erwähnten Prozesses die aus Sicht des Klimaschutzes für Hessen wichtigsten Maßnahmen in den jeweiligen Sektoren.

5.2.1 Kraftwerke und Erneuerbare Energien

Entwicklung und Stand im Bereich Kraftwerke und Kraft-Wärme-Kopplung

Der Anteil des Energieumwandlungssektors an den hessischen CO₂-Gesamtemissionen betrug im Jahr 2002 mit 8,85 Mio. t CO₂ knapp 20 % (vgl. Abbildung 9). Insbesondere mit Hinblick auf die beschlossene Außerbetriebnahme des Kernkraftwerkes Biblis kommen entscheidende Veränderungen auf den hessischen Energieumwandlungssektor zu.

Die Emissionen des Energieumwandlungssektors aufgeteilt nach Energieträgern sind in Abbildung 13 dargestellt. Zusätzlich sind die Bruttostrom- sowie die Fernwärmeerzeugung abgebildet. Starke Einbrüche in der Bruttostromerzeugung bei gleichzeitig steigenden Emissionen (siehe z.B. das Jahr 1995) sind durch Veränderungen der Stromerzeugung im KKW Biblis zu erklären. In den entsprechenden Jahren wurde ein Teil der Ausfälle durch eine erhöhte Stromerzeugung in fossilen Kraftwerken (u.a. Kraftwerk Staudinger) kompensiert.

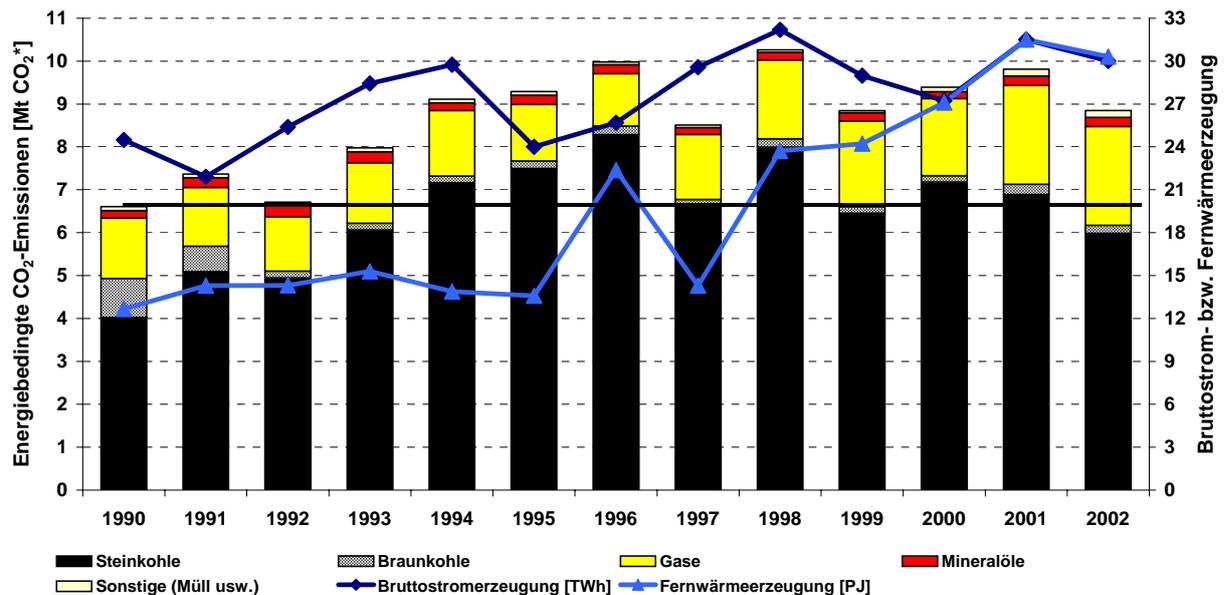


Abbildung 13: Entwicklung der CO₂-Emissionen im Energieumwandlungssektor sowie Bruttostrom- und Fernwärmeerzeugung in Hessen im Zeitraum 1990 bis 2002

Die Maßnahmen zur Reduzierung der CO₂-Emissionen im Bereich Kraftwerke und Kraft-Wärme-Kopplung konzentrieren sich im Wesentlichen auf die drei folgenden Bereiche:

- Kraftwerk Staudinger Großkrotzenburg,
- Kernkraftwerk Biblis sowie
- die Nutzung von Nah- und Fernwärme.

Im Folgenden ist das Spektrum der Maßnahmen dargestellt, die innerhalb von InKlim untersucht worden sind:

- *Neubau, Effizienzsteigerungen oder Modifikationen (CO₂-Sequestrierung) am e.on Kraftwerk Staudinger in Großkrotzenburg*

Die Blöcke 1 und 2 des Kraftwerks Staudinger wurden im Jahr 1965 in Betrieb genommen, der Block 3 im Jahr 1970. Die Wirkungsgrade dieser Blöcke liegen bei ca. 38 %. Der Block 2 wurde bereits in den Konservierungszustand überführt und hat für die erste Zuteilungsperiode keine Emissionszertifikate erhalten. Der Block 1 wird vorrangig im Winter betrieben. Deshalb ist mit einem Neubau (Block 6) in den kommenden Jahren zu rechnen. Umwelt- und kostenbezogene Auswirkungen eines Neubaus, speziell im Hinblick auf die Auswahl des Brennstoffes, wurden untersucht. Aus rein wirtschaftlicher Sicht würde ein neuer Steinkohleblock errichtet werden unter Berücksichtigung klimapolitischer Aspekte wäre ein Erdgas-Block günstiger, jedoch auch mit erheblichen Mehrkosten verbunden.

Weiterhin wurden die Möglichkeiten der Erhöhung des Wirkungsgrades und die Senkung der CO₂-Emissionen im Steinkohleblock 5 durch einen Brennstoffwechsel von Steinkohle auf Erdgas sowie durch einen Retrofit (Boosting) des Blocks 5 und die einhergehende Vorschaltung einer Gasturbine untersucht. Außerdem wurden die Potenziale und Kosten einer CO₂-Abscheidung im Block 5, des anschließenden Transport und der abschließenden Verpressung in einer entsprechenden Lagerstätte bestimmt.

➤ *Untersuchungen zu Laufzeitvariationen und Ersatz des KKW Biblis*

Die Folgen einer Laufzeitverlängerung der zwei Kernkraft-Blöcke in Biblis um weitere 20 Jahre ab geplanter Außerbetriebnahme wurden untersucht. Die mit Bundesregierung vereinbarte Regelung sieht vor, dass der Block Biblis A ab dem 1.1.2000 noch 62 TWh und der Block B noch 81,46 TWh erzeugen darf. Mit einer Fortschreibung der durchschnittlichen Erzeugung aus den Jahren 2000-2004 (Block A: 6,8 TWh und Block B: 8,5 TWh) würde der Block A im Februar im Jahr 2009 und der Block B im August 2009 vom Netz gehen. Außerdem wurde alternativ die Möglichkeit eines Erdgas-GuD-Kraftwerksneubaus am Standort Biblis geprüft.

➤ *Zuführungen von Biomasse, Klärschlamm und Trockenstabilat in konventionellen Wärmekraftwerken*

Die Potenziale für eine Verwertung bzw. Mitverbrennung von Biomasse und anderen Ersatzbrennstoffen, wie z.B. Klärschlamm, Holz oder Trockenstabilat®, in bestehenden fossilen Großkraftwerken wurden untersucht.

➤ *Nutzung von Ersatzbrennstoffen (z.B. Trockenstabilat®) in speziellen Wärmekraftwerken*

Die Möglichkeit von Kraftwerksneubauten mit Ersatzbrennstoffen wurde untersucht. Derzeit ist bereits der Bau mehrerer Wärmekraftwerke geplant.

➤ *Untersuchung von KWK Potenzialen mit besonderem Fokus auf die Wärmeabnahmepotenziale*

Alternative Fördermöglichkeiten der Kraft-Wärme-Kopplung wurden (als möglicher Ersatz des bestehenden KWK Gesetzes) in Abhängigkeit von der erzeugten Strommenge oder in Abhängigkeit von der erzeugten und abgenommenen Wärme geprüft. Die Wärmeabnahmemöglichkeiten wurden objektbezogen analysiert.

Potenzialanalyse im Bereich Erneuerbare Energien

Das ISET hat im Rahmen von InKlim 2012 die ermittelten Potenziale für regenerative Energien mit der zurzeit genutzten Menge an regenerativen Energien verglichen. Zur besseren Übersichtlichkeit sind vergleichbare Potenziale und genutzte Mengen zusammengefasst. Angegeben wird der Primärenergieinhalt der Biomasse bzw. der Primärenergieinhalt des Biogases bei der Vergärung. Bei der Photovoltaik, Wind- und Wasserkraft wird die erzeugte Strommenge und bei der Solarthermie die erzeugte Wärmemenge angegeben.

In den Arbeiten wurden zwei verschiedene Flächenansätze vorgestellt: einen Ansatz, bei dem 10 % der hessischen Ackerfläche für nachwachsende Rohstoffe zur Verfügung steht, und ein alternativen Ansatz, bei dem 30 % der Ackerfläche für Nawaros zur Verfügung stehen. Für die Bewertung wird das Modell mit 10 % der Ackerfläche für Nawaros mit den genutzten Mengen miteinander verglichen.

Bei der Biogas- und bei der Klärgasnutzung liegen keine Werte für 2002 vor. Zur Vergleichbarkeit wurden diese aus vorliegenden Werten anderer Jahre abgeleitet. Die Daten für die Biogasnutzung stammen vom Mai 2001. Bei der Klärgasnutzung lagen aktuellere Werte als 2002 vor, wobei sich keine großen Änderungen seit 2002 ergeben haben dürften.

Die in Tabelle 7 aufgeführten Biomassen setzen sich wie folgt zusammen:

- *Biomassepotenzial aus landwirtschaftlichen Reststoffen zur Vergärung:*
Potenzial: Gülle, Rüben- und Kartoffelblatt
Genutzte Ressource: Ermittlung über Anzahl der Biogasanlagen
- *Biomassepotenzial aus Nawaros zur Vergärung:*
Potenzial: Rapsextraktionsschrot, Gräser, Mais, Futterrüben, bei Nutzung von 10 % der Ackerfläche
Genutzte Ressource: Ermittlung über Anzahl der Biogasanlagen
- *Biomassepotenzial aus landwirtschaftlichen Reststoffen zur thermischen Nutzung:*
Potenzial: 12 % der anfallenden Strohmenge
Nutzung: keine Nutzung bekannt
- *Biomassepotenzial aus Nawaros zur thermischen Nutzung:, bei Nutzung von 10 % der Ackerfläche:*
Potenzial: Energiegräser, Ganzgetreide, Schnellwachsende Hölzer bei Nutzung von 10 % der Ackerfläche:
Genutzte Ressource: keine Nutzung bekannt
- *Biomassepotenzial Raps bei Nutzung von 10 % der Ackerfläche*
Potenzial: Rapsanbaufläche
Genutzte Ressource: Angebaute Rapsmenge

-
- *Biomassepotenzial aus der Forst- und Holzwirtschaft:*
Potenzial: Rest- und Durchforstungsholz und nutzbare Holzfraktionen (Rinde, Sägereste) aus Sägewerken
Nutzung: Anlagenbestand in Hessen, Holzhackschnitzelheizanlagen, Pelletheizungen, Handbeschickte Holzfeuerungen, Sammelheizungen, Diverse Einzelheizanlagen
 - *Biomassepotenzial aus der Abfallwirtschaft zur Vergärung:*
Potenzial: aus Haushalte, Bioabfall, Restmülle, Gewerbeabfall und Industrieabfälle
Nutzung: keine Daten zur Nutzung, Es werden sicherlich bestimmte Anteile in Biogasanlagen genutzt. Es gibt keine Informationen darüber.
 - *Biomassepotenzial aus der Abfallwirtschaft zur Verbrennung:*
Potenzial: Abfälle aus Haushalte, Bioabfall, Restmülle, Gewerbeabfall und Altholz
Nutzung: Abfälle aus Haushalte, Sperrmüll Gewerbeabfall, Bestimmung über Stoffmengen
 - *Biomassepotenzial aus Klärschlamm Vergärung:*
Potenzial: Klärgas aus der anfallenden Klärschlammmenge
Nutzung: Anzahl der Kläranlagen mit Erzeugungs- und Nutzungsmöglichkeit von Klärgas
 - *Biomassepotenzial aus Klärschlamm Verbrennung:*
Potenzial: Menge des anfallenden Klärschlamm
Nutzung: Menge des genutzten Klärschlamm in Verbrennungsanlagen
 - *Biomassepotenzial aus Deponien:*
Potenzial: Menge des jährlich abgelagerten Mülls
Nutzung: Anzahl der Deponiegasanlagen sowie prognostizierte anfallende Deponiegasmenge

Tabelle 7: Zusammenfassung des Potenzials an Biomasse und deren Nutzung 2002

Art der Biomasse	Primärenergiepotenzial [PJ/a]	Genutzte Ressource Primärenergiepotenzial im Jahr 2002 [PJ/a]
Biomassepotenzial aus landwirtschaftlichen Reststoffen/ Vergärung	3,21	0,18
Biomassepotenzial aus Nawaros/ Vergärung	7,72	
Biomassepotenzial aus landwirtschaftlichen Reststoffen/ Verbrennung Stroh	4,8	Praktisch keine Nutzung
Biomassepotenzial aus Nawaros/ Verbrennung	2,52	Praktisch keine Nutzung
Biomassepotenzial Raps	0,43	0,55
Biomassepotenziale aus der Forst- und Holzwirtschaft	21,31	3,46
Biomassepotenziale aus der Abfallwirtschaft/ Vergärung	5,71	Praktisch keine Nutzung
Biomassepotenziale aus der Abfallwirtschaft/ Verbrennung	12,07	0,88
Biomassepotenzial aus Klärschlamm/Vergärung	1,78	0,92
Biomassepotenzial aus Klärschlamm/Verbrennung	1,40	0,43
Biomassepotenzial aus Deponiegas	0,46	0,12
Summe	61,41	6,54

Die ökonomische Bewertung des Biomassepotenzials ist in Abbildung 14 dargestellt. Die verschiedenen Arten der Biomasse sind zu unterschiedlichen Kosten gewinnbar. Insgesamt stehen in Hessen unter den getroffenen Randbedingungen über 61 PJ Biomasse zur Verfügung, allerdings liegt ein Großteil dieses Anteils preislich deutlich über dem Niveau anderer fossiler Energieträger, wie z.B. der Steinkohle mit ca. 2 €/GJ (vgl. Tabelle 6). Zudem ist die Umwandlungseffizienz im Bereich der Biomasse häufig geringer als bei den fossilen.

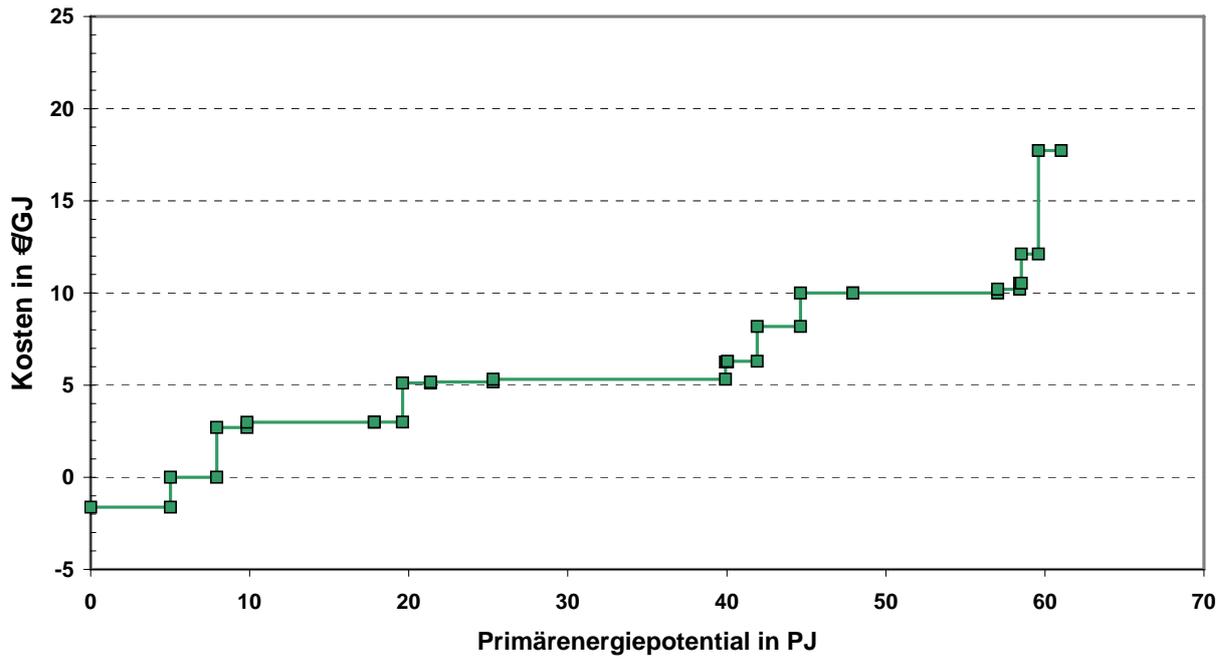


Abbildung 14: Kosten-Potenzialkurve der hessischen Biomasse (Quelle: ISET 2004, eigene Berechnungen)

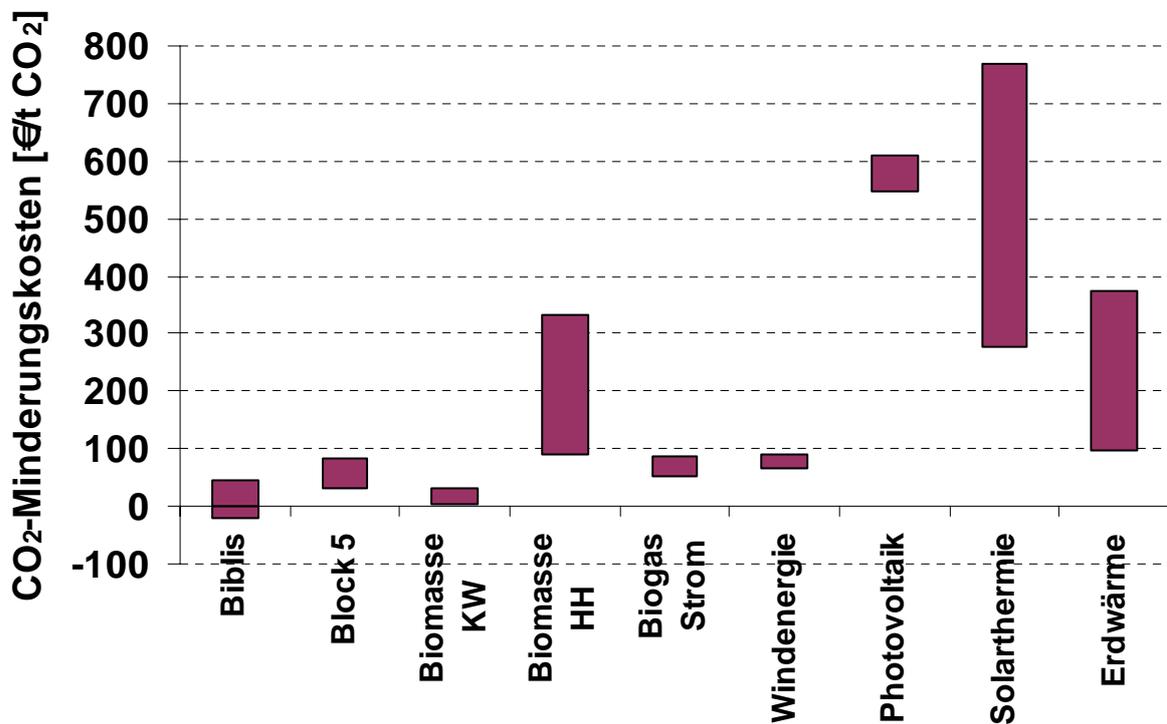


Abbildung 15: CO₂-Minderungskosten der Maßnahmen im Bereich Kraftwerke, KWK und Erneuerbare Energien

5.2.2 Industrie und Gewerbe

Der Endenergieverbrauch der Industrie in Hessen hat in sich in den Jahren von 1990 bis 1999 stark reduziert (siehe Abbildung 16). Seit 2000 ist der Verbrauch über das Niveau von 1998 gestiegen und liegt in einer Größenordnung von ca. 120.000 TJ. Bei einem Endenergieverbrauch in Hessen im Jahr 2002 von 816.000 TJ liegt der Anteil der Industrie bei 14,2 %. Seit dem Jahr 1990 ist der Industrieanteil von 18,2 % auf 13,2 % im Jahr 1999 und 2002 auf 14,2 % gesunken und liegt damit heute deutlich unter dem des Luftverkehrs.

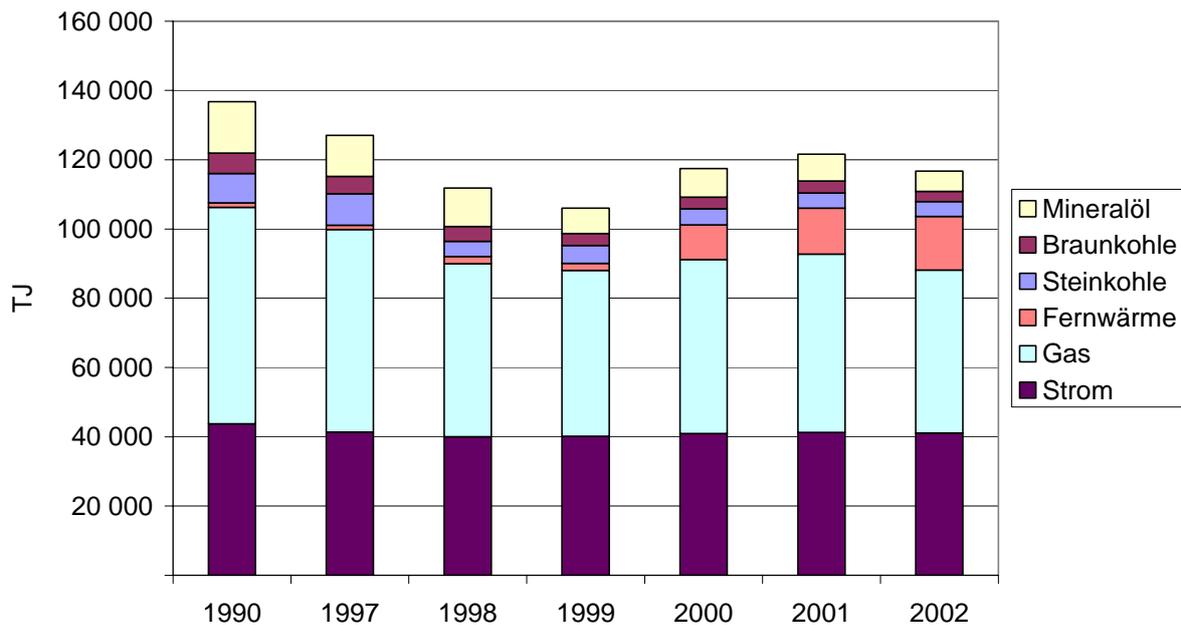


Abbildung 16: Endenergieverbrauch der hessischen Industrie

Der Vergleich mit Gesamtdeutschland zeigt, dass die hessische Industrie eine wesentlich niedrigere Energieintensität² als der Bundesdurchschnitt aufweist. Dies ist insbesondere mit einer unterschiedlichen Industriestruktur zu erklären, die in Hessen einen wesentlich kleineren Anteil an energieintensiven Grundstoff- und Produktionsgüterindustrien aufweist. Seit 1990 ist die Energieintensität zunächst bis 1996 gegen den Bundestrend um 14 % gestiegen und seitdem auf ein Niveau, das 7 % unterhalb des Niveaus von 1991 liegt, gesunken (s. Abbildung 17).

Der Stromverbrauch ist seit 1990 von knapp 44.000 TJ auf 40.000 TJ im Jahr 1999 gefallen und lag im Jahr 2002 bei ca. 41.000 TJ. Der Anteil der Industrie am Gesamtstromverbrauch liegt bei ca. 33 %. In den letzten Jahren ist der Anteil der Industrie leicht zu Gunsten des

² Energieintensität beschreibt das Verhältnis Bruttowertschöpfung bzw. Bruttoinlandsprodukt zu Endenergieverbrauch

Dienstleistungsbereichs gesunken, was insbesondere durch den industriellen Strukturwandel begründet ist. Die Stromintensität des Industriebereichs ist seit 1990 jedoch leicht gestiegen, was mit einer Substitution von anderen Energieträgern durch Strom erklärt werden kann.

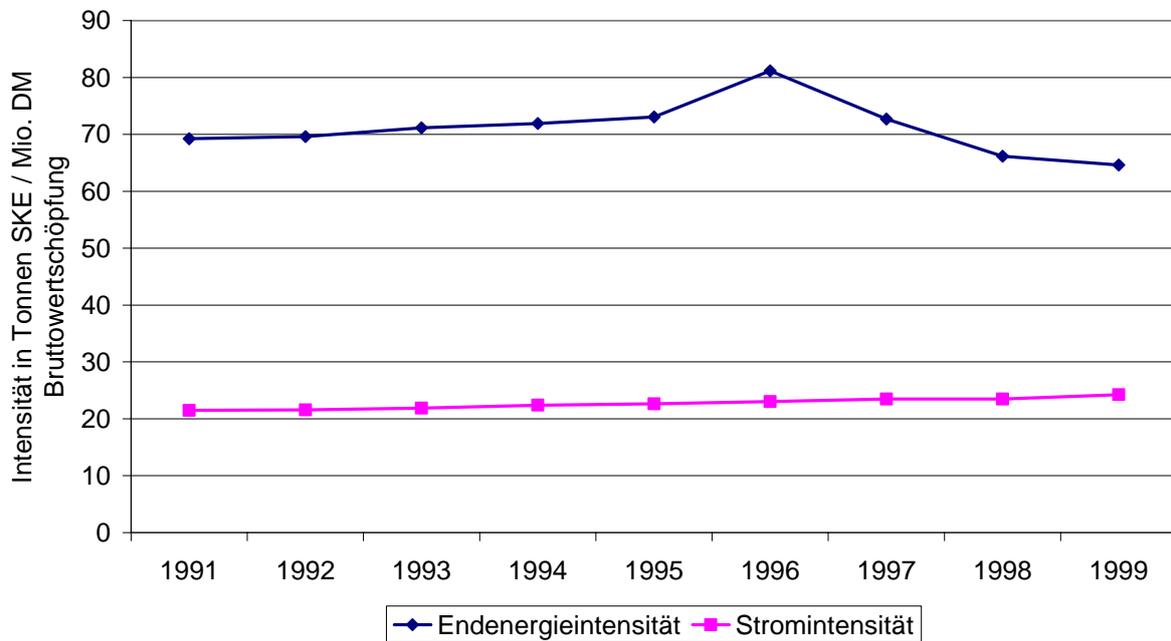


Abbildung 17: Endenergie- und Stromintensität der hessischen Industrie

Die für die Industrie und das Gewerbe vorgeschlagenen Maßnahmen setzen an einer Reduktion der Energieintensität und insbesondere der Stromintensität an, um so zu einer verstärkten Entkopplung des Wirtschaftswachstums und des Energieverbrauchs zu kommen. Sie konzentrieren sich auf vom Land implementierbare Maßnahmen, überwiegend in kleinen und mittleren Unternehmen, da bei diesen die größten noch nicht vollständig umgesetzten wirtschaftlichen Potenziale erwartet werden, die zusätzlich zum THG-Handel existieren. Die zehn vorgeschlagenen Maßnahmen betreffen zum einen den Stromverbrauch vor allem durch Motorenanwendungen, der durch den Einsatz effizienterer Technologien vermindert werden soll. Zum anderen betreffen sie den Gesamtenergieverbrauch, der durch eine verstärkte gekoppelte Erzeugung von Wärme und Strom reduziert werden soll. Ergänzend dazu werden Maßnahmen vorgeschlagen, die Informationsdefizite beseitigen sollen und eine Verhaltensänderung der Energieverbraucher zum Ziel haben.

Maßnahmenliste Industrie/Dienstleistungssektor:
10 Maßnahmen zur Steigerung der Energie-/Stromeffizienz



Abbildung 18: Struktur und Aufteilung der Maßnahmen im Bereich Industrie und Gewerbe

IG 1 Lokale und regionale Energieeffizienz-Netzwerke von Betrieben

Bei diesen Maßnahmen handelt es sich um die Einrichtung von Arbeitsgruppen aus Industrie- und Dienstleistungsbetrieben mit dem Zweck des Erfahrungsaustauschs und der gemeinsamen Festlegung und Verfolgung von Energieeffizienzzielen. Empfohlen wird eine Anschubförderung für mehrere regionale Gruppen als Pilotvorhaben mit wissenschaftlicher Begleitung. Zu den wesentlichen Elementen der Maßnahme gehören Datenerfassung zur energetischen Situation, Initialberatung vor Ort mit Grobanalyse und Empfehlungen, Festlegung eines Gruppenziels für Energieeffizienz- und CO₂-Reduktion, etwa vierteljährliche moderierte Arbeitstreffen der Teilnehmer, Zielüberprüfung, Teilnehmerbefragung, Öffentlichkeitsarbeit zwecks Bildung weiterer Gruppen. Die Maßnahme soll eine Senkung der Transaktionskosten und eine gegenseitige Motivation zu Energieeffizienzmaßnahmen bewirken.

Dieses Instrument hat sich seit vielen Jahren in der Schweiz und bei einem Pilotvorhaben in Baden-Württemberg bewährt.

IG 2 Energiesparwochen zur Stromeinsparung in Verwaltungsgebäuden

Die Maßnahme beinhaltet das Angebot der Durchführung von Energiesparwochen nach einem ausgearbeiteten Konzept mit vielfältigen Materialien und Aktivitäten, vorwiegend in Verwaltungsgebäuden, mit Schwerpunkt auf Stromeinsparung und verhaltensorientierten Maßnahmen. Vorbilder sind: Energiesparwochen in der Schweiz, im Impulsprogramm RAVEL NRW und in einigen Stadtverwaltungen. Ziel ist die Sensibilisierung der Mitarbeiter

für Energieverbrauch und Energieeinsparung am Arbeitsplatz und im Privathaushalt. Außerdem sollen die Verantwortlichen in Verwaltung, EDV etc. gesondert angesprochen werden.

IG 3 Förderung von Energiedienstleistungen in Industrie und GHD (Wärmelieferung, Energiespar-Contracting etc.)

Vorgeschlagen wird eine Kampagne für Energiedienstleistungen mit Vorstellung gelungener Beispiele, Motivationsreferaten bei Fachverbänden auf Anwenderseite, öffentlichkeitswirksamer Auswertung innovativer Projekte in Landeseinrichtungen und Betrieben (z. B. Druckluft-, Energiespar-Contracting, Wärme- und Kältelieferung in Gebäuden mit Mischnutzung).

IG 4 Druckluft-Effizienz für Industrie und Gewerbe

Die Maßnahme beinhaltet die Weiterführung der bundesweiten Kampagne "Druckluft effizient" - durchgeführt in Zusammenarbeit von dena, Fraunhofer ISI und VDMA - auf regionaler Ebene. Ziel ist es, Unternehmen zu Energieeffizienzmaßnahmen bei der Druckluftanwendung zu motivieren und sie durch Information und Beratung zu unterstützen. Zur Ergänzung wird ein Pilotvorhaben vorgeschlagen: die beispielhafte Sanierung einer Druckluftanlage in einem Betrieb, messtechnische Begleitung und öffentlichkeitswirksame Vermittlung der Ergebnisse.

IG 5 Pilotvorhaben zur Beleuchtungsoptimierung für Industrie und Gewerbe

Die Maßnahme beinhaltet eine beispielhafte Sanierung einer Beleuchtungsanlage in einer Produktionshalle unter Einbezug der Möglichkeit des Contracting. Das Vorhaben soll messtechnisch begleitet werden. Die Auswertung des Vorhabens und die Ergebnisverbreitung dienen als Anstoß, weitere Projekte umzusetzen.

IG 6 Beratung zu Elektromotoren-Anwendungen

Die Maßnahme beinhaltet eine Förderung des Landes Hessen für Initialberatungen. Bei einer Begehung des Betriebs sollen Schwachstellen und Verbesserungsmöglichkeiten durch einen Energieexperten aufgezeigt werden. Die Maßnahme richtet sich vor allem an kleine und mittlere Unternehmen, die nicht über eigene Fachkräfte für den Energiebereich verfügen.

IG 7 Investitionsförderprogramm für Hocheffizienzmotoren

Die Maßnahme besteht in der monetären Förderung von Hocheffizienzmotoren durch einen Investitionszuschuss des Landes in der Höhe der Mehrkosten. Dabei sollten sowohl Unternehmen, welche Motoren als Ersatzinvestition erwerben, gefördert werden als auch Anlagenbauer, die Elektromotoren in ihre Maschinen einbauen. Ziel ist es, hocheffiziente Motoren als Standard zu etablieren. Die Maßnahmen 4 und 6 richten sich stärker an die Nutzer, die Maßnahme 7 stellt dagegen eine Technologieförderung dar und hat zum Ziel, die Diffusion von hocheffizienten Motoren zu beschleunigen.

IG 8 Förderung von Unternehmenskooperationen zur gemeinsamen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung sowie zur Abwärmenutzung, Förderung von Nahwärmesystemen

Die Maßnahme umfasst die Unterstützung der Abwärmenutzung über Unternehmensgrenzen hinaus. Hierbei sollten auch Kooperationen zwischen kommunalen und industriellen Einrichtungen unterstützt werden. Hemmnisse bei der Umsetzung unternehmensübergreifender Kooperationen sollen durch finanzielle Anreize, Planungsunterstützung bzw. verwaltungstechnische Erleichterungen überwunden werden.

IG 9 Initialförderung der Installation von Messgeräten für Druckluft, Kälte, Strom, Wasser und Wärme

Elementare Daten zum bewussten Umgang mit Energieressourcen sind häufig nicht bekannt. Die Förderung der Installation von Messgeräten für verschiedene Medien soll vor allem kleine und mittlere Unternehmen motivieren, wirtschaftliche Effizienzpotenziale zu erschließen.

IG 10 Regionales Demoprojekt zu Klimaschutz mit Unternehmen

Die Maßnahme umfasst die Bündelung aller oder ausgewählter vorgeschlagener Maßnahmen im Bereich Industrie und GHD in einem regionalen Beispiel. Hier könnten zur Demonstration und zur Bekanntmachung verschiedene Maßnahmen durchgeführt werden, z.B. Energie-Netzwerke, Elektromotoren-Beratung, Installation von Messgeräten, Energiesparwoche etc. Insbesondere sollen dabei Unternehmenskooperationen gefördert werden. Der Vorschlag lehnt sich an die Konzeption der "Brundtlandstädte" an, konzentriert sich aber auf die Zielgruppe Industrie und GHD.

Tabelle 8: Zusammenfassende Übersicht der Maßnahmen in der Industrie und im Gewerbe

Nr.	Maßnahmen	Minderungspotenzial in 2012 [t CO ₂]	Volkswirtschaftliche Vermeidungskosten [€/t CO ₂]	Akteure	
				Initiator / Koordinator	Beteiligte
IG 1	Energieeffizienz-Netzwerke	91.100	-83	Land Hessen / Wirtschaftsorganisationen	Betriebe
IG 2	Energiesparwochen in Verwaltungsgebäuden	740	-7	Land Hessen	Betriebe, Wirtschaftsorganisationen, Verbände
IG 4	Druckluft-Effizienz-Kampagne für Industrie und Gewerbe auf Landesebene	35.000	14	Land Hessen	Wirtschaftsorganisationen, Verbände, Betriebe, Modellbetrieb
IG 6	Beratung Elektromotoren-Anwendungen	5.250	-62	Land Hessen	Ingenieurbüros, Experten im Energiebereich, Betriebe
IG 7	Investitionsförderprogramm für Hocheffizienzmotoren	14.400	-63	Land Hessen	Branchenverbände, VDMA
IG 8	Förderung von Industriekooperationen zur gemeinsamen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung	364.700	-5	Land Hessen	Berater, Energiedienstleister, Energieagenturen, Kommunen
IG 9	Förderung der Installation von Messgeräten	4.080	-40	Land Hessen	Verbände, Betriebe
Summe		514.530			
IG 3	Förderung von Energiedienstleistungen	nicht quantifizierbar	k.A.	Land Hessen	Betriebe, Wirtschaftsorganisationen, Verbände
IG 5	Pilotvorhaben zur Beleuchtungsoptimierung für Industrie und Gewerbe	nicht quantifizierbar	k.A.	Land Hessen	Verbände, Betrieb, Contractor
IG 10	Regionales Demoprojekt zu Klimaschutz in Unternehmen	nicht quantifizierbar	k.A.	Land Hessen	Kreis-/Stadtverwaltung, Verbände, Betriebe, lokale Energieagenturen

5.2.3 Gebäude

Nach Angaben des statistischen Landesamtes beläuft sich die Anzahl der Wohngebäude in Hessen auf ungefähr 1,28 Mio. mit 2,79 Mio. Wohneinheiten und einer Wohnfläche von 250 Mio. m². Darüber hinaus gibt es in Hessen geschätzt etwa 400.000 Nichtwohngebäude mit einer beheizten Gebäudefläche von ca. 91 Mio. m². Die Beheizung des Gebäudebestandes trägt mit einem Anteil von rund einem Drittel in hohem Maße zum jährlichen Endenergieverbrauch in Hessen bei, entsprechend hoch sind auch die CO₂-Emissionen aus diesem Sektor. Die CO₂-Emissionen aus dem Gebäudebereich können mit heute bekannten und beherrschbaren Energiespartechniken (insbesondere Wärmeschutzmaßnahmen an der Gebäudehülle und Verbesserung von Heizanlagen) gesenkt werden. Die Herausforderungen des Klimaschutzes für den Gebäudesektor betreffen dabei sowohl die Qualität als auch die Quantität dieser Energiesparmaßnahmen:

- Die Qualität der durchgeführten Energiesparmaßnahmen muss gesteigert werden. In der Praxis ist man noch weit davon entfernt, den langfristig notwendigen Zielwert der CO₂-Emissionen von etwa 10 kg/m²a zu erreichen³. Die Werte typischer Neubauten bzw. energetisch modernisierter Altbauten liegen im Bereich von ca. 30 kg/m²a.
- Energetische Erneuerungsmaßnahmen müssen häufiger durchgeführt werden. Angaben zu Erneuerungsraten im Gebäudebestand sind zwar mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Es erscheint aber als sicher, dass insbesondere die energetische Erneuerungsrate der Gebäudehülle mit grob geschätzt 1 %/a (d.h. Durchführung von Wärmeschutzmaßnahmen durchschnittlich einmal in 100 Jahren) zu niedrig ist, um die langfristigen Klimaschutzziele zu erreichen.

Potenziale im hessischen Wohngebäudesektor bis 2012

Das Einsparpotenzial bei der Raumwärme im Gebäudebereich liegt zwischen 50 % (wirtschaftlich) und 70 % (technisch).⁴ Dieses Potenzial kann in den nächsten 50 Jahren schrittweise ausgeschöpft werden, wenn die Energiesparmaßnahmen mit dem ohnehin ablaufenden Bau- und Instandsetzungsprozess im Gebäudebestand verbunden werden.

Für Hessen könnte es als großer Erfolg angesehen werden, wenn die energetische Erneuerungsrate der Gebäudehülle bei Wohngebäuden von derzeit ca. 1 %/a signifikant gesteigert werden könnte. Als optimistischer Zielwert könnte das Erreichen der allgemeinen Sanierungsrate der Gebäudehülle von etwa 2,5 %/a (ebenfalls nur ein Anhaltswert) angesehen werden. Dies würde bedeuten, dass rechnerisch bei jeder im Bestand

³ Dieser Zielwert entspricht in etwa einer 80prozentigen Emissionsminderung in Deutschland bis 2050.

⁴ Quelle: Ebel (1996). Mittlerweile liegt das technisch erreichbare Potenzial durch Innovationen wie z.B. 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung, Lüftungsanlagen, Reduktion von Wärmebrücken und regenerativer Energieversorgung noch höher.

durchgeführten Sanierungsmaßnahme auch gleichzeitig energiesparende Maßnahmen durchgeführt werden⁵. Für Hessen würde dies bedeuten, dass pro Jahr ca. 32.000 Gebäuden mit ca. 70.000 Wohneinheiten und ca. 6 Mio. m² Wohnfläche energetisch saniert werden. Die mit diesen Wärmeschutzmaßnahmen verbundenen CO₂-Einsparungen lassen sich vorläufig zu annähernd 150.000 t CO₂ pro Jahr abschätzen. Bei der gegenwärtigen energetischer Erneuerungsrate von 1 %/a sind es nur etwa 60.000 t CO₂ pro Jahr.

Im Rahmen von InKlim werden durch das IWU differenzierte Abschätzungen zur CO₂-Minderung auf Basis der Gebäudetypologie und der Beheizungsstruktur in Hessen vorgenommen.

Die im Rahmen von InKlim 2012 durchgeführte Potenzialanalyse zeigt, dass große CO₂-Einsparpotenziale im hessischen Gebäudebestand vorhanden sind. Es stellt sich daher die Frage, wie diese Potenziale im Rahmen des politischen Handlungsspielraums erschlossen werden können. Die dazu notwendigen Instrumente müssen in der Regel nicht neu erfunden werden. Eine ganze Reihe von Maßnahmen wurde und wird auf Bundesebene und in Hessen mit unterschiedlich großen Erfolgen durchgeführt. Angesichts der bestehenden Defizite bei den energetischen Qualitätsstandards im Alt- und Neubau und bei der energetischen Erneuerungsrate im Altbau ist man jedoch noch weit von einem entscheidenden „Durchbruch“ entfernt.

Das Institut für Wohnen und Umwelt (IWU) schlägt im Rahmen von InKlim 2012 vor, ein Instrumentenbündel zur Förderung von Energiesparmaßnahmen im Wohngebäudebestand zum Einsatz zu bringen. Die Maßnahmen beziehen sich nicht ausschließlich auf Hessen, da in dem Projekt eine teils bundesweite Perspektive, z.B. die Berücksichtigung einer bundesweiten steuerlichen Förderung, vorgegeben war. Die Vorschläge sind als ein allgemeiner Überblick über die Handlungsmöglichkeiten bzw. als Diskussionsgrundlage zu verstehen. Vor einer konkreten Umsetzung wären noch viele notwendige Details auszuarbeiten und zu diskutieren. Grundsätzlich ist das IWU der Auffassung, dass das zur Umsetzung der Klimaschutzziele notwendige Investitionsvolumen nur dann erreicht werden kann, wenn die öffentliche Hand die rechtlichen Voraussetzungen schafft, bei den Energiepreisen die erforderlichen Signale setzt, die entsprechende Forschung in effizienter Weise unterstützt, bei Investoren und Verbrauchern Aufklärung und Markttransparenz schafft und unter bestimmten Bedingungen auch investiv fördert.

Diese Punkte müssen zu einem abgestimmten System zusammengefügt werden. Die Bundesregierung hat mit der Energieeinsparverordnung (EnEV) und den Programmen der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) bereits Eckpunkte eines Verordnungs- bzw. Fördersystems festgelegt. Zusätzlich fordert die EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ die breite Einführung von Energiepässen (-zertifikaten) in den Mitgliedsstaaten

⁵ Bei diesen Angaben handelt es sich um „statistische“ Zahlen. So werden z.B. Gebäude häufig nicht vollständig modernisiert, sondern eine entsprechend größere Zahl von Gebäuden wird teilmodernisiert.

der EU bis zum Jahr 2006. Dieses System ist schrittweise auszubauen, zu verbessern und um neue Maßnahmen und Instrumente zu ergänzen. Die dazu im Rahmen von InKlim 2012 vorgeschlagenen Maßnahmen betreffen:

1. Die Erhöhung der Markttransparenz: Ein wesentliches Hemmnis bei der energetischen Gebäudesanierung ist die mangelnde Markttransparenz. Selbstnutzern, Vermietern und Mietern fehlen wichtige Informationen, um die energetische Qualität ihrer Gebäude zu ermitteln und zu vergleichen.
2. Die Steigerung von Information und Motivation: Eine Strategie, die vor allem auf die Eigenverantwortung der Entscheidungsträger im Gebäudesektor setzt, muss der Information und Motivation aller Beteiligten eine zentrale Rolle beimessen. Auf diesem Feld erscheinen deutlich verstärkte Anstrengungen angebracht, wenn die gesetzten Klimaschutzziele erreicht werden sollen.
3. Die Förderung (Energiesparförderung): Es ist unklar, ob ohne eine erhebliche Ausweitung der Energiesparförderung die Klimaschutzziele im Gebäudebestand erreicht werden können. Es werden daher Ansätze für Breitenförderprogramme beschrieben, mit denen sich bei entsprechender Inanspruchnahme eine deutliche Erhöhung der energetischen Modernisierungsrate erreichen ließe. Unabhängig von einer Ausweitung des Fördervolumens kann die Energiesparförderung wichtige Aufgaben erfüllen. Sie sollte im Idealfall die Rolle eines „Motors“ der Klimaschutzpolitik übernehmen: Neben der Anstoßwirkung, d.h. der direkt bei den geförderten Gebäuden erreichten Energieeinsparung kommt gerade auch der Ausstrahlungswirkung, d.h. der Wirkung über die geförderten Fälle hinaus, eine entscheidende Rolle zu: In den geförderten Fällen sollte das vorweggenommen werden, was als die allgemeine bauliche Praxis der zukünftigen Jahre angestrebt wird. Dies betrifft die energetischen Qualitätsstandards ebenso wie die Einbeziehung energetischen Sachverstands in den Bauprozess.
4. Die Verbesserung von Ausbildung und Qualifikation: Neben der Information ist vor allem auf die Qualifikation der in den Sanierungsprozess eingebundenen Berufsgruppen zu achten. Gerade im Hinblick auf die Vermittlung der notwendigen und aktuellen Kenntnisse über die Energieeinsparung bei Gebäuden sind hier kontinuierliche und verstärkte Aktivitäten notwendig. Insbesondere der Gebäudebestand, auf den mehr als die Hälfte des gesamten Hochbauvolumens in der Bundesrepublik entfällt, verdient hier eine noch stärkere Aufmerksamkeit als bisher.
5. Die Gebäude der öffentlichen Hand: Bei Gebäuden der öffentlichen Hand nimmt das Land Hessen eine Vorbildfunktion ein, die über die eigenen Liegenschaften hinaus auf den gesamten Gebäudebereich in Hessen einwirken kann.

-
6. Das Ordnungsrecht: Hessen hat als Bundesland gestaltenden Einfluss auf die Energiespargesetzgebung des Bundes. Insbesondere gilt dies für die EnEV. Für die Umsetzung und die Kontrolle der Anforderungen der EnEV sind die Bundesländer direkt zuständig.

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Maßnahmen findet sich in den Maßnahmen-datenblättern im Anhang. Folgende zusammenfassende Aussagen können hierzu getroffen werden:

- Zur Erschließung der genannten Potenziale im Wohngebäudebereich erscheint, neben der Anhebung der ordnungsrechtlichen Standards für den Neubau (EnEV) und der Gewährleistung des Vollzugs, insbesondere eine energetische Breitenförderung für bestehende Wohngebäude sinnvoll. Ohne ein solches Förderprogramm ist es fraglich, ob ein Durchbruch bei der energetischen Bestandssanierung, hin zu höheren Sanierungsraten und besseren energetischen Standards, gelingen kann. Für ein solches Programm wären erhebliche Finanzmittel und ein modifizierter Ansatz notwendig. So ist zu beachten, dass zinsverbilligte Kredite nicht für jeden Bauherrn, insbesondere nicht bei geringem Maßnahmenumfang, gleichermaßen interessant sind. Hier müssten Ergänzungen/Alternativen zur Kreditförderung geschaffen werden. In den Blickpunkt rückt dabei – neben der Möglichkeit eines direkten Zuschussprogramms – insbesondere eine steuerliche Förderung für selbstnutzende Eigentümer in Abhängigkeit vom Umfang und der energetischer Qualität der durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen. Das Land Hessen kann über das Initiieren einer Bundesratsinitiative einen Impuls zur Realisierung solcher Maßnahmen auf Bundesebene geben.
- Für den vermieteten Bereich empfiehlt es sich, ebenfalls ein Breitenförderprogramm aufzulegen. Es wird vorgeschlagen, die bestehende Förderung über die Kreditanstalt für Wiederaufbau in dieser Hinsicht auszuweiten. Natürlich kann auch hier eine ergänzende steuerliche Förderung in Erwägung gezogen werden. Alternativ oder ergänzend zu einem solchen Programm wird die Einführung des ökologischen Mietspiegels in Hessen vorgeschlagen. Durch den ökologischen Mietspiegel wird das im Mietwohnungsbereich bestehende sog. „Investor-Nutzer-Dilemma“ gemindert und Markttransparenz geschaffen.
- Es ist an dieser Stelle deutlich darauf hinzuweisen, dass sowohl ein Breitenförderprogramm für Eigentümer und Vermieter als auch der ökologische Mietspiegel ihre Wirkungen nicht ohne die massive Unterstützung durch „weiche“ Instrumente (Energieberatung, Energiepass Hessen, Intensivierung der Aus- und Weiterbildung, Informationskampagnen etc.) entfalten können. Es ist daher notwendig, diese Maßnahmen parallel durchzuführen, um das gesamte Potenzial in Hessen auszuschöpfen. In Hessen besteht mit der Hessischen Energiesparaktion bereits ein etabliertes Programm. Wir schlagen daher vor, die Hessische Energiesparaktion

auszubauen und einen Großteil der in Frage kommenden „weichen“ Maßnahmen unter dem Dach der Hessischen Energiesparaktion zu bündeln. Daneben sollte gerade hinsichtlich der mittel- und langfristigen Auswirkungen ein Schwerpunkt auf die Integration von Fragen der energetischen Gebäudemodernisierung in die Ausbildung der beteiligten Akteure gelegt werden (Rahmenlehrpläne an Hochschulen, Änderung von Ausbildungsordnungen).

- Neben der Breitenförderung ist auch die Förderung gezielter Einzelprojekte (Modell-, Demonstrationsförderung) von Bedeutung. Insbesondere sollten Energiespartechnologien, die ein hohes CO₂-Einsparpotenzial und gleichzeitig auf mittlere Sicht gute Marktchancen erwarten lassen, erprobt werden. Das Land Hessen hat bereits Erfahrung mit der Durchführung von Modellprojekten im Gebäudesektor. Diese Tradition sollte systematisch fortgeführt und ausgeweitet werden.
- Das Thema der energetischen Qualität sollte auch bei der Breitenförderung differenziert berücksichtigt werden: In aller Regel sollten Wärmeschutzmaßnahmen gefördert werden, die die Anforderungen der EnEV für den Gebäudebestand überschreiten. Auf diese Weise wird man aber vorläufig noch kein Niveau erreichen können, das dem langfristigen Klimaschutz gerecht wird. Daher sollte ein Teil der Fördermittel dazu verwendet werden, zukunftsweisende Gebäudekonzepte die dem oben genannten Zielwert von 10 kg CO₂/m²a zumindest nahe kommen, in den Markt einzuführen.
- Für den Nichtwohngebäudebereich gelten die obenstehenden Aussagen entsprechend: Durch eine Kombination von Förderprogrammen und „weichen“ Maßnahmen sowie eine Verschärfung der ordnungsrechtlichen Standards für den Neubau (EnEV) kann das bestehende Potenzial besser ausgeschöpft werden. Unterstützend kann das Land Hessen mit seinen Landesliegenschaften eine Vorbildfunktion für Kommunen, Wohnungsunternehmen und Bürger einnehmen.

Das CO₂-Minderungspotenzial im hessischen Gebäudebereich ist nur durch die Bündelung verschiedener Maßnahmen erschließbar. Die Zuweisung von Potenzialen zu Einzelmaßnahmen ist aufgrund der komplexen Einflussfaktoren, die die Entscheidung zur Durchführung von Energiesparmaßnahmen beeinflussen, und der unzureichenden Datenlage mit erheblichen Unsicherheiten behaftet und kann nicht in jedem Fall sinnvoll durchgeführt werden. In Tabelle 8 werden im Rahmen einer vereinfachenden Übersicht die zur Potenzialerschließung in den Bereichen Wohngebäude und Nichtwohngebäude wesentlichen Instrumente und Maßnahmen aufgeführt.

Als Hauptinstrumente sind im Wohngebäudebereich Förderprogramme für Mieter und Eigentümer bzw. der ökologische Mietspiegel sowie die Verschärfung der gesetzlichen Bestimmungen für den Neubau anzusehen. Das maximale Gesamtpotenzial kann jedoch nur erschlossen werden, wenn diese Maßnahmen durch „weiche“ Instrumente der Information und Motivation unterstützt werden.

Bei den in Tabelle 9 ausgewiesenen Potenzialen handelt es sich um das bis 2012 zusätzlich erschließbare Potenzial gegenüber einer vorhandenen Entwicklung mit 0,75 %/a energetischer Modernisierungsrate, wenn man eine Angleichung der Rate an die allgemeine Sanierungsrate der Gebäudehülle von ca. 2,5 %/a und sowohl im Altbau als auch im Neubau eine gegenüber der gültigen EnEV erhöhte Maßnahmenqualität annimmt. Die Frage, ob diese Potenziale durch die vorgeschlagenen Instrumente auch tatsächlich ausgeschöpft werden, d.h. beispielsweise, ob die Förderung auch tatsächlich von jedem möglichen Kandidaten in Anspruch genommen werden wird, kann hier nicht beantwortet werden.

Tabelle 9: Erschließung von CO₂-Minderungspotenzialen im hessischen Gebäudebereich durch Einzelmaßnahmen (zusätzliche Potenziale gegenüber einer vorhandenen Entwicklung mit 0,75 %/a energetischer Modernisierungsrate)

Zielgruppe	Potenzial (Mio. t CO ₂ /a)	Hauptinstrument/Maßnahme
<i>Wohngebäude</i>		
Bestand Wohngebäude	0,148 ⁶	Ökologischer Mietspiegel (GS 1) und/oder Förderprogramm für Vermieter (GS 9)
		Steuerliche Förderung (Selbstnutzer) (GS 8)
		a) und b) flankiert durch „Hessische Energiesparaktion“ (GS 3-6)
Neubau	0,025	Verschärfung der EnEV (GS 15)
<i>Summe Wohngebäude</i>	<i>0,173</i>	
<i>Nichtwohngebäude</i>		
Bestand Nichtwohngebäude	0,059	Förderprogramm Nichtwohngebäude (GS 11)
Neubau	0,01	Verschärfung der EnEV (GS 15)
<i>Summe Nichtwohngebäude</i>	<i>0,069</i>	
<i>Gesamt</i>	<i>0,242</i>	Erschließung des Gesamtpotenzials unterstützt durch „weiche“ Maßnahmen (Information, Motivation etc.)

⁶ Davon entfallen 0,088 Mio. t CO₂/a auf Wohngebäude von selbstnutzenden Eigentümern (überwiegend EFH) und 0,06 Mio. t CO₂/a auf Mietwohngebäude (überwiegend MFH).

5.2.4 Verkehr

Der Verkehr ist für etwa ein Drittel der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen verantwortlich. Hauptursache für die bisher angestiegenen Treibhausgas-Emissionen im Verkehr ist eine in den letzten Jahren zu beobachtende stetige Zunahme des Verkehrsaufkommens, welche die relativ geringen Erfolge bei der spezifischen Einsparung am Einzelfahrzeug überkompensierte. Neben dem Pkw-Verkehr hatten insbesondere der Lkw-Verkehr und der Luftverkehr hohe Steigerungsraten der Fahrleistung zu verzeichnen. Auch für die Zukunft sagen die maßgebenden Prognosen eine weitere Zunahme des Verkehrs voraus. Mit der Verkehrszunahme sind aber nicht allein Probleme hinsichtlich der Treibhausgas-Emissionen verbunden. Auch in anderen Feldern führen die Wirkungen des Verkehrs zu Problemen, die in geeigneter Weise zu bearbeiten sind.

Als wichtigste Felder können angesehen werden:

Luftschadstoffe

Vor allem in Ballungsregionen und Großstädten gilt der Verkehr als Hauptverursacher des Luftschadstoffaufkommens, sei es aus unmittelbaren Emissionen, aus Aufwirbelung oder aus indirekten Emissionen.

Lärm

Lärmimmissionen verursachen anerkanntermaßen Schädigungen des Herz-Kreislaufsystems und lösen charakteristische körperliche Stressreaktionen aus. Verkehr ist in städtischen Räumen objektiv und subjektiv die Hauptquelle von Lärm. Ähnlich wie in der Luftreinhalteplanung wird auch zur Minderung des Lärms ab 2007 ein neues Instrumentarium, die Lärmkartierung und Lärmminderungsplanung, in Deutschland verbindlich eingeführt.

Verkehrsqualität

Die steigenden Verkehrsmengen können von der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur häufig nur noch in unzureichender Qualität bewältigt werden. Dies gilt insbesondere für den Straßenverkehr. Die Folge sind Unfälle und Stauungen, die nicht allein Kosten und volkswirtschaftliche Schäden verursachen, sondern zusätzlich auch die Abgas- und Lärmemissionen steigern. Zur Bewältigung dieser Probleme ist zwingend der (verstärkte) Einsatz von Verkehrsmanagement erforderlich.

Der Begriff des Verkehrsmanagements umfasst dabei Bündel von infrastrukturellen, technischen, organisatorischen, steuerlichen und informatorischen Maßnahmen auf strategischer und operativer Ebene im Verkehr.

Es liegt auf der Hand, dass Klimaschutz, Luftreinhaltepläne/Aktionspläne, Lärmminderungspläne und Verkehrsmanagement zu einem großen Teil kongruente Ziele verfolgen. Sie erfordern dauerhaft wirksame Maßnahmen zur Anpassung des Belastungsniveaus an das verträgliche Maß und dynamische Maßnahmen zur Steuerung bei lokalen Belastungsüberschreitungen.

Im Rahmen eines „Integrierten Klimaschutzprogramms“ des Landes Hessen ist es richtig und zielführend, sich dem Thema Verkehr vorrangig aus Sicht der Treibhausgasemissionen und deren Minderung zu nähern. Die erfolgten Arbeiten geben dementsprechend eine ausführliche Hilfestellung zur Bewältigung der Probleme, indem sie eine genaue Verursacheranalyse betreiben, diese nach heutiger Erkenntnis fortschreiben und auf diesem quantitativen Hintergrund eine Beschreibung von wichtigen Minderungsmaßnahmen und deren Wirksamkeit vornehmen.

Die oben dargestellte Zielkongruenz der verschiedenen Anlässe zur Befassung mit Verkehr zeigt aber auch, dass die Betrachtung, die Maßnahmenbewertung und die Maßnahmenumsetzung über die Aspekte des Klimaschutzes hinaus gehen müssen: Jede klimabezogene Maßnahme zeigt zusätzliche Wirkungen auch in den anderen Wirkungsfeldern Luftschadstoffe, Lärm und Verkehrsqualität. Umgekehrt können Maßnahmen, die vorrangig zur Verbesserung der Luftqualität, der Lärmsituation oder der Verkehrsqualität ergriffen werden, auch einen gewichtigen Beitrag zum Klimaschutz liefern. In diesem Sinne ist es unverzichtbar, eine integrierte Verkehrssystemgestaltung zu betreiben.

Um die nationalen und internationalen Klimaschutzziele zu erreichen, sind auch im Verkehrsbereich Maßnahmen zur Minderung dieser Emissionen nötig. Das Land Hessen kann hierzu einen eigenen Beitrag leisten durch

1. Neue Maßnahmeninitiativen,
2. Fortführung bestehender Maßnahmenansätze und
3. Unterstützung weiterer Maßnahmen.

Nachfolgend werden empfohlene Maßnahmen kurz vorgestellt.

5.2.4.1 Neue Maßnahmeninitiativen

Eine Reihe viel versprechender und nachweislich wirksamer Maßnahmenansätze wird bislang erst in geringem Umfang verfolgt. Zum Teil werden diese Ansätze bereits von Verbänden und Interessengruppen initiiert. Mit Unterstützung des Landes Hessen können die Maßnahmenansätze zu einem breiten Einsatz gelangen und ihre Potenziale entfalten.

V 1 Mobilität in Unternehmen und Einrichtungen integriert gestalten

Bei der integrierten Gestaltung von Mobilitätsangebot und Mobilitätsverhalten wird in Unternehmen und Einrichtungen ein Bündel von Maßnahmen umgesetzt, das die ÖPNV-, Fahrrad- und Fußnutzung fördert und die Effizienz im motorisierten Verkehr verbessert. Grundsätzlich kann dabei das gesamte bekannte verkehrsplanerische Maßnahmenrepertoire zum Einsatz kommen (z.B. Bau von Radwegen und Fahrradabstellanlagen, JobTicket, Verbesserung der ÖPNV-Angebote, Fahrplaninformation, Vermittlung und Privilegierung von Fahrgemeinschaften, effizientes Fuhrpark- und Fahrzeugbeschaffungsmanagement).

Entscheidender Erfolgsfaktor und Mehrwert gegenüber der klassischen Verkehrsplanung ist, dass Mobilitätsberater proaktiv in Unternehmen und Einrichtungen die Gestaltungsprozesse initiieren und begleiten und die Maßnahmen auf die konkrete Einrichtung und auf die Bedürfnisse ihrer Beschäftigten, Besucher und Lieferanten zugeschnitten sind.

Aufgabe des Landes Hessen sollte es sein, nach erfolgreichen Vorbildern in Großbritannien und den Niederlanden dafür zu sorgen, dass Mobilitätsberater tätig werden und Beratungszentren eingerichtet werden. In Unternehmen und Einrichtungen initiieren sie die integrierte Mobilitätsplanung und unterstützen sie durch Koordination, Moderation und Beratung. Die Umsetzung der integrierten Mobilitätsgestaltung in Landesverwaltung und angeschlossenen Behörden hat zusätzlich zum direkten Nutzen auch Vorbildcharakter und stärkt die Glaubwürdigkeit der Landespolitik. Analoge Maßnahmen in Schulen und Kindertagesstätten (z.B. „Walking Bus“, Elternhaltestelle) fördern ein umweltfreundliches Verkehrsverhalten von Kindesbeinen an.

Die Maßnahme kann stark unterstützt werden durch die normative Verankerung von unternehmens- und einrichtungsbezogenen Mobilitätsplänen sowie durch die Befreiung von Stellplatzpflichten bei Umsetzung von Maßnahmen zur Förderung von ÖV und Rad- und Fußgängerverkehr.

V 2 Effiziente Fahrweisen fördern

Durch Schulungen und Kurse für Führerscheininhaber werden diese befähigt, ihr Kraftfahrzeug kraftstoffsparend zu betreiben. Die Lerninhalte umfassen Fahrzeugausstattung (z.B. Verwendung von Leichtlaufölen, richtiger Reifendruck) und das Führen des Fahrzeugs (niedrigtouriges und vorausschauendes Fahren). Die professionell und mit anerkannten

Curricula durchgeführten Kurse umfassen sowohl die theoretische Vermittlung der Sachverhalte als auch praktische Fahrbegleitung.

Zielgruppe sind sowohl Privatpersonen als auch Berufskraftfahrer und Vielfahrer. Die Kurse adressieren an das Kostenbewusstsein und vermitteln Fahrtechniken, welche nicht zu Komforteinbußen oder Minderungen der Reisegeschwindigkeiten führen.

Aufgabe des Landes sollte es sein, die Zugangsschwelle für die Zielgruppen durch Marketing (u.a. Anerkennung als berufliche Fortbildung) und durch Bezuschussung der Kurse zu senken. Das Land könnte im Gesetzgebungsverfahren darauf hinwirken, dass bei Teilnahmen an Kursen u.a. das Punktestrafkonto reduziert wird. Flankierende Maßnahmen in der Landesverwaltung können beispielsweise verpflichtende Kurse für Bedienstete mit dienstlichen Kfz-Fahrten oder interne Sprintsparwettbewerbe sein.

V 3 Landesforschung Mobilität

Durch Forschungsinitiativen und Forschungsförderung des Landes Hessen in den Feldern:

- Energieeffiziente Antriebstechnologien und Betriebsweisen (z.B. marktfähige Kfz-Antriebstechniken, Flugverfahren),
- Wirksame Verhaltensbeeinflussung (z.B. Längsschnittstudien zur Nachhaltigkeit verhaltensbeeinflussender Maßnahmen) und
- Anwendung ökonomischer Instrumente (z.B. gesamtwirtschaftliche und politische Wirkungen monetärer Steuerungsinstrumente)

soll der wissenschaftliche und technologische Stand der Erkenntnis vorangetrieben und die Realisierung innovativer emissionsmindernder Maßnahmen beschleunigt werden. Hierzu sind bestehende Forschungsinitiativen beispielsweise der EU zu nutzen. Mit den genannten Forschungsfeldern werden jene Handlungsfelder adressiert, in denen gegenwärtig die höchsten Potenziale zu erwarten sind.

Hinweis: V 11 Einsatz CO₂-emissionsarmer Fahrzeuge fördern

Die Förderung des Kaufs und der Nutzung CO₂-emissionsarmer Fahrzeuge ist im Kern der „Unterstützung weiterer Maßnahmen“ zuzuordnen und wird daher im dementsprechenden Abschnitt vorgestellt. An dieser Stelle sei aber bereits auf die Maßnahme verwiesen, da das Land bei der finanziellen Förderung des Kaufs von emissionsarmen Fahrzeugen und bei der landeseigenen Fahrzeugflotte zusätzlich auch eigenständig aktiv werden kann.

5.2.4.2 Fortführung bestehender Maßnahmen

Eine Reihe von Handlungsansätzen, die zur Minderung der CO₂-Emissionen beitragen, werden bereits vom Land Hessen verfolgt und haben sich bewährt. Diese Handlungsansätze sind fortzuführen und ggf. unter dem Aspekt des Klimaschutzes verstärkt voran zu treiben.

V 4 ÖPNV attraktiv gestalten

Fahrten im Öffentlichen Verkehr (ÖV) sind i. A. mit geringeren negativen Umweltwirkungen verbunden als Fahrten im motorisierten Individualverkehr (MIV). Klimapolitisches Ziel muss es daher sein, die Nutzung des ÖV zu stärken. Neben der Veränderung der Haltungen und Einstellungen der Verkehrsteilnehmer (vgl. Maßnahme V 1) ist ein attraktives ÖV-Angebot zwingende Voraussetzung für eine stabile ÖV-Nutzung als Alternative zum MIV.

Zur Stärkung des ÖPNV (Öffentlicher Personen-Nahverkehr) und der Verringerung der negativen Umweltwirkungen im Verkehr werden bereits mit Erfolg folgende Maßnahmen mit Unterstützung des Landes Hessen in unterschiedlichem Maße umgesetzt bzw. sind geplant:

- Ausbau der Infrastruktur und des Bedienungsangebotes (Neu- und Ausbau, Erneuerung von Strecken, Stationen, Verknüpfungsanlagen, Linien, Fahrtenfolge, Bedienungszeiträume)
- Einsatz moderner, attraktiver und emissionsarmer Fahrzeuge, insbesondere Busse.
- Landesweite Umsetzung des integralen Taktfahrplans
- Maßnahmen zur Steigerung von Effizienz und Zuverlässigkeit des Betriebs (Busspuren, Haltestellenkaps, Lichtsignalanlagen (LSA)-Vorrangschaltungen, Rechnergestützte Betriebsleitsysteme (RBL-Systeme))
- Zielgruppenorientierte Tarifgestaltung und niedrighschwelliges Vertriebssystem (z.B. Job-Tickets und Semester-Tickets, E-Ticketing, bedienungsfreundliche Automaten)
- Zielgruppenorientierte und individuelle Information
- Differenzierte und flexible Bedienungsformen in Zeiten und Räumen schwacher Nachfrage (z. B. AST, Ruf-Bus).

Diese Maßnahmen sind künftig fortzusetzen. Maßnahmenansätze, deren Realisierung noch am Anfang steht (z. B. integrierte RBL-Systeme, Ticketing und Vertrieb, differenzierte Bedienungsformen), sind verstärkt voranzutreiben.

V 5 Effiziente Fahrzeugnutzung fördern

Charakteristisch für die Nutzung von Pkw sind vergleichsweise geringe Besetzungsgrade von ca. 1,3 Personen pro Pkw. Verkehrszweckabhängig liegt der Besetzungsgrad sogar darunter (im Berufsverkehr z.B. unter 1,1).

Durch Maßnahmen zur Förderung von Fahrgemeinschaften kann die Effizienz der Pkw-Nutzung verbessert werden. Wesentliche Handlungsansätze sind

- die Vermittlung von Fahrgemeinschaften (vgl. „Pendlernetz Rhein-Main“)
- die Schaffung von Fahrgemeinschafts-Umsteigeparkplätzen („Parken + Mitfahren“).

Beide Ansätze werden bereits verfolgt. Insbesondere das „Pendlernetz“ kann in Kombination mit Maßnahme V 1 enger geknüpft und gestärkt werden. Laufende Projekte zu „Parken + Mitfahren“ sind fortzuführen und zu ggf. auszuweiten.

V 6 Verkehrsleitsysteme ausbauen

Dynamische Leitsysteme, „intelligente“ Verkehrssteuerung und individuelle Dienste verbessern den Verkehrsfluss und tragen zu einer besseren Nutzung der Kapazitäten bei. Sie können aber auch zu einer Verringerung der Fahrleistungen (z.B. Vermeidung von Umwegfahrten und Parksuchverkehr) und zur Verlagerung auf den Öffentlichen Verkehr bzw. Schienenverkehr beitragen (Bessere Informationen über das ÖV-Angebot, Stauinformationen verbunden mit Informationen zum ÖPNV-Angebot).

Bei einem Telematikdienst für Pkw-Besitzer besteht jedoch auch die Gefahr eines negativen Nettoeffekts für die Umwelt (z.B. kann Verflüssigung Stau reduzieren, aber zu verstärkter Nutzung des MIV führen), so dass sogar eine Erhöhung der CO₂-Emissionen die Folge ist. Integrierte Verkehrsmanagementsysteme dagegen orientieren sich am Gesamtnutzen für die Gesellschaft und sind somit unter dieser Prämisse für die Lenkung, Steuerung und Navigation der gesamten Verkehrsströme optimiert.

Die bestehenden Systeme (insbesondere Verkehrsbeeinflussungsanlagen, Wechselwegweisung) sind auszuweiten und die in Erprobung und Aufbau befindlichen Systeme (z.B. COX, Diana) sind verstärkt einzuführen.

V 7 Siedlungs- und Verkehrsplanung integrieren

Die Verkehrsnachfrage und damit auch das Verkehrsaufkommen hängen stark von Art, Maß und Verteilung der Nutzungen im Raum ab. Desintegrierte Nutzungen (räumliche Trennung von Wohnen und Arbeiten) erfordern mehr Verkehr als integrierte Nutzungen. Disperse Siedlungsstrukturen in der Fläche erfordern eher Individual-Verkehrsmittel als punkt- und bandförmige Strukturen, die mit ÖPNV-Angeboten günstig bedient werden können.

Die Siedlungsentwicklung in Hessen muss daher aus klimapolitischen Gründen stärker auf verkehrsarme und ÖPNV-affine Strukturen ausgerichtet werden.

Die hierzu im Landesentwicklungsplan und in den Regionalplänen bereits bestehenden Ziele sind in der Praxis verstärkt durchzusetzen und als wesentlicher Abwägungsgegenstand heranzuziehen. Bei einigen Branchen ist die Verlagerung der Arbeitsplätze in die Wohnung als auch die Nutzung leer stehender Büro- und Gewerbeimmobilien zu Wohnzwecken in Zukunft verstärkt denkbar. Als Instrument kann die Berücksichtigung der durch neue und veränderte Nutzungen entstehenden Verkehrsaufwände in der Bauleitplanung herangezogen werden.

V 8 *Wirtschaftsverkehr optimieren*

Der Güterverkehr weist einen steigenden Anteil an den CO₂- wie auch an anderen Umweltbelastungen auf. Der Schienenverkehr hat in einigen Bereichen (Massengüter, größere Transportweiten) wesentliche Umweltvorteile gegenüber dem Lkw-Verkehr. Fehlende direkte Zugänge von Firmen zum Schienennetz als auch komplizierte kosten- und zeitaufwändige Umladevorgänge können u. a. dazu führen, dass auch bahnaffine Güter nicht auf der Schiene transportiert werden. Um diese Nachteile zu verringern, wurden und werden folgende Maßnahmen des Landes ergriffen bzw. geplant:

- Aufrechterhaltung bzw. Instandsetzung von Industrie-Gleisanschlüssen
- Durchführung/Finanzierung von Modellprojekten des regionalen Schienenverkehrs
- Durchführung/Finanzierung von Modellprojekten zum Kombinierten Verkehr, z.B. einfaches Umladen ohne Umladeeinrichtungen (Bsp.: Abrollcontainer-Transportsystem (ACTS-System), Cargo-Domino)
- Unterstützung beim Aufbau verkehrsträgerübergreifender Logistikzentren (z.B. ländlicher Raum, Stadtlogistikzentren)

Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, dass das Wirtschaftsverkehrsgeschehen stark von den Interessen der verladenden Wirtschaft und des Transportgewerbes geprägt ist und verkehrs- und klimapolitisch erwünschte Maßnahmen nur mit hohem Koordinations- und Moderationsaufwand umzusetzen sind. Angesichts der erwarteten Wachstumsraten im Wirtschaftsverkehr und dessen hohen Anteils an den CO₂-Emissionen erscheint es aber unverzichtbar, die Bemühungen fortzusetzen. Als neue Handlungsansätze kommen in Frage:

- Initiierung und Unterstützung von Frachtbörsen
- Berücksichtigung umweltfreundlicher Transportweisen (z.B. Abfallbeseitigungsanlagen, Baustofftransporte) bei öffentlichen Aufträgen und Genehmigungen.

5.2.4.3 Unterstützung weiterer Maßnahmen

Neben den bereits genannten Maßnahmen, bei denen das Land Hessen selbst durch finanzielle Förderung und Normgebung aktiv werden kann, gibt es eine Reihe emissionsmindernder Maßnahmen, die außerhalb der Handlungskompetenzen des Landes

liegen. Gleichwohl kann und sollte das Land durch unterstützende politische Aktivitäten auf nationaler und europäischer Ebene initiativ werden.

V 9 Wettbewerbsvorteile des Luftverkehrs abbauen

Der Wettbewerb zwischen den Verkehrsmitteln ist durch die Freistellung der Flugscheine von der Umsatzsteuer sowie die Mineralölsteuerbefreiung von Kerosin verfälscht. Wegen der internationalen Ausrichtung des Flugverkehrs mit entsprechenden Wirkungen und Abkommen ist eine direkte Einflussnahme des Landes auf den Flugverkehr kaum möglich. Über die festgelegten Beteiligungsverfahren kann das Land Initiativen der EU, wie derzeit die Bestrebungen, den Luftverkehr in den Emissionshandel einzubeziehen, unterstützen.

V 10 Zersiedlungsfördernde Subventionen abbauen

Die verkehrssteigernde Trennung von Wohn- und Arbeitsort wird z. T. unter anderem durch die steuerliche Begünstigung von Arbeitswegen („Pendlerpauschale“) begünstigt. Das Land Hessen soll darauf hin wirken, diese Subventionen insgesamt abzubauen oder aber sie zumindest an Bedingungen zu binden, welche zu einer klimaschonenderen Verkehrsabwicklung beitragen.

V 11 Einsatz CO₂-emissionsarmer Fahrzeuge fördern

Maßgebend für die CO₂-Emissionen ist die Flottenzusammensetzung der betriebenen Fahrzeuge. Klimapolitisches Ziel muss es sein, möglichst rasch eine Flottenerneuerung mit möglichst CO₂-emissionsarmen Fahrzeugen zu erreichen.

Das Ziel einer emissionsarmen Neuwagenflotte wurde durch die Selbstverpflichtung der Automobilindustrie bislang nicht erreicht. Hier erscheint vor allem die Einführung von CO₂-Grenzwerten auf europäischer und nationaler Ebene als notwendiger Pfad zur Reduzierung der Flottenemissionen.

Neben dem Marktangebot an Fahrzeugen müssen aber auch entsprechende Kaufanreize für die Endverbraucher geschaffen werden. Instrumente hierfür sind

- die Herstellung des CO₂-Bezugs bei der Kfz-Steuer-Bemessung,
- die Angleichung der Mineralölsteuer für Otto- und Dieselmotoren,
- die finanzielle Förderung des Kaufs von emissionsarmen Fahrzeugen.

Während die beiden erstgenannten Punkte im Handlungsrepertoire des Bundes liegen, kann das Land selbständig bei der Förderung der Neuanschaffung von Fahrzeugen mit geringen CO₂-Emissionen tätig werden. Denkbar ist beispielsweise ein Kaufpreiszuschuss von bis zu 1.000 € in Abhängigkeit der Unterschreitung der CO₂-Emissionen des Flottendurchschnitts von Neuwagen.

Flankierend muss durch interne Maßnahmen sichergestellt werden, dass bei der Fahrzeugbeschaffung des Landes und der nachgeordneten Behörden die CO₂-Emissionen

als maßgebendes Kriterium herangezogen werden und eine klimafreundliche Landes-Fahrzeugflotte nach außen Maßstäbe setzt.

In Tabelle 10 sind alle untersuchten Maßnahmen im Bereich Verkehr zusammengefasst dargestellt.

Tabelle 10: Zusammenfassende Übersicht der Maßnahmen im Verkehr

Nr.	Maßnahmen	Minderungspotenzial in 2012 [t CO ₂]	Volkswirtschaftliche Vermeidungskosten [€/t CO ₂]	Akteure	
				Initiator / Koordinator	Beteiligte
Neue Maßnahmeninitiativen					
V 1	Mobilitätsmanagement in Unternehmen	24,000	1367	Land Hessen	Unternehmen
V 2	Effiziente Fahrweise	93,270	46	Land Hessen	
V 3	Landesforschung Mobilität	nicht quantifizierbar	k.A.	Land Hessen	Initiatoren von Forschungsprogrammen (Bund, EU, Stiftungen) Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen der hessischen Industrie und der hessischen Hochschulen.
Fortführung bestehender Maßnahmen					
V 4	ÖPNV attraktiv gestalten	Erhalt des Status quo	k.A.	Land Hessen	Initiatoren von Forschungsprogrammen (Bund, EU, Stiftungen) Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen der hessischen Industrie und der hessischen Hochschulen.
V 5	Effiziente Fahrzeugnutzung (P+R)	57,830	-106	Land Hessen	Straßenbaulastträger, Straßenverkehrsbehörden, Unternehmen/Arbeitgeber
V 6	Verkehrssysteme ausbauen	31,700	310	Land Hessen	
V 7	Siedlungs- und Verkehrsplanung integrieren	nicht quantifizierbar	k.A.	Land Hessen	
V 8	Optimierung des Güterverkehrs	68,650	318	Land Hessen	
Unterstützung weitere Maßnahmen					
V 9	Abbau von Wettbewerbsvorteilen für den Flugverkehr	nicht quantifizierbar	k.A.	Land Hessen, Bund, EU	Internationale Organisationen im Flugverkehr (ICAO)
V 10	Zersiedlungsfördernde Subventionen abbauen	nicht quantifizierbar	k.A.	Land Hessen, Bund, EU	
V 11	Bezuschussung emissionsarmer Fahrzeuge	10,700	240	Land Hessen	
Summe		286,150			

5.3 Ausgewählte Querschnittsmaßnahmen

Querschnittsmaßnahmen sind nicht einem einzelnen Sektor zuzuordnen, sondern betreffen viele Sektoren mit unterschiedlichen Adressaten und Akteuren sowie unterschiedliche Handlungsfelder. Die übergreifenden Maßnahmen sind auch vor dem Hintergrund der Emissionssituation in Hessen sinnvoll, da Hessen, wie die Schweiz, etwa 45 Millionen Tonnen jährlich emittiert. Die im Folgenden vorgestellten Querschnittsmaßnahmen stellen zum Teil wichtige Ansatzpunkte dar, über die die Landesregierung – nicht nur im Interesse des Klimaschutzes, sondern auch der hessischen Wirtschaft – auf die Klimaschutzpolitik des Bundes oder sogar der EU Einfluss nehmen kann.

Q 1 Initiative Hessens zur Neuregelung des Emissionshandels im Bundesrat

Die Maßnahme ist in vier Einzelinitiativen aufgeteilt. Diese zielen darauf ab, das EU-Emissionshandelssystem auf andere Sektoren (Flugverkehr, Q1a) auszuweiten, Ineffizienzen durch Regulierungsüberlagerungen mit anderen klimapolitischen Instrumenten zu identifizieren (Q 1b) sowie den Emissionshandel zu entbürokratisieren und transparenter zu machen (Abschaffung von Sonderregelungen Q 1c, Einführung einer Bagatellgrenze für Kleinanlagen Q 1d). Inzwischen hat sich auch die große Koalition aus CDU/SPD dafür ausgesprochen, die EU-Kommission bei der angemessenen Einbeziehung des Flugverkehrs in den Emissionshandel zu unterstützen (vgl. CDU, CSU und SPD 2005). Zudem hat sie sich das Ziel gesetzt, den Emissionshandel ökologisch und ökonomisch effizienter zu gestalten und das Zuteilungssystem transparenter und unbürokratischer zu machen. Die Herausnahme von Kleinanlagen wird ebenfalls erwogen (soweit euoparechtlich möglich).

Für die Landesregierung entstehen durch die Umsetzung der Maßnahme Q 1 keine direkten Budgeteffekte. Konkret besteht Q1 aus den vier folgenden Initiativen Hessens zur Neuregelung des Emissionshandels im Bundesrat bzw. zur Überprüfung bestehender Regelungen:

Q 1a: Unterstützung der Initiative der EU-Kommission zur Ausweitung des Emissionshandels auf andere Sektoren, konkret auf den Luftverkehr

Wesentlich für das Funktionieren des Emissionshandels ist ein ausreichendes Maß an Marktliquidität. Um diese zu erhöhen, sollte der Emissionshandel auf weitere Sektoren ausgeweitet werden (Flugverkehr etc.). Auch die Verknüpfung des EU-Emissionshandelssystems mit anderen internationalen Handelssystemen sollte vorangetrieben werden.

Die Emissionen des Luftverkehrs sollten aufgrund ihres Zuwachses (die EU-Emissionen internationaler Flüge stiegen von 1990 bis 2003 um 73%) und ihrer überdurchschnittlichen Klimawirkung mit im Zentrum einer zukünftigen Klimapolitik stehen. Der EU-Luftverkehr hatte im Jahr 2002 einen Emissionsanteil von ca. 3%; ein Anstieg auf 6% bis zum Jahr 2012 wird erwartet. Dem Flugverkehr in Hessen können ca. 44,6 Mio. t CO₂-Emissionen zugeordnet werden (mit 20% Regel).

Grundsätzlich bietet sich die Ausweitung des Emissionshandels auf die Emissionen des Luftverkehrs an, um so vorhandene Vermeidungspotenziale ausschöpfen und Effizienzgewinne maximieren zu können und um Wettbewerbsverzerrungen zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern (Schiene, Straße, Luft, Schifffahrt) abzubauen.

In der Mitteilung der EU-Kommission vom 27.9.2005 zur Verringerung der Klimaauswirkungen des Luftverkehrs (EU-Kommission, 2005) spricht sich die Kommission für die Einbeziehung des Luftverkehrs in das EU-Emissionshandelssystem aus und zielt darauf ab zum Ende des Jahres 2006 einen Vorschlag für einen entsprechenden Rechtsakt vorzulegen. Die Kommission setzt hierzu im Rahmen des Europäischen Programms zur Klimaänderung (ECCP) eine Arbeitsgruppe Luftverkehr ein, die die Möglichkeiten einer Einbeziehung des Luftverkehrs in das EU-Emissionshandelssystem prüfen soll. Der Vorschlag der EU-Kommission sieht vor, dass EU- und nicht-EU-Luftfahrtunternehmen auf den in das System einbezogenen Strecken gleich behandelt werden. Signifikante Wettbewerbsnachteile für EU-Luftfahrtunternehmen sind somit nicht wahrscheinlich.

Q 1b: Aufforderung an die Bundesregierung zur Überprüfung des Zusammenwirkens des Emissionshandels mit anderen klimapolitischen Instrumenten wie dem EEG, der Ökosteuern und dem KWK-Gesetz

Mit dem Emissionshandelssystem ist ein mengenbasiertes kosteneffizientes Klimaschutzinstrument im Bereich der energieintensiven Industrie implementiert worden. Aus rein klimapolitischen Gründen sind weitere preis- oder mengenbasierte Instrumente (Ökosteuern, EEG, KWK-Gesetz), die auf die am Emissionshandel betroffenen Unternehmen wirken, nicht notwendig. Sie können tendenziell zu Doppelbelastungen bei den betroffenen Unternehmen sowie zu kontraproduktiven Effizienzverlusten bei der Erreichung der gesetzten klimapolitischen Zielvorgabe führen. Eine Abschaffung der Ökosteuern für die am Emissionshandel beteiligten Unternehmen erscheint somit angebracht. Bedenkt man jedoch, dass das EEG- und KWK-Gesetz auch technologiepolitische Zielsetzungen (z.B. Markteinführungshilfe) verfolgen, kann ein Nebeneinander von EEG und KWK-Gesetz einerseits sowie Emissionshandel andererseits dennoch gerechtfertigt werden. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass der nationale Allokationsplan entsprechend angepasst wird (das heißt, dass die mit dem zukünftigen Ausbau der erneuerbaren Energien zu erwartenden CO₂-Reduktionen in der Zuteilung berücksichtigt werden) und das EEG-Gesetz stärker auf die Funktion der Markteinführung und der Forschungs- und Entwicklungsförderung zugeschnitten wird.

Die Landesregierung kann durch die Maßnahme darauf hinwirken, dass Ineffizienzen und Doppelbelastungen im Instrumentenmix zunächst erkannt und dann Schritte zu deren Beseitigung eingeleitet werden.

Q 1c: Aufforderung an die Bundesregierung zur Überprüfung der Sonderregelungen im deutschen Allokationsplan bzw. Zuteilungsgesetz (im Vorfeld der Verabschiedung des Allokationsplans für die zweite Handelsperiode bis Mitte 2006)

Im Zuteilungsgesetz für die erste Handelsperiode (ZuG 2007) gibt es eine Reihe von Sonderregelungen, welche zu einer breiten Streuung der anlagenspezifischen Minderungsanforderungen führen (siehe Abbildung 19). Sonderregelungen zielen z.B. darauf ab, dass Klimaschutzmaßnahmen der Vergangenheit (Early Actions) nicht wesentlich schlechter gestellt werden als solche, die erst mit dem Emissionshandel durchgeführt werden (§12 ZuG). Sie dienen auch der Standortsicherung von Unternehmen mit prozessbedingten Emissionen, z.B. der Stahl- oder der Glasindustrie, (§13 ZuG). Ferner gibt es Sonderregelungen für Anlagen mit Kraft-Wärme-Kopplung (§14 ZuG) und bei Einstellung des Betriebs von Kernkraftwerken (§15 ZuG). Es gibt außerdem noch eine Härtefallregelung (§7 Abs. 10 ZuG) für Anlagen, die aufgrund besonderer Umstände eine untypisch geringe Auslastung in der Basisperiode aufweisen und für die eine Zuteilung auf der Basis historischer Emissionen zu erheblichen Nachteilen führen würde.

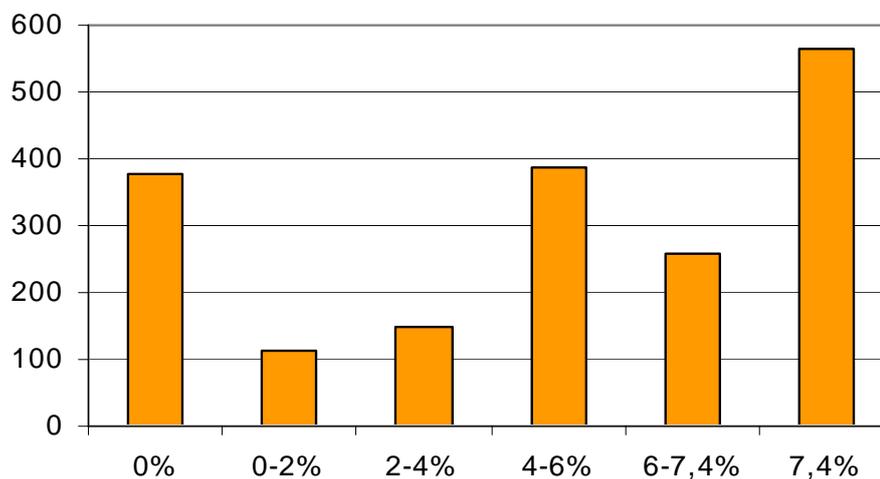


Abbildung 19: Anzahl der Anlagen mit entsprechender Minderungsanforderung (Quelle: DEHST)

Die vermeintlichen Ziele der Sonderregelungen, nämlich Kompensation, Vermeidung negativer Wettbewerbseffekte, Einzelfallgerechtigkeit und Effizienz, werden nach einer ersten Einschätzung nur teilweise bzw. gar nicht erreicht. An den Sonderregelungen kann zudem kritisiert werden, dass sie die gesetzlichen Vorgaben verkomplizieren. Zudem führen sie bei einem vorgegebenen Gesamtbudget an Emissionsrechten dazu, dass andere Anlagen benachteiligt werden. Die Landesregierung kann sich dafür einsetzen, dass die Sonderregelungen auf ihre Praktikabilität und Wettbewerbseffekte hin überprüft und gegebenenfalls geändert werden.

Q 1d: Initiative zur Einführung einer Mindestgrenze für Kleinanlagen (< 25.000 t CO₂ pro Jahr)

Bisher wird die Bagatellgrenze im Emissionshandel durch die Feuerungsleistung einer Anlage festgelegt (z.B. 20 MW) und nicht durch die emittierte CO₂-Menge. Zu erwägen wäre es, eine emissionsbezogene Bagatellgrenze einzuführen.

Die Anlagen, die bis zu 25.000 t CO₂ pro Jahr emittieren, machen bundesweit ca. 53% aller am Emissionshandel teilnehmenden Anlagen aus, jedoch nur 1,9% der vom Emissionshandel erfassten CO₂-Emissionen (dies sind in der Regel Anlagen des Mittelstands). Angesichts des relativ hohen Verwaltungsaufwands für Kleinanlagen durch den Emissionshandel (Transaktions-, Personalkosten) wäre es deshalb im Sinne einer Kosten-Nutzen-Rechnung zu erwägen, für die zweite Handelsperiode eine Mindestgrenze einzuführen, unterhalb derer die Unternehmen nicht am Emissionshandel teilnehmen müssen. Die hessische Landesregierung könnte über eine Initiative auf Bundesebene darauf hinwirken, dass eine Mengengrenzung für Kleinanlagen eingeführt wird. Abbildung 20 zeigt, dass in Hessen die Anzahl der durchschnittlichen Emissionsrechte pro Anlage unter der Hälfte des Bundesdurchschnitts liegt. Hessen würde somit besonders von der Umstellung der Bagatellgrenze profitieren.

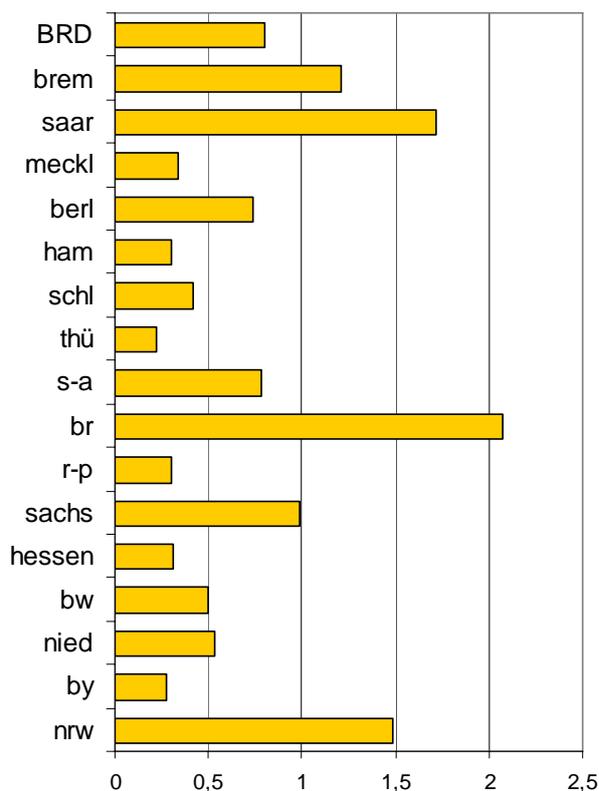


Abbildung 20: Emissionsberechtigungen pro Anlage (Mio.)

Q 2 Förderung, Weichenstellung von JI, CDM Projekten mit Möglichkeiten des Technologietransfers hessischer Unternehmen

Diese Maßnahme beabsichtigt, den projektbasierten Emissionshandel zwischen hessischen Unternehmen und Entwicklungsländern ohne Emissionsbegrenzungen (CDM-Projekte) sowie anderen Unternehmen aus Industrieländern (JI-Projekte) zu fördern. Die Unternehmen können derzeit Emissionsgutschriften erwerben, indem sie entweder selbst in eigene Klimaschutzprojekte im Ausland investieren oder sich an einem Klimaschutzfonds beteiligen. Beide Strategien dienen der Erschließung von (gegenüber den heimischen Möglichkeiten) kostengünstigeren Emissionsminderungspotenzialen sowie dem Technologietransfer. Da CERs aus CDM-Projekten zudem dem Banking zugänglich sind, stellt der Erwerb von CERs ein Instrument zur Risikostreuung bei den unter den EU-Emissionshandel fallenden Unternehmen dar. Über direkte Investitionen im Ausland lassen sich auch neue Absatzmärkte erschließen.

Die Maßnahme zielt darauf ab, über gezielte Informationsveranstaltungen die Vorteile von CDM und JI Projekten in hessischen Unternehmen stärker zu kommunizieren, deren Einsatzpotenziale bekannt zu machen, Möglichkeiten zur Senkung von Transaktions- und Risikokosten bei der Durchführung und Anerkennung der Emissionsminderungen aufzuzeigen und den Aufbau von CDM-Know-how zu unterstützen.

Ein Schwerpunkt wird auf die Vermittlung von Informationen zu Klimaschutzfonds (z.B. KfW-Klimaschutzfonds) gelegt. Gegenüber eigenen JI/CDM-Maßnahmen haben Klimaschutzfonds den Vorteil, dass sie

- Transaktionskosten senken,
- durch Portfoliobildung Risiken reduzieren (diese Risiken können - nicht zuletzt aufgrund bürokratischer Prozesse - zum Teil noch als prohibitiv hoch eingestuft werden),
- Preissicherheit bieten, sofern langfristige Abnahmeverträge zu fixen Preisen mit den Lieferanten der Emissionsgutschriften eingegangen werden,
- vom spezialisierten Know-how der Fondsmanager profitieren.

Eigene JI/CDM-Maßnahmen sind derzeit eher für solche Unternehmen attraktiv, die im Rahmen ihrer Unternehmensstrategie neue Märkte im Ausland erschließen möchten. Für Unternehmen, die nicht im Ausland aktiv werden möchten, eignen sich vorrangig Beteiligungen an Klimaschutzfonds.

CDM und JI Projekte sind Instrumente zur Umsetzung von Klimaschutzprojekten in Industrie- und Entwicklungsländern. Da für die im Ausland erzielten Emissionsminderungen im Rahmen eines Zertifizierungsprozesses durch den Executive Board des UN-Klima-Sekretariats Emissionsgutschriften erstellt werden, welche ab 2005 (CDM) bzw. 2008 (JI) in EU-Emissionsrechte umgetauscht werden können, dienen die projektbasierten

Mechanismen vor allem der Kostenreduktion bei den vom Emissionshandel betroffenen Unternehmen. Weitere Ziele sind ein (einer nachhaltigen Entwicklung im Ausland zuträglicher) Technologietransfer sowie die Erschließung neuer Absatzmärkte für Klimaschutztechnologien.

Die derzeitige Situation auf dem CDM-Markt zeichnet sich durch eine Konzentration auf wenige Entwicklungs- und Schwellenländer (Argentinien, Brasilien, Indien, Südkorea) aus sowie auf die folgenden Technologien: N₂O-Zerlegung, Deponiegasauffang, HFKW-Zerlegung, Strom aus Biomasse, Wasserkraft (siehe Michaelowa 2005). Die Potenziale und Kosten von CDM-Maßnahmen im Energiesektor von 24 Nicht-Annex I Ländern wurden in einer ECN-AED-SEI Studie (ECN-AED-SEI 1999) abgeschätzt und anschließend auf alle Nicht-Annex I Länder extrapoliert: Demnach sind in den Nicht-Annex I Staaten im Jahr 2010 rund 2,25 Gt CO₂-Äquivalent zu einem Preis von 50 US\$/t CO₂-Äquivalent oder weniger umsetzbar. Bis 1,6 Gt können zu 6 US\$/t CO₂ oder weniger erschlossen werden. Insgesamt liegen die Vermeidungskosten im Bereich von -50€/t CO₂ und 50€/t CO₂.

Die Maßnahme zielt darauf ab, hessische Unternehmen zur Investition im Rahmen des CDM bzw. zur Beteiligung an Klimaschutzfonds zu motivieren. Die Unternehmen erhalten dadurch Emissionsgutschriften für die zweite Phase des EU-Emissionshandelssystems. Durch die Maßnahme wird ein Technologie- und Finanztransfer in Entwicklungs- und Transformationsländern in Gang gesetzt.

Mögliche Akteure dieser Maßnahme sind die Landesregierung, vom Emissionshandel betroffene Unternehmen, Anbieter von Klimaschutztechnologien und die KfW.

Q 5 *Einrichtung eines Klimaschutzfonds*

Die Maßnahme erwägt die Einrichtung eines hessischen Klimaschutzfonds. In diesen können Unternehmen einzahlen, um kostengünstige Emissionsgutschriften aus Projekten in Entwicklungs- und Industrieländern zur Erfüllung ihrer Verpflichtungen im Rahmen des europäischen Emissionshandelssystems zu erwerben. Angesichts dessen, dass bereits etablierte Klimaschutzfonds existieren, welche auch von den hessischen Unternehmen genutzt werden können, erscheint die Einrichtung eines eigenen Klimaschutzfonds in Hessen jedoch als nicht effizient. Sinnvoller wäre es, über Informationsmaßnahmen die Unternehmen zur Teilnahme am bestehenden KfW-Klimaschutzfonds zu motivieren (siehe Q 2).

Dennoch soll im Folgenden kurz auf die Möglichkeiten eines hessischen Klimaschutzfonds eingegangen werden. Das grundsätzliche Ziel, hessischen Unternehmen (insbesondere KMU), welche selbst nicht im Ausland investieren wollen, einen leichteren Zugang zum Markt der flexiblen Mechanismen zu ermöglichen und diese somit bei der Beschaffung von Emissionsgutschriften aus CDM- und JI-Projekten zu unterstützen, ist zu begrüßen. Alle Maßnahmen der Landesregierung, welche Transaktionskosten senken und Risiken

reduzieren, sind somit vorteilhaft. Die Treibhausminderungspotenziale und Kosten von CDM-Maßnahmen im Energiesektor wurden bereits in Q 2 beschrieben.

Die KfW Bankengruppe hat in Abstimmung mit dem Bund Ende Juni 2004 einen deutschen Klimaschutzfonds eingerichtet. Bis jetzt (Stand 7.11.2005) hat der Klimaschutzfonds insgesamt 80 Mio. € für den Kauf von Emissionsgutschriften zur Verfügung (ursprüngliche Zielgröße waren nur 50 Mio. €). Mehr als 20 Unternehmen haben in den Fonds bisher eingezahlt. Davon stammen 75% aus Deutschland. Der Rest sind Unternehmen aus Österreich, Luxemburg und Frankreich. Die meisten Teilnehmer sind aus der Branche der Energieerzeuger, aber auch Chemie- und Zementunternehmen sowie Banken zahlen in den Fonds ein. Die KfW stellt für den Fonds eigene Mittel in Höhe von 10 Mio. € bereit. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) und die KfW Bankengruppe haben zudem am 16.9.2005 einen Vertrag unterzeichnet gemäß dem sich die Bundesregierung mit 4 Mio. € an dem Klimaschutzfonds der KfW beteiligt.

Ein hessischer Klimaschutzfonds könnte ähnlich dem KfW-Klimaschutzfonds organisiert werden. Der KfW-Klimaschutzfonds läuft nach folgendem Verfahren ab:

1. Unternehmen schließen mit der KfW-Bankengruppe eine Vereinbarung in Form eines Geschäftsbesorgungsvertrags über die Höhe ihres maximalen Engagements ab.
2. Auf der Basis transparenter Vergabeverfahren wählt die KfW Vorhaben aus, aus denen Emissionsgutschriften beschafft werden sollen.
3. Die ausgewählten Vorhaben werden dann von der KfW-Bankengruppe durch den Genehmigungsprozess bei den internationalen Institutionen begleitet.

Nach erfolgter Genehmigung erwirbt die KfW treuhänderisch für die auftraggebenden Unternehmen die zertifizierten Emissionsgutschriften, ruft die entsprechenden Beiträge zur Bezahlung bei den Auftraggebern ab und verteilt die Gutschriften gemäß deren Engagement.

Die potenziellen Akteure der Maßnahme Q 5 sind Banken mit Erfahrung in der internationalen Projektfinanzierung und Entwicklungszusammenarbeit sowie hessische Unternehmen und Institutionen. Erforderliche Handlungsschritte bei der Einrichtung eines hessischen Klimaschutzfonds bestehen in der Aus- und Weiterbildung der Mitarbeiter der als Treuhänder fungierenden Bank. Informationsveranstaltungen zu den Kyoto-Mechanismen können helfen, insbesondere KMU zur Nutzung der flexiblen Mechanismen zu motivieren.

Wie jedoch bereits bemerkt, erscheint die Einrichtung eines eigenen Klimaschutzfonds in Hessen als nicht sinnvoll. Angesichts dessen, dass der mit der Durchführung von CDM und JI-Projekten verbundene Prozess sehr bürokratisch und risikobehaftet und eine zukünftige Entbürokratisierung eher unwahrscheinlich ist, wird das Marktvolumen für diese Instrumente vermutlich in nächster Zeit nur sehr verhalten expandieren. Die Möglichkeiten für Privatbanken, sich im CDM/JI Geschäft zu engagieren, können ebenfalls als gering eingestuft werden.

5.4 Einordnung der CO₂-Minderungsmaßnahmen ins umweltpolitische Instrumentarium

In Tabelle 34 werden die im Rahmen von InKlim 2012 vorgeschlagenen CO₂-Minderungsmaßnahmen ins umweltpolitische Instrumentarium eingeordnet.

Gemäß der gängigen umweltökonomischen Literatur werden drei übergeordnete Instrumentenkategorien unterschieden: ordnungsrechtliche Instrumente, ökonomische Instrumente und „weiche Maßnahmen“ (eine kurze Charakterisierung dieser Instrumententypen findet sich in der untenstehenden Box, siehe hierzu auch Rennings et al. 1996). Eine vierte Kategorie erfasst Initiativen des Landes auf Bundes- bzw. EU-Ebene. Häufig beinhalten die Maßnahmen ganze Instrumentenbündel. Betrifft die Maßnahme eine Bundesratsinitiative oder eine Initiative auf EU-Ebene, wurde in Tabelle 34 zusätzlich bei dem entsprechenden Instrument (Emissionshandel, Kerosinsteuer etc.) ein Kreuz in Klammern (×) gesetzt.

Die Gruppe der ordnungsrechtlichen Instrumente wird unterteilt in Normen setzende Maßnahmen (z.B. Energiestandards, technische Qualitätsstandards) und Maßnahmen, welche das Verwaltungs- und Genehmigungsrecht bzw. die Genehmigungspraxis (Vollzug) betreffen. Die Gruppe der ökonomischen Instrumente umfasst Umweltabgaben (einschließlich Steuern und Gebühren), Emissionszertifikate, projektbasierte „Flexibilisierungsinstrumente“ wie CDM und JI und alle Formen monetärer Fördermaßnahmen (einschließlich Finanzierungshilfen für Infrastrukturmaßnahmen). Die Gruppe der „weichen“ Maßnahmen setzt sich zusammen aus Instrumenten der Information, Beratung (inklusive Weiterbildung und Schulungen), Koordination und Kooperation (z.B. Runde Tische) und der Motivation. Auch die freiwilligen Selbstverpflichtungen (FSV) werden hierzu gezählt.

Tabelle 34 verdeutlicht, dass zahlreiche Minderungsmaßnahmen in die Kategorie „monetäre Fördermaßnahmen“ sowie „informativische Instrumente“ fallen – hier besitzt das Land den größten umweltpolitischen Gestaltungsspielraum.

Exkurs: Charakterisierung umweltpolitischer Instrumente

Ordnungsrechtliche Instrumente

Die umweltökonomische Grundkritik an ordnungsrechtlichen Instrumenten wie Verbote und Verwendungsauflagen betrifft in erster Linie deren Einsatz im Bereich der Risikoversorge (z.B. Klimaschutz), wo es längerfristige Zielvorgaben umzusetzen gilt. Hier wird pauschalen, anlagenbezogenen und dem Verursacherprinzip nur teilweise entsprechenden Umweltauflagen (z.B. Grenzwerte und Technologievorgaben nach dem „Stand der Technik“) eine geringe Zielkonformität (bezogen auf ein Gesamtemissionsziel), ökonomische statische Ineffizienz sowie eine mangelnde Fähigkeit, das Eigeninteresse an ökologischen Innovationen zu mobilisieren, bescheinigt. Bei Berücksichtigung von Transaktionskosten, unvollkommenen Informationen und Aspekten der politischen Durchsetzbarkeit – können Auflagen allerdings auch Vorteile gegenüber preissteuernden Instrumenten aufweisen (vgl. Linscheidt 2000).

Ordnungsrechtliche Regelungen, beispielsweise aus dem Energiewirtschafts- oder Mietrecht, können auch dem Abbau bestehender administrativer und struktureller Hemmnisse dienen. Sie sind daher wichtige Instrumente, um neuen Umwelttechnologien den Marktzutritt zu erleichtern. Die vorgeschlagenen Maßnahmen (z.B. EE1) zielen zum Teil auch auf den Abbau von administrativen Hemmnissen im Bereich des bestehenden Verwaltungs- und Genehmigungsrechts bzw. der existierenden Genehmigungspraxis von Anlagen ab.

Ökonomische Instrumente

Ökonomische Instrumente ordnen im weiteren Sinn der Umweltnutzung einen Preis zu, an dem die Umweltnutzer dezentral ihre Handlungen ausrichten können. Hierzu zählen unter anderem Umweltabgaben, handelbare Zertifikate, projektbasierte Mechanismen und monetäre Förderinstrumente (Umweltsubventionen). Während die drei erstgenannten Instrumente verursachergerechte Internalisierungsstrategien darstellen, folgen die in der Praxis sehr verbreiteten Umweltsubventionen dem Gemeinlastprinzip.

Umweltabgaben: Umweltabgaben verteuern umweltbelastende Aktivitäten und lösen über eine Änderung der relativen Preise Substitutionsprozesse zugunsten weniger umweltbelastender Aktivitäten aus. Ein Vorteil von Umweltabgaben ist die Kosteneffizienz, dass heißt durch den Ausgleich der Grenzvermeidungskosten der individuellen Emittenten wird die gesamtwirtschaftliche Emissionsreduktion weitgehend zu minimalen Kosten erreicht. Zudem besteht ein permanenter Anreiz dazu, Innovationen durchzuführen, mittels derer die Restemissionen und damit die Steuerschuld weiter reduziert werden können. Unsicherheit besteht jedoch bei einem Abgabensystem hinsichtlich der ökologischen Zielerreichung: Informationsmängel bezüglich der gesamtwirtschaftlich aggregierten Grenzvermeidungskosten können dazu führen, dass der Steuersatz zu hoch bzw. zu niedrig angesetzt wird und es in Folge dessen zu einem Überschießen bzw. Unterschreiten des politisch gewollten Emissionsreduktionsziels kommt.

Emissionshandel: Beim Emissionshandel bestehen zwar keine Unsicherheiten hinsichtlich der

ökologischen Zielerreichung – hier bestimmt die ausgegebene Menge an Zertifikaten das Emissionsniveau –, aber hinsichtlich des Zertifikatepreises (letztere schränkt die Planungssicherheit der Unternehmen ein). Ebenso wie Umweltabgaben ermöglicht jedoch der Emissionshandel die kosteneffiziente Umsetzung eines gegebenen Emissionsreduktionsziels.

Projektbasierte Mechanismen: Das Kyoto-Protokoll sieht vor, dass Emissionsreduktionen aus privatwirtschaftlichen Projekten, welche den Bestimmungen der flexiblen Mechanismen „Clean Development Mechanismen (CDM)“ und „Joint Implementation (JI)“ entsprechen, zur Erreichung des nationalen Emissionsreduktionsziels beitragen können. Dabei werden Minderungszertifikate generiert, welche der Investor im EU-Emissionshandel nutzen kann. Da in der Regel die Grenzvermeidungskosten in Entwicklungs- und Schwellenländern geringer sind als in Industrieländern, lassen sich über CDM Projekte Emissionsreduktionen zu gesamtwirtschaftlich geringeren Kosten erzielen. Die potenziellen Effizienzgewinne können jedoch durch Transaktionskosten (Such- und Informations-, Verhandlungskosten etc.) und Risikokosten geschmälert werden, insbesondere bei Investitionen in politisch instabilen Ländern (vgl. Böhringer und Löschel 2002). CDM Projekte können darüber hinaus vielfältige positive Externalitäten ins Gastland mitbringen (Böhringer et al. 2003), so z.B. durch Technologie- und/oder Kapitaltransfer, Devisenersparnis oder Bildung von Humankapital. Zusätzliche Arbeitsplätze durch Investitionseffekte können entweder im Gast- oder im Investorland entstehen – je nachdem, wo die Technologie produziert wird. Positive Innovationseffekte sind vor allem im Gastland zu erwarten.

Monetäre förderpolitische Instrumente (Umweltsubventionen): Monetäre Förderungen von Umweltschutzmaßnahmen (Umweltsubventionen) werden in der Praxis beispielsweise als anteiliger Investitionskostenzuschuss, zinsgünstiges Darlehen, steuerrechtliche Abschreibungs-möglichkeit oder ertragsabhängige Betreiberförderung gewährt. Auch wenn im partialanalytischen Rahmen Subventionen genauso gut geeignet sind wie Abgaben, um die durch Emissionen verursachten negativen Externalitäten zu internalisieren, sprechen in der Praxis mehrere Argumente gegen Umwelt-subventionen bei (von Klimagasemissionen verursachten) negativen Externalitäten (vgl. hierzu Thöne 2000 und siehe im Folgenden Böhringer et al. 2005b). Hierzu gehören beispielsweise die Gefahr einer technologischen Fehllenkung, das Auftreten von Mitnahmeeffekten und dadurch bedingten Fehlallokationen der Fördermittel sowie die nur unzureichende Umsetzung des Verursacherprinzips. Der Einsatz monetärer Förderinstrumente kann jedoch unter bestimmten Bedingungen auch gerechtfertigt werden, beispielsweise wenn Marktdefizite aufgrund positiver Externalitäten im Bereich der Grundlagenforschung („Knowledge-Spillovers“), aufgrund marktexogener Absatzrisiken und indirekter Netzwerkeffekte bzw. fehlender Lern- und Skaleneffekte bei relativ jungen Technologien vorliegen. Durch den Einsatz monetärer Fördermittel kann in diesen Fällen die statische und dynamische Allokationseffizienz verbessert werden. Auch als „second-best“ Maßnahme, das heißt als Mittel zweiter Wahl (in Ermangelung politisch durchsetzbarer verursachergerechter Instrumente im Klimaschutz), sowie zur Umsetzung von politisch gesetzten Wirtschafts- und Technologiezielen können monetäre Fördermaßnahmen in der Praxis eine gewisse Berechtigung haben. Förderpolitische Instrumente können somit unter bestimmten Bedingungen durchaus Bestandteil einer effizienten und innovationsorientierten Umweltpolitik sein. Grundsätzlich

gilt es jedoch zu prüfen, ob mindestens eine der Bedingungen für die Anwendung von Umweltsubventionen erfüllt ist. Zielen die fiskalischen Förderinstrumente auf den Innovationsprozess neuer Umwelttechnologien ab, muss zudem beurteilt werden, in welcher Phase (F&E und Demonstration, Markteinführung oder Marktdiffusion) sich die Technologie befindet, ob das gewählte Förderinstrument dazu geeignet ist, die gewünschten Impulse zu geben und ob die erzielten Effekte (z.B. Kostendegression bei Herstellung und Installation der Technologie) im Verhältnis zum Subventionsaufwand stehen. Wichtig ist auch die Einschätzung der Mitnahmeeffekte.

„Weiche“ Maßnahmen

Zu den „weichen“ Maßnahmen werden alle informatorischen Maßnahmen und freiwilligen (kooperativen) Instrumente gezählt, welche die Effektivität ordnungsrechtlicher oder ökonomischer Instrumente unterstützen. Angesichts erheblicher Informationsdefizite der Akteure hinsichtlich des Einsatzes von Klimaschutztechnologien und des Ausmaßes von Energieeinsparpotenzialen kommt den „weichen“ Instrumenten eine besondere Bedeutung zu.

Alle informatorischen Maßnahmen zielen auf die Erhöhung des Informationsstandes von privaten Haushalten, Betrieben und von Entscheidungsträgern im öffentlichen Bereich ab. Hierzu gehören beispielsweise Beratungsprogramme, Zertifizierungssysteme wie Energielabels oder Maßnahmen zur Aus- und Weiterbildung. Informatorische Instrumente können Innovationen stimulieren: Manske und Moon (2002) erhalten beispielsweise eine hohe Korrelation zwischen der Kenntnis von Förderprogrammen bei den potenziellen Nutzern und der Förderung selbst, so dass Maßnahmen zur Erhöhung des Bekanntheitsgrades sowie der Transparenz von Förderprogrammen unverzichtbar sind. Zu den informatorischen Instrumenten im weiteren Sinn werden auch die Instrumente der Verhaltenskoordination gezählt, welche auf Bundes-, Landes- oder kommunaler Ebene beispielsweise in Form von Klimabündnissen, Energietischen oder Arbeitskreisen im Rahmen der Lokale Agenda-Aktivitäten eingesetzt werden (siehe Richter 2002).

In Tabelle 34 werden freiwillige Selbstverpflichtungen (FSV) auf Branchen- und Industriebene ebenfalls unter die Rubrik der „weichen“ Maßnahmen gefasst. Für eine solche Einordnung spricht unter anderem, dass sich hier nicht automatisch ein die (politisch definierten) ökologischen Knappheiten widerspiegelndes Preissystem herausbildet, an dem die Umweltnutzer ihre Entscheidungen ausrichten können und welches zur kosteneffizienten Emissionsreduktion führt. Die Erfüllung der in der FSV zugesagten Ziele ist zudem nicht gewährleistet und nur bei staatlicher Androhung schärferer ordnungsrechtlicher oder ökonomischer Instrumente im Falle des Scheiterns der FSV wahrscheinlich.

5.5 Grenzkostenkurven

Die CO₂ Vermeidungskosten werden gemeinhin als ein geeigneter Indikator bei der Analyse der Ökoeffizienz angesehen. Bei der Interpretation und der Verwendung von spezifischen CO₂-Minderungskosten als Effizienzmaß sind die folgenden Gesichtspunkte zu beachten:

- Bei additiven CO₂-Minderungsmaßnahmen sollten unter dem Gesichtspunkt einer maximalen CO₂-Minderung zunächst alle Maßnahmen mit negativen⁷ Minderungskosten durchgeführt werden.
- Bei alternativen (konkurrierenden) CO₂-Minderungsmaßnahmen mit negativen CO₂-Minderungskosten sollte unter der Zielsetzung einer möglichst großen CO₂-Minderung vorrangig die Maßnahme mit dem höchsten Minderungspotenzial verwirklicht werden. Deshalb ist hierbei neben der Angabe der spezifischen Minderungskosten auch die Angabe der CO₂-Minderungspotenziale von Vorteil.
- Bei positiven Minderungskosten liefern die spezifischen Minderungskosten in Verbindung mit den Minderungspotenzialen die Informationen für eine erste Einordnung der Maßnahmen. Die Untersuchung einer effizienten Gesamtminderungsstrategie sollte dabei jedoch unbedingt als weiterer Analyseschritt nachfolgen und wird im Rahmen dieser Untersuchung in dem Kapitel 6.3 vorgestellt.

Die Auswahl der zu ergreifenden Maßnahmen hängt letztendlich jedoch auch sehr stark von den für die Förderung des Klimaschutzes zur Verfügung stehenden Haushaltsmitteln ab. Obwohl Maßnahmen negative gesamtwirtschaftliche Minderungskosten besitzen, müssen für diese trotzdem Zuschüsse aus dem öffentlichen Haushalt bereitgestellt werden, damit eine Anregung zur Nutzung dieser Potenziale stattfindet. Diesen Ausgaben der öffentlichen Hand stehen jedoch keine eigenen Kosteneinsparungen gegenüber. Findet keine Bezuschussung oder Anregung durch die öffentliche Hand statt, können die vorhandenen Potenziale aus vielfältigen Gründen häufig nicht genutzt werden. Dies deutet auf einen potenziellen Interessenkonflikt für die politischen Entscheidungsträger auf Landesebene zwischen ökologisch-ökonomischen und budgetären Überlegungen hin.

⁷ Eine negative Effizienzzahl ist hierbei ein Indikator für eine ökonomisch Gewinn bringende Minderungsmaßnahme.

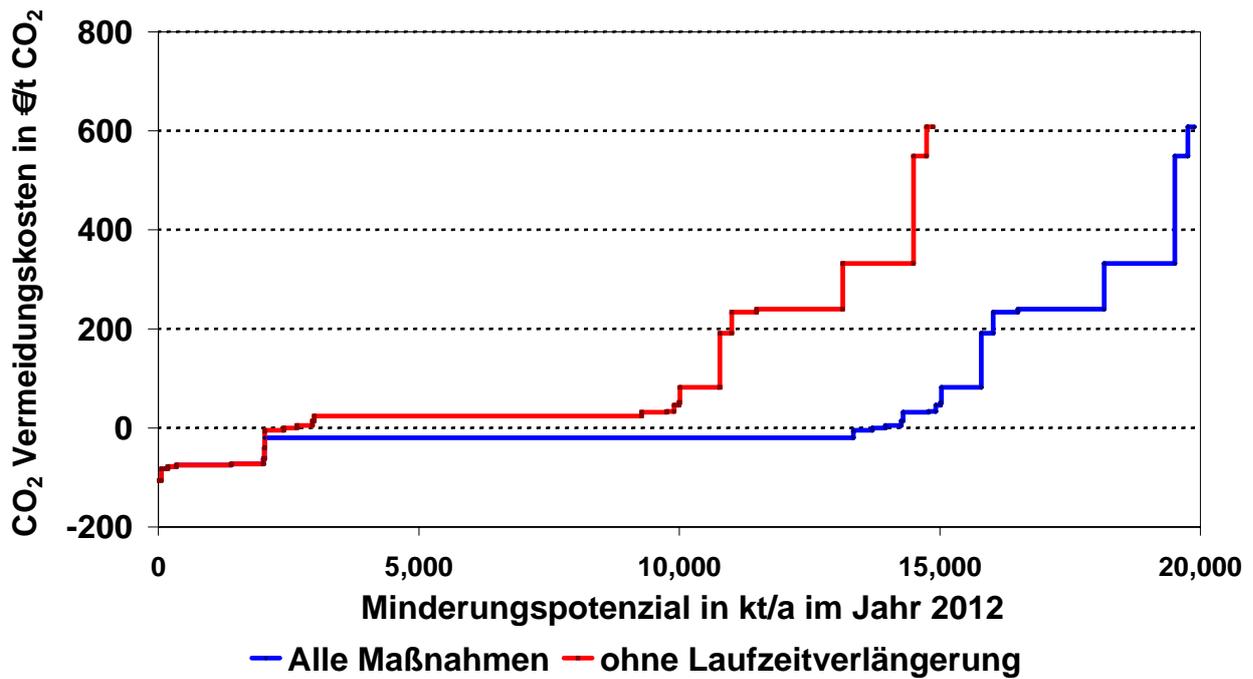


Abbildung 21: Grenzkostenkurve und Grenztechnologierangfolge gegenüber Referenz-techniken für Hessen

Als Ergebnis der Technik- und Maßnahmenvergleiche der einzelnen InKlim Untersuchungen erhält man die in Abbildung 21 dargestellte Kosten-Potenzial-Kurve. Auf der Abszisse ist die aufsummierte Gesamtminderung gegenüber den entsprechenden Referenzsystemen aufgetragen, während auf der Ordinate die spezifischen CO₂-Minderungskosten abzulesen sind. Es sind zwei verschiedene Graphen eingezeichnet. Liegt bei einer möglichen Laufzeitverlängerung der KKW Biblis das Gesamtpotenzial bei knapp 20 Mt/a, so beträgt das Gesamtpotenzial mit einem Erdgasneubauersatz (anstelle des Steinkohle-Referenzkraftwerks) 13,5 Mt/a.

Die Kosten-Potenzial Kurve aller im Rahmen von InKlim 2012 untersuchten Maßnahmen ist in Abbildung 22 dargestellt mit der entsprechenden Zuordnung zu den einzelnen Sektoren. Vor allem im Gebäudebereich aber auch in der Industrie existieren zahlreiche Maßnahmen, die negative Vermeidungskosten haben. Insgesamt beträgt das Minderungspotenzial bei einem maximalen Grenzwert von etwa 200 €/t CO₂ 10 Mill. Tonnen CO₂. Allerdings kann mit den spezifischen CO₂-Minderungskosten eines Technikvergleichs nur eine erste Einordnung vorgenommen werden, da dabei vor allem die Wechselwirkungen und eventuell auftretende Konkurrenzsituationen (wie z.B. Effizienzsteigerung in der Wärmeerzeugung gegenüber Wärmedämmmaßnahmen im Gebäudebestand) zwischen den einzelnen Techniken unberücksichtigt bleiben. Die Unterschiede in der Methodik zwischen einem Systemvergleich und einem typisierten Technikvergleich sind in Abbildung 23 dargestellt.

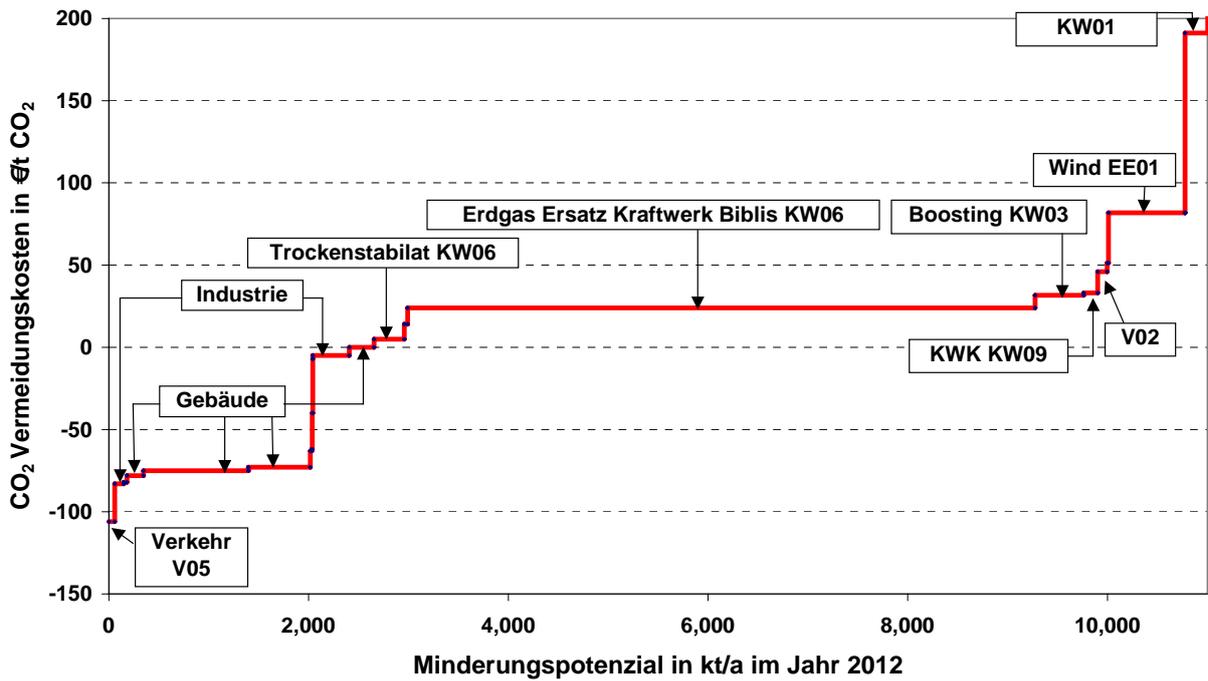


Abbildung 22: Minderungspotenziale der InKlim 2012 Maßnahmen mit Grenzvermeidungskosten unter 200 €/t CO₂ (ohne Laufzeitverlängerung des KKW Biblis KW07)

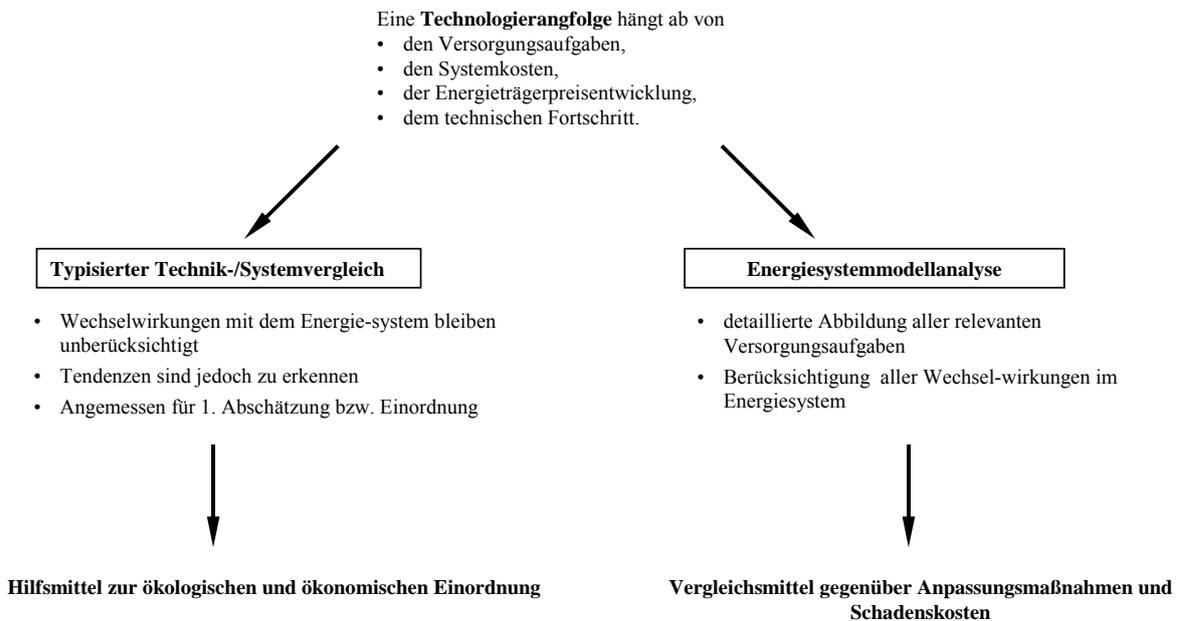


Abbildung 23: Probleme bei der Bestimmung von Technologierangfolgen

Einen umfassenderen Ansatz bietet eine Energiesystemmodellanalyse, mit der auch die marginalen Grenzkosten zu verschiedenen Zeitpunkten bestimmt werden können. Mögliche Wechselwirkungen zwischen Maßnahmen werden in der Energiesystemanalyse adäquat berücksichtigt. Die Entscheidungen innerhalb des Energiesystemmodells werden unter einem einheitlichen wirtschaftlichen Optimierungskalkül getroffen, wobei grundsätzlich auch Steuern und Subventionen berücksichtigt werden können.

6 Integrierte Szenarioanalysen

Das Konzept der szenariogestützten Analyse basiert auf der Erfahrung und Hypothese, dass Zukunftsentwicklungen nicht voraussagbar sind und sich auch nicht zwangsläufig ergeben, sondern zu einem großen Teil Ergebnis gestaltender Eingriffe - auch unterlassener Eingriffe – durch die jeweils Handelnden sind. Szenarien sind in diesem Sinne fiktive Zukunftsentwürfe, die eine Entwicklung beschreiben, die sich bei Ergreifen bestimmter Maßnahmen und bei Vorgabe gewisser Rahmenannahmen als Folge dieser Maßnahmen einstellen kann. Dabei soll weder die Vergangenheit fort-, noch die Zukunft normativ festgeschrieben, sondern unter Berücksichtigung der vielfältigen Unsicherheiten werden mögliche Zukünfte des Energiesystems analysiert, um Handlungsnotwendigkeiten abzuleiten, Gestaltungsspielräume aufzuzeigen und Handlungswirkungen möglichst umfassend im Hinblick auf die energiepolitischen Ziele zu explizieren, um gegebenenfalls auch bestehende Zielkonflikte aufzuzeigen.

Neben den politischen Rahmenbedingungen gehen in die Szenarioanalysen für Hessen auch die ökonomischen, demographischen und technologischen Entwicklungen mit in die Überlegungen. Hierzu werden die im Rahmen von InKlim 2012 erstellten Gutachten als wesentliche Informationsgrundlage verwendet.

Bei der Durchführung von Szenarioanalysen im Rahmen von systemanalytischen Untersuchungen des Energiesystems kommt der Anwendung von Energiesystemmodellen eine besondere Bedeutung zu. Solche Modelle stellen die komplexe Struktur und das Verhalten des Energiesystems als vereinfachtes Abbild der Realität dar und sind besonders geeignet, Systemzusammenhänge aufzuzeigen. Dabei werden die verschiedenen Stufen der Energieumwandlung und die jeweiligen Güterströme in einem Modell abgebildet. Allerdings werden jedoch z. B. nicht die Rückwirkung von (Energieträger) Preisen auf die Entwicklung der Nachfrage erfasst.

Energiesystemmodell TIMES

Die Szenariorechnungen werden mit Hilfe des durch das IER Stuttgart im Rahmen des Implementing Agreement ETSAP (Energy Technology Systems Analysis Programme) der Internationalen Energieagentur (IEA) mitentwickelten Energiesystemmodells TIMES durchgeführt. Die flexible Darstellung innerhalb von TIMES erlauben eine Modellierung beliebiger nationaler, regionaler oder lokaler Energiesysteme.

Beginnend bei der Primärenergie werden die Energieflüsse in Nutzenergie bzw. in Energiedienstleistungen zur Befriedigung einer exogen vorgegebenen Nachfrage umgewandelt. Auf sämtlichen Stufen der Energieumwandlung können Maßnahmen zur Minderung der Treibhausgasemissionen oder der Emissionen konventioneller Luftschadstoffe betrachtet werden. TIMES führt dabei eine über den Betrachtungszeitraum integrierte Minimierung der Systemgesamtkosten und somit eine Optimierung der Energieversorgungsstruktur unter Einhaltung der gegebenen Randbedingungen durch.

Für die Beschreibung des Energiesystems in Hessen wird die graphische Darstellungstechnik des Referenzenergiesystems (RES) verwendet (vgl. Abbildung 24). Das RES dient der Anordnung der Prozesse und Güter, deren heutiger oder zukünftiger Einsatz untersucht werden soll. D. h., dass das RES nicht nur den heutigen Zustand des Energiesystems darstellt, sondern auch Optionen wie neue Energieträger und neue Technologien enthalten kann. Mit einem RES werden nur qualitative Zusammenhänge beschrieben, aber noch keine zahlenmäßigen und funktionalen Beziehungen dargestellt.

Innerhalb des Modells werden sowohl die Förderung, die Aufbereitung, die Umwandlung, der Transport, die Verteilung und der Endverbrauch der nutzbaren Energieträger als auch alle wesentlichen derzeit genutzten Techniken zur Wandlung und Nutzung dieser Energieträger betrachtet. Ebenso werden Optionen zur Verbesserung der Wirkungsgrade dieser Techniken, einschließlich der gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme, Möglichkeiten zur Energieeinsparung bei den Endverbrauchern, dargestellt als Einspartechnologien, und ein großes Bündel zukünftiger, heute bereits bekannter Möglichkeiten zur Energiebereitstellung, Energienutzung und Energieeinsparung, wie z. B. alternative Kraftstoffe und Antriebstechniken im Verkehr, modelliert. Transport- und Verteilungsverbindungen zwischen den Subsystemen gewährleisten die Berücksichtigung von damit verbundenen Kosten und Verlusten.

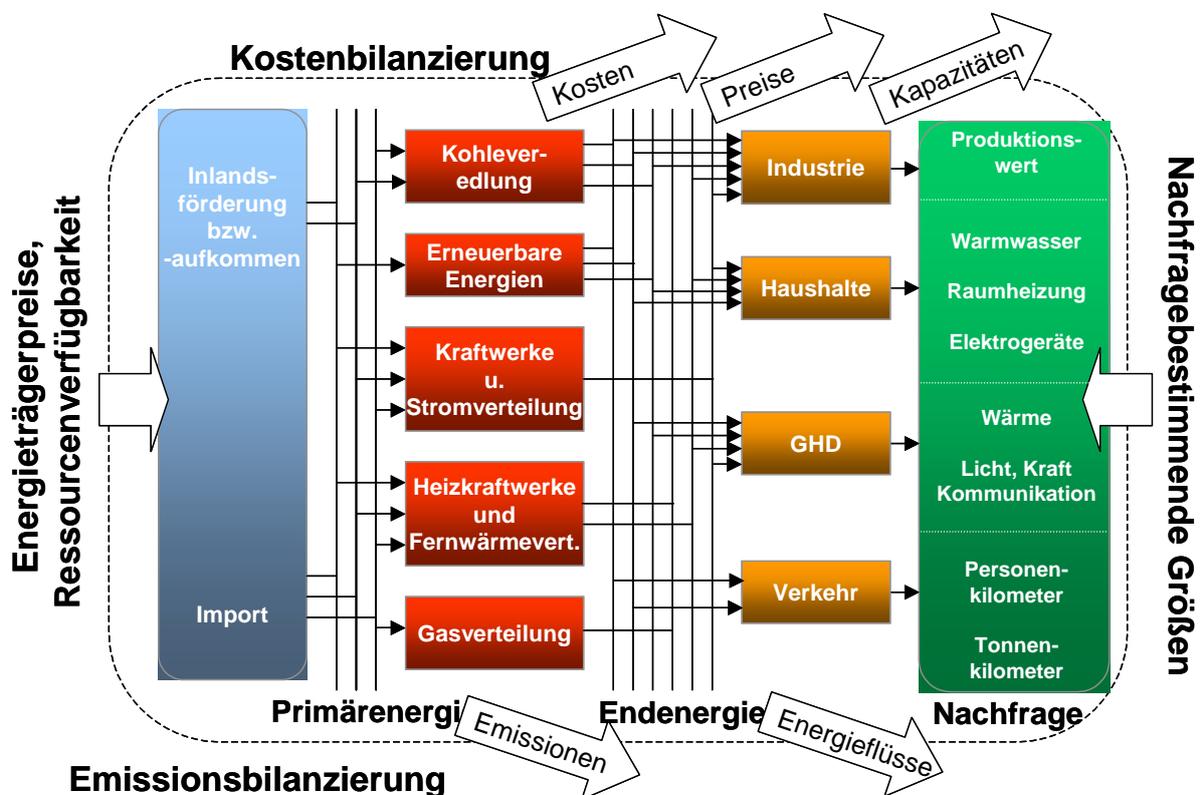


Abbildung 24: Grundstruktur des Energiesystemmodells TIMES-HS

6.1 Methodik und Annahmen

Die Rahmendaten informieren über die volkswirtschaftlichen Randbedingungen, die sowohl den Ist-Zustand als auch die zu erwartenden Entwicklungen für die Analysejahre bis 2012 sowie einen Ausblick auf 2020 beinhalten. Für langfristige Entscheidungen, wie z. B. einen Kraftwerksneubau, sind sogar Annahmen bis 2030 erforderlich. Die Rahmendaten umfassen demographische Angaben, die wirtschaftliche Entwicklung sowie die Preisentwicklung von importierten Energieträgern. Des Weiteren sind zu verwendende Referenztechniken für die einzelnen Sektoren explizit aufgeführt.

Tabelle 11: Annahmen zur wirtschaftlichen und demographischen Entwicklung in Hessen

	Einheit	1995 2000 2002			2008 2012 2015 2020				
		Statistische Werte			Annahmen				
Demographische Rahmenannahmen									
Bevölkerung (Jahresende)	Mio.	5.994	6.059	6.085	6.156	6.127	6.125	6.122	
Anzahl der Haushalte	Mio.	2.708	2.799	2.840	2.930	2.970	3.000	3.000	
Anzahl der Wohnflächen	Mio. m ²	230.7	246.5	251.2	256.0	264.0	270.0	280.0	
Bewohnte Wohnfläche	Mio. m ²	230.7	246.5	251.2	256.0	264.0	270.0	280.0	
Bewohnte Wohnfläche pro Kopf	m ² / EW	38.5	40.7	41.3	41.85	43.1	44.1	45.7	
Personenkilometer	Mrd.	k.A.	k.A.	106.4	112.1	118.3	122.3	128.2	
Personenverkehrs. pro Kopf	Pkm / EW	k.A.	k.A.	17480	18208	19307	19961	20949	
Ökonomische Rahmenannahmen									
Entwicklung des BIP	Mrd. Euro ₂₀₀₀	160.3	181.3	181.7	215.7	233.8	248.1	271.8	
Industrieproduktion real	Mrd. Euro ₂₀₀₀	48.7	51.0	51.1	53.6	55.4	57.2	60.2	
Erwerbstätige	Mio.	2.867	2.993	3.022	3.0	3.0	2.981	2.966	
Tonnenkilometer (BIP abhängig)	Mrd.	k.A.	k.A.	40.6	46.3	50.1	53.4	59.0	
Güterverkehrs. / Industrieprod.	tkm / 1€ ₂₀₀₀	k.A.	k.A.	794	865	905	933	980	

Die Rahmendaten zur Wirtschafts- und Bevölkerungsentwicklung für Hessen bauen im Wesentlichen auf dem Hessen-Report der FEH auf. Unter Berücksichtigung einer aktuellen Studie von EWI/Prognos (2005) für Deutschland hat das ZEW versucht, realitätsnähere Prognosen für die wirtschaftliche Entwicklung in Hessen zwischen 2004 und 2010 zu gewinnen. Die Daten für 2000 wurden unverändert aus dem Hessen-Report übernommen. Ausgehend von den reduzierten Wachstumsperspektiven für Deutschland zwischen 2004 und 2010, den neuesten Informationen zum Stand der wirtschaftlichen Entwicklung in Hessen 2004 und den älteren Prognosen der FEH für Hessen und Deutschland zwischen 2000 und 2010 wurden Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung und Arbeitsproduktivität für Hessen in den verschiedenen Sektoren für 2010 angepasst. Die Anzahl der Erwerbstätigen wurde unverändert gelassen. Ebenso sind im Folgenden die demographischen Veränderungen unverändert aus dem Hessen-Report übernommen.

Das ifeu Heidelberg hat im Rahmen von InKlim für die Jahre 2005 und 2012 die Gesamtfahrleistungen des Straßenverkehrs in Hessen bestimmt. Das Trendszenario zur zukünftigen Entwicklung bis 2012 von Verkehrsleistungen des motorisierten Verkehrs in

Hessen wurde in Anlehnung an das Trendszenario für den gesamtdeutschen Verkehr im Rechenmodell TREMOD /IFEU 2005/ erstellt. Zugleich wurde untersucht, ob in Hessen aufgrund unterschiedlicher Rahmenbedingungen größere Abweichungen in der Verkehrsentwicklung gegenüber dem gesamtdeutschen Trend denkbar sind.

Die zukünftige Entwicklung des Verkehrs sowie der verkehrsrelevanten Rahmenbedingungen wurden in diesem Projekt unter einer Reihe verschiedener Annahmen abgeschätzt. Sowohl der Trend der Verkehrsentwicklung in Deutschland als auch die Möglichkeit von landesspezifischen Abweichungen in Hessen sind deshalb mit entsprechenden Unsicherheiten behaftet. Anpassungen der Trendabschätzung für Hessen gegenüber dem gesamtdeutschen Szenario wurden daher nur vorgenommen, wenn Abweichungen in geeigneter Weise quantifizierbar sind und eine signifikante Veränderung der gesamten Verkehrsentwicklung bewirken.

Für Diesel-Kraftfahrzeuge wurde zusätzlich ein mit den Jahren zunehmender Einsatz von Biokraftstoffen angenommen. Ausgehend von einem Biokraftstoffanteil von 0,8 % am Dieserverbrauch im Straßenverkehr im Jahr 2002 wird bis 2012 eine Erhöhung des Anteils auf 4,3 % und damit eine Angleichung an den für ganz Deutschland angenommenen Biokraftstoffanteil vorgenommen.

Tabelle 12: Entwicklung der Fahrleistung im Straßenverkehr

	Fahrleistung (Mio. Fz-km)		
	2002	2005	2012
Pkw Otto	98.807	87.106	62.082
Pkw Diesel	33.640	39.904	56.065
Zweiräder	1.563	1.605	1.896
Linienbus	1.729	1.608	1.548
Reisebus	2.310	2.172	2.092
Leichte Nutzfahrzeuge	10.310	10.084	9.691
Lkw	44.735	44.421	45.937
Gesamt	193.094	186.900	179.310

Quelle: ifeu Heidelberg, 2005

Belastbare spezifische Informationen für das Land Hessen, die auf eine signifikant andere Entwicklung der Auslastungsgrade im MIV und öffentlichen Personenverkehr sowie im Straßengüterverkehr hindeuten, liegen nicht vor. Daher wurden die Verkehrsleistungen im Straßenverkehr für die Jahre 2005 und 2012 wie schon im Basisjahr 2002 auf Basis der berechneten Fahrleistungen über den bundesdurchschnittlichen Besetzungsgrad jeder Fahrzeuggruppe ermittelt (vgl. Tabelle 13 und Tabelle 14). Trotz einer Steigerung der Gesamtverkehrsleistung im Zeitraum von 2002 bis 2012 von über 10 % sinkt die Fahrleistung auf der Straße, was durch eine Steigerung der Besetzungsgrade ermöglicht wird.

Tabelle 13: Entwicklung der Verkehrsleistung im Personenverkehr

		Verkehrsleistung (Mio. Pkm)		
		2002	2005	2012
Straße	Pkw+MZR	75.645	75.006	81.083
	Linienbus	2.283	2.196	2.314
	Reisebus	5.718	5.419	5.590
Schiene	SSU	631	623	605
	Nah	4.391	4.572	4.494
	Fern	2.233	2.276	2.954
Luft		15.460	17.348	21.245
Gesamt		106.360	107.440	118.285

Quelle: ifeu Heidelberg, 2005

Tabelle 14: Entwicklung der Verkehrsleistung im Güterverkehr

	Verkehrsleistung (Mio. tkm)		
	2002	2005	2012
Straße	32.699	34.205	40.081
Schiene Elektro	4.622	5.021	5.697
Schiene Diesel	110	118	112
Wasser	2.198	2.255	2.734
Luft	956	1.168	1.527
Gesamt	40.585	42.767	50.149

Quelle: ifeu Heidelberg, 2005

6.2 Referenzszenario

Das Referenzszenario ist der Ausgangspunkt der Szenarioanalysen für InKlim 2012. Dieses Referenzszenario ist dadurch charakterisiert, dass es von einem Fortbestehen der Grundlinien der bisherigen Energie- und Klimapolitik und der energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen ausgeht. Im Folgenden werden zunächst wesentliche Annahmen über die weitere Entwicklung der Bundespolitik und internationalen Politik aufgeführt, die der Berechnung des Basisszenarios ohne Einrechnung einer verstärkten landespolitischen Einflussnahme zugrunde gelegt werden. Dadurch wird gleichzeitig auch formuliert, unter welchen landesextern kontrollierten Voraussetzungen die zukünftige Entwicklung der hessischen Energiewirtschaft im Basisszenario erfolgen kann. In dieser Referenz wird ein mittleres Niveau bei den Energieträgerpreisen angenommen (vgl. Tabelle 6).

Das Fortbestehen der derzeitigen Rahmenbedingungen beinhaltet die Fortführung der Umsetzung des EU-Emissionshandels. Im Basisszenario ist auch unterstellt, dass die derzeit

geltenden Umweltgesetze bzw. deren Weiterentwicklung, wie z. B. die Großfeuerungsanlagenverordnung bzw. die Novellierung der 13. BImSchV, umgesetzt werden, bzw. dass neue Richtlinien der Europäischen Union z. B. für den Verkehrsbereich, wie die Einführung von EURO III- bzw. EURO IV-Fahrzeugen oder die Biofuel-Richtlinie, auch national umgesetzt werden. National wirksam ist des Weiteren die Lkw-Maut.

Es wird für das Referenzszenario davon ausgegangen, dass an der Vereinbarung zur Beendigung der Nutzung der Kernenergie vom Juni 2001 festgehalten wird. Dies hat besonders im Hinblick auf die Bedeutung des KKW Biblis eine große Relevanz. Bei konstanter Stromproduktion bedeutet dies, dass der Block A im Februar 2009 und der Block B im August 2009 abgeschaltet werden müssen. Da das betreibende Energieversorgungsunternehmen RWE die Möglichkeit besitzt, Reststrommengen vom KKW Mülheim-Kärlich auf den Block B zu übertragen, wird im Referenzszenario davon ausgegangen, dass die Laufzeit des Blockes B des KKW Biblis bis Februar 2012 ausgedehnt wird.

Ein weiterer entscheidender Faktor sind die Annahmen bezüglich des Stromimports, welcher insbesondere nach dem Abschalten des KKW Biblis an zusätzlicher Bedeutung gewinnen könnte. Für das Referenzszenario wurde deshalb der Stromimport auf einen Maximalwert von 14,6 TWh beschränkt. Diese Grenze repräsentiert den Höchstwert der vergangenen Jahre und stammt aus dem Jahr 1991. Ob und wenn ja in welchem Umfang die Möglichkeit des Stromimports genutzt werden, entscheidet das Modell *TIMES-HS* nach den Kriterien des Marktes. Der Preispfad für den importierten Strom wurde mit dem am IER entwickelten europäischen Strom- und Gasmodell *TIMES-EG* bestimmt.

Ergebnisse des Basisszenarios

Unter den vorgegebenen Annahmen zur Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung und der daraus abgeleiteten Entwicklung der nachfragebestimmenden Größen steigt der Endenergieverbrauch in Hessen aufgrund des steigenden Bruttoinlandsproduktes und durch erhöhtes Verkehrsaufkommen im Referenzszenario langfristig etwas über das heutige Niveau. Der Endenergieverbrauch steigt von 816 PJ im Jahr 2002 um 5 % auf 867 PJ im Jahr 2012 (vgl. Tabelle 15).

Tabelle 15: Endenergieverbrauch nach Energieträgern und nach Sektoren im Referenzszenario in Hessen in PJ

	Einheit	1995 2000 2002			2008 2010 2012 2015 2020					
		Statistische Werte			Modellresultate (Normaljahr)					
Endenergieverbrauch nach Energieträgern										
Kohlen	PJ	11.5	9.0	8.3	7.7	7.3	7.1	6.8	6.3	
Mineralölprodukte	PJ	486.4	483.5	471.4	488.6	485.4	486.8	477.6	491.6	
Gase	PJ	176.8	175.6	182.9	197.7	198.5	197.2	198.7	196.0	
Kernenergie	PJ									
Strom	PJ	120.1	125.8	124.0	126.1	124.4	121.4	120.2	121.6	
Fern-/Nahwärme	PJ	12.2	24.4	28.7	30.5	32.4	34.1	35.0	33.6	
Erneuerbare	PJ	1.7	1.1	1.2	10.0	10.9	10.8	20.0	17.5	
Sonstige (Methanol, Wasserstoff)	PJ									
Summe	PJ	808.7	819.5	816.4	860.6	858.9	857.4	858.3	866.6	
Endenergieverbrauch nach Sektoren										
Industrie	PJ	132.5	117.4	116.7	111.2	109.7	108.0	106.5	105.7	
GHD	PJ	128.2	123.9	132.4	130.9	126.7	125.0	118.6	112.6	
Haushalte	PJ	207.5	196.1	199.1	222.0	220.2	215.8	216.9	213.5	
Verkehr	PJ	340.6	382.0	368.2	396.5	402.3	408.6	416.3	434.8	

Diese Gesamtentwicklung des Endenergieverbrauchs ergibt sich aus Zuwächsen im Verkehr (+11 %) und in den Haushalten (+8 %) sowie Rückgängen in der Industrie (-7 %) und im Bereich GHD (-6 %). Die Biomasse verzeichnet einen deutlichen Anstieg, der vor allem durch die Biokraftstoff-Richtlinie hervorgerufen wird.

Der Endenergieverbrauch an Strom zeigt bis 2012 einen leichten Rückgang (-2 % gegenüber 2002). Die leichte Abnahme des Stromverbrauchs ist hauptsächlich auf die Industrie zurückzuführen. In den anderen Bereichen bleibt der Stromverbrauch nahezu konstant.

Für die Entwicklung der künftigen Struktur des Stromerzeugungssystems sind zum einen die Entwicklung der Stromnachfrage in Hessen und zum anderen die bestehenden Kraftwerkskapazitäten sowie die sich aus ihrer Altersstruktur ergebenden Ersatzinvestitionszeitpunkte relevant. Daraus und aus der Simulation der Wettbewerbssituation der Stromerzeugung in Hessen im liberalisierten deutschen und europäischen Strommarkt ergibt sich der Kapazitätszubaubedarf, der nach ökonomischen Gesichtspunkten, d. h. unter Berücksichtigung der Investitionskosten der Kraftwerkalternativen und den Energieträgerpreiserwartungen sowie den energie- und umweltpolitischen Rahmenbedingungen, getätigt wird (vgl. Tabelle 16).

Tabelle 16: Kraftwerkskapazitäten (netto) im Basisszenario in Hessen in GW

	Einheit	2002 Statistik	2008 Modellresultate	2010	2012	2015	2020
Netto-Engpaßleistung							
Steinkohle	GW	1.7	1.6	1.6	1.5	2.1	2.1
Braunkohle	GW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Heizöl	GW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Erdgas	GW	1.0	1.2	1.2	1.7	1.7	1.7
Kernenergie	GW	2.4	2.4	1.2	1.2	0.0	0.0
Wasserkraft	GW	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Wind	GW	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Photovoltaik	GW	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Andere Brennstoffe	GW	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	GW	6.2	6.1	4.9	5.3	4.7	4.7
dav. in Kraft-Wärme-Kopplung	GW		1.6	1.6	1.1	1.1	0.8

Sieht man von dem durch die energie- und umweltpolitischen Vorgaben (Erneuerbare Energien Gesetz, CO₂-Zertifikatehandel) bestimmten Ausbau von Windkraft-, Photovoltaik- und Biomasse-Anlagen ab, so wird der verbleibende Kapazitätsbedarf im Wesentlichen durch den Zubau von Steinkohlekraftwerken sowie zum Ende des Betrachtungszeitraumes durch den Ersatz von älteren Heizkraftwerken durch neue Erdgas- bzw. Biomasse-KWK-Anlagen gedeckt. Die Netto-Engpassleistung des Kraftwerksparks in Hessen fällt von rund 6,0 GW im Jahr 2002 (vgl. Abbildung 25) über 5,3 GW im Jahr 2012 auf 4,7 GW im Jahr 2020.

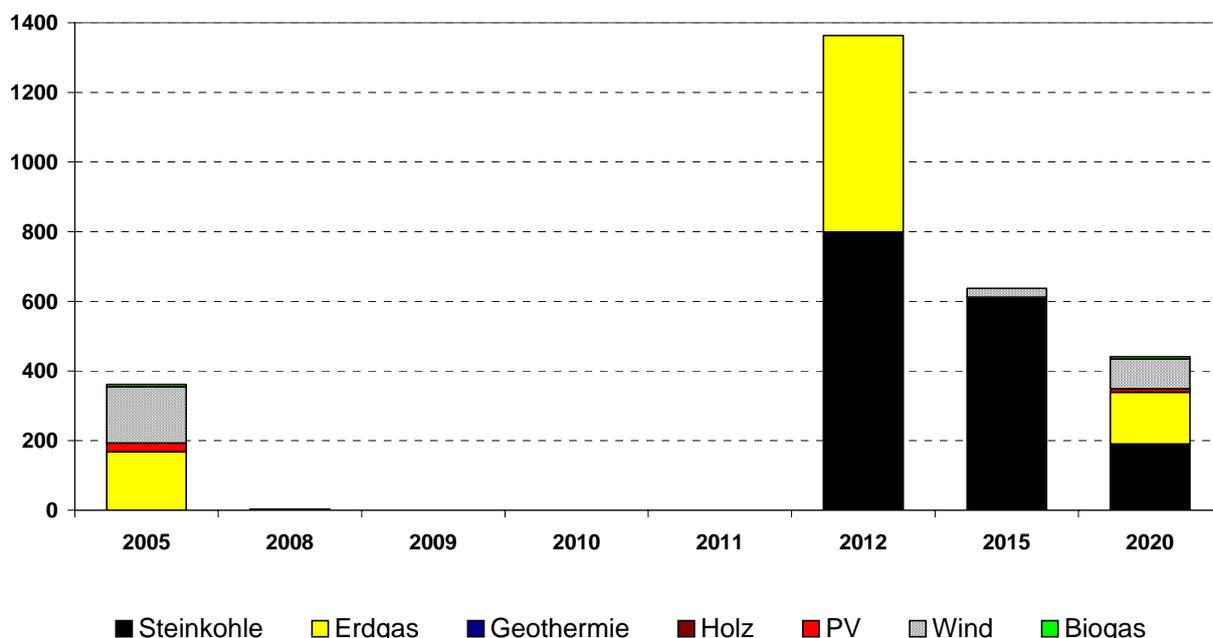


Abbildung 25: Neubaukapazitäten im Referenzszenario (Anmerkung: der Wert für 2005 umfasst ein 5-Jahres-Intervall 2003-2007) in MW

Der Grund für den Rückgang der Kapazität ist die Außerbetriebnahme der Kernkraftblöcke in Biblis, sowie älterer Steinkohleblöcke am Standort Großkrotzenburg. Die Blöcke 1, 2 und 3 gehen voraussichtlich im Jahr 2012 außer Betrieb. Wie in Abbildung 25 ersichtlich ist, stehen dem Abbau Neubaukapazitäten am selbigen Kraftwerksstandort gegenüber. Im Jahr 2012 geht ein Steinkohleblock 6 (800 MW) ans Netz und nach dem Rückbau der Blöcke 1-3 wird im Zeitraum 2015-2020 ein weiterer Steinkohleblock 7 folgen. Außerdem ist ein Erdgas Neubau im Jahr 2012 erforderlich. Dies resultiert aus der Beschränkung des Stromimportes auf 14,6 TWh. Das hessische Energiesystem ist somit gezwungen, eigene Kapazitäten zu installieren. In der Zeit von 2009, wenn der Block A des KKW Biblis abgeschaltet werden soll, bis 2012, wenn die Inbetriebnahme eines neuen Steinkohleblocks im Kraftwerks Staudinger realistisch erscheint, ist der Stromimport nicht beschränkt und es können über die begrenzenden 14,6 TWh zusätzliche Mengen Elektrizität importiert werden (vgl. Abbildung 26). Der Wegfall der Erzeugungsmengen in Biblis wird ab 2012 durch Erdgas- und Steinkohlekraftwerke kompensiert. Einhergehend ist der erhöhte Stromimport, der sich konstant an der oberen festgelegten Grenze bewegt.

Analog dazu steigt ab 2012 der Primärenergieverbrauch (vgl. Abbildung 27) von Steinkohle und Erdgas, während der Verbrauch der Kernenergie zurückgeht. Weiterhin wichtigster Energieträger bleibt das Mineralöl. Doch auch die Erneuerbaren und der Stromimport kompensieren den Wegfall der Kernenergie.

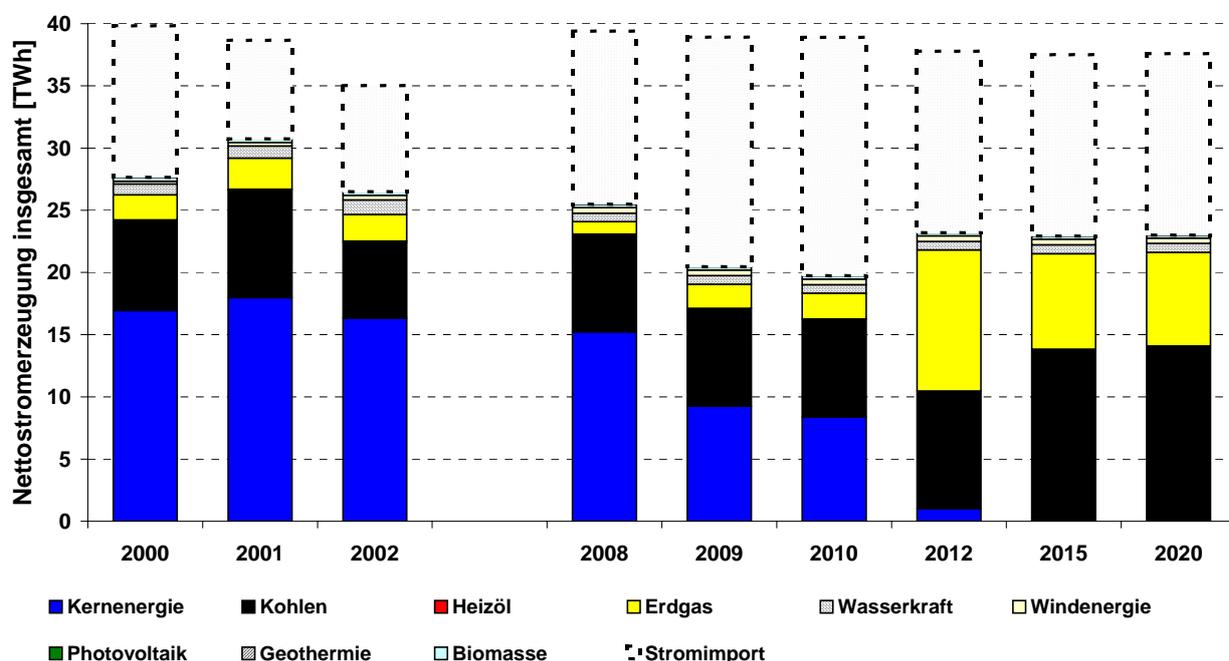


Abbildung 26: Nettostromerzeugung nach Energieträgern im Basisszenario in Hessen

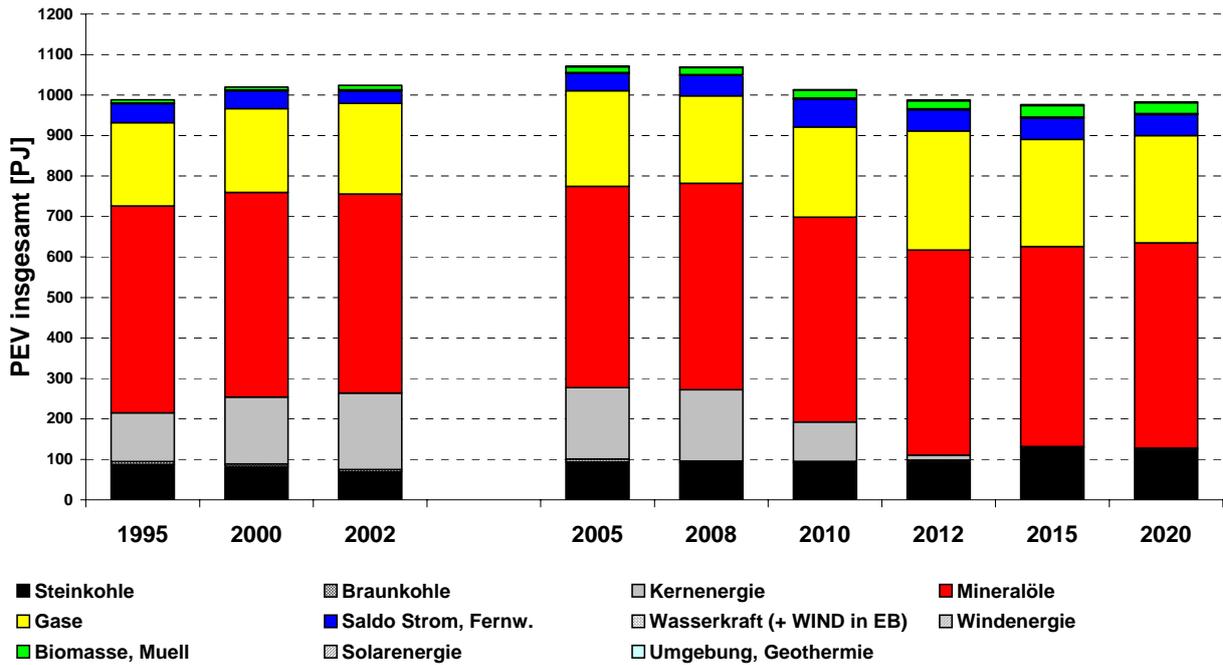


Abbildung 27: Primärenergieverbrauch nach Energieträgern in der Vergangenheit und im Referenzszenario

Die Entwicklung der hessischen CO₂-Emissionen im Referenzszenario ist in Abbildung 28 dargestellt. Das Gesamtniveau erhöht sich im Jahr 2012 deutlich auf knapp 49 Mt CO₂. Für die Zuwächse im Vergleich zu 1990 und 2002 (vgl. Abbildung 29) ist vor allem der Bereich Energieumwandlung verantwortlich. Geringe Zuwächse verzeichnen auch die Haushalte. Diese sind aber zum Teil darin begründet, dass der Ausgangswert von 2002 ein statistischer Wert ist und somit keine Temperaturbereinigung stattgefunden hat. 2002 war ein sehr warmes Jahr, wohingegen der Wert von 2012 sich auf ein sogenanntes Normaljahr bezieht. Währenddessen können die Bereiche Industrie, Gewerbe und Verkehr deutliche Minderungen gegenüber 2002 verbuchen (vgl. Abbildung 29).

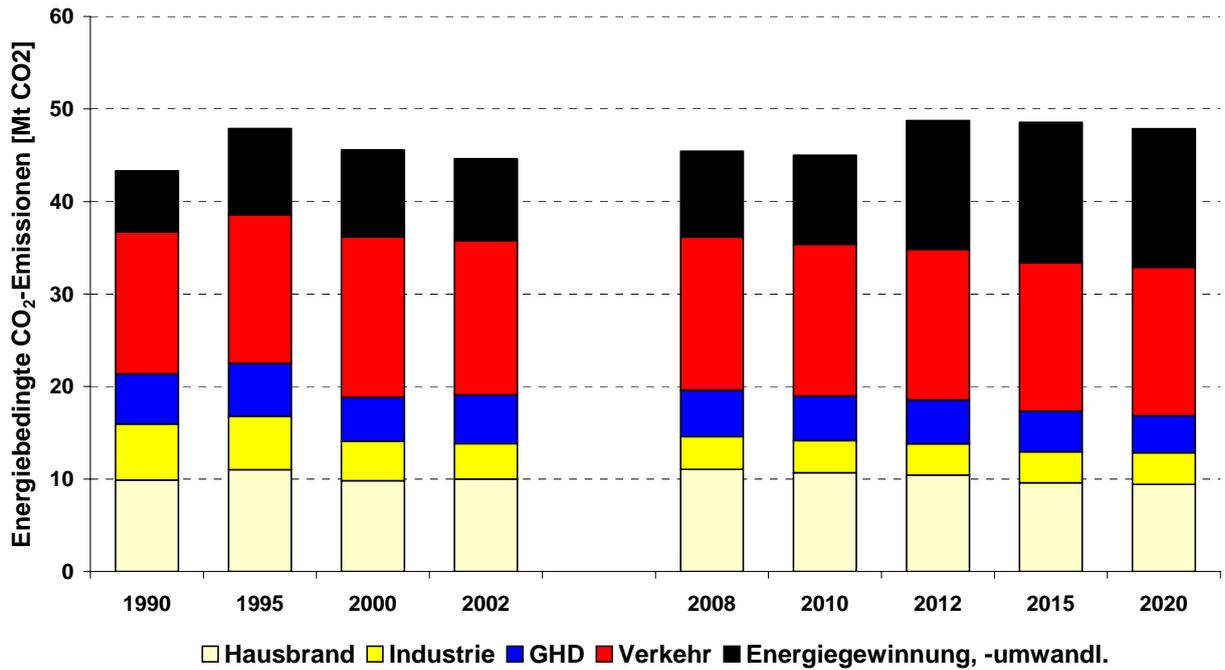


Abbildung 28: Entwicklung der hessischen CO₂-Emissionen in der Vergangenheit und im Referenzszenario

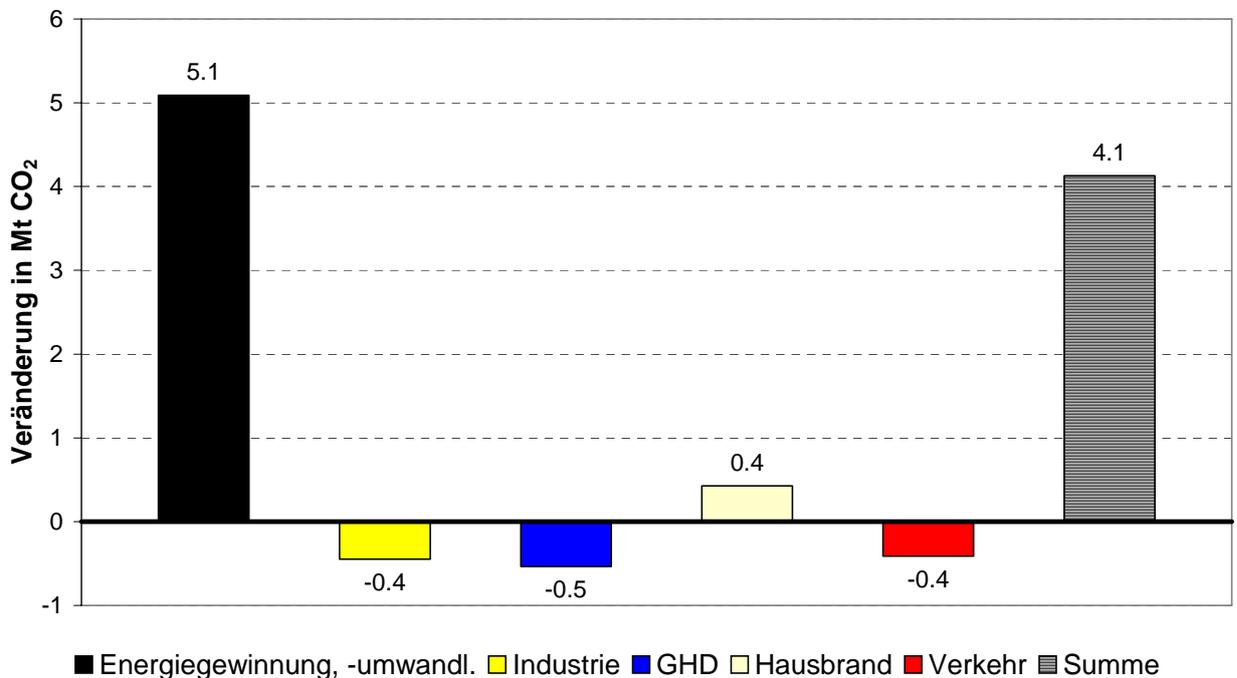


Abbildung 29: Veränderung der hessischen CO₂-Emissionen im Jahr 2012 gegenüber 2002

6.3 Maßnahmenzenarien und Varianten

Mit den berechneten Maßnahmen- bzw. Klimaschutzszenarien soll untersucht werden, welche Möglichkeiten in Hessen im Allgemeinen bestehen, die CO₂-Emissionen zu beschränken, und in welchem Rahmen das Land Hessen dazu sinnvoll und möglichst ökonomisch beisteuern kann, vorhandene Potenziale zu nutzen.

6.3.1 Auswahl und Charakteristika der Szenarien und Varianten

Die einzelnen Szenarien unterscheiden sich dabei bezüglich drei wichtiger Kriterien: der Eingriffstiefe des Landes, den maximalen Grenzvermeidungskosten sowie der Situation am Kernkraftwerk Biblis. Die entsprechend ausgewählten Kombinationen sind in der Tabelle 18 aufgeführt.

Das „*Klimaschutz Priorität*“ (KSP) ist dadurch gekennzeichnet, dass alle im Rahmen von InKlim 2012 ermittelten Maßnahmen auf Versorgungs- und Anwendungsseite ergriffen werden. Die volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten stellen keine Begrenzung dar und bewegen sich daher in einem Bereich von –80 €/t CO₂ bis zu über 1000 €/t CO₂. Der Betrieb der beiden Blöcke des Kernkraftwerkes Biblis wird in diesem Szenario KSP nach 2009 (Block A) bzw. 2012 (Block B mit Übertragungsmenge von Mülheim-Kärlich) fortgesetzt. Das Land unterstützt die Maßnahmen jährlich mit 30 Mill. € pro Jahr.

In dem Szenario „*Klimaschutz Kernenergieausstieg*“ (KKA) werden nur Maßnahmen umgesetzt, deren volkswirtschaftliche Vermeidungskosten unter 20 €/t CO₂ liegen. Die Blöcke A und B des Kernkraftwerkes Biblis werden, wie zwischen den Energieversorgungsunternehmen und der Bundesregierung vereinbart, nach Erzeugung der festgelegten Reststrommengen außer Betrieb gehen. Für das Land Hessen ergibt sich eine Belastung von 10 Mill. € pro Jahr.

Das Szenario „*Klimaschutz mit geringem Landesbeitrag*“ (KGL) ist das Szenario mit der geringsten Haushaltsbelastung für Hessen. Als Obergrenze wurden von 5 Mill. € pro Jahr festgesetzt. Sonstige Maßnahmen ohne direkten Landesmittelbeitrag werden bis zu einer Höhe von 100 €/t CO₂ umgesetzt. Auch in diesem Szenario KGL ist die Option einer Laufzeitverlängerung des Kernkraftwerkes Biblis gegeben.

Tabelle 17: Preisentwicklung und -annahmen für das Szenario „Hohe Preise“

Energieträger	Einheit	1991	1995	2000	2002	2004		2005e	2010e	2015e	2020e
Steinkohle	€ ₂₀₀₂ /GJ	1.84	1.37	1.39	1.42	1.75		1.98	2.56	2.31	1.86
	€ ₂₀₀₂ /t SKE	72.1	40.2	40.7	41.7	51.2		58.17	74.92	67.60	54.51
Erdgas	€ ₂₀₀₂ /GJ (Hu)	3.21	2.02	3.19	3.37	3.33		4.37	6.56	6.56	6.58
	€cent ₂₀₀₂ /kWh (Ho)	1.04	0.65	1.03	1.09	1.08		1.42	2.13	2.13	2.13
Rohöl	€ ₂₀₀₂ /GJ	3.66	2.34	5.25	4.27	4.36		6.74	7.91	7.91	7.93
	€ ₂₀₀₂ /bbl	20.83	13.35	29.89	24.34	24.81		38.40	45.04	45.05	45.14
Spotpreis	\$/bbl	20.0	17.0	28.5	25.0	38.3		50.0	50.0	55.5	61.0
CO ₂ Zertifikatspreis	€ ₂₀₀₂ /t							25.0	30.4	37.0	45.0

Zusätzlich wurden zwei weitere Varianten gerechnet. In der *Variante EE15%* wurde das von der hessischen Landesregierung beabsichtigte Ziel eines Anteils von 15 % erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch abzüglich des Verkehrsanteils als Randbedingung vorgegeben. Die Potenziale der einzelnen erneuerbaren Energieträger basieren auf den im Rahmen von InKlim durchgeführten Potenzial- und Kostenberechnungen des ISET (vgl. Absatz 5.2.1).

In einer weiteren *Variante Preis* wurde, wie in Tabelle 17 dargestellt ist, ein gegenüber der Referenz deutlich erhöhtes Preisniveau für Energieträger und CO₂ Zertifikate vorgegeben. Die Maßnahmen im Anwendungsbereich ohne Landesmitteleinsatz werden ähnlich wie im Szenario KKA bis zu einer Höhe von 20 €/t CO₂ umgesetzt. Der erhöhte Preisvektor wirkt somit ähnlich einer vom Lande initiierten Informationskampagne.

Tabelle 18: Szenariendefinitionen und Varianten für die Berechnungen und Analysen mit TIMES-HS

Szenario		Maßnahmen ohne direkte Landesmittel		Laufzeitverlängerung Kernenergie	Volkswirtschaftliche Vermeidungskosten	Direkte Landesmittel [€a]			
		Umwandlung	Nachfrage			5	10	20	30
Klimaschutz Priorität (A)	KSP	x	x	x	unbegrenzt				x
Klimaschutz Kernenergieausstieg (B)	KKA	x	x		<20 €/tCO ₂		x		
Klimaschutz mit geringem Landesbeitrag (C)	KGL	x	x	x	<100 €/tCO ₂	x			
Variante EE15%	EE15		x						
Variante Preis			x	Wie REF mit hohen Energiepreisen: Öl 50-55\$/bbl, Strom 45€/MWh steigend, CO ₂ 25-44€/tCO ₂					

6.3.2 Klimaschutzszenarien im Vergleich

Wie in Abbildung 30 und Abbildung 31 erkennbar ist, sinkt der Endenergieverbrauch für die Maßnahmenszenarien. Im Szenario A fällt diese Minderung jedoch vor allem im Haushaltsbereich gering aus, da die verwendeten Biomasseheizungen geringere Wirkungsgrade besitzen. Insgesamt sind jedoch im Haushaltsbereich die größten Einsparungen möglich.

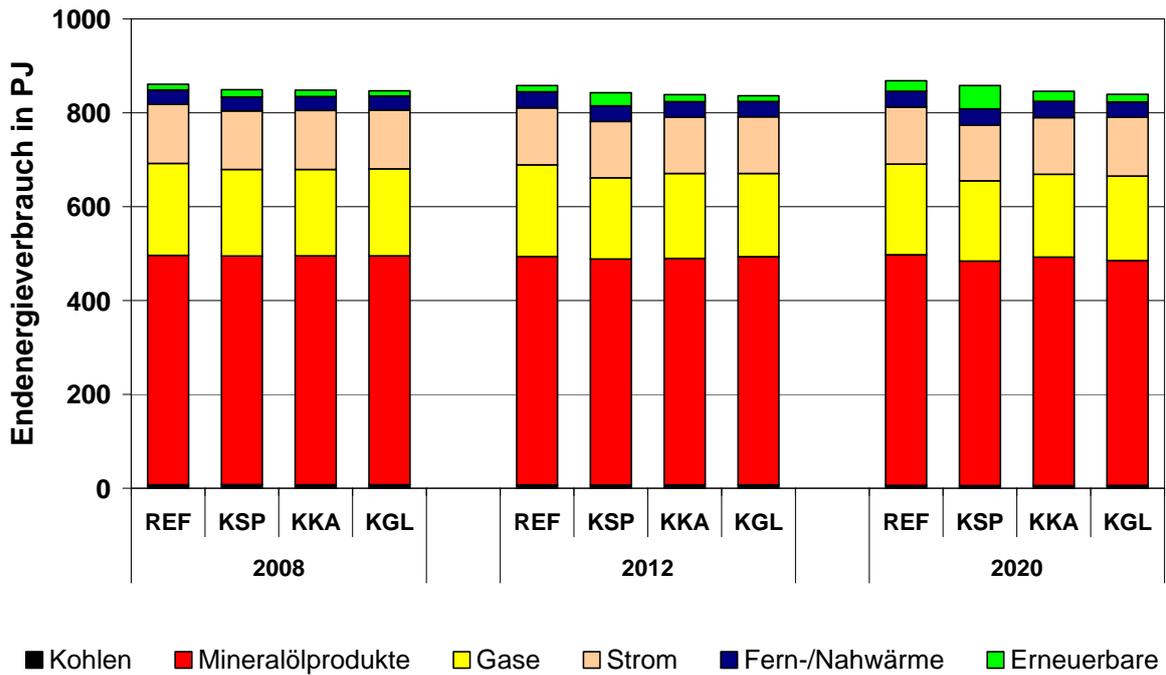


Abbildung 30: Entwicklung des Endenergieverbrauchs der REF und der Maßnahmen-szenarien KSP, KKA und KGL

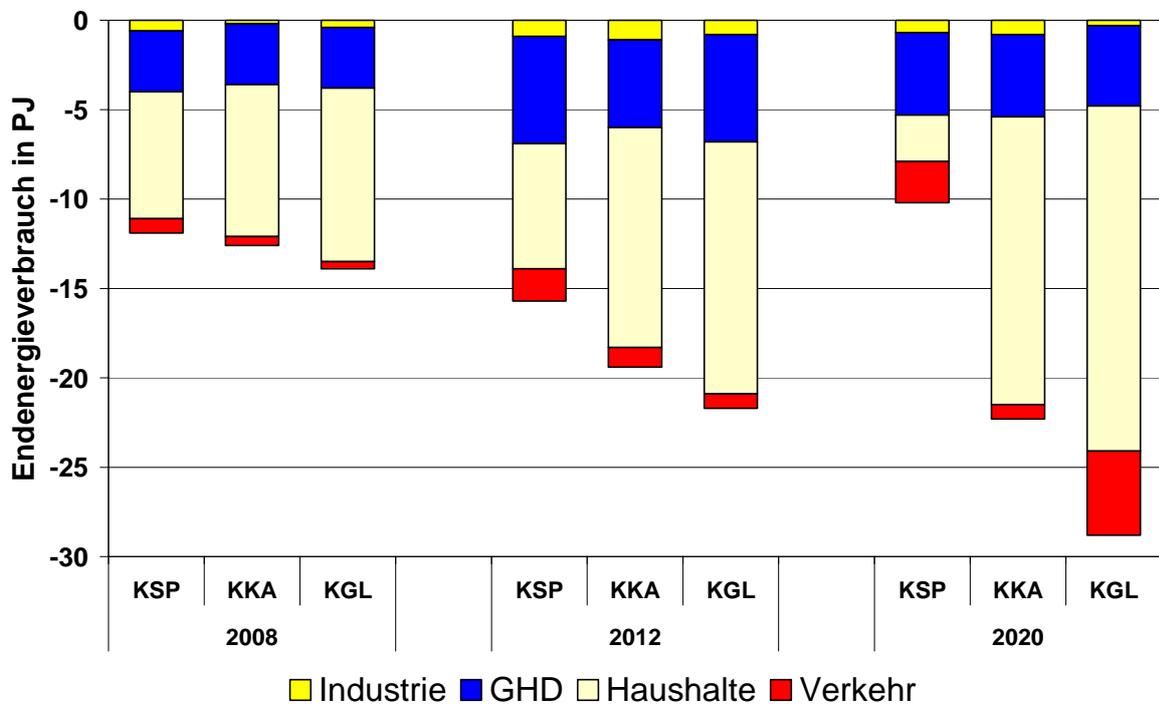


Abbildung 31: Differenz des Endenergieverbrauchs der Maßnahmenszenarien KSP, KKA und KGL im Vergleich zur Referenz

Ein Vergleich des Primärenergieverbrauchs ist in der Abbildung 32 dargestellt. Es ist erkennbar, dass der große Anteil an Mineralöl in allen Szenarien weitestgehend konstant bleibt. Die Einsparungen im Verkehr sind zu gering, um deutlich aufzufallen. Die Biomasse verzeichnet vor allem im Szenario A deutliche Zuwächse. In den Szenarien A und C bleibt der Anteil der Kernenergie auch nach 2012 erhalten. Dies geht vor allem zu Lasten der fossilen Energieträger Erdgas und Kohle, die im Vergleich zur Referenz und zu Szenario B aus der Stromerzeugung verdrängt werden.

Dies wird auch in der Abbildung 33 verdeutlicht. Zusätzlich ist in dieser Darstellung die Änderung des Netto-Stromimports ersichtlich. Die Szenarien A und C weisen zumindest im Jahr 2012 eine geringere Importabhängigkeit auf. In den Szenarien A und B ist die zusätzliche vom Land geförderte Biogasproduktion erkennbar.

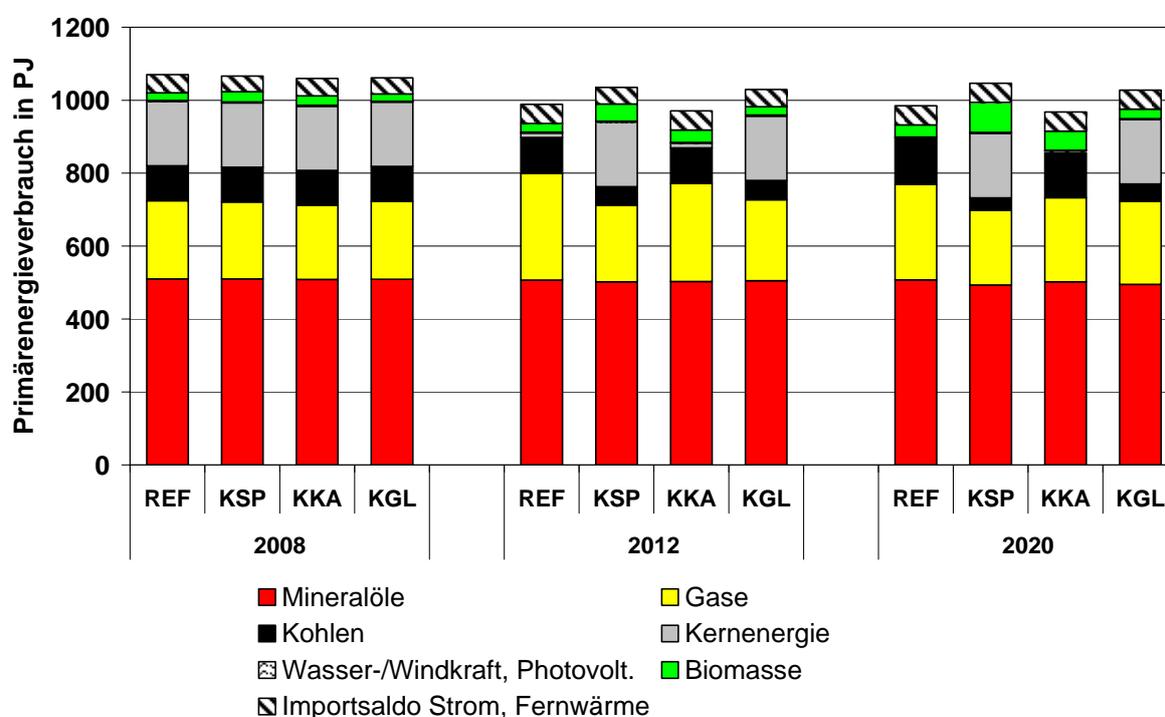


Abbildung 32: Entwicklung des Primärenergieverbrauchs für die Referenz (REF) und die Szenarien (KSP, KKA und KGL)

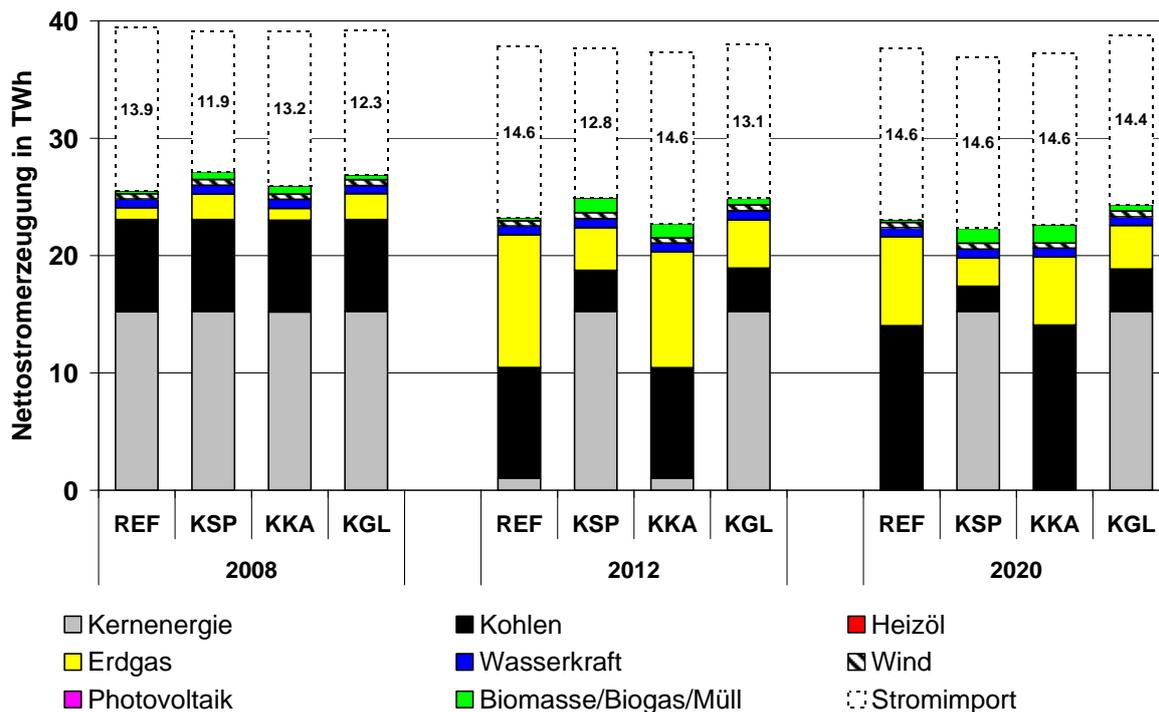


Abbildung 33: Entwicklung der Nettoerzeugung in der Referenz (REF) und den Maßnahmenszenarien (KSP, KKA und KGL)

Die Differenzen der resultierenden CO₂-Emissionen gegenüber der Referenz sind in Abbildung 34 dargestellt. Hierbei ist erkennbar, dass Szenario A erwartungsgemäß die stärksten Einsparungen aufweist. In den Szenarien A und C ist ein Großteil der Einsparungen in der Energieumwandlung auf die Laufzeitverlängerung des KKW Biblis zurückzuführen. Des Weiteren machen sich die Maßnahmen, die auf der Anwendungsebene durchgeführt werden, ebenfalls im Energieumwandlungssektor bemerkbar, da dadurch weniger Strom als Endenergie nachgefragt wird und damit auch bereitgestellt werden muss.

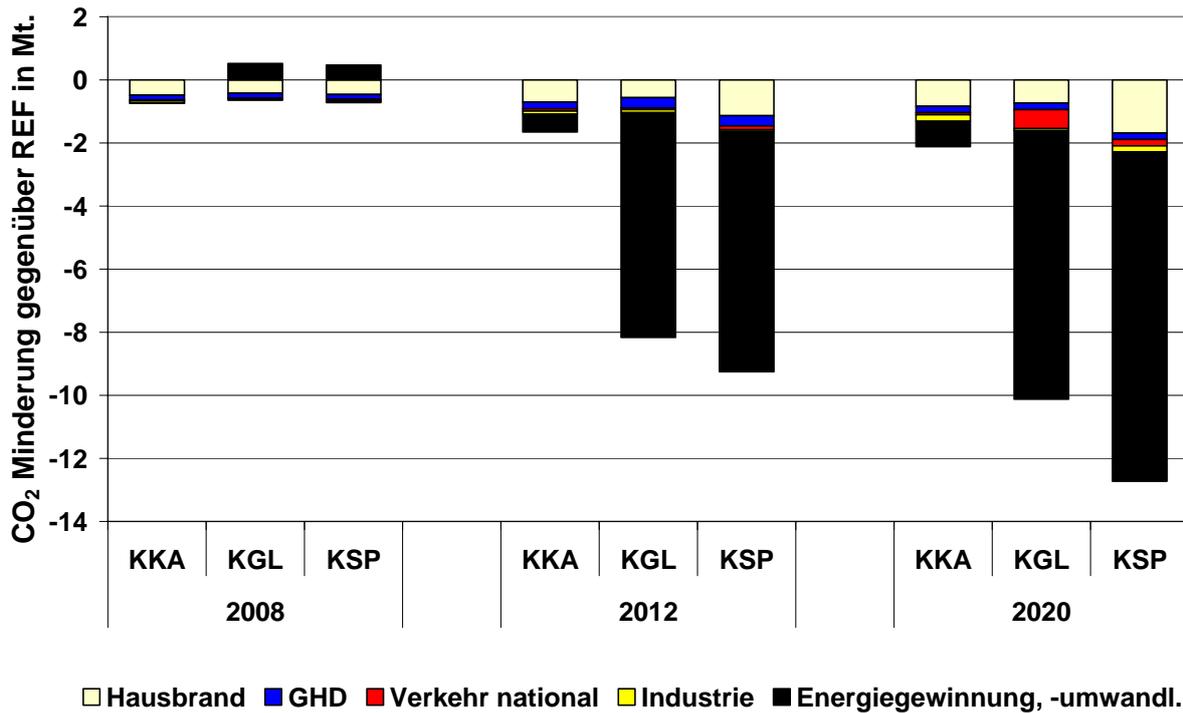


Abbildung 34: Differenz der CO₂ Emissionen der Szenarien im Vergleich zu Referenz

6.3.3 Ergebnisse der Variantenrechnungen im Vergleich

Für die Varianten „EE15“ und „Preis“ sind die Veränderungen der CO₂-Emissionen im Vergleich zur Referenz in Abbildung 35 dargestellt. In der Variante „Preis“ kommt es vor allem im Verkehr zu Einsparungen, aber auch die Haushalte tragen durch eine verringerte Endenergienachfrage zur Minderung bei. Bei der Variante EE15 kommt es vor allem zu CO₂-Minderungen im Haushaltssektor sowie in der Energieumwandlung. Der größte Anteil wird durch die Biomasse realisiert. Diese wird sowohl als Endenergie (in Haushalten), als auch in der Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt. Das gesamte Biomassepotenzial von ca. 60 PJ Primärenergie wird in dieser Variante energetisch verwendet. Eine weitere bedeutende Energiequelle zur Erreichung der Quote stellen die Wärmepumpen dar, durch deren Einsatz die Umgebungswärme nutzbar gemacht werden kann.

Tabelle 19: Endenergie [PJ] in der Variante EE15%

	2008	2010	2012	2015	2020
Biomasse	17.9	26.6	43.3	45.2	44.2
Wind	1.6	1.6	1.6	2.3	1.6
Wasser	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8
Solarthermie	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4
Erdwärme, Geothermie	0.1	0.1	12.8	15.3	15.3
PV	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
Summe	23.6	32.4	61.8	67.1	65.5
EEV (ohne Verkehr)	467.5	460.8	452.2	443.9	434
EE-Quote	5.1%	7.0%	13.7%	15.1%	15.1%

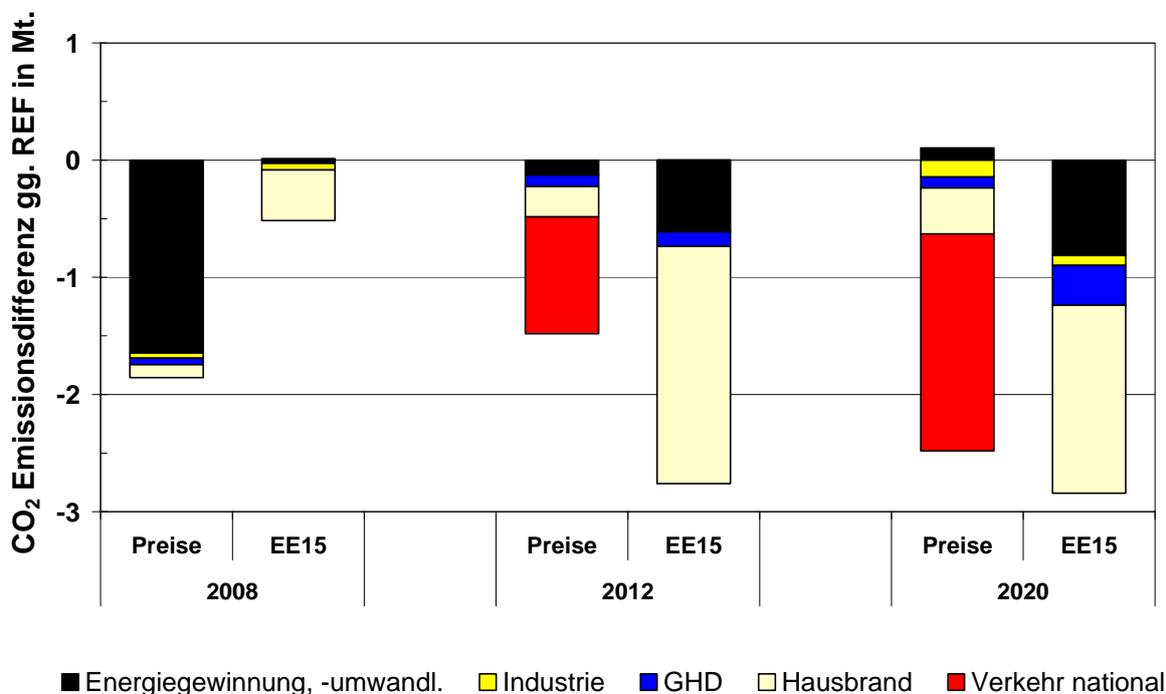


Abbildung 35: Differenz der CO₂ Emissionen in den Varianten EE15 und "Preis" im Vergleich zu Referenz

Tabelle 20: Abdiskontierte Gesamtdifferenzkosten der Szenarien und Varianten im Vergleich zur REF

Differenz zu REF		KSP	KKA	KGL	Preis	EE15
CO2 in 2012	Mt	-9.25	-1.57	-8.16	-1.48	-2.76
Differenzkosten (abdisk.)	Mrd.€ Basis 2002	8.24	0.24	-5.11	51.30	1.96

Ein Vergleich der Systemkosten zeigt ein sehr unterschiedliches Bild. Im Szenario KSP wird zwar die größte Minderung erreicht, aber dafür fallen erhebliche Mehrkosten von über 8 Mrd. € an. Das Szenario C ist das einzige mit negativen Differenzkosten und einer einhergehenden Minderung. Dies ist im Wesentlichen auf die Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerke in Biblis zurückzuführen.

Die Variante Preis zeigt eine ähnlich Wirkung wie das Maßnahmenzenario KKA, ist aber vor allem durch die hohen Energieträgerpreise mit enormen Mehrkosten (über 50 Mrd. €) verbunden. Durch die hohen Energieträgerpreise sind die Gesamtkosten in diesem Fall kein geeignetes Vergleichsmittel.

Die Variante EE15 führt zu Einsparungen in Höhe von knapp 2 Mill. Tonnen CO₂ im Jahr 2012, allerdings ist dieser Weg auch mit Mehrkosten für den gesamten Betrachtungszeitraum von knapp 2 Milliarden € verbunden.

7 Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen

7.1 Vorbemerkung

Zur Abschätzung der gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen von Klimaschutzstrategien können verschiedene Modelltypen verwendet werden, welche jeweils auf unterschiedlichen kontextspezifischen Annahmen hinsichtlich der volkswirtschaftlichen Zusammenhänge basieren. Beispiele hierfür sind Input-Output-Modelle, allgemeine Gleichgewichtsmodelle und ökonometrische Makromodelle. Der in der empirischen Wirtschaftsforschung traditionell am häufigsten verwendete Modelltyp ist das Input-Output-Modell.

Basierend auf Input-Output-Tabellen werden nicht nur die intersektoralen Verflechtungen der Produktionsbereiche abgebildet, sondern auch die Primärinputs (Kapital und Arbeit) und die Endnachfrage wie Konsum und Investitionen erfasst. Input-Output-Modelle eignen sich insbesondere dazu, die durch Änderungen in der Endnachfrage (z.B. Investitionen in Klimaschutzmaßnahmen) ausgelösten direkten und indirekten Produktions- und Beschäftigungseffekte zu ermitteln. Ihr Vorteil besteht in der Einfachheit des Modellansatzes sowie dem hohen sektoralen Disaggregationsgrad. Ihr Nachteil gegenüber allgemein berechenbaren Gleichgewichtsmodellen liegt darin, dass sie keinen mikroökonomisch fundierten, konsistenten und geschlossenen Modellrahmen darstellen, innerhalb dessen Einkommenskreislaufeffekte sowie Preis- und Substitutionseffekte endogen abgebildet und adäquat erfasst werden können. Sind letztere nicht vernachlässigbar, stellen allgemeine berechenbare Gleichgewichtsmodelle das geeignetere Instrument zur Wirkungsanalyse dar. Allgemeine Gleichgewichtsmodelle erklären Allokationseffekte von Politikmaßnahmen auf der Grundlage plausibler wirtschaftstheoretischer Verhaltensannahmen und erfassen den Kreislaufzusammenhang von Einnahmen und Ausgaben sowie die Wechselwirkungen zwischen allen Bereichen (Märkten) der Volkswirtschaft.

Angesichts des verfügbaren Projektbudgets, innerhalb dessen die Entwicklung eines problemadäquaten berechenbaren allgemeinen Gleichgewichtsmodells für Hessen nicht zu leisten gewesen wäre, hat das ZEW die vom IER bereitgestellten Kostendaten des TIMES-Modells so aufbereitet, dass die Berechnung der Produktions- und Beschäftigungseffekte der Klimaschutzmaßnahmen mit Hilfe eines statischen offenen Input-Output-Modells durchgeführt werden konnte. Bei der Interpretation der Ergebnisse müssen jedoch stets die Schwächen und Grenzen der Input-Output-Analyse berücksichtigt werden. Allgemeine kritische Anmerkungen zur Belastbarkeit der quantitativen Ergebnisse finden sich in Kapitel 7.2.3.

7.2 Modellbeschreibung

7.2.1 Das Input-Output-Modell

7.2.1.1 Grundstruktur des Input-Output-Modells

Input-Output-Tabelle

Grundlage eines jeden Input-Output-Modells sind Input-Output-Tabellen (siehe als Beispiel Tabelle 21). Input-Output-Tabellen stellen eine detaillierte quantitative Darstellung der güter- und produktionsmäßigen Verflechtungen zwischen den verschiedenen Wirtschaftsbereichen bzw. Wirtschaftssubjekten einer Volkswirtschaft sowie deren Beziehungen zur übrigen Welt über Export- und Importströme dar. Eine Input-Output-Tabelle lässt sich in drei Quadranten unterteilen. Im ersten Quadranten (oben links) wird die *Vorleistungsmatrix* abgebildet. Sie zeigt die Lieferung und den Empfang von Vorleistungen zwischen den Sektoren, d.h. die intersektorale Verflechtung. Die *Endnachfragematrix* stellt den zweiten Quadranten (oben rechts) der Input-Output-Tabelle dar. Sie zeigt die Lieferungen der einzelnen Produktionssektoren für die Endnachfrage. Die *Primäraufwandsmatrix*, der dritte Quadrant der Input-Output-Tabelle (unten links), stellt sonstige Produktionsaufwendungen dar, welche keine Steuern sind.

Aus den Zeilen im linken Teil der Input-Output-Tabelle wird die Input-Struktur der Volkswirtschaft auf sektoraler Ebene ersichtlich. Hierbei kann zwischen intermediären Inputs und primären Inputs unterschieden werden. Die Spalten der Vorleistungsmatrix zeigen die Produktionsstruktur der Wirtschaftsbereiche sowie die Verwendung der von ihnen produzierten Güter in der Produktion durch andere Sektoren. Die Bruttowertschöpfung setzt sich aus den Abschreibungen (D), den Einkommen aus unselbständiger Arbeit (L) und den Einkommen aus Unternehmertätigkeit und Vermögen (K) zusammen. Der gesamte Output bzw. Bruttoproduktionswert (X) entspricht der Summe der Inputs, d.h. der Vorleistungen der Produktionsbereiche aus dem In- und Ausland, der Steuern und der Bruttowertschöpfung. Die Zeilen im oberen Teil der Input-Output-Tabelle zeigen die Verwendung der produzierten Güter. Dabei handelt es sich um Vorleistungen und die Endnachfrage (Y). Zur Endnachfrage zählen die Nachfrage der privaten Haushalte (C), die Nachfrage der Produktionssektoren nach Investitionsgütern (I), die Nachfrage des Staates (G) und die Nachfrage nach Exporten (E).

Tabelle 21: Auszug aus der Input-Output-Tabelle für Deutschland 1995 (Quelle: Statistisches Bundesamt 2002)

Input-Output-Tabelle der inländischen Produktion zu ab Werk Preisen 1995	Output an	Land- wirt- schaft	Forstwirt- schaft, Fischerei usw.	Ziehereien, Kaltwalz- werke	Stahl- u. Leicht- metallbau- erzeugn., Schienen- fahrz.	Maschinen- bauerzeug- nisse	Büro- maschinen, ADV-Ge- räten u. Einrich- tungen	Straßen- fahrzeuge	Input der Produk- tions- bereiche zusammen	Privater Verbrauch im Inland	Ausfuhr v. Waren und Dienst- leistungen	zu- sammen	Gesamte Ver- wendung von Gütern			
Werte in Millionen DM		1	2	...	19	20	21	22	23	...	59	60	...	65	66	67
Landwirtschaft	1	6293	467	...	0	0	3	0	0	...	49625	10790	...	4482	15193	64818
Forstwirtschaft, Fischerei usw.	2	13	138	...	0	1	15	0	9	...	10235	2119	...	1182	4334	14569
...
Ziehereien, Kaltwalzwerke	19	861	122	...	5470	1697	5654	188	7879	...	36344	121	...	8928	20086	56430
Stahl- u. Leichtmetallbauerzeugn., Schienenfahrz.	20	35	29	...	1	4744	1788	0	129	...	20654	0	...	6306	28958	49612
Maschinenbauerzeugnisse	21	625	104	...	1358	1817	24710	284	6648	...	62441	1099	...	103981	156700	219141
Büromaschinen, ADV-Geräte u. -Einrichtungen	22	0	0	...	6	8	100	628	24	...	3855	203	...	10348	16559	20414
Straßenfahrzeuge	23	515	230	...	92	233	2046	7	51649	...	77457	72945	...	119457	239575	317032
...
Vorstg. d. Prod.bereiche (Sp.1 bis 58) aus Inland	59	31837	6594	...	26017	26353	109769	11588	182731	...	2832415	1610332	...	709694	3646205	6478620
Vorstg. d. Prod.bereiche aus Einfuhr	60	5216	1166	...	5488	4751	19861	2392	35556	...	409875	182718	...	68006	329165	739040
Nichtabzugsfähige USt	61	0	0	...	0	0	0	0	0	...	43230	144060	...	0	192180	235410
Vorstg. d. Prod.bereiche einschl. nichtabzugsf. USt	62	37053	7760	...	31505	31104	129630	13980	218287	...	3285520	1937110	...	777700	4167550	7453070
Abschreibungen	63	13875	1077	...	2402	1143	9456	1791	16379	...	451710	0	...	0	0	0
Produktionssteuern abzügl. Subventionen	64	0	0	...	0	0	0	0	0	...	0	0	...	0	0	0
Einkommen aus unselbständiger Arbeit	65	7924	6818	...	16868	17484	85302	7235	74671	...	1883940	0	...	0	0	0
Einkommen aus Unternehmertätigkeit und Verm.	66	5966	-1086	...	5655	-119	-5247	-2592	7695	...	857450	0	...	0	0	0
Bruttowertschöpfung zu Marktpreisen	67	27765	6809	...	24925	18508	89511	6434	98745	...	3193100	0	...	0	0	0
Bruttoproduktionswert	68	64818	14569	...	56430	49612	219141	20414	317032	...	6478620	0	...	0	0	0

Beispielsweise benötigt laut der Input-Output-Tabelle für Deutschland aus dem Jahr 1995 (vgl. Tabelle 21) der Straßenfahrzeugbau für die Produktion von Gütern im Wert von 1 Mio. DM stets Güter im Wert von ca. 21 000 DM⁸ vom Wirtschaftsbereich „Maschinenbauerzeugnisse“. Dieser wiederum benötigt für die Erzeugung von 1 Mio. DM seines Outputs Güter im Wert von ca. 25 800 DM⁹ vom Wirtschaftsbereich „Ziehereien, Kaltwalzwerke“. Indirekt werden somit für die Produktion von Gütern des Straßenfahrzeugbaus im Wert von 1 Mio. DM Güter vom Wirtschaftsbereich „Ziehereien, Kaltwalzwerke“ im Wert von 542 DM¹⁰ eingesetzt. Da auch der Wirtschaftsbereich „Ziehereien, Kaltwalzwerke“ Güter von anderen Sektoren benötigt, gehen noch andere Produkte indirekt in die Produktion von Straßenfahrzeugen ein. Mittels des Verfahren der Matrixmultiplikation können die mit der Produktion eines Gutes verbundenen Güterströme aufsummiert werden. Bei exogener Vorgabe einer bestimmten Nachfrage (z.B. Investitions- oder Konsumnachfrage) können dann die direkten und indirekten ökonomischen Effekte (auf der Ebene der Sektoren oder der Gesamtwirtschaft) erfasst werden.

Struktur des Grundmodells

Um die Daten einer Input-Output-Tabelle für analytische Zwecke verwenden zu können, ist die Formulierung eines ökonomischen Modells notwendig. Zur empirischen Analyse der gesamtwirtschaftlichen und sektoralen Effekte der aus den InKlim Maßnahmenzenarien abgeleiteten Nachfrageimpulse wird ein statisches Input-Output-Modells verwendet. Ausgangspunkt ist die folgende Zusammenfassung der Vorleistungsverflechtung und der Endnachfragestruktur einer Input-Output-Tabelle zu einem Gleichungssystem:

$$\begin{array}{cccccc}
 x_{11} + & \dots & +x_{1j} & \dots & +x_{1n} & +Y_1 & = & X_1 \\
 \vdots & & \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots \\
 x_{i1} + & \dots & +x_{ij} & \dots & +x_{in} & +Y_i & = & X_i \\
 \vdots & & \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots \\
 x_{n1} + & \dots & +x_{nj} & \dots & +x_{nn} & +Y_n & = & X_n
 \end{array}$$

Jede Zeile dieses Gleichungssystems stellt den Gesamtoutput (Bruttoproduktionswert) X_i eines Wirtschaftszweiges als Summe aus den an andere Wirtschaftszweige abgegebenen intermediären Outputs x_{ij} (von Sektor i an Sektor j) und den an die Endnachfrage Y_i gelieferten Output dar. In dieses Gleichungssystem wird nun eine Produktionstechnologie

⁸ 6 648 Mio. DM (Lieferung Maschinenbauerzeugnisse an Straßenfahrzeuge) / 317 032 Mio. DM (Bruttoproduktionswert Straßenfahrzeuge).

⁹ 5 654 Mio. DM (Lieferung Ziehereien, Kaltwalzwerke an Maschinenbauerzeugnisse) / 219 141 Mio. DM (Bruttoproduktionswert Maschinenbauerzeugnisse).

¹⁰ 0,0258 x 21 000 DM.

(limitationale Produktionsfunktion) mit Hilfe von branchenspezifischen Inputfunktionen des Typs $x_{ij} = a_{ij} \cdot X_j$ integriert. Die Inputkoeffizienten a_{ij} bilden den proportionalen Zusammenhang zwischen dem Gesamtinput der j-ten Branche X_j und den intermediären Outputs x_{ij} ab. In Matrixschreibweise ergibt sich das lineare Gleichungssystem

$$\underline{x} - \underline{A} \cdot \underline{x} = \underline{y}.$$

Um das zur Befriedigung eines gegebenen Niveaus der Endnachfrage erforderliche Produktionsvolumen zu bestimmen, muss dieses Gleichungssystem nach dem Vektor der Bruttonachfrage aufgelöst werden. Bezeichnet man mit \underline{I} die $(n \times n)$ -Einheitsmatrix ($i, j = 1, 2, \dots, n$), dann erhält man

$$\underline{x} = (\underline{I} - \underline{A})^{-1} \cdot \underline{y}.$$

Die Matrix $\underline{D} = (\underline{I} - \underline{A})^{-1}$ bezeichnet man als Leontief-Inverse (Leontief 1941). Ihre Elemente d_{ij} geben an, um wieviele Einheiten sich die Produktion des Sektors i verändern muss, wenn die Nachfrage nach den Gütern des Sektors j um eine Einheit variiert. Summiert man die Elemente der Matrix spaltenweise, so ergibt sich der sektorale Produktionsmultiplikator.¹¹ Die Spaltensumme gibt den zusätzlichen Output *aller* Sektoren an, wenn sich die Nachfrage nach Gütern des Sektors j um eine Einheit verändert. Analog ergibt sich bei zeilenweiser Addition der zusätzliche Output des Sektors i bei einer Änderung der autonomen Nachfrage nach den Gütern *aller* Sektoren um eine Einheit.

Ermittlung der indirekten Effekte

Zur Berechnung der indirekten Produktionseffekte werden die InKlim-Nachfrageimpulse nach Sektoren aufsummiert, in einem Spaltenvektor $\Delta \underline{y}$ erfasst und mit der Leontief-Inversen multipliziert. Als Ergebnis erhält man einen Vektor $\Delta \underline{x}$, der die zur Befriedigung der Nachfrageimpulse notwendige direkte und indirekte Produktion enthält. Die Ermittlung der indirekten Effekte erfolgt gemäß dem in Abbildung 36 dargestellten Schema.

¹¹ Vgl. Pischner und Stäglich (1976); Holub und Schnabl (1994b).

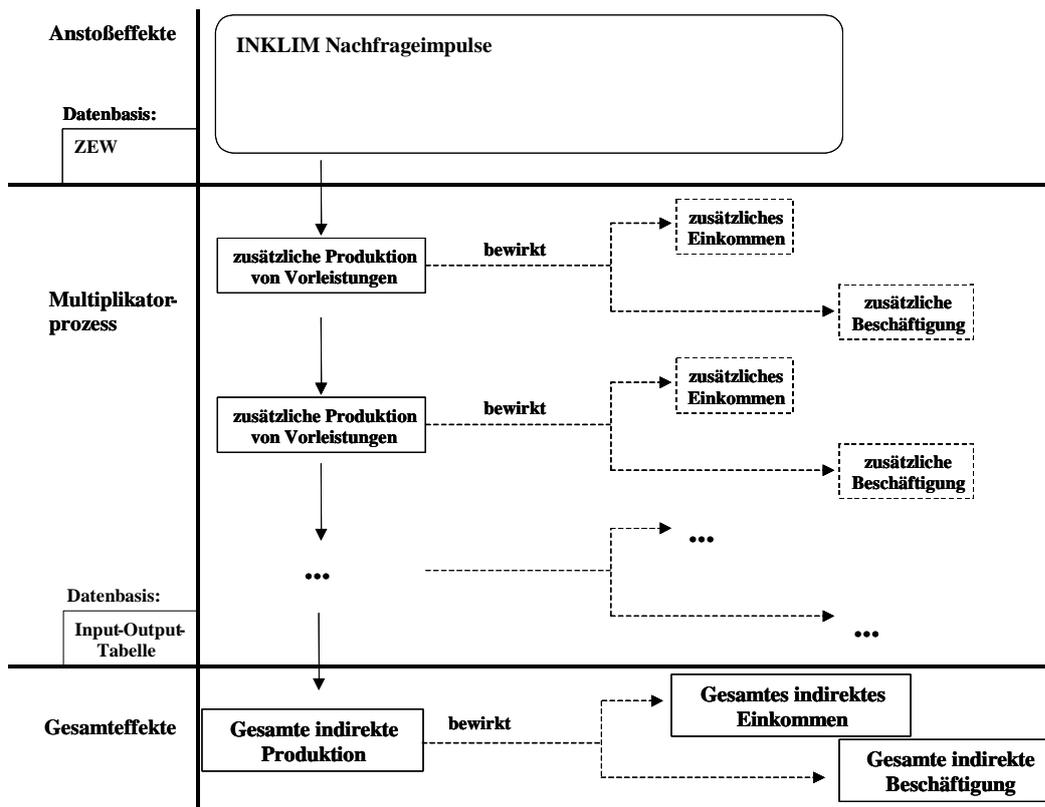


Abbildung 36: Ermittlung der indirekten ökonomischen Effekte

Die indirekten Produktionseffekte¹² lassen sich also wie folgt berechnen

$$\Delta \underline{x}_{\text{indirekt}} = \{ (\underline{I} - \underline{A})^{-1} \} \cdot \Delta \underline{y}$$

Die indirekten sektoralen Produktionsmultiplikatoren entsprechen den Elementen der Leontief-Inversen in der geschweiften Klammer.

¹² An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass die in dem Projekt verwendete Abgrenzung zwischen direkten, indirekten und induzierten Effekten nicht mit der in der Input-Output Analyse verwendeten identisch ist. In der Input-Output-Analyse ist es üblich, als direkten Effekt die Summe aus dem sog. *Initialeffekt* $\Delta \underline{y}_0$ und dem sich ergebenden *Erstrundeneffekt* $\underline{A} \cdot \Delta \underline{y}_0$ zu bezeichnen (vgl. Holub und Schnabl 1994a: 457ff). Die indirekten Effekte ergeben sich in den nächsten Runden analog durch Multiplikation der in der ersten Runde ausgelösten zusätzlichen Produktion mit den Input-Koeffizienten, so dass sich für die gesamten Produktionseffekte eine unendliche Potenzreihe ergibt. Der Grenzwert dieser Folge entspricht gerade der Leontief-Inversen.

Die Berechnung der Beschäftigungseffekte¹³ erfolgt mit Hilfe von sektoralen Arbeitskoeffizienten (AK_i). Um diese zu ermitteln, benötigt man zusätzliche Daten über die sektorale Erwerbstätigkeit (E_i). Der sektorale Arbeitskoeffizient ergibt sich durch Division der Erwerbstätigen durch den Bruttoproduktionswert

$$AK_i = \frac{E_i}{X_i}$$

Die sektorale Arbeitsproduktivität entspricht dem Kehrwert des Arbeitskoeffizienten.

Für das statische Input-Output-Modell ergibt sich die sog. *Beschäftigteninverse* durch Multiplikation der sektoralen Arbeitskoeffizienten mit der Leontief-Inversen. Die indirekten Beschäftigungseffekte ergeben sich somit aus

$$\Delta \underline{E}_{\text{indirekt}} = \{ \underline{AK} \cdot (\underline{I} - \underline{A})^{-1} \} \cdot \Delta \underline{y}$$

Die Matrix in der geschweiften Klammer enthält die sektoralen Beschäftigungsmultiplikatoren für die indirekten Effekte.

Ermittlung der induzierten Effekte

Um die induzierten Effekte berechnen zu können, muss das statische Grundmodell der Input-Output-Analyse erweitert werden. Da sich die induzierten Effekte aus der Verwendung der Löhne und Gehälter für Konsumgüter ergeben, muss also eine Rückkopplung zwischen dem Einkommen und dem Konsum modelliert werden. Dies wird durch Berücksichtigung einer Konsumfunktion im Input-Output-Modell ermöglicht. Die folgende Abbildung 37 verdeutlicht die Wirkungsweise des Rückkoppelungseffektes graphisch.

Als induzierte Effekte werden die durch die Konsumausgaben der Beschäftigten ausgelösten Effekte verstanden, und zwar für die Unternehmen, die Aufträge zur Durchführung klimaschutzpolitischer Maßnahmen erhalten haben.

¹³ Vgl. Stäglin et al. (1973).

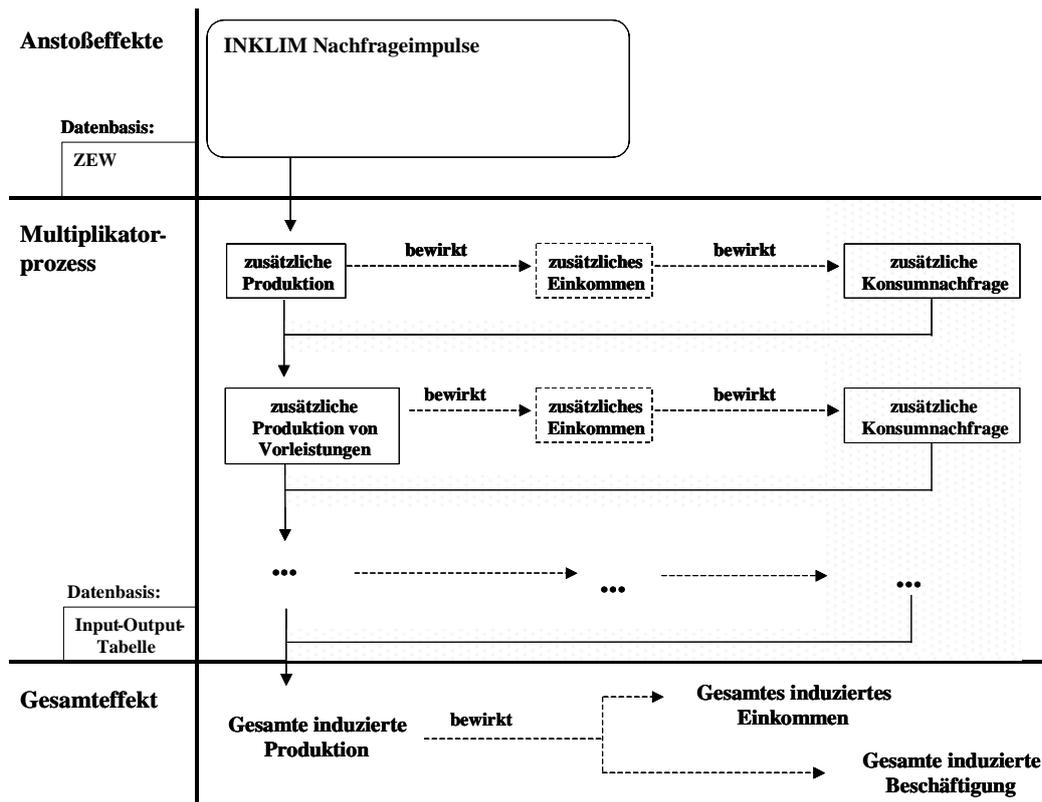


Abbildung 37: Ermittlung der induzierten ökonomischen Effekte

Die Konsumausgaben der bei den beauftragten Unternehmen beschäftigten Arbeitnehmer werden im Rahmen der Input-Output-Analyse geschätzt, indem in einem ersten Schritt die aus den Aufträgen resultierende Gesamtproduktion $\Delta \underline{x}_0$ ermittelt wird. Das bei der Produktion entstandene Einkommen ΔW_0 wird mit den sektoralen Konsumquoten gewichtet, so dass sich aus der resultierenden Konsumnachfrage $\Delta \underline{c}_0$ wiederum ein *Rückkopplungseffekt* ergibt. Um diese zusätzliche Nachfrage zu befriedigen, ist eine zusätzliche Produktion in Höhe von $\Delta \underline{x}_1$ erforderlich. Die Produktion von Konsumgütern und Vorleistungen impliziert wiederum eine zusätzliche Einkommensentstehung von ΔW_1 . Da auch diese Einkommen von ihren Beziehern zum Teil für den Konsum verwendet werden, ergibt sich ein neuerlicher Anstieg der entsprechenden Endnachfragekomponente $\Delta \underline{c}_1$, der allerdings niedriger ausfällt als $\Delta \underline{c}_0$. Dieser Rückkopplungseffekt zwischen Produktion, Einkommensentstehung und Konsumnachfrage setzt sich entsprechend fort. Da immer nur ein Teil der in jeder Phase entstehenden Einkommen für Konsumzwecke verwendet wird, sind die in jeder weiteren Phase entstehenden Produktionseffekte geringer als in der vorangegangenen.

Zur Berechnung des Gesamteffektes kann man folgenden Ansatz verwenden:¹⁴

¹⁴ Vgl. Pischner und Stäglich (1976), Stäglich et al. (1976).

$$\Delta \underline{x} = \left\{ (\underline{I} - \underline{A})^{-1} \cdot (\underline{I} - \underline{V})^{-1} \right\} \cdot \Delta \underline{y}$$

Die Matrix $(\underline{I} - \underline{A})^{-1}$ entspricht der Leontief-Inversen des offenen statischen Modells. Die Elemente der Matrix $(\underline{I} - \underline{V})^{-1}$ stellen sektorale Verbrauchsmultiplikatoren dar, die sich aufgrund des Anstoßeffektes $\Delta \underline{y}$ und der resultierenden Folgewirkungen ergeben. Sie geben an, wie viel Endnachfrage im Sektor i insgesamt aufgrund einer Erhöhung der Endnachfrage nach den Produkten des Sektors j entsteht, wenn sowohl die produktionsbedingte Verflechtung der Sektoren als auch die Rückkopplungseffekte durch die zusätzliche Einkommensentstehung und die hieraus resultierende Konsumnachfrage berücksichtigt werden. Die Matrix \underline{V} ist wie folgt spezifiziert

$$\underline{V} = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^n d_{i1} \cdot b_i \cdot c_i & \dots & \sum_{i=1}^n d_{in} \cdot b_i \cdot c_i \\ \vdots & & \vdots \\ \sum_{i=1}^n d_{i1} \cdot b_i \cdot c_i & \dots & \sum_{i=1}^n d_{in} \cdot b_i \cdot c_i \end{pmatrix},$$

wobei

- d_{ij} = Koeffizient der Leontief-Inversen $(\underline{I} - \underline{A})^{-1}$,
- b_i = Inputkoeffizienten für die Löhne und Gehälter,
- c_i = Marginale Konsumquote.

Die Koeffizienten der erweiterten Leontief-Inversen $(\underline{I} - \underline{Z})^{-1} = (\underline{I} - \underline{A})^{-1} \cdot (\underline{I} - \underline{V})^{-1}$ entsprechen den Gesamtproduktionsmultiplikatoren (d.h. unter Einbeziehung der sektoralen Vorleistungsverflechtung), die sich aufgrund des Anstoßeffektes $\Delta \underline{y}$ und der resultierenden Folgewirkungen ergeben. Die Koeffizientenmatrix \underline{Z} selbst lässt sich wie folgt darstellen:

$$\underline{Z} = \begin{pmatrix} a_{11} + b_1 \cdot c_1 & \dots & a_{1n} + b_1 \cdot c_n \\ \vdots & & \vdots \\ a_{n1} + b_n \cdot c_1 & \dots & a_{nn} + b_n \cdot c_n \end{pmatrix},$$

wobei

- a_{ij} = Inputkoeffizienten der Vorleistungsverflechtungsmatrix,
- b_i = Inputkoeffizienten für die Löhne und Gehälter,

c_i = Marginale Konsumquote.

Die sich aus der Rückkopplung von Einkommen und Konsum ergebenden induzierten Effekte berechnet man durch Subtraktion der indirekten Effekte von der Gesamtwirkung.

Als Beschäftigungsinverse für das erweiterte Modell erhält man

$$\underline{BI}_{\text{erweitert}} = \underline{AK} \cdot (\underline{I} - \underline{A})^{-1} \cdot (\underline{I} - \underline{V})^{-1}.$$

Für die induzierten Beschäftigungseffekte erhält man

$$\Delta \underline{E}_{\text{induziert}} = \left\{ \underline{AK} \left[(\underline{I} - \underline{A})^{-1} \left[(\underline{I} - \underline{V})^{-1} - \underline{I} \right] \right] \right\} \Delta \underline{y}.$$

Die Matrix in der geschweiften Klammer entspricht dabei wiederum dem sektoralen *Beschäftigungsmultiplikator* für die induzierten Effekte.

Spezifikation und Schätzung der Konsumfunktion

Das Hauptproblem bei empirischen Anwendungen des um die Konsumnachfrage erweiterten Input-Output-Modells besteht in der Schätzung von sektoralen Konsumfunktionen. In dieser Studie wird ein hybrider Ansatz zur empirischen Spezifikation gewählt. Dem Ansatz von Pischner und Stäglich (1976) folgend, werden die sektorale Verbrauchsstruktur und die marginale Konsumquote getrennt voneinander ermittelt.

Zur Schätzung der Konsumfunktion werden saisonbereinigte Daten aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung der Deutschen Bundesbank für den Zeitraum von 1991, I. Quartal bis 2005, I. Quartal ($T = 49$) verwendet. Da es sich bei den verwendeten Daten um trendbehaftete („nicht-stationäre“) Zeitreihen handelt (siehe Abbildung 38), besteht bei einer einfachen Regression des Konsums C_t auf das verfügbare Einkommen VE_t das Problem der Scheinregression (Granger und Newbold 1974). Als Folge des trendbedingten Wachstums können, selbst bei völliger Unabhängigkeit der zugrundeliegenden Größen, fälschlicherweise statistisch signifikante Abhängigkeiten zwischen den Variablen angezeigt werden, da die zur Beurteilung dieser Frage verwendeten Standard-Teststatistiken beim Vorliegen von Nicht-Stationarität ihre Gültigkeit verlieren (Phillips 1986).

Sinnvolle Abhängigkeiten zwischen trendbehafteten Zeitreihen können sich allerdings ergeben, wenn diese einen gemeinsamen Trend aufweisen. Dies ist beispielsweise bei einer

Regression des Konsums C_t auf das verfügbare Einkommen VE_t , dann der Fall, wenn beide Variablen den gleichen Integrationsgrad aufweisen, eine Linearkombination $U_t = C_t - \alpha - \beta \cdot VE_t$ hingegen stationär ist. Im Rahmen der von Engle und Granger (1987) entwickelten Kointegrationsanalyse wird daher zunächst für jede der verwendeten Zeitreihen separat auf Vorliegen einer Einheitswurzel im charakteristischen Polynom der AR-Repräsentation getestet. Kann die Nullhypothese des Vorliegens einer Einheitswurzel für das Niveau X_t einer Zeitreihe nicht abgelehnt werden, jedoch für die erste Differenz ΔX_t , so kann auf einen Integrationsgrad von Eins geschlossen werden.

Als Testverfahren wurde der Einheitswurzeltest nach Dickey und Fuller (1979) benutzt. Dabei wurde folgender Regressionsansatz verwendet:

$$\Delta X_t = \alpha_0 + \rho \cdot X_{t-1} + \sum_{i=1}^k \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t$$

wobei X_t die Zeitreihe des verfügbaren Einkommens bzw. des privaten Verbrauchs und ΔX_t die ersten Differenzen bezeichnet.

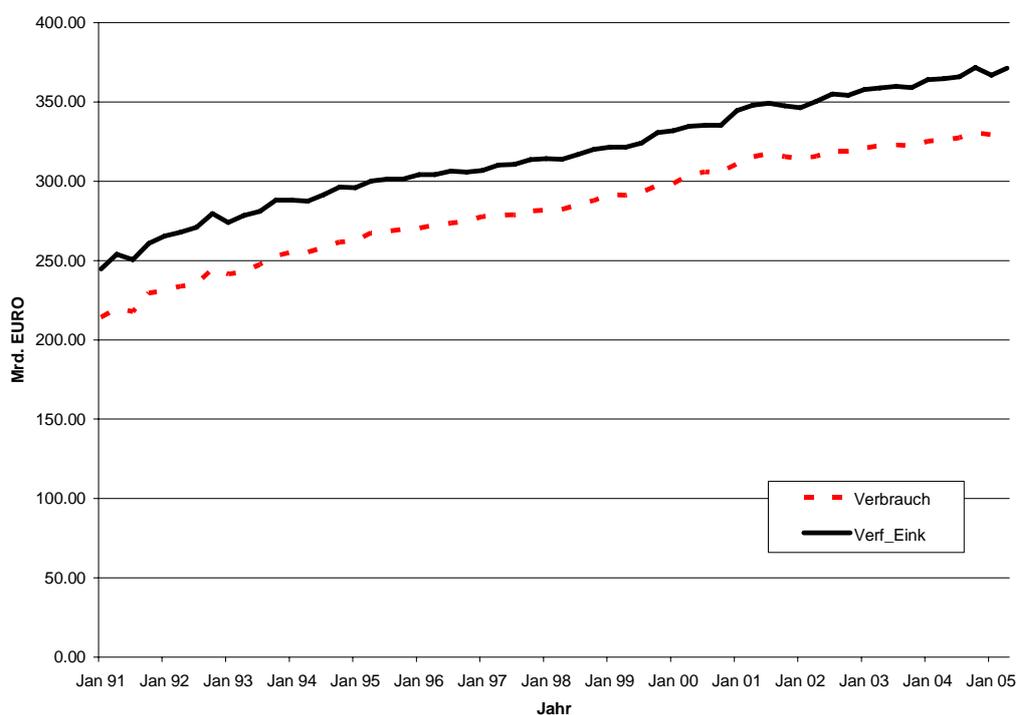


Abbildung 38: Privater Verbrauch und Verfügbares Einkommen

Weiterhin wird die Länge des Lag-Polynoms k so gewählt, dass das Residuum ε_t ein reiner Zufallsprozess ist. Als Prüfgröße dient der standardisierte Regressionskoeffizient $\tau = \rho / \sigma_\rho$. Kritische Werte für diese Prüfgröße finden sich in MacKinnon (1991). Das Vorliegen einer Einheitswurzel wird abgelehnt, wenn der Parameter ρ statistisch signifikant von Null verschieden ist. Der Parameter ist dann signifikant, wenn die Prüfgröße den kritischen Wert unterschreitet.

In Tabelle 22 sind die empirisch ermittelten Prüfgrößen und die korrespondierenden kritischen Werte bei einem Signifikanzniveau von 5% aufgeführt.

Tabelle 22: Ergebnisse der Tests auf Stationarität

Variable	T	k	$\hat{\rho}$	$\hat{\tau}$	τ_{kr}
C_t	57	0	-0,0220	-1,776	-2,9127
VE_t	57	0	-0,0246	-2,517	-2,9127
ΔC_t	56	0	-1,3465	-11,063	-2,9137
ΔVE_t	56	2	-1,2826	-5,216	-2,9137

Für die Variablen C_t und VE_t kann die Null-Hypothese der Nicht-Stationarität bei einem Signifikanzniveau von 5% nicht abgelehnt werden, während für die ersten Differenzen ΔC_t und ΔVE_t die gleiche Null-Hypothese verworfen werden kann. Damit kann für beide Zeitreihen auf einen Integrationsgrad von 1 geschlossen werden.

Im nächsten Schritt wurden für beide Zeitreihen die Parameter der Kointegrationsbeziehung aus der statischen Regression von C_t auf VE_t geschätzt. Eine Schätzmethode für dieses Modell ist der Schätzer nach der Methode der kleinsten Quadrate (OLS). Es ergab sich der folgende empirische Befund (t-Werte der Parameter in Klammern)

$$C_t = -22,250 + 0,904 \cdot VE_t$$

(-2,64)
(26,25)

$$R - sq = 0,99 \quad Adj.R - sq = 0,99 \quad DW = 0,468$$

Der Steigungsparameter ist signifikant von Null verschieden. Die geschätzte Konsumfunktion ist in Abbildung 39 dargestellt.

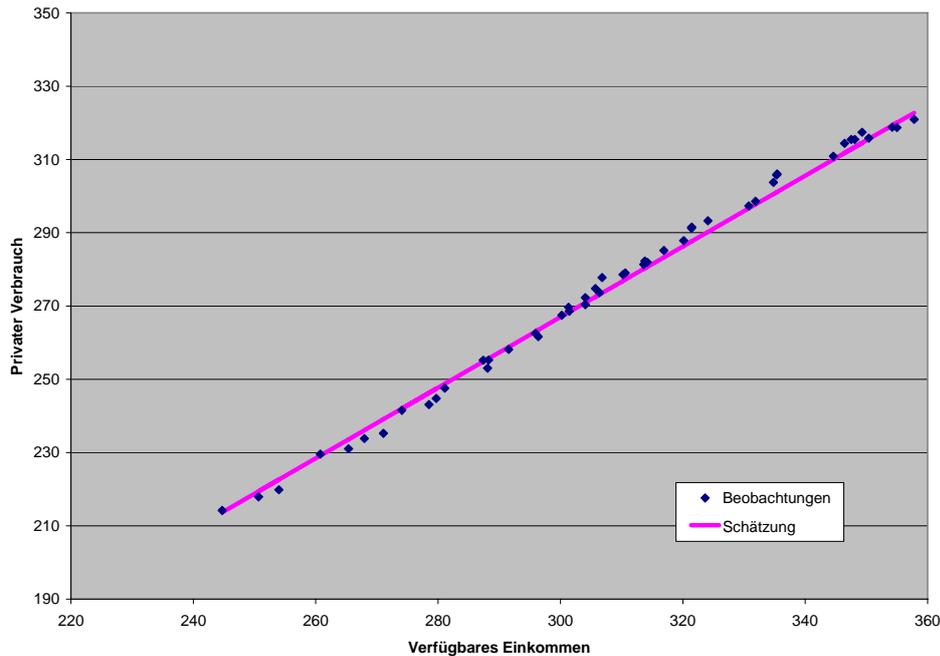


Abbildung 39: Geschätzte Konsumfunktion

Ein statistischer Test auf das Vorliegen einer Kointegrationsbeziehung ist nun identisch mit einem Test auf Stationarität der geschätzten Residuenzeitreihe \hat{U}_t (vgl. Abbildung 40). Dazu wird der Dickey-Fuller-Test verwendet. Die Regressionsanalyse ergab folgende Schätzwerte (t-Werte in Klammern):

$$\Delta \hat{U}_t = -0,08 \hat{U}_{t-1} - 0,330 \cdot \hat{U}_{t-1}$$

(-2,44)
(-1,07)

$$R - sq = 0,14 \quad Adj.R - sq = 0,13 \quad DW = 1,99$$

Es wurden $T = 46$ Beobachtungen verwendet. Für die Prüfgröße τ ergibt sich somit ein geschätzter Wert von $-2,44$. Bei einem kritischen Wert τ_{kr} von $-1,95$ für ein Signifikanzniveau von 5% liegt die Prüfgröße damit klar im Ablehnungsbereich. Somit kann auf das Vorliegen einer Kointegrationsbeziehung zwischen Privatem Verbrauch und Verfügbarem Einkommen geschlossen werden.

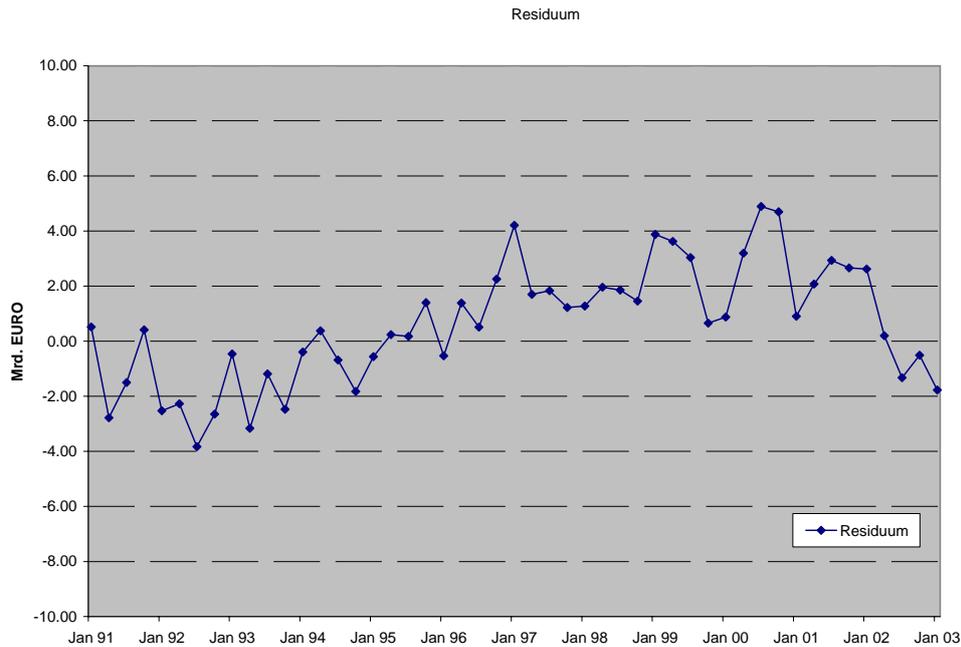


Abbildung 40: Residuen der Kointegrationsbeziehung

Die Kointegrationsanalyse beinhaltet weiterhin die Schätzung von Fehlerkorrekturgleichungen für die ersten Differenzen der beiden Zeitreihen ΔC_t und ΔVE_t . Diese Fehlerkorrekturgleichungen geben Aufschluss über die kurzfristigen Anpassungsprozesse bei Abweichungen der Zeitreihen vom langfristigen Gleichgewicht, das durch die Kointegrationsbeziehung repräsentiert wird. Das Fehlerkorrekturmodell besteht aus dem folgenden, dynamischen Gleichungssystem für ΔC_t und ΔVE_t

$$\Delta C_t = \underset{(0,56)}{0.709} - \underset{(-2,29)}{0.101} \cdot \hat{U}_{t-1} + \underset{(10,94)}{0.682} \cdot \Delta VE_t$$

$$R - sq = 0,69 \quad Adj.R - sq = 0,68 \quad DW = 2,23$$

$$\Delta VE_t = \underset{(-1,74)}{-0,186} + \underset{(2,77)}{0,164} \cdot \hat{U}_{t-1} + \underset{(11,45)}{1,017} \cdot \Delta C_t$$

$$R - sq = 0,70 \quad Adj.R - sq = 0,69 \quad DW = 2,32$$

wobei in beiden Gleichungen $T = 47$ Beobachtungen verwendet worden sind. Der Parameter des Fehlerkorrekturterms \hat{U}_{t-1} ist in beiden Gleichungen statistisch signifikant von Null verschieden¹⁵. Mithin werden rund 10% der Abweichung vom Gleichgewicht in der folgenden Periode durch eine gegengerichtete Anpassungsreaktion der Einkommensvariablen kompensiert, während 16% durch eine Gegenreaktion der Konsumvariablen kompensiert werden. Somit kann der Schätzwert von 0,904 für die marginale Konsumquote als statistisch hinreichend gesichert angesehen werden.

Dieser Wert ist jedoch nicht auf die Einkommensdaten gemäß der Definition der Input-Output-Rechnung anwendbar, da zur Schätzung der Konsumquote das verfügbare Einkommen (eine Nettogröße) verwendet werden muss, während die Einkommen der beschäftigten Arbeitnehmer, die in der Input-Output-Rechnung verwendet werden, Bruttogrößen sind, also insbesondere die nicht-konsumwirksamen direkten Steuerzahlungen noch enthalten sowie im Fall der Arbeitnehmereinkommen zusätzlich die von den Arbeitgebern gezahlten Sozialbeiträge.

Aus diesem Grund wird für die Berechnung der induzierten Effekte die geschätzte marginale Konsumquote mit der zur jeweiligen Einkommensdefinition korrespondierenden Nettoquote gewichtet. Als Grundlage zur Herleitung der Nettoquote sind Daten über die Einkommensgrößen aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung verwendet worden. Diese Daten werden vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung auf jährlicher Basis im Statistischen Taschenbuch veröffentlicht. Der Quotient aus Nettolöhnen und –gehältern und Bruttoarbeitnehmerentgelten für 2000 beträgt 0,518 (569 600 Mill. € zu 1 100 060 Mill. €). Somit ergibt sich eine marginale Konsumquote \hat{C}_g in Höhe von 0,468 (BMGS, 2005).

7.2.1.2 Input-Output-Analyse und Produktions- bzw. Beschäftigungseffekte

Ein Input-Output-Modell liefert Informationen darüber, welche Güter in welcher Menge direkt bzw. indirekt in die Produktion eines anderen Guts eingehen. Liegen zudem Daten vor, wie viele Beschäftigte in den einzelnen Wirtschaftsbereichen jeweils für die Produktion eines Gutes benötigt werden, so können – bei angenommener Konstanz bzw. exogener Anpassung der Faktoreinsatzverhältnisse – neben den Veränderungen der sektoralen und gesamtwirtschaftlichen Bruttoproduktionswerte auch die durch die Implementierung der Maßnahmen induzierten Beschäftigungseffekte erfasst werden.

Folgende Effekte von Minderungsmaßnahmen auf Produktion und Beschäftigung über die gesamte Vorleistungskette werden im Input-Output-Modell für die Studie berücksichtigt:

¹⁵ Da alle Variablen in diesen beiden Gleichungen stationär sind, sind die t-Statistiken der Parameterschätzer asymptotisch standardnormalverteilt.

Investitions- und sonstige Nachfrageeffekte

Mit der Durchführung der Minderungsmaßnahmen ist eine Erhöhung der Nachfrage, insbesondere der Investitionsnachfrage verbunden. Der Investitionseffekt eines Szenarios wird berechnet, indem die im TIMES-Modell sektoral ausgewiesenen Investitionskosten mit Hilfe von Investitionsmatrizen (vgl. Böhringer et al. 2005a) auf Ebene der hessischen Input-Output-Sektoren in einen zusätzlichen Investitionsvektor überführt werden. Die mit den Maßnahmen eines Szenarios verbundenen zusätzlichen Betriebskosten werden wie die Investitionen als nachfragewirksam unterstellt. Die Disaggregation auf die hessischen Input-Output-Sektoren wird dabei mit Hilfe der sektoralen Vorleistungsverflechtungen vorgenommen. Neben den Veränderungen der sektoralen Bruttoproduktionswerte können im Rahmen der Input-Output-Analyse auch die durch die Implementierung der Maßnahmen induzierten Beschäftigungseffekte erfasst werden. So lösen Mehrinvestitionen etwa im Sektor „Maschinenbau“ gegenüber der Referenzentwicklung (*ceteris paribus*) positive direkte und indirekte Beschäftigungseffekte aus. Die Erhöhung der Nachfrage durch zusätzliche Betriebskosten etwa im Sektor „Land- und Forstwirtschaft“ kann ebenfalls mit positiven Produktions- und Beschäftigungsimpulsen verbunden sein. Dagegen kann ein Nachfrage-rückgang in einem Sektor wie „Energie, Mineralölerzeugnisse“ auch zu Beschäftigungseinbußen führen.

Budget- und Finanzierungseffekte

Die Durchführung der Minderungsmaßnahmen muss teilweise durch den Landeshaushalt Hessens finanziert werden. Dies führt bei einem angenommenen konstanten Landesbudget zu einem Nachfragerückgang (Crowding Out) im privaten Konsum, welcher negativ auf Produktion und Beschäftigung wirkt. Die von den Sektoren und Konsumenten selbst zu tragenden Kosten für Investitionen und Betriebskosten führen ebenfalls zu einer entsprechenden Reduktion der Konsumnachfrage.

Energieverbrauchseffekt

Die von den Minderungsmaßnahmen induzierten Veränderungen in der Endenergienachfrage (Verbrauch fossiler Energieträger und Stromverbrauch) führen zu einem Energieverbrauchseffekt im privaten Konsum. So wirkt die mit den Klimaschutzmaßnahmen verbundene Reduktion des fossilen Energieverbrauchs tendenziell negativ auf Produktion und Beschäftigung in den betroffenen Sektoren. Auf der anderen Seite ermöglichen niedrigere Ausgaben für fossile Energien zusätzliche Ausgaben in anderen Bereichen.

Einkommenseffekt

Steigt (fällt) durch eine Minderungsmaßnahme die Bruttonproduktion bzw. die Bruttobeschäftigung, hat dies wiederum Rückwirkungen auf das verfügbare Einkommen der Haushalte und damit auf deren Konsumnachfrage. Über einen keynesianischen Einkommensmultiplikator können im Input-Output-Modell (nachgelagerte) Beschäftigungswirkungen aufgrund von Einkommenseffekten berücksichtigt werden.

7.2.2 Datengrundlagen

7.2.2.1 Sektorale Wirtschaftsdaten für Hessen

Für Hessen ist eine angepasste Input-Output-Tabelle zuletzt für das Jahr 1993 erstellt worden. Aufgrund starker struktureller Veränderungen, welche sich auch in den Input-Output-Tabellen für die BRD ab 1997 widerspiegeln, bietet die 1993er Tabelle jedoch keine solide empirische Grundlage, auf der die Rechnungen im InKlim Projekt aufgebaut werden könnten. Deshalb wurde die neueste verfügbare Input-Output-Tabelle für die BRD (aus dem Jahr 2000) verwendet und eine auf Hessen bezogene Regionalisierung mit Hilfe der Lokationsquotienten-Methode durchgeführt (vgl. z.B. Morrison und Smith 1974). Für die Berechnung der Lokationsquotienten werden die sektoralen Anteile der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigten in Hessen im Verhältnis zu den gesamtwirtschaftlichen Größen gewählt (Sonderauswertung des Hessischen Landesamtes). Die so generierte Input-Output-Tabelle kann als grober Anhaltspunkt für die Abschätzung der durch die Klimaschutzmaßnahmen induzierten sektoralen Produktionseffekte dienen. Zur Berechnung der durch die Politikeingriffe ausgelösten Beschäftigungseffekte werden die sektoralen Arbeitsproduktivitäten für den Status Quo und für die Prognosen bis 2012 verwendet (Hessenreport 2003).

Die Input-Output-Tabelle für Hessen ist in folgende 18 Produktionsbereiche gegliedert.

1. Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei
2. Energie, Mineralölerzeugnisse
3. Wasser, Steine/Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse
4. Eisen und Metalle
5. Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik
6. Fahrzeugbau
7. EBM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck
8. Holz, Papier, Druck, Leder, Textilien, Bekleidung
9. Nahrungsmittel, Getränke, Tabak
10. Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen
11. Groß- und Einzelhandel
12. Verkehr (ohne Flugverkehr), Nachrichtenübermittlung

13. Kreditinstitute, Versicherungen
14. Gebäude- und Wohnungsvermietung
15. Gastgewerbe
16. Kultur, Gesundheit
17. Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen
18. Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen

7.2.2.2 Dateninput und Verwendung

Die Evaluierung der Minderungsmaßnahmen erfordert zunächst die Erstellung eines Referenzszenarios ohne Eingriffe (Business-as-Usual-Szenario). Dieses Referenzszenario stellt den Vergleichsmaßstab für die Bewertung der Klimaschutzmaßnahmen dar. Der Output des TIMES-Modells weist dementsprechend die Differenzkosten des jeweiligen Szenarios sektorspezifisch gegenüber dem Business-as-Usual aus. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das TIMES-Modell zwar die in den einzelnen Sektoren anfallenden Investitions- und sonstigen Kosten sektorspezifisch angibt, die Einteilung der TIMES-Sektoren jedoch nicht mit der Einteilung der Sektoren in der Input-Output-Tabelle identisch ist. Für eine Anpassung der TIMES-Daten an die hessische Input-Output-Tabelle sind daher eine Reihe zusätzlicher Annahmen erforderlich.

Der zweite Schritt bei der Analyse der Maßnahmenbündel ist die Bestimmung der mit den Maßnahmen verbundenen Kosten, die als nachfragewirksam unterstellt werden. Die vom TIMES-Modell ausgewiesenen sektorspezifischen Investitionskosten sind vom ZEW mittels Kostenschlüsseln in sektorale Investitionsnachfragen nach Gütern einzelner Wirtschaftssektoren der Input-Output-Tabelle aufgeteilt worden. Bei der Aufschlüsselung werden die Kosten des Maßnahmenbündels zunächst wie Investitionen im jeweiligen Wirtschaftssektor behandelt. Über Investitionskoeffizienten wird dann berechnet, in welchem Sektor der Input-Output-Tabelle zusätzliche Nachfrage nach Investitionsgütern realisiert wird.

Zur Ermittlung des in Hessen produktions- und beschäftigungswirksamen Nachfrageimpulses ist die Verflechtung der hessischen Wirtschaft mit dem Rest der Bundesrepublik und dem Ausland von Bedeutung. Die einzelnen Sektoren beziehen nicht alle Inputs aus Hessen, sondern importieren einen Teil ihrer Vorleistungen aus anderen Bundesländern oder aus dem Ausland. Solche Daten werden jedoch für Hessen nicht erhoben (gemäß Angaben des Hessischen Landesamts für Statistik). Ein Rückschluss von den entsprechenden Daten der Input-Output-Tabelle der gesamten Bundesrepublik wäre konzeptionell falsch, da sich der Außenhandel eines Bundeslandes von dem der Bundesrepublik strukturell unterscheidet. Auf Grund der mangelhaften Datenlage wurde auf Erfahrungen mit ähnlichen Analysen für andere Bundesländer (Baden-Württemberg) zurückgegriffen (vgl. Böhringer et al. 2005a) und unterstellt, dass sich die Importverflechtung der hessischen Wirtschaft nicht grundlegend von derjenigen Baden-Württembergs unterscheidet. Es wurde angenommen, dass die zusätzliche Nachfrage nicht vollständig in Hessen wirksam wird, sondern jeweils nur der um die sektorale Importquote bereinigte Wert.

Diese – angesichts der Datenlage alternativlose – Annahme ist zweifelsohne mit einer erheblichen Unsicherheit behaftet. Es wäre zu wünschen, dass die Erhebung von Daten zur Verflechtung der hessischen Wirtschaft mit anderen Bundesländern und dem Ausland, ebenso wie die Erstellung hessischer Input-Output-Tabellen, in Zukunft stärker gefördert werden – ganz im Eigeninteresse der hessischen Landesregierung.

Der Vektor der mit den Maßnahmen verbundenen sektoralen Investitionsnachfrage sowie der durch weitere zusätzliche Ausgaben wie Betriebskosten oder Ausgaben der Haushalte bedingten sonstigen sektoralen Nachfrage geht (bereinigt um die sektorale Importquote) anschließend exogen ins Input-Output-Modell als „Nachfrageimpuls“ ein. Als zweiter Schritt der Analyse wird dem positiven Nachfrageimpuls aufgrund der getätigten Investitionen und sonstiger Nachfrageeffekte im Input-Output-Modell ein negativer Finanzierungseffekt gegenüber gestellt. Dabei wird angenommen, dass die Kosten des Klimaschutzes letztendlich von den privaten Haushalten getragen werden. Die Information bezüglich der Budgetwirkungen für die Szenarien stammt aus den Maßnahmeblättern bzw. aus den Berechnungen des Nachfrageimpulses. Auf Grund fehlender Daten zur Importstruktur der privaten Konsumnachfrage (gemäß Angaben des Hessischen Landesamtes für Statistik) wird hier vereinfachend angenommen, dass der gesamte negative Finanzierungseffekt in Hessen wirksam wird. Die Produktions- und Beschäftigungseffekte werden schließlich komparativ-statisch gegenüber den vier Stützjahren 2010, 2015, 2020 und 2025 ermittelt.

7.2.3 Grenzen des Modellansatzes

Die statische Input-Output-Analyse stellt ein vergleichsweise einfaches Instrument dar, um eine erste Abschätzung eher kurzfristiger gesamtwirtschaftlicher Effekte von Klimaschutzmaßnahmen zu erhalten. Über die offensichtlichen methodischen Grenzen dieser Vorgehensweise sollte man sich jedoch bei der Interpretation der Ergebnisse stets bewusst sein:

- Das verwendete statische Input-Output-Modell bietet als reines Mengenmodell keinen mikroökonomisch fundierten, konsistenten und geschlossenen Modellrahmen, welcher eine totalanalytische Betrachtungsweise ermöglicht und alloktionstheoretische Zusammenhänge ausreichend berücksichtigt. Es beschreibt die sektorspezifischen Produktionsmöglichkeiten nicht über preisabhängige Kostenfunktionen, sondern über fixe Vorleistungskoeffizienten. Preis- und Substitutionseffekte werden somit nicht endogen abgebildet. Die Klimaschutzmaßnahmen führen zu Substitutionseffekten und geänderten Nachfragestrukturen. Letztere können jedoch nur modellexogen - hier über einen „soft-link“ zum Energiesystemmodell TIMES - berücksichtigt werden.
- Das statische Input-Output-Modell basiert auf der Annahme konstanter, preisunabhängiger Vorleistungskoeffizienten. Preise und Zinsen werden für Hessen als gegeben angesehen. Dies bedeutet, dass keine Preiseffekte mit der Implementierung der Maßnahmenbündel verbunden sind, was angesichts der Größenordnung der Maßnahmen als

vertretbare Annahme erscheint. Exogen vorgegebene Änderungen im Prozessmix und der Vorleistungsstruktur (beispielsweise innerhalb der Energiesektoren) werden im einfachen statischen Ansatz nicht berücksichtigt. Die Abbildung der Verflechtungen Hessens innerhalb der Bundesrepublik und mit dem Ausland über Import- und Exportbeziehungen ist möglich, setzt aber eine entsprechende Datenbasis voraus. Darüber hinaus bleiben wichtige Interdependenzen wie etwa die Finanzströme zwischen Bundes- und Landesebene unberücksichtigt. Der Grund für viele dieser Vereinfachungen ist die für eine quantitative Bewertung unzureichende Datenbasis.

- Da die exogen vorgegebenen Zusatz-Investitionen nicht entsprechend der Input-Output-Systematik sektoral disaggregiert sind, muss die Investitionsnachfrage mittels geschätzter Koeffizienten auf die 18 Gütergruppen des Input-Output-Modells für Hessen aufgeteilt werden. Da hinsichtlich der Importstruktur der Investitionsnachfrage keine Daten verfügbar sind, musste auf entsprechende Daten für Baden-Württemberg zurückgegriffen werden.
- Aufgrund fehlender Einkommenskreisläufe im einfachen, statischen Input-Output-Modell können Finanzierungs- und Budgeteffekte nur über ad-hoc Annahmen erfasst werden. So wird angenommen, dass staatliche Investitionshilfen von den Haushalten in Form einer verringerten privaten Konsumnachfrage getragen werden.
- Rückwirkungen, die u.a. aus einem investitionsgetriebenen Anstieg der Bruttonachfrage entstehen können, werden nur über einen Einkommensmultiplikator erfasst.
- Bei der Interpretation der mit einem einfachen Input-Output-Modell ermittelten Beschäftigungseffekte ist zu beachten, dass es sich bei den zugrunde liegenden Beschäftigungs- bzw. Vorleistungskoeffizienten stets um Durchschnittswerte handelt (vgl. Hohmeyer et al., 1998).

Angesichts dieser methodischen Schwächen der Input-Output-Analyse wäre die Entwicklung und Anwendung eines berechenbaren Gleichgewichtsmodells für Hessen (mit regionaler Anbindung an die übrigen Bundesländer sowie wichtige ausländische Handelspartner) für weiterführende Arbeiten unverzichtbar. Damit könnten zudem regionale Energie- und Umweltpolitiken im überregionalen Kontext analysiert werden und Handlungsempfehlungen vor dem Hintergrund zunehmender Internationalisierung abgeleitet werden.

7.3 Analyse der Maßnahmen-Szenarien

In diesem Kapitel werden die sektoralen und gesamtwirtschaftlichen Produktions- und Beschäftigungseffekte der verschiedenen Maßnahmenpakete (siehe Kapitel 6.3) mittels eines Input-Output-Modells quantifiziert. Die Beschäftigungs- und Produktionseffekte der Szenarien werden dabei im Verhältnis zu Referenzszenario REF ausgewiesen. Während

zunächst in Kapitel 7.3.1 die reinen Bruttoeffekte ohne Gegenfinanzierung dargestellt werden, präsentiert Kapitel 7.3.2 die um die Finanzierung bereinigten Nettoeffekte. Konkret wurde unterstellt, dass die Gegenfinanzierung letzten Endes allein über den privaten Konsum erfolgt.

„Brutto“ bedeutet in diesem Zusammenhang, dass allein die mit den Maßnahmenpaketen verbundenen zusätzlichen Investitions- und Betriebskosten als positiver (bzw. Verdrängungseffekte und Kostenersparnisse als negativer) Nachfrageimpuls in das Input-Output-Modell eingehen. Unberücksichtigt bleiben somit in Kapitel 7.3.1 die Effekte, die sich daraus ergeben, dass Investitionen in Klimaschutz bzw. politikinduzierte Betriebsausgaben (einschließlich der Budgetausgaben des Landes) finanziert werden müssen und somit an anderer Stelle in der hessischen Wirtschaft zu einem Nachfrageausfall führen. Umgekehrt können Effizienz steigernde Maßnahmen, welche einen negativen Kostenimpuls (z.B. durch Einsparung fossiler Energie) generieren, zu positiven Finanzierungseffekten führen. Die separate Ausweisung des Bruttoeffekts und des Gesamt- bzw. Nettoeffekts der einzelnen Maßnahmenzenarien verdeutlicht die Wichtigkeit der Einbeziehung des Finanzierungseffekts in die gesamtwirtschaftliche Analyse: Klimaschutzmaßnahmen verursachen Kosten, in dem sie Ressourcen binden, die einer alternativen Verwendung nicht mehr zu Verfügung stehen. Diese Kosten müssen letztlich den Erträgen der Maßnahmen gegenübergestellt werden, um zu einem gesamtgesellschaftlich optimalen Niveau an Klimaschutz zu gelangen.

7.3.1 Bruttoeffekte: Ergebnisse ohne Gegenfinanzierung der Maßnahmen

7.3.1.1 Gesamtwirtschaftliche Effekte

Abbildung 41 illustriert die Auswirkungen der drei Szenarien A, B und C (ohne Gegenfinanzierung) auf die Produktion in Hessen in den Jahren 2010 bis 2025. Abbildung 42 weist die dazugehörigen aggregierten Bruttobeschäftigungswirkungen in Hessen aus. Die Ergebnisse sind dabei als jährliche absolute Abweichungen zum Referenzszenario dargestellt. Wie ersichtlich, haben die Maßnahmenbündel unterschiedliche Bruttowirkung auf die Entwicklung sowohl der gesamtwirtschaftlichen Produktionswerte als auch der Beschäftigung.

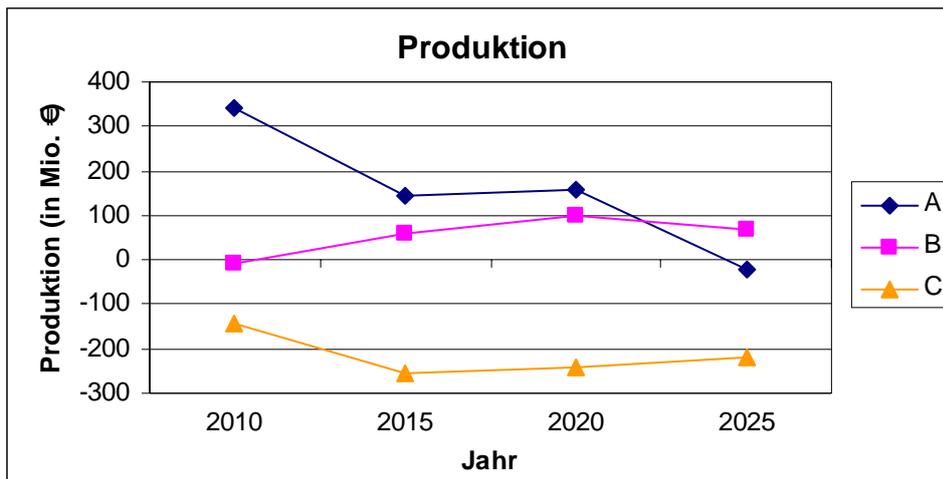


Abbildung 41: Auswirkungen der Szenarien auf die Produktion in Hessen (brutto)

Bezogen auf den Zeitpunkt 2010 weist das Szenario A den höchsten positiven Produktionseffekt auf, wogegen die Szenarien B und C schwach bzw. stark negative Effekte auf das gesamtwirtschaftliche Bruttoniveauproduktion mit sich bringen. Im Zeitverlauf ändert sich die Rangordnung der Szenarien A und B, und Szenario B wird gemessen in Produktionsoutput vorteilhafter. In 2025, dem letzten Jahr der Darstellung, weist allein das Szenario B einen positiven Effekt auf die gesamtwirtschaftliche Produktion in Hessen aus. Die Szenarien A und C führen dagegen zu einer Verringerung der Produktion. Über den Zeitablauf ist der relativ starke Rückgang der Produktion in Szenario A für 2015 und 2025 auffallend. Dieser Effekt erklärt sich hauptsächlich aus den investitionsgetriebenen Nachfrageimpulsen, die in 2010 relativ stark sind, ab 2015 und 2025 aber deutlich nachlassen.¹⁶ Über die gesamte Untersuchungsperiode dominieren die Szenarien A und B das Szenario C in Bezug auf die Produktionseffekte, d.h. beide Szenarien weisen in jedem Jahr höhere Produktionswerte als Szenario C auf.

¹⁶ So fällt ein Großteil der Investitionskosten der Maßnahmen V6 (Verkehrsleitsysteme) und EE4 (Biomasseheizung) bis 2012 bzw. 2020 an.

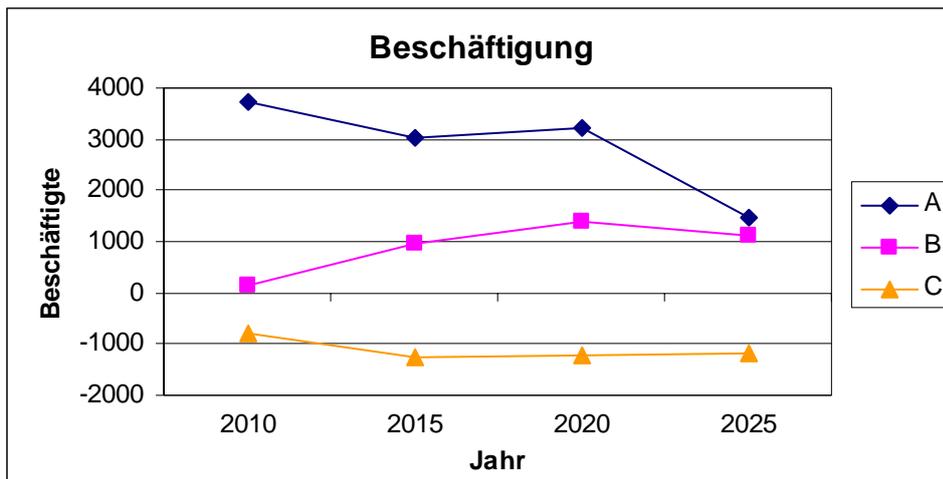


Abbildung 42: Auswirkungen der Szenarien auf die Beschäftigung in Hessen (brutto)

Wie bei der Produktion zeigen die Szenarien im Zeitablauf unterschiedliche Entwicklungen in Bezug auf die Bruttobeschäftigung. Bezogen auf den Zeitpunkt 2010 weist allein das Szenario A mit über 3500 zusätzlichen Beschäftigten einen relativ starken positiven Brutto-Arbeitsmarkteffekt auf, wogegen Szenario B lediglich einen schwachen Zuwachs in Höhe von etwas über 100 Beschäftigten induziert. Szenario C beeinflusst die gesamtwirtschaftliche Bruttobeschäftigung negativ. Auch für die Jahre ab 2010 bis 2025 generiert Szenario B positive Beschäftigungseffekte, die allerdings stets geringer ausfallen als für Szenario A. Gemessen an der Bruttobeschäftigung wird das Szenario C wiederum von den Szenarien A und B dominiert, d.h. der reine (Investitions- und Betriebskosten bedingte) Nachfrageimpuls in C führt in jedem Jahr zu einem geringeren Beschäftigungsniveau als in den beiden anderen Szenarien.

Offensichtlich generiert das Szenario mit den höchsten Investitions- und Landesbudgetkosten (Szenario A) in dem nachfragegetriebenen Input-Output-Modell auch die stärksten positiven Effekte auf Bruttoproduktion und –beschäftigung, wogegen das kostengünstigere Szenario C mit relativ geringen Kosten zu negativen Effekten führt. Bevor jedoch Finanzierungseffekte in die Analyse mit einbezogen werden, erfolgt im Folgenden eine kurze Diskussion der sektoralen Wirkungen des reinen Nachfrageimpulses in den Szenarien A, B und C.

7.3.1.2 Sektorale Effekte

Tabelle 23 weist die maßnahmeninduzierten Nachfrageimpulse sowie die Bruttoproduktions- und -beschäftigungseffekte der Maßnahmenbündel A, B und C für die 18 Sektoren im Jahr 2015 aus (vgl. Tabelle 41 bis 43 im Anhang IV für die Jahre 2010, 2020 und 2025).

Tabelle 23: Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Produktion und Beschäftigung im Jahr 2015 (brutto)

Szenario A (Jahr 2015)

Sektor	Nachfrage- Impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	69.99	70.67	0.38	71.04	1124	6	1130
Energie, Mineralölserzeugnisse	2	-193.44	-208.57	1.25	-207.32	-462	3	-459
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	-0.33	19.89	1.10	20.99	48	3	50
Eisen und Metalle	4	2.30	8.94	0.53	9.48	21	1	22
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	45.36	52.06	0.76	52.82	298	4	302
Fahrzeugbau	6	-2.69	-3.19	1.31	-1.88	-11	4	-6
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	0.88	1.09	0.47	1.56	6	2	8
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	-0.02	5.43	1.80	7.22	29	10	39
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-5.97	-1.75	2.50	0.76	-7	10	3
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	101.53	101.35	0.71	102.06	814	6	820
Groß- und Einzelhandel	11	-1.88	7.38	6.95	14.33	113	107	220
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-8.11	-8.31	3.63	-4.69	-37	16	-21
Kreditinstitute, Versicherungen	13	0.88	1.72	4.40	6.12	1	3	4
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	1.01	12.72	8.76	21.48	77	53	130
Gastgewerbe	15	0.41	0.54	1.03	1.56	6	11	17
Kultur, Gesundheit	16	0.36	2.83	2.04	4.87	47	34	80
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	33.17	42.42	5.05	47.46	684	81	766
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.08	-5.61	0.40	-5.21	-97	7	-90
Summe		43.51	99.60	43.07	142.67	2656	361	3017

Szenario B (Jahr 2015)

Sektor	Nachfrage- Impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	46.61	47.04	0.09	47.13	748	1	750
Energie, Mineralölserzeugnisse	2	-59.01	-62.89	0.31	-62.57	-139	1	-138
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	0.13	7.38	0.28	7.66	18	1	18
Eisen und Metalle	4	2.05	6.26	0.13	6.39	15	0	15
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	37.68	43.68	0.19	43.87	250	1	251
Fahrzeugbau	6	-2.15	-2.59	0.33	-2.26	-9	1	-8
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	0.86	0.90	0.12	1.02	5	1	5
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	0.05	1.55	0.45	2.00	8	2	11
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-3.96	-1.19	0.63	-0.56	-5	3	-2
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	25.35	25.29	0.18	25.47	203	1	205
Groß- und Einzelhandel	11	-0.96	4.24	1.74	5.98	65	27	92
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-6.73	-7.11	0.91	-6.20	-32	4	-28
Kreditinstitute, Versicherungen	13	-0.81	-2.02	1.10	-0.92	-1	1	-1
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	0.88	4.97	2.20	7.17	30	13	44
Gastgewerbe	15	0.34	0.36	0.26	0.62	4	3	7
Kultur, Gesundheit	16	0.31	0.98	0.51	1.49	16	8	25
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-19.20	-17.26	1.26	-16.00	-278	20	-258
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.23	-1.48	0.10	-1.38	-25	2	-24
Summe		21.66	48.11	10.80	58.91	873	91	963

Fortsetzung Tabelle 23

Szenario C (Jahr 2015)

Sektor	Nachfrage- Impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	0.07	0.03	-0.39	-0.36	0	-6	-6
Energie, Mineralölzeugnisse	2	-164.17	-180.50	-1.28	-181.78	-399	-3	-402
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	0.74	2.76	-1.13	1.62	7	-3	4
Eisen und Metalle	4	0.94	-1.18	-0.55	-1.73	-3	-1	-4
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	14.77	10.88	-0.78	10.10	62	-4	58
Fahrzeugbau	6	-1.69	-2.21	-1.35	-3.56	-7	-5	-12
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	0.16	0.08	-0.48	-0.40	0	-3	-2
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	0.13	-0.27	-1.84	-2.12	-1	-10	-11
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	0.02	0.00	-2.57	-2.56	0	-10	-10
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	19.92	16.93	-0.73	16.20	136	-6	130
Groß- und Einzelhandel	11	0.73	-1.82	-7.13	-8.95	-28	-109	-137
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-2.50	-7.30	-3.72	-11.02	-33	-17	-49
Kreditinstitute, Versicherungen	13	-0.57	-6.73	-4.51	-11.25	-4	-3	-7
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	0.59	-5.37	-8.99	-14.35	-33	-55	-87
Gastgewerbe	15	0.18	0.02	-1.05	-1.03	0	-11	-11
Kultur, Gesundheit	16	0.20	-0.51	-2.09	-2.60	-8	-34	-43
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-15.80	-30.10	-5.17	-35.28	-486	-83	-569
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.46	-5.44	-0.41	-5.85	-94	-7	-101
Summe		-145.80	-210.74	-44.18	-254.92	-890	-371	-1261

Die Analyse der Effekte erfolgt beispielhaft an der tabellarischen Darstellung für das Jahr 2015 und konzentriert sich auf ausgewählte Sektoren. Zunächst werden die Nachfrageimpulse für diese Sektoren betrachtet, im Anschluss daran erfolgt eine Diskussion der Bruttoproduktions- und -beschäftigungswirkungen, die sich aus der geänderten Nachfrage für Hessen ergeben.

Änderung der Endnachfrageimpulse

Tabelle 23 zeigt, dass in allen drei Szenarien die Nachfrageimpulse für die Sektoren „Maschinenbau“ und „Bauleistungen“ positiv und relativ stark ausgeprägt sind. Die Werte sind am größten für Szenario A und am geringsten für Szenario C. Auch der Nachfrageimpuls für den Sektor „Land- und Forstwirtschaft“ ist relativ hoch in den Szenarien A und B; er ist jedoch vernachlässigbar im Szenario C. Die Nachfrage nach Produktion des Sektors „Dienstleistungen“ ist in Szenario A stark positiv, während sie in den Szenarien B und C negativ ist. Der Sektor „Energie und Mineralöl“ ist in allen drei Szenarien negativ von den klimapolitischen Maßnahmen betroffen, und zwar auffallend hoch in den Szenarien A und C (mit Laufzeitverlängerung des KKW Biblis) und in geringem Maße im Szenario B (ohne Laufzeitverlängerung).

Um die Unterschiede in den sektoralen Nachfrageimpulsen zwischen den Szenarien nachvollziehen zu können, müssen die in den Szenarien zusammengefassten Einzelmaßnahmen stärker ins Blickfeld rücken. So erklären sich die Unterschiede im Nachfrageimpuls für „Land-

und Forstwirtschaft“ insbesondere aus der unterschiedlichen Förderung von Biomasseanlagen. Die entsprechenden Maßnahmen EE4 und EE5, mit denen der Einsatz von Biomasse gefördert wird (siehe Anhang I), werden zusammen in Szenario A realisiert, während in Szenario B nur EE5 implementiert wird. In Szenario C ist dagegen keine Förderung von Biomasse vorgesehen, daher ist hier der Nachfrageimpuls für die „Land- und Forstwirtschaft“ praktisch Null. Die Unterschiede in den (positiven) Nachfrageeffekten für den Sektor „Maschinenbau“ erklären sich ebenfalls aus der unterschiedlichen Einbindung von Maßnahmen mit entsprechend starkem Bezug zu Produkten dieses Sektors. So ist beispielsweise Maßnahme KW9 (KWK-Förderung) nur in den Szenarien A und B vorgesehen, Maßnahme EE1 (Wind-Repowering) dagegen in den Szenarien A und C. Die Förderung von Biomasseheizungen in Maßnahme EE4 ist darüber hinaus relativ bauleistungsintensiv und wird in Szenario A umgesetzt. Dementsprechend hoch ist der Nachfrageimpuls für den Sektor „Bauleistungen“ im Szenario A verglichen mit den Szenarien B und C. In Szenario A profitiert darüber hinaus der Sektor „Dienstleistungen“ insbesondere von den dienstleistungsintensiven Maßnahmen V6 (Verkehrssysteme) und V8 (Verkehrsoptimierung).

Die erheblichen Unterschiede in den Nachfrageimpulsen für den Sektor „Energie und Mineralöl“ lassen sich in erster Linie auf die unterschiedlichen Annahmen hinsichtlich der Laufzeitverlängerung für das KKW Biblis zurückführen. Im Unterschied zu Szenario B wird in den Szenarien A und C eine Laufzeitverlängerung unterstellt. Während im Referenzszenario angenommen wird, dass Block A des KKW Biblis im Februar 2009 und Block B bis Februar 2012 ausgeschaltet werden, wird in Szenario A und C an der weiteren Nutzung der Kernenergie festgehalten (siehe Kapitel 6.2 und 6.3). Dies bedeutet, dass in Szenario A und C relativ kostengünstig, in Hessen hergestellter Atomstrom genutzt werden kann, während im Referenzszenario sowie im Szenario B relativ teurer Strom importiert bzw. aus importierten fossilen Energieträgern wie Kohle und Gas selbst hergestellt werden muss. Der Preis für das nachgefragte aggregierte Gut „Energie und Mineralöl“ liegt somit in den Szenarien A und C unter dem Wert im Referenzszenario. Selbst bei einem, gegenüber dem Referenzszenario nur geringen mengenmäßigen Nachfragerückgang nach Energie kommt es aufgrund dieses Preiseffekts zu einem merklichen, mit Preisen bewerteten Nachfragerückgang im Energiesektor. In Szenario B dagegen gibt es einen derartig starken Preiseffekt nicht; hier führen Mengeneffekte und in geringerem Maße Preiseffekte zu dem ausgewiesenen negativen Nachfrageimpuls. Darüber hinaus sind in der Referenz und in Szenario B auf Grund des Atomkraftausstiegs ab 2009 bzw. 2012 entsprechende Neuinvestitionen in Gas- und Kohlekraftwerke vorgesehen, die wiederum nachfragewirksam werden. Die stärkere Nutzung von Atomstrom zuungunsten von mit fossilen Energieträgern produziertem Strom in den Szenarien A und C führt zudem, wie bereits in Kapitel 6.3 erwähnt, zu einem höheren Rückgang der CO₂-Emissionen als im Szenario B.

Folgen für Produktion und Beschäftigung

Für die Auswirkungen der geänderten Endnachfrage auf die Bruttonachfrage und Bruttobeschäftigung in Hessen sind, neben dem Nachfrageimpuls, zwei weitere Aspekte von

Bedeutung. Einerseits muss die Vorleistungsstruktur der einzelnen Sektoren berücksichtigt werden, d.h. die Information darüber, wie viel Güterinput aus anderen Sektoren ein Sektor für die Produktion einer bestimmten Outputmenge benötigt. Diese Verflechtung führt über die Produktion zur Deckung des Nachfrageimpulses hinaus zu weiteren Produktions- und Beschäftigungseffekten. Andererseits ist die Verflechtung der hessischen Wirtschaft mit dem Rest der Bundesrepublik und dem Ausland von Bedeutung. Wie bereits in Abschnitt 7.2.2.2 beschrieben, musste in Ermangelung entsprechender Daten für Hessen auf baden-württembergische Importquoten zurückgegriffen werden.

Produktions- und Beschäftigungseffekte für ausgewählte Sektoren sind in Abbildung 43 graphisch dargestellt. Bei der Betrachtung der Produktionseffekte fällt zunächst auf, dass in Szenario A die Sektoren „Bauleistungen“, „Maschinenbau“, „Land- und Forstwirtschaft“ sowie „Dienstleistungen“ stark positive Produktionseffekte zu verzeichnen haben. Der Sektor „Verkehr“ reduziert dagegen seine Produktion. In Szenario B haben wiederum die Sektoren „Land- und Forstwirtschaft“, „Maschinenbau“ und „Bauleistungen“ (jeweils schwächer als in A) deutlich positive Produktionseffekte zu verzeichnen. Produktionsrückgänge sind ebenfalls für den Sektor „Verkehr“ sowie „Dienstleistungen“ zu verzeichnen. Verglichen mit Szenario B weist Szenario C in allen Sektoren ein geringeres Produktionsniveau auf.

Anhand der Verflechtungsmatrix in der Input-Output-Tabelle lassen sich bei der Interpretation der Produktionseffekte einige wichtige Zusammenhänge aufzeigen. Über die Inputkoeffizienten kann ermittelt werden, welche Sektoren in engen Zulieferbeziehungen zu anderen Sektoren stehen. Werden die Empfänger von Vorleistungen positiv oder negativ von einem Nachfrageimpuls getroffen, hat dies entsprechende Wirkung auf den Produzenten der Vorleistungen. So bezieht der Sektor „Land- und Forstwirtschaft“ Vorleistungsinputs insbesondere von den Sektoren „Steine und Erden“, „Handel“ und „Gebäude“ sowie „Dienstleistungen“. Ein stark positiver Nachfrageimpuls im Sektor „Land- und Forstwirtschaft“ – wie in den Szenarien A und B angenommen – hat entsprechend positive Produktionseffekte in diesen Sektoren. Hierbei muss man allerdings berücksichtigen, dass sich Effekte dieser Art kompensieren oder verstärken können. So bezieht der Sektor „Energie und Mineralöl“ insbesondere Vorleistungen von den Sektoren „Dienstleistungen“ und „Gebietskörperschaften und SV“. Ein Produktionsrückgang in „Energie und Mineralöl“ verringert damit die Produktion in „Dienstleistungen“ und dämpft damit den zuvor erläuterten positiven Effekt in diesem Sektor. Die Sektoren „Eisen und Metall“, „Gebäude“ und insbesondere „Steine und Erden“ stehen dagegen in einem engen Zulieferverhältnis zum Sektor „Bauleistungen“. Ein stark positiver Nachfrageimpuls nach Bauleistungen – wie in den Szenarien A und B unterstellt – hat entsprechend positive Effekte in diesen Sektoren.

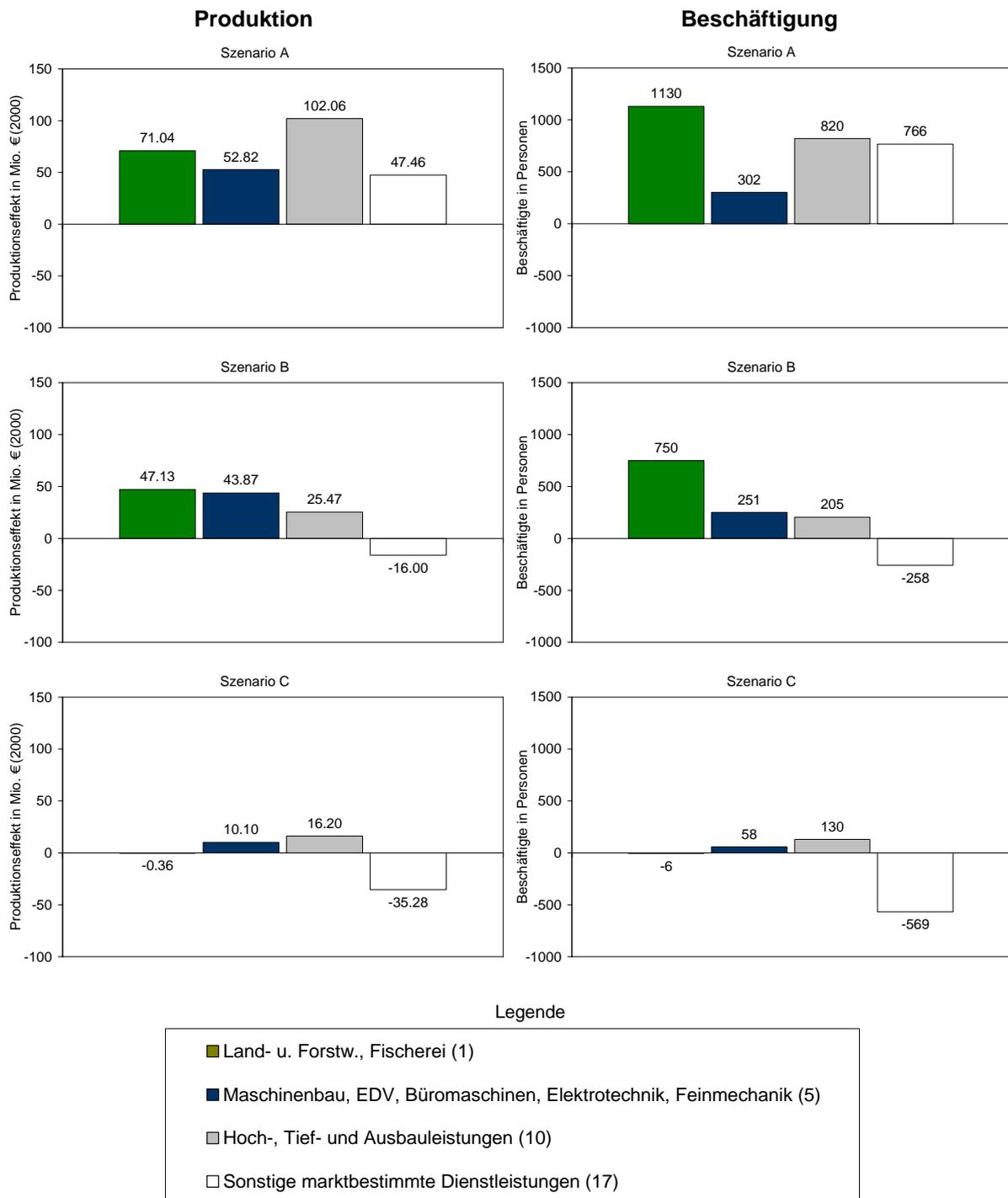


Abbildung 43: Effekte in ausgewählten Sektoren im Jahr 2015 (brutto)

Die in Tabelle 23 ausgewiesenen Beschäftigungseffekte werden plausibel, wenn man die unterschiedliche Arbeitsproduktivität der Beschäftigten in den jeweiligen Sektoren berücksichtigt. In Sektoren mit relativ geringer Arbeitsproduktivität wie der „Land- und Forstwirtschaft“ sind für einen gegebenen Produktionseffekt die Beschäftigungseffekte höher als

in Sektoren mit hoher Arbeitsproduktivität wie „Energie und Mineralöl“.¹⁷ Zur besseren Veranschaulichung sind in der Abbildung 43 die Bruttoproduktions- und Bruttobeschäftigungseffekte in ausgewählten Sektoren für das Jahr 2015 dargestellt.¹⁸

7.3.1.3 Gesamt- und Teileffekte

Tabelle 23 weist, neben dem Gesamteffekt, für die Szenarien A, B und C auch die Zerlegung der Bruttoproduktions- und -beschäftigungseffekte in einen indirekten und einen induzierten Effekt aus. Der indirekte Effekt stellt den durch den Nachfrageimpuls über die Vorleistungsverflechtungen angestoßenen zusätzlichen Produktions- bzw. Beschäftigungseffekt dar. Der induzierte Effekt isoliert die Wirkung der Rückkopplung zwischen durch zusätzliche Produktion entstandenen Arbeitseinkommen und der konsumtiven Verwendung dieses Einkommen (vgl. Abschnitt 7.2.1.1). Aus den Angaben in Tabelle 23 wird dabei deutlich, dass der induzierte Effekt insbesondere für Sektoren mit einer hohen sektoralen Konsumquote von Bedeutung ist. Zu diesen Sektoren zählen „Gebäude“, „Handel“ aber auch „Nahrungsmittel“ und „Verkehr“. Unter Berücksichtigung der sektoralen Arbeitsproduktivitäten lässt sich dieses Ergebnis auch auf die Beschäftigungszahlen übertragen. So generiert im Szenario A der induzierte Effekt im Sektor „Handel“ (einem Sektor mit einer relativ geringen Arbeitsproduktivität) rund die Hälfte der insgesamt 220 zusätzlichen Beschäftigten. Diese Zahlen verdeutlichen, wie wichtig die Einbeziehung induzierter Effekte für die Bewertung wirtschaftspolitischer Maßnahmen sein kann. Darüber hinaus geben sie bereits einen Hinweis, dass eine Finanzierung letzten Endes über den privaten Konsum eine deutliche Rolle spielen kann.

7.3.2 Nettoeffekte: Ergebnisse mit Gegenfinanzierung der Maßnahmen

7.3.2.1 Gesamtwirtschaftliche Effekte

Abbildung 44 illustriert die Auswirkungen der drei Szenarien A, B und C auf die Produktion in Hessen in den Jahren 2010 bis 2025 unter der Annahme, dass maßnahmeninduzierte (positive oder negative) Kosten zu entsprechenden Finanzierungseffekten auf der Konsumentenseite führen. In dieser Betrachtung weisen alle drei Szenarien A, B und C positive Nettoeffekte für Hessen auf, wobei der Effekt wiederum am stärksten bei Szenario A ist. Auffällig ist zudem, dass die Szenarien B und C praktisch zu den gleichen, schwach positiven Effekten führen.

¹⁷ Die Arbeitsproduktivität im Sektor „Energie und Mineralöl“ liegt bei 142 400 € je Beschäftigtem, die Arbeitsproduktivität im Sektor „Land- und Forstwirtschaft“ dagegen nur bei 26 000 € je Beschäftigtem. Vgl. zu den Rahmendaten für die hessische Wirtschaft EWI/Prognos (2005).

¹⁸ Die Angaben basieren auf den Daten in Tabelle 23. Ausgewählt wurden diejenigen Sektoren (außer dem Sektor „Energie und Mineralöl“), für die die Bruttoproduktions- und Beschäftigungseffekte in wenigstens zwei der drei Szenarien zu den vier betragsmäßig stärksten Effekten zählten.

Um dieses Ergebnis nachvollziehen zu können, muss der Finanzierungseffekt genauer betrachtet werden: Entstehen durch ein Maßnahmenbündel positive (Investitions- und Betriebs-)Kosten (einschließlich der staatlichen Zuschüsse), so fallen diese nicht „vom Himmel“, sondern werden annahmegemäß von den Konsumenten getragen. Deren Einkommen wird in Höhe der gesamten Kosten reduziert. Bei einer angenommenen Sparquote von 10%, führen jedoch nur 90% des Einkommensverlustes zu einem Konsumrückgang (es wird also angenommen, dass die Konsumenten im Fall eines Einkommensverlustes entsparen bzw. im Fall eines Einkommenszuwachses 10% sparen und nur 90% zusätzlich konsumieren). Dem positiven Nachfrageimpuls, steht also ein – im Zusammenhang mit der Modellierung des Konsumentenverhaltens reduzierter – negativer Finanzierungseffekt gegenüber. Darüber hinaus muss berücksichtigt werden, dass entsprechend der sektoralen Importquoten die zusätzliche Nachfrage durch Investitions- und Betriebskosten sowie die geringere Nachfrage durch eingeschränkten Konsum nur zum Teil und sektoral unterschiedlich in Hessen wirksam werden. Entsprechend gilt dies für einen Nachfragerückgang durch geringere Investitionen und Betriebskosten, wobei hier über die Gegenfinanzierung diese Einsparungen zu höheren Konsumausgaben führen.

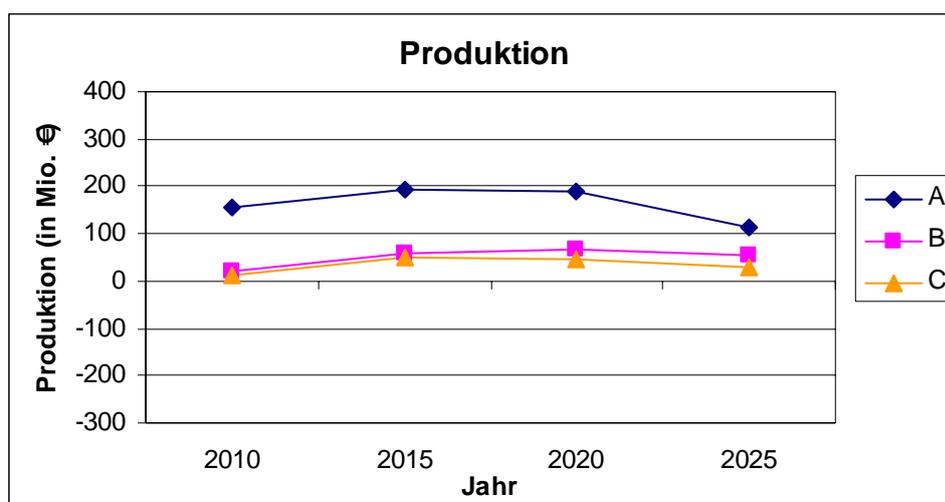


Abbildung 44: Auswirkungen der Szenarien auf die Produktion in Hessen (netto)

Wie bei den Bruttoeffekten (Abbildung 41) erläutert, erklärt sich der stark positive Produktionseffekt für Szenario A aus den Nachfrageimpulsen für die Land- und Forstwirtschaft, den Bausektor und Dienstleistungen. Diese Sektoren verfügen zudem über relativ geringe Importquoten, so dass ein erheblicher Anteil der Nachfrage in Hessen wirksam wird. Einsparungen (Nachfragerückgang) im Sektor Energie führen über die Gegenfinanzierung zu zusätzlicher Nachfrage. Dieser Effekt ist besonders stark in Szenario C, dem Szenario mit nur relativ schwachen maßnahmeninduzierten Nachfrageimpulsen. Für dieses Szenario führen die erheblichen Kosteneinsparungen im Sektor Energie durch den Kernenergie-

ausstieg (günstiger Atomstrom) zu einer deutlich höheren Konsumnachfrage. Dies erklärt die deutlich höheren Produktionseffekte für C, insbesondere relativ zu Szenario B – verglichen mit der Analyse der Bruttoeffekte.

Abbildung 45 weist die dazugehörigen aggregierten Nettobeschäftigungswirkungen in Hessen aus. Die Ergebnisse sind dabei wiederum als jährliche absolute Abweichungen zum Referenzszenario dargestellt.

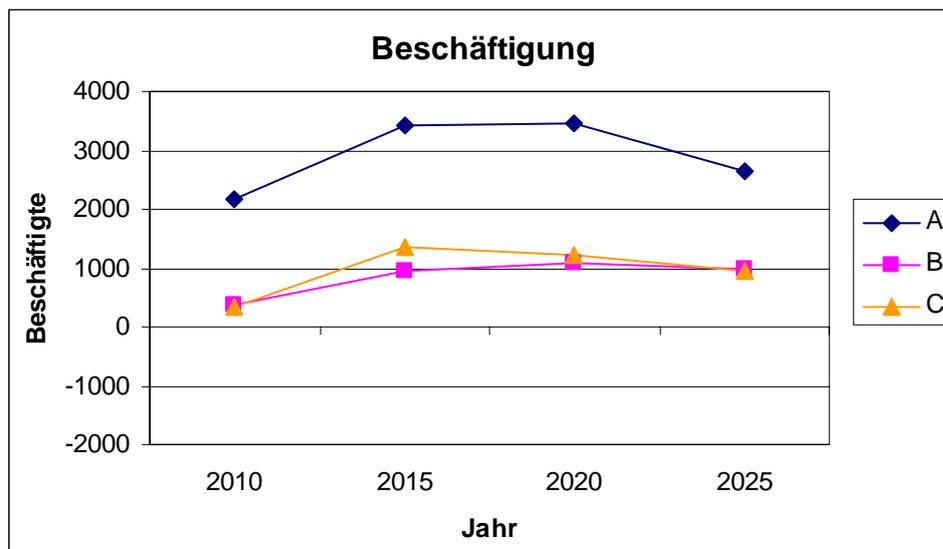


Abbildung 45: Auswirkungen der Szenarien auf die Beschäftigung in Hessen (netto)

Die Interpretation der Nettobeschäftigungseffekte ist im Wesentlichen analog zu den zuvor erläuterten Produktionseffekten. Die positiven Beschäftigungszuwächse der Szenarien A und B in der Bruttobetrachtung, d.h. ohne Gegenfinanzierung, bleiben bestehen, wenn die Gegenfinanzierung über den Konsum berücksichtigt wird. Szenario A bewirkt wie zuvor deutliche Beschäftigungseffekte, die Effekte von B sind dagegen nur schwach positiv. Mit Gegenfinanzierung ist Szenario C aus Sicht der Beschäftigung gleichwertig zu B.

An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass die für die Finanzierung unterstellte „Äquivalenz“ der Finanzierung über Konsumverzicht bzw. Landesmittel aus mehreren Gründen problematisch ist. Zum einen kann das Modell durch Preisreaktionen verändertes Konsumverhalten nicht abbilden, zum anderen verursacht eine Steuererhebung üblicherweise auch Zusatzlasten der Besteuerung, d.h. über den Steuerbetrag hinausgehende Wohlfahrteinbußen. Diese Einschränkungen des Modells sind (neben den bereits in Abschnitt 7.2.3 genannten) bei der Interpretation der Ergebnisse stets zu berücksichtigen.

7.3.2.2 Sektorale Effekte

Wie bei den Bruttoeffekten ist eine sektorale Analyse der Nettoeffekte bei der Interpretation der Ergebnisse hilfreich. Tabelle 24 stellt die Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Produktion und Beschäftigung im Jahr 2015 (netto) dar (vgl. Tabelle 44 bis 46 im Anhang IV für die Jahre 2010, 2020 und 2025). Im Unterschied zur tabellarischen Darstellung der Bruttoeffekte (vgl. Tabelle 23) wird deutlich, dass insbesondere Sektoren mit einer hohen sektoralen Konsumquote wie „Groß- und Einzelhandel“, „Gebäude“ und „Dienstleistungen“ von der Berücksichtigung der Gegenfinanzierung profitieren. So ist es in Szenario A in 2015 der Fall, dass die Einsparungen im Sektor Energie zu zusätzlichen Konsumausgaben in den genannten Sektoren führen. Noch auffallender ist dieser Effekt in Szenario C. Abschließend sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die Annahmen der Importkoeffizienten Hessens eine wichtige Rolle spielen, aber leider nicht verfügbar sind. Die Anlehnung an Baden-Württemberg stellt eine ad hoc Annahme dar.

Tabelle 24: Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Produktion und Beschäftigung im Jahr 2015 (netto)

Szenario A (Jahr 2015)								
Sektor	Nachfrage- Impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	70.10	70.97	0.48	71.45	1129	8	1136
Energie, Mineralölzeugnisse	2	-192.98	-207.72	1.60	-206.11	-460	4	-456
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	0.08	20.77	1.42	22.18	50	3	53
Eisen und Metalle	4	2.35	9.35	0.68	10.04	22	2	24
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	45.58	52.67	0.97	53.64	302	6	307
Fahrzeugbau	6	-2.05	-2.27	1.69	-0.59	-8	6	-2
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	1.19	1.45	0.60	2.05	8	3	11
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	0.73	6.83	2.30	9.14	37	13	50
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-4.40	0.17	3.21	3.38	1	13	13
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	101.61	102.00	0.92	102.92	820	7	827
Groß- und Einzelhandel	11	3.75	13.90	8.91	22.81	213	137	350
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-6.33	-5.21	4.65	-0.56	-23	21	-2
Kreditinstitute, Versicherungen	13	2.08	5.35	5.64	10.99	4	4	7
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	7.67	21.11	11.23	32.34	128	68	196
Gastgewerbe	15	1.19	1.37	1.32	2.68	15	14	29
Kultur, Gesundheit	16	1.94	4.61	2.61	7.22	76	43	119
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	34.33	46.80	6.47	53.27	755	104	859
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.27	-5.26	0.52	-4.74	-91	9	-82
Summe		67.10	136.89	55.22	192.12	2977	463	3441

Fortsetzung Tabelle 24

Szenario B (Jahr 2015)

Sektor	Nachfrage- impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	46.60	47.04	0.09	47.13	748	1	749
Energie, Mineralölzeugnisse	2	-59.02	-62.90	0.31	-62.59	-139	1	-139
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	0.12	7.37	0.27	7.64	18	1	18
Eisen und Metalle	4	2.05	6.25	0.13	6.38	15	0	15
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	37.68	43.67	0.19	43.86	250	1	251
Fahrzeugbau	6	-2.17	-2.61	0.32	-2.29	-9	1	-8
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	0.85	0.90	0.11	1.01	5	1	5
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	0.03	1.53	0.44	1.97	8	2	11
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-3.99	-1.22	0.62	-0.61	-5	2	-2
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	25.35	25.28	0.18	25.46	203	1	205
Groß- und Einzelhandel	11	-1.05	4.12	1.71	5.83	63	26	90
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-6.76	-7.16	0.89	-6.27	-32	4	-28
Kreditinstitute, Versicherungen	13	-0.83	-2.08	1.08	-1.00	-1	1	-1
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	0.76	4.82	2.15	6.97	29	13	42
Gastgewerbe	15	0.33	0.35	0.25	0.60	4	3	6
Kultur, Gesundheit	16	0.28	0.95	0.50	1.45	16	8	24
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-19.22	-17.34	1.24	-16.10	-280	20	-260
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.22	-1.49	0.10	-1.39	-26	2	-24
Summe		21.25	47.46	10.58	58.04	867	89	956

Szenario C (Jahr 2015)

Sektor	Nachfrage- impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	0.78	1.89	0.27	2.15	30	4	34
Energie, Mineralölzeugnisse	2	-161.33	-175.21	0.89	-174.31	-388	2	-386
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	3.25	8.16	0.79	8.95	20	2	21
Eisen und Metalle	4	1.28	1.34	0.38	1.72	3	1	4
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	16.08	14.67	0.54	15.21	84	3	87
Fahrzeugbau	6	2.30	3.47	0.94	4.41	12	3	15
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	2.09	2.30	0.33	2.63	12	2	14
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	4.76	8.41	1.29	9.70	46	7	53
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	9.73	11.85	1.79	13.64	47	7	54
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	20.43	20.94	0.51	21.45	168	4	172
Groß- und Einzelhandel	11	35.44	38.37	4.97	43.35	589	76	666
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	8.47	11.85	2.60	14.45	53	12	65
Kreditinstitute, Versicherungen	13	6.81	15.64	3.15	18.79	10	2	12
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	41.70	46.42	6.27	52.69	282	38	320
Gastgewerbe	15	4.99	5.14	0.73	5.87	56	8	64
Kultur, Gesundheit	16	9.95	10.47	1.46	11.93	173	24	197
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-8.63	-3.07	3.61	0.54	-50	58	9
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	1.61	-3.26	0.29	-2.98	-56	5	-51
Summe		-0.28	19.37	30.82	50.19	1091	259	1350

Zur Veranschaulichung sind die sektoralen Nettoeffekte der Sektoren „Land- und Forstwirtschaft“, „Maschinenbau“, „Bauleistungen“ und „Dienstleistungen“ in Abbildung 46 dargestellt.

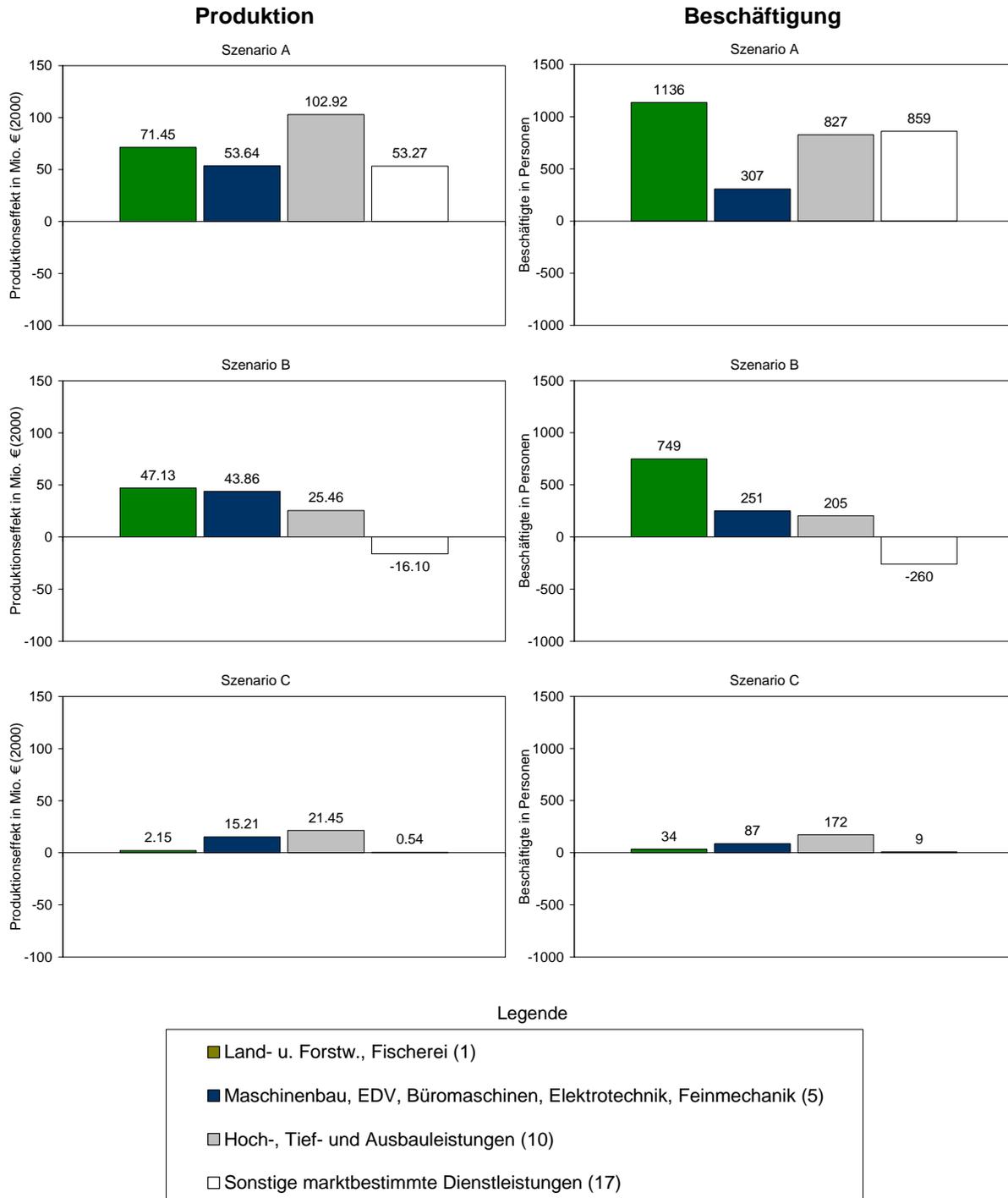


Abbildung 46: Effekte in ausgewählten Sektoren im Jahr 2015 (netto)

7.4 Fazit der quantitativen Analyse

Die quantitative Analyse der Maßnahmenbündel zeigt für die Szenarien A und B insgesamt positive – wenn auch vergleichsweise geringe – gesamtwirtschaftliche Effekte klimapolitischer Maßnahmen auf die Bruttoproduktion und -beschäftigung in Hessen. Positiv betroffen sind insbesondere die Unternehmen im Baugewerbe, Maschinenbau und der Land- und Forstwirtschaft. Die Unternehmen im Dienstleistungssektor verzeichnen Produktionsgewinne nur im Szenario A. Der direkte Vergleich der Szenarien zeigt, dass Szenario A, zumindest bis zum Jahr 2020, die höchste Vorteilhaftigkeit bei Produktion und Beschäftigung aufweist. Szenario C führt dagegen zu relativ geringen gesamtwirtschaftlichen Bruttoproduktions- und -beschäftigungsrückgängen. Bei Berücksichtigung von Finanzierungseffekten bleibt die Präferenz zugunsten von A erhalten, wenn auch die positiven Effekte deutlich geringer ausfallen. Die Szenarien B und C erzielen dagegen vergleichbare, schwach positive Nettoproduktions- und Beschäftigungseffekte.

Eine Bewertung der Szenarien allein aus Sicht der Nettoproduktions- und -beschäftigungseffekte, d.h. unter Ausblendung der erreichten CO₂-Reduktion, führt damit zu einer klaren Präferenz des Szenarios A gegenüber den Szenarien B und C. Dagegen kann eine Rangordnung zwischen B und C nicht erstellt werden, da beide Szenarien vergleichbare Produktions- und Beschäftigungsergebnisse erzielen. Um in der Gesamtbetrachtung eine eindeutige Rangordnung zwischen den Szenarien herzustellen, müssen Kriterien wie der Einsatz von Landesmitteln, die zu Zusatzbelastungen der Konsumenten führen, und natürlich auch die erreichbare Emissionsreduktion (vgl. Abschnitt 6.3) mit herangezogen werden. Darüber hinaus wird eine – gegebenenfalls politische – Gewichtung der Kriterien für eine endgültige Entscheidung erforderlich sein. In diesem Fall stellt sich Szenario C als ein Maßnahmenpaket dar, welches zu relativ geringen Kosten in Form von Landesmitteln zwar nur schwach positive Effekte in Produktion und Beschäftigung zugleich jedoch auch ein erhebliches Volumen an CO₂-Reduktion erreicht. Die Szenarien A und B realisieren entweder deutlich geringere CO₂-Reduktionen (B) oder erfordern bei stärkeren Produktions- und Beschäftigungseffekten deutlich höhere Landesmittel (A). Die Entscheidung zu Gunsten eines der Maßnahmenpakete beinhaltet damit in jedem Fall eine bestimmte, subjektive Gewichtung der o.g. Kriterien und kann nur im Rahmen des politischen Entscheidungsprozesses getroffen werden.

Bei der Interpretation der Ergebnisse sind darüber hinaus die aufgezeigten Einschränkungen des verwendeten statischen Input-Output-Modells für Hessen zu berücksichtigen. Die vorliegenden quantitativen Abschätzungen sind jedoch ein grober Indikator der mit den Maßnahmen zum Klimaschutz verbundenen Produktions- und Beschäftigungseffekte für Hessen.

8 Empfehlungen an die hessische Landesregierung für ein Umsetzungsprogramm

Im Folgenden werden, aufbauend auf den wichtigsten Ergebnissen der vorherigen Kapitel, Empfehlungen zur Ausgestaltung einer innovationsfreundlichen regionalen Klimapolitik gegeben. Wie bereits in Kapitel 2.3 thematisiert wurde, steht die hessische Wirtschaft als bedeutender Adressat einer regionalen Klimaschutzpolitik im Standortwettbewerb sowohl mit anderen Bundesländern als auch mit dem Ausland. Berücksichtigt man zudem die globale Natur des Klimaeffekts lassen sich für Hessen angemessene Handlungsoptionen im Klimaschutz gezielt eingrenzen.

In Kapitel 8.1 werden zunächst Aspekte einer klimapolitischen Zielsetzung für Hessen erläutert. Kapitel 8.2 leitet dann Handlungsempfehlungen auf der Basis der in Kapitel 5.2 vorgestellten Einzelmaßnahmen und der in den Kapiteln 6 und 7 quantitativ evaluierten Maßnahmenzenarien ab. Kapitel 8.3 gibt einen Ausblick zu den zukünftigen Entwicklungen und Perspektiven einer hessischen Klimaschutzpolitik mit dem Fokus auf dem Bereich Forschung und Entwicklung.

8.1 Zielsetzung für Hessen

Offensichtlich wirft – angesichts unterschiedlicher regionalwirtschaftlicher Faktoren – die Ableitung regionaler Klimaziele nicht unwesentliche Probleme auf. Hinzu kommt, dass zur Erhöhung der gesamtwirtschaftlichen Effizienz des Klimaschutzes – jenseits verteilungspolitischer Aspekte – auch die Grenzvermeidungskosten in den einzelnen Bundesländern ein wichtiges Kriterium für die Allokation von Reduktionsmaßnahmen darstellen sollten. Wie jedoch bereits in Kapitel 2.1.1 angemerkt wurde, ist die Ableitung regionaler Emissionsminderungsziele für die Praxis von eher untergeordnetem Interesse, denn die Bundesländer unterliegen selbst keinen rechtlich-verbindlichen Emissionsreduktionsverpflichtungen und sollten somit ihre klimapolitischen Strategien vor allem auch an weiteren übergeordneten Zielen (wie z.B. Standortqualität) ausrichten. Insbesondere muss bei der klimapolitischen Zielfestlegung die hohe Mobilität der Produktionsfaktoren über die Landesgrenzen hinweg berücksichtigt werden. Dies impliziert, dass die Korridore für klimapolitische Maßnahmen bei der Einführung regionaler Klimaschutzprogramme entsprechend moderat und flexibel zu gestalten sind.

Bei der Auswahl der in ein Klimaschutzprogramm aufzunehmenden Maßnahmen stellt somit das Kriterium der Kosteneffizienz sowie die Kompatibilität mit dem übergeordneten klimapolitischen Rahmen (siehe hierzu Kapitel 2.2) ein wesentliches Kriterium dar. Insbesondere sind Maßnahmen zu bevorzugen, welche die Umsetzung der national oder international vorgegebenen Klimaschutzpolitik auf Landesebene unterstützen und/oder welche bei darüber hinausgehenden Emissionsreduktionen für das Land Hessen positive Nebeneffekte mit sich bringen.

Der von der europäischen und der deutschen Klimapolitik mit dem Emissionshandel geschaffene Rahmen lässt es für Hessen angeraten erscheinen, die davon betroffenen Sektoren aus einer Zielsetzung auszuklammern. Auch für die übrigen Sektoren und die übrigen Treibhausgase erscheint es vorteilhaft, mit oberster Priorität eine Einbeziehung in den – möglichst europaweiten, günstigstenfalls jedoch weltweiten – Emissionshandel zu erreichen, so dass allein der Markt entscheidet, wie möglichst kostengünstig in welchen Regionen, in welchen Sektoren und mit welchen Technologien das globale Reduktionsziel umgesetzt werden kann. Solange eine derartige Instrumentierung nicht besteht, kann für Hessen eine Zielorientierung für die nicht im Emissionshandel erfassten Sektoren vorgenommen werden, womit auch die für Hessen überragende Bedeutung der Ersatzstrategie der Kernkraftwerksblöcke in Biblis zunächst außen vor bleiben kann. Ausgangspunkt der Überlegungen sollte ein möglichst aktuelles Basisjahr sein, damit Einzeleffekte, wie etwa die deutsche Wiedervereinigung, ausgeklammert werden können. Entsprechend könnten die Informationen für Deutschland und für Hessen für das Jahr 2002 verwendet werden (siehe Tabelle 25). Demnach ist im Makroplan des Zuteilungsgesetzes (ZuG 2007) festgelegt, dass die nicht im Emissionshandel erfassten Sektoren Haushalte, Verkehr sowie Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in der Zielperiode 2008/12 noch 120,0 bzw. 171,0 bzw. 58,0 Mio. t CO₂ emittieren sollen, damit für Deutschland insgesamt die Treibhausgasemissionen gegenüber dem Basisjahr (1990/95) um 21% reduziert werden. Dies bedeutet gegenüber der Situation im Jahr 2002 eine Verminderung der energiebedingten CO₂-Emissionen bei den Haushalten um 0,1%, im Verkehr um 0,9% und im GHD-Sektor um 1,9%.

Tabelle 25: Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Deutschland und Handlungsbedarf

Deutschland	Basisjahr	2000	2001	2002	Ziele 2008/12	gg. 1990	gg. 2002
THG	1248.3	1016.9	1027.8	1015.3	986.0	-21.0%	-2.9%
Nicht-CO₂	233.2	156.8	154.0	151.5	142.0	-39.1%	-6.3%
CO₂	1015.1	860.1	873.8	863.8	844.0	-16.9%	-2.3%
Haushalte	129.3	116.8	131.2	120.1	120.0	-7.2%	-0.1%
Verkehr	158.1	178.3	174.6	172.5	171.0	8.2%	-0.9%
Haushalte+ Verkehr	287.4	295.1	305.8	292.6	291.0	1.3%	-0.5%
GHD	90.6	59.2	61.8	59.1	58.0	-36.0%	-1.9%
Industrie (inkl. prozessb.)	195.5	141.8	137.3	134.0			
Energiewirts.	441.6	364	368.9	378.1			
Energie+ Industrie	637.1	505.8	506.2	512.1	495.0	-22.3%	-3.3%
Prozessbedingt	26.2	25.5	23.4	22.7	24.4	-7.0%	7.5%
Industrie (ohne prozessb.)	169.3	116.3	113.9	111.3			
Energie+ Industrie (ohne)	610.9	480.3	482.8	489.4	470.6	-23.0%	-3.8%
CO₂ (energieb.)	988.9	834.6	850.4	841.1	819.6	-17.1%	-2.6%

Die entsprechenden Ausgangswerte der energiebedingten CO₂-Emissionen im Jahr 2002 liegen in Hessen nach den vorliegenden Abschätzungen bei den Haushalten bei 10,00 Mio. t (1990: 9,89 Mio. t), im Verkehr bei 16,69 Mio. t (15,33) und beim GHD-Sektor bei 5,27 Mio. t (5,43). In Summe emittieren die drei Sektoren damit 31,96 Mio. t im Jahr 2002 (1990: 30,65). Werden nun für Hessen in diesen Sektoren die selben Reduktionsverpflichtungen verlangt, die auch für Deutschland als Handlungsbedarf formuliert sind, so ergeben sich Zielwerte für die Haushalte von 9,99 Mio. t, im Verkehr von 16,54 Mio. t und im GHD von 5,17 Mio. t. In der Summe ist dies ein Zielwert für die nicht am Emissionshandel beteiligten Sektoren in Hessen von 31,70 Mio. t für die Periode 2008/12. Diese Zielorientierung sollte dabei in dem zuvor formulierten Sinne als gemeinsames Ziel der Sektoren für Hessen aufgefasst werden, damit eine gewisse Handlungsfreiheit und –flexibilität weiterhin besteht. Dabei ist zu berücksichtigen, dass eine derartige Zielorientierung im Wesentlichen von der Güte abhängt, die dem deutschen Makroplan zugrunde liegt.

Werden nun diese Orientierungswerte mit den Ergebnissen der durchgeführten Szenarioanalysen verglichen, so zeigt sich (siehe Tabelle 26), dass das Referenzszenario im Durchschnitt der Jahre 2008/12 mit 31,91 Mio. t CO₂ den Wert knapp überschreitet. Das Referenzszenario bei hohen Preisen liegt mit 31,25 Mio. t ebenso unter dem Orientierungswert wie auch das Szenario Klimaschutz bei Kernenergieausstieg (B) mit 31,19 Mio. t und das Szenario Klimaschutz bei geringem Landesbeitrag (C) mit 31,17 Mio. t in den nicht am Emissionshandel beteiligten Sektoren (Gewerbe, Handel, Dienstleistungen, Haushalte und Verkehr). Noch weiter wird der Orientierungswert im Szenario Klimaschutz Priorität (A) mit 30,82 Mio. t unterschritten. Dieser Vergleich unterstützt die Maßgabe einer maßvollen an der Ökoeffizienz orientierten Ausgestaltung der hessischen Klimaschutzstrategie.

Tabelle 26: Entwicklung der energiebedingten CO₂-Emissionen in Hessen im Szenarienvergleich

	2008	2010	2012	Durchschnitt
Energiebedingte CO ₂ -Emissionen				
Referenzszenario	45,37	44,92	48,68	46,32
Szenario Klimaschutz Priorität	45,13	44,22	39,43	42,93
Szenario Klimaschutz bei Kernenergieausstieg	44,71	44,11	47,11	45,31
Szenario Klimaschutz bei geringem Landesbeitrag	45,24	44,70	40,51	43,48
Referenzszenario bei hohen Preisen	43,51	42,11	47,20	44,27
dav. Sektoren GHD, Haushalte und Verkehr				
Referenzszenario	32,58	31,82	31,35	31,91
Szenario Klimaschutz Priorität	31,92	30,80	29,75	30,82
Szenario Klimaschutz bei Kernenergieausstieg	31,99	31,15	30,45	31,19
Szenario Klimaschutz bei geringem Landesbeitrag	31,98	31,14	30,41	31,17
Referenzszenario bei hohen Preisen	32,41	31,35	30,00	31,25

8.2 Einzelne Maßnahmen und Instrumente

Grundsätzlich entspricht es einer rationalen Klimapolitik auf Landesebene aufgrund der ubiquitären umweltschädlichen Wirkung der Klimagase sowie der nur auf Bundes- oder gar EU-Ebene vorliegenden Handlungskompetenz für echte Internalisierungsmaßnahmen (z.B. Ökosteuern, Emissionshandel) prioritär so genannte „Win-Win“-Vermeidungsmaßnahmen zu identifizieren. Dies sind Maßnahmen, welche sowohl dem Klimaschutz als auch der Gesamtwirtschaft in der Region zuträglich sind. Der von der bundesdeutschen Klimaschutzpolitik gesetzte Rahmen gewährt dabei den größten Handlungsspielraum für regionale Maßnahmen bei den nicht vom Emissionshandel betroffenen Sektoren (Gebäude, Verkehr).

Der Status quo der für den ÖPNV von Seiten des Landes Hessen aufgewendeten Mittel sollte möglichst erhalten werden. In der jüngeren Vergangenheit haben bei größenordnungsmäßig konstanten Aufwendungen für den ÖPNV die Fahrgastzahlen stagniert oder geringfügig zugenommen. Es ist davon auszugehen, dass mit diesem Level des Mitteleinsatzes die Attraktivität des ÖPNV insgesamt gehalten werden kann. Die erzielbaren Modernisierungen, z.B. in den Bereichen Fahrzeuge und Stationen, werden erfahrungsgemäß rasch durch den allgemeinen Modernisierungsfortschritt, wie er beispielsweise auch im Automobilbau stattfindet, kompensiert und dadurch relativiert. Mithin ist nicht damit zu rechnen, dass der genannte Maßnahmenkatalog zu einer Steigerung der Nachfrage im ÖPNV führen kann. Umgekehrt können aber auch Abwanderungen zum MIV verhindert werden.

Der Erhalt des Mitteleinsatzes ist Bestandteil des Status-quo-Szenarios zur Emissionsentwicklung in Hessen bis 2012. Ein Minderungspotenzial ist mithin nicht gegeben. Für eine Fiktivrechnung der THG-Veränderungen (-Zunahmen) im Falle eines Rückführens des Mitteleinsatzes besteht kein belastbares Szenario. Grob überschlägig könnte angesetzt werden, dass für vom ÖPNV zum MIV verlagerte Verkehrsleistungen die CO₂-Emissionen um den Faktor 7 steigen.

Sinnvoll erscheint auch die Unterstützung exportstarker Industrien, um die Chancen, die sich aus einer auf eine Vorreiterstrategie setzenden Klimapolitik des Bundes und der EU ergeben könnten, voll nutzen zu können. Hier sind Fördermaßnahmen zur Erhöhung des Informationsstandes der Unternehmen (z.B. über die Exportchancen von Klimaschutztechnologien) oder zur Senkung der Transaktionskosten (z.B. bei der Teilnahme am Emissionshandel) anzuraten. Auch Fördermaßnahmen für Demonstrations- und Pilotprojekte von ausgewählten Klimaschutztechnologien sind durchaus zu begrüßen, ebenso wie die gezielte Förderung Erfolg versprechender technologischer Kerne (etwa der Brennstoffzellentechnologie). Auch Programme zur Förderung neuer Klimaschutztechnologien (F&E&D) sind kompatible Handlungsoptionen. All diese Ansätze sollten aber innerhalb des anvisierten Förderbereichs möglichst viele Freiräume zum Wettbewerb zwischen unterschiedlichen technologischen Lösungsansätzen lassen. Das Land sollte die Forschung und Entwicklung von Technologien fördern, die zum gegenwärtigen und auch zum langfristigen Klimaschutz beitragen können. Die Einschätzung von technologischen Risiken und den Marktchancen

einzelner Ansätze sollte hingegen besser den Markt erfahrenen Unternehmen überlassen werden. Zudem sollte das Land bei jeder technologischen Förderung stets das Verhältnis von Mitteleinsatz zu erzielbarem Nutzen sorgfältig überprüfen – so ist nicht bei allen Technologien zu erwarten, dass sie in absehbarer Zeit (trotz ansteigender Preise für fossile Energieträger) wirtschaftlich sein werden.

Konkret: Neben F&E - der ein gesonderter Abschnitt gewidmet wird - sind im Sinne der Öko-effizienz, einer möglichst moderaten Eingriffstiefe sowie auf der Basis der durchgeführten Maßnahmencharakterisierungen und Szenarioanalysen vier Kategorien von Politikmaßnahmen für Hessen relevant. Diesen werden im Folgenden Maßnahmen zugeordnet, wobei zwei Stufen unterschieden werden, die nach den volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten (< 10 €/t CO₂ sowie 10 bis 50 €/t CO₂) differenziert werden.

1. Pilot- und Demonstrationsprojekte

Der Transfer von Erkenntnissen aus Forschung und Entwicklung in die Praxis hat für Hessen als herausragendem Innovations- und Technologiestandort besondere Bedeutung. Mit 4,7% liegt der Anteil des F&E Personals an den Beschäftigten im Verarbeitenden Gewerbe in Hessen besonders hoch. Pilot- und Demonstrationsprojekte sollten gezielt genutzt werden, um diese Stärken der hessischen Wirtschaft voll zu entfalten. Darüber hinaus kann der Ruf Hessens als moderner Technologiestandort von der entsprechenden Außenwirkung profitieren. Insbesondere Maßnahmen zur Energieeinsparung und Energieeffizienzsteigerung im Zusammenhang mit Contracting (z.B. IG05, IG10) können als zukunftsweisend gelten. Einzelne Maßnahmen sind:

Nicht quantifizierbar:

- ⇒ Regionales Demoprojekt zu Klimaschutz in Unternehmen (IG10)

Stufe 1 (< 10 €/t CO₂):

- ⇒ Pilotvorhaben zur Beleuchtungsoptimierung für Industrie und Gewerbe (IG05)
- ⇒ Modellprojekte zur Unterstützung der Markteinführung von Energiespartechnologien bei Wärmeschutz und Wärmeversorgung (GS 10)
- ⇒ Energiesparziel für Landesliegenschaften (GS 14)
- ⇒ Nutzung von Ersatzbrennstoffen (KW 6)

Stufe 2 (10 bis 50 €/t CO₂):

- ⇒ Förderung von Biogasanlagen (EE 5 – Option A)

2. Breitenprogramme

Ähnlich wie für Pilot- und Demonstrationsprojekte gilt auch hier, dass kosteneffiziente Maßnahmen besonders empfehlenswert sind, wenn sie die Stärke des Innovations- und Technologiestandorts nutzen.

Stufe 1 (< 10 €/t CO₂):

- ⇒ Förderung von Energiedienstleistungen (IG 3)
- ⇒ Investitionsförderprogramm für Hocheffizienzmotoren (IG 7)
- ⇒ Förderung von Industriekooperationen zur gemeinsamen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung (IG 8)
- ⇒ Förderung der Installation von Messgeräten (IG 9)
- ⇒ Effiziente Fahrweise fördern (V2)
- ⇒ Erstellung und Verbreitung von Mietspiegeln mit wärmetechnischer Beschaffenheit als zusätzlichem Merkmal (ökologischer Mietspiegel) (GS 1)
- ⇒ Einführung kommunaler Heizspiegel (GS 2)
- ⇒ Förderprogramm Nichtwohngebäude (GS 11)
- ⇒ Effiziente Fahrzeugnutzung fördern (V5)

Stufe 2 (10 bis 50 €/t CO₂):

- ⇒ Zufeuerung von Ersatzbrennstoffen in fossilen Kraftwerken (KW 5)
- ⇒ Förderung von Klein- und Groß-KWK Wärmeerzeugung (KW 9)

3. Information und Beratung

Handlungsoptionen bestehen zudem bei der Umsetzung von informatorischen und organisatorischen Klimaschutzmaßnahmen, Maßnahmen zur Erschließung von JI/CDM-Projekten sowie bei der Bereitstellung von Datengrundlagen. Beispiele hierfür sind:

Nicht quantifizierbar:

- ⇒ Eine bedeutende Handlungsoption für Hessen besteht in allen Maßnahmen, welche die Vorteile von CDM und JI Projekten in hessischen Unternehmen kommunizieren, deren Einsatzpotenziale bekannt machen, Möglichkeiten zur Senkung von

Transaktions- und Risikokosten bei der Durchführung und Anerkennung der Emissionsminderungen aufzeigen und den Aufbau von CDM-Know-how unterstützen. Ein Schwerpunkt sollte die Landesregierung dabei auf die Vermittlung von Informationen zu bereits existierenden Klimaschutzfonds (z.B. KfW-Klimaschutzfonds) legen. Die Einrichtung eines eigenen Klimaschutzfonds bedarf einer Untersuchung der möglichen Mittelherkunft, die in eingehenden Gesprächen und Konsultationen abgesichert werden muss. Mögliche Quellen sind hierfür das Ökosteueraufkommen, die Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerke sowie EU-Fördermittel.

- ⇒ Zur Bereitstellung einer Datenbasis zum Klimaschutz gehört z. B. die Erarbeitung einer hessischen Treibhausgasbilanz in enger Kopplung an die hessischen Energiebilanzen mit der fundierten Berücksichtigung des Beitrags der erneuerbaren Energien in der hessischen Energiebilanz.

Stufe 1 (< 10 €/t CO₂):

- ⇒ Die Einrichtung von Energieeffizienz-Netzwerken (IG 1).
- ⇒ Energiesparwochen in Verwaltungsgebäuden (IG 2).
- ⇒ Druckluft-Effizienz-Kampagne für Industrie und Gewerbe (IG 4)
- ⇒ Beratung für Elektromotoren-Anwendungen (IG 6)
- ⇒ Weiterführung und Ausbau der hessischen Energiespar- und Klimaschutzaktion (GS 3)
- ⇒ Intensivierung der Weiterbildung (GS 5)
- ⇒ Energieberatung in der Altbausanierung (GS 6)
- ⇒ Umstellung der Lehrpläne und Bereitstellung von Lernmaterialien (GS 7)
- ⇒ Energiepasseinführung bei öffentlichen Gebäude unterstützen (GS 12)
- ⇒ Energieberichte für landeseigene oder kommunale Liegenschaften (GS 13)

Stufe 2 (10 bis 50 €/t CO₂):

- ⇒ Gespräche mit dem Kraftwerksbetreiber e.on über die Möglichkeiten des Retrofits und des Boostings am Block 5 des Kraftwerks Staudinger in Großkrotzenburg (KW 03).

4. Initiativen auf Bundes- und EU-Ebene

Neben rein regionalen Maßnahmen besteht die Möglichkeit, aus Hessen heraus einen gestaltenden Einfluss bei der Gesetzgebung auf Bundesebene auszuüben (Bundesratsinitiativen).

- ⇒ Querschnittsmaßnahmen sind sektorübergreifend und nicht zwangsläufig auf die direkte Emissionsreduktion in einem bestimmten Sektor ausgerichtet. Sie zielen beispielsweise auf die Aufhebung ineffizienter und bürokratischer Regulierungen oder Regulierungsüberlagerungen ab. In dem Zusammenhang zu erwähnen sind die in Maßnahme Q1 gebündelten Vorschläge zur Ausweitung des EU-Emissionshandelssystems auf andere Sektoren, insbesondere den Flugverkehr, zur Identifizierung und Abbau von Ineffizienzen durch Regulierungsüberlagerungen mit anderen klimapolitischen Instrumenten (insbesondere mit dem Erneuerbare Energien Gesetz) sowie zur Abschaffung von Sonderregelungen und der Einführung einer emissionsbezogenen Bagatellgrenze für Kleinanlagen. Die hessische Landesregierung sollte hier nach Kräften die Bemühungen der großen Koalition aus CDU/SPD unterstützen, entsprechende auf den Emissionshandel bezogene Maßnahmen zu initiieren und auch auf EU-Ebene durchzusetzen.
- ⇒ Zur Erschließung der genannten Potenziale im Wohngebäudebereich erscheint, neben der Anhebung der ordnungsrechtlichen Standards für den Neubau (EnEV) und der Gewährleistung des Vollzugs, insbesondere eine energetische Breitenförderung für bestehende Wohngebäude sinnvoll. Ohne ein solches Förderprogramm ist es fraglich, ob ein Durchbruch bei der energetischen Bestandssanierung, hin zu höheren Sanierungsraten und besseren energetischen Standards, gelingen kann. Für ein solches Programm wären erhebliche Finanzmittel und ein modifizierter Ansatz notwendig. So ist zu beachten, dass zinsverbilligte Kredite nicht für jeden Bauherrn, insbesondere nicht bei geringem Maßnahmenumfang, gleichermaßen interessant sind. Hier müssten Ergänzungen/Alternativen zur Kreditförderung geschaffen werden. In den Blickpunkt rückt dabei – neben der Möglichkeit eines direkten Zuschussprogramms – insbesondere eine steuerliche Förderung für selbst nutzende Eigentümer in Abhängigkeit vom Umfang und der energetischen Qualität der durchgeführten Modernisierungsmaßnahmen. Das Land Hessen kann über eine Bundesratsinitiative einen Impuls zur Realisierung solcher Maßnahmen auf Bundesebene geben (GS 8, GS 9, GS 15).
- ⇒ Unter dem Gesichtspunkt der Emissionsreduktion in Hessen würde der Weiterbetrieb der Blöcke A und B des Kernkraftwerks Biblis einen wesentlichen Beitrag leisten. Nach Erfahrungen in anderen Ländern, Planungen in den USA und technisch-ökonomischen Analysen der Kraftwerkshersteller und –betreiber sind hier Betriebszeiten von bis zu 60 Betriebsjahren möglich. Die Landesregierung kann zu einer Revision der Ausstiegsvereinbarung durch eine gemeinsame Bundesrats-

initiative beitragen (KW 07). Dabei sind jedoch auch mögliche indirekte Kosten und politische Aspekte der Kernenergie (z. B. Endlagerung und Haftungsbegrenzung) in die Diskussion einzubeziehen.

Werden **alle Maßnahmen der Stufe 1** umgesetzt, so lässt sich den Berechnungen mit TIMES-HS zu Folge voraussichtlich das CO₂-Niveau in Hessen auf insgesamt 40,26 Mill. Tonnen CO₂ in 2012 begrenzen. Die nicht am Emissionshandel beteiligten Sektoren (GHD, Haushalte, Verkehr) haben demnach ein durchschnittliches Emissionsniveau für die Periode 2008/2012 von 31,1 Mio. t CO₂. Damit wird auch der in Abschnitt 8.1 hergeleitete Orientierungswert von 31,7 Mio. t für die klimaschutzpolitische Zielsetzung in Hessen in diesen Sektoren deutlich unterschritten. Die über den Betrachtungszeitraum bis 2030 kumulierte, nicht abdiskontierte Gesamtkostendifferenz im Vergleich zum Referenzszenario beträgt -5,4 Mrd. €. Neben der Finanzierung aus dem Landeshaushalt könnten aus einem Klimafonds (im Sinne der Querschnittsmaßnahme Q5), z. B. mitfinanziert aus den Erlösen der Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerke, die notwendigen Fördermittel in Höhe von 5 Mill. €/a aufgebracht werden.

8.3 Forschung, Entwicklung und Perspektiven

Zu den wichtigen Daueraufgaben für eine erfolgreiche und innovative hessische Klimaschutzpolitik gehören die Bereitstellung eines günstigen Umfeldes sowie die Förderung von Forschung und Entwicklung. Für folgende Themen sind entsprechende Forschungsschwerpunkte zu initiieren bzw. zu stärken:

➤ **Mobilität**

Die Mobilität ist für Hessen einer der wichtigsten Standortfaktoren. Mit dem größten Flughafen Kontinentaleuropas, dem Frankfurter Hauptbahnhof und dem Frankfurter Kreuz ist das Rhein Main Gebiet eine bedeutende Verkehrsdrehscheibe in Europa. Durch Forschungsinitiativen und Forschungsförderung des Landes Hessen in den Feldern

- Energieeffiziente Antriebstechnologien und Betriebsweisen (z.B. marktfähige Kfz-Antriebstechniken, Flugverfahren) und
- Anwendung ökonomischer Instrumente (z.B. gesamtwirtschaftliche und politische Wirkungen monetärer Steuerungsinstrumente)

sollen innovative emissionsmindernde Maßnahmen beschleunigt realisiert werden. Hierzu sind bestehende Forschungsinitiativen beispielsweise der EU zu nutzen. Mit

den genannten Forschungsfeldern werden jene Handlungsfelder adressiert, in denen gegenwärtig die höchsten Potenziale zu erwarten sind.

➤ **Modellprojekte zur Realisierung von zukunftsfähigen Ansätzen bei der Gebäudesanierung und im Neubau**

Um die Vorteilhaftigkeit der weitgehenden energetischen Sanierung zu demonstrieren, ist es weiterhin erforderlich, Modellprojekte zur Realisierung von zukunftsfähigen Ansätzen bei der Gebäudesanierung und im Neubau mit Forschung zu begleiten. Eine Teilaufgabe dabei ist die Erforschung der tatsächlich im Bestand durchgeführten energetischen Sanierungsraten.

➤ **Erneuerbare Energien**

1. Im Bereich der Solarthermie sind Forschungsaktivitäten in den Bereichen Speichertechnologie (Wärmeangebot und Nachfrage differenzieren), Heizkessel, Integration von Solaranlagen, Lüftung, Heizung, Installationstechnik sowie ganzheitliche Systembetrachtungen notwendig. Durch diese Maßnahmen wird die Effizienz gesteigert und damit die Wirtschaftlichkeit.
2. Untersuchung zur Einbindung hoher Anteile von Photovoltaik und anderer erneuerbaren Energien im Verbund in schwachen Netzstrukturen
3. Untersuchung von feststehenden und nachgeführten PV-Anlagen in Solarparks im Hinblick auf Energiegewinn, Investitions-, Verbrauchs-, Service- und Rückbaukosten und spezifischer Flächenverbrauch

➤ **Geothermische Stromerzeugung**

Forschung im Bereich der Tiefen- Geothermie: Potenzialanalyse und Leitfaden für die geothermische Strom- und Wärmeerzeugung, analog zum Leitfaden des HLOG für die oberflächennahe Erdwärmenutzung.

➤ **Nutzung von Trockenstabilat® und anderen Ersatzbrennstoffen**

Bei der Substitution von herkömmlichen fossilen Brennstoffen durch Ersatzbrennstoffe ist Hessen bereits heute fortgeschritten. Neben der Trockenstabilat-Pilotanlage in Aßlar sind 4 weitere energetische Verwertungsanlagen für Ersatzbrennstoffe geplant und zum Teil bereits genehmigt. Das vorhandene know-how sollte genutzt und gestärkt werden. Wichtige Schritte stellen eine gesamthessische

Potenzialanalyse sowie integrierte Forschungsaktivitäten mit den Bereichen Technik, Logistik und Systemeinbindung dar.

➤ **Brennstoffzellen stationär und mobil**

Aus dem demnächst veröffentlichten Gutachten „Entwicklungsstand und Entwicklungsbedarf stationärer Brennstoffzellen“ des Zentrums für Energieforschung Stuttgart (Blesl et al., 2006) geht hervor, dass sich die primären Ansatzpunkte für weitere Forschung und Entwicklung in der Brennstoffzellentechnologie (wie in Tabelle 27 dargestellt) ergeben. Dabei zeigt sich, dass die unterschiedlichen Ausprägungen des Entwicklungsbedarfs weniger technologie- als viel mehr anwendungsbegründet sind. So weisen z. B. generell die Systeme der Hausenergieversorgung, also auch die SOFC, großen Nachholbedarf bezüglich der Stacklebensdauer auf, wohingegen dieser Aspekt bei der SOFC für die gewerbliche KWK eine nachgeordnete Bedeutung hat.

In der gewerblichen KWK besteht darüber hinaus noch ein hoher F&E-Bedarf zur Verbesserung der Handhabbarkeit der Systeme, wozu bspw. eine bessere Lastwechselfähigkeit gehört. Gleichzeitig gehört hier eine verbesserte Integration der Brennstoffzellenanlage in die Versorgungsstruktur sowie die Erschließung neuer Einsatzbereiche zum Forschungsbedarf. Letzteres umfasst sowohl die Erweiterung des Anwendungsspektrums, bspw. in Richtung Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK), als auch die Nutzbarkeit weiterer Brennstoffe.

Ein weiterer Aspekt der Nutzung von Brennstoffzellen betrifft die Möglichkeit, räumlich getrennte Brennstoffzellensysteme durch zentrale Steuerung zu einem virtuellen Kraftwerk zusammenzuschalten. Für den Hausenergiebereich wurde ein solcher Ansatz bereits von verschiedenen Energieversorgern angedacht und in Pilotprojekten untersucht, aber wegen des für vergleichsweise geringe Strommengen erforderlichen hohen Aufwands verworfen. Entsprechende Projekte mit verteilten Erzeugungssystemen unter Einbeziehung von Brennstoffzellen der gewerblichen KWK wurden bislang nicht durchgeführt. Da in der gewerblichen KWK derzeit nur die Hochtemperaturbrennstoffzellen maßgeblich weiterentwickelt werden, die mit ihren langen An- und Abfahrzeiten und ihrer geringen Lastwechselfähigkeit für die Integration in Systeme der verteilten Erzeugung weniger geeignet scheinen, ist mit entsprechenden Demonstrationsprojekten vorerst nicht zu rechnen, vielmehr bedarf es hierfür grundlegender Forschungsarbeiten.

Tabelle 27: Kernpunkte des Entwicklungsbedarfs der einzelnen Brennstoffzellentechnologien für unterschiedliche Anwendungsfelder

		PEM	MCFC	SOFC
Hausenergie	Stacklebensdauer	++		++
	Elektrischer Wirkungsgrad	+		+
	Investitionskosten	++		++
	Handhabbarkeit	0 / +		0 / +
	Systemintegration	++		++
Industrie/Gewerbe	Stacklebensdauer		0 / +	0 / +
	Elektrischer Wirkungsgrad		+	+
	Investitionskosten		++	++
	Handhabbarkeit		++	++
	Systemintegration		++	++

0: kein Entwicklungsbedarf +: Entwicklungsbedarf ++: hoher Entwicklungsbedarf

PEM: Polymermembran-Brennstoffzelle (Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell)

MCFC: Schmelzkarbonat-Brennstoffzelle (Molten Carbonate Fuel Cell)

SOFC: Oxidkeramische Brennstoffzelle (Solid Oxide Fuel Cell)

Allgemein ist festzustellen, dass große Teile des Forschungsbedarfs sowie viele Entwicklungsziele noch aus dem Jahr 2000 oder früher stammen und bisher nicht gelöst wurden. Zu den Fragestellungen mit besonders großem Nachholbedarf zählen insbesondere die aus Kostengründen notwendige apparative Vereinfachung der Systeme, die bisher nicht im erforderlichen Umfang vorankam, sowie die Entwicklung von serientauglichen Herstellungsverfahren. Ein weiteres Schwerpunktthema bleibt die Erweiterung des Marktsegments für Brennstoffzellen. Dieser Punkt umfasst vor allem die Entwicklung zusätzlicher Modulgrößen sowie die Erforschung und Erprobung der Nutzung weiterer Brennstoffe.

➤ **CO₂-Sequestration und Endlagerung**

Es wird allgemein erwartet, dass die Abscheidung von CO₂ beim Betrieb fossiler Kraftwerke mindestens eine wichtige Übergangstechnologie hin zu CO₂ armer Stromerzeugung darstellt. Empfehlenswert mit Blick auf die Zukunft sind daher die Untersuchung der Möglichkeiten der Abscheidung an den bestehenden Kraftwerken sowie Forschung bezüglich der Transportoptionen und ggf. sogar eine Analyse der möglichen Verpressungsgebiete in Hessen.

➤ **Klimaschutz- Monitoring**

Regelmäßiges Monitoring aller hessischen Klimaschutzaktivitäten

➤ **Regionale Energie- und Klimaschutzkonzepte**

Neben Aktivitäten zur Stärkung des Klimaschutzes auf lokaler Ebene bietet die integrierte, übergeordnete Sichtweise auf Zwischenebenen zwischen dem Bundesland und den Städten und Gemeinden, z. B. in Regierungsbezirken oder Landkreisen, die Möglichkeit, verschiedene Aktivitäten miteinander zu vernetzen sowie Synergie- und Effizienzpotenziale zu erschließen. Hierzu ist eine methodische Vorgehensweise zu entwickeln und beispielhaft anzuwenden, die es ermöglicht, die Potenziale, die notwendigen Umsetzungsmaßnahmen und die wesentlichen Akteure zusammenzuführen, um den Klimaschutzprozess in Hessen weiter voranzubringen. Aufbauend auf dem InKlim Maßnahmenkatalog kann hiermit eine Konkretisierung für die Bedingungen vor Ort vorgenommen werden.

9 Zusammenfassung

Die Umsetzung klimaschützender Maßnahmen erfordert den Einsatz knapper Ressourcen, welche alternativen Verwendungen entzogen werden. Es kommt auf der einen Seite zu einem produktions- und beschäftigungsfördernden Ausgabeneffekt (durch Investitions- und Betriebskosten), da Klimaschutzgüter und -dienstleistungen vermehrt nachgefragt werden. Auf der anderen Seite verursacht die Finanzierung dieser Ausgaben Preis- und Mengeneffekte, welche in vor- und nachgelagerte Wirtschaftsbereiche übertragen werden und Veränderungen der Produktionsstruktur auslösen können.

Aussagen über Nettoeffekte können nur mit Hilfe numerischer gesamtwirtschaftlicher Modelle getroffen werden, die in einem konsistenten Rahmen Substitutions-, Output- und Einkommenseffekte wirtschaftspolitischer Maßnahmen erklären. Für die Analyse der gesamtwirtschaftlichen Effekte wird im Rahmen des vorliegenden Projektes ein statisches Input-Output-Modell verwendet, wobei für die Interpretation der Ergebnisse die modellspezifischen Annahmen zu berücksichtigen sind. Tendenziell kommt es durch alle Maßnahmen zum Beschäftigungsrückgang in der konventionellen, auf fossilen Energieträgern basierenden Energiewirtschaft und zu Beschäftigungszuwächsen in den in die Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen besonders einbezogenen Sektoren, wie Land- und Forstwirtschaft, Maschinenbau und Baugewerbe. Bei der Bewertung der Produktions- und Beschäftigungseffekte muss darüber hinaus der starke Effekt der Laufzeitverlängerung für das KKW Biblis beachtet werden.

Im Rahmen des Projektes InKlim 2012 wurden drei Maßnahmenpakete („Szenarien“) auf ihre klimapolitischen Effekte untersucht. Vor einem abschließenden Urteil bzgl. der Rangordnung der Szenarien muss die Frage nach der Auswahl und ggf. der Gewichtung von Bewertungskriterien beantwortet werden. Ohne diese Entscheidung, die von der hessischen Landesregierung zu fällen ist, kann keine Präferenz für oder gegen ein bestimmtes Maßnahmenpaket getroffen werden. Neben dem aus Sicht des Klimaschutzes zentralen Kriterium „CO₂-Reduktion“ kommen hierfür die Kriterien „Einsatz von Landesmitteln“ und „gesamtwirtschaftliche Effekte“ in Frage.

Die gesamtwirtschaftliche Analyse der in Kapitel 6.3 definierten Maßnahmen Szenarien führt zu folgenden Handlungsempfehlungen für die hessische Landesregierung:

1. Die quantitative Analyse der Maßnahmenbündel zeigt positive gesamtwirtschaftliche Nettoeffekte klimapolitischer Maßnahmen auf Produktion und Beschäftigung in Hessen für alle Szenarien. Positiv betroffen sind insbesondere die Unternehmen in der Land- und Forstwirtschaft, im Bau- und Dienstleistungssektor sowie im Maschinenbausektor. Die Effekte im Szenario A sind deutlich stärker als in den Szenarien B und C. Diese positiven Effekte sind jedoch entweder mit einem sehr hohen Einsatz von Landesmitteln (A: 30 Mio. € pro Jahr) oder mit einer relativ geringen CO₂-Reduktion (B: nur ca. 2 Mio. t CO₂ in 2012 gegenüber Referenz)

verbunden. Das Szenario C führt zwar lediglich zu schwach positiven Produktions- und Beschäftigungswirkungen, realisiert jedoch eine hohe CO₂-Reduktion (ca. 8 Mio. t CO₂ in 2012 gegenüber Referenz) bei vergleichsweise geringem Einsatz von Landesmitteln (5 Mio. € pro Jahr). Eine Entscheidung zu Gunsten eines der drei Maßnahmenpakete erfordert damit eine bestimmte Gewichtung der oben genannten Kriterien und kann nur im Rahmen des politischen Entscheidungsprozesses getroffen werden.

2. Die Analyse der klimapolitischen Effekte der Maßnahmenpakete zeigt die übertragende Bedeutung der Laufzeitverlängerung für Kernkraftwerke. Wenn die hessische Landesregierung das Ziel verfolgt, eine bestimmte CO₂-Reduktion zu möglichst geringen volkswirtschaftlichen Kosten (Landesmittel sowie negative gesamtwirtschaftliche Effekte) zu erreichen, ist dies ohne eine Laufzeitverlängerung für das KKW Biblis nicht möglich.
3. Bei der Interpretation der Ergebnisse sind die aufgezeigten Einschränkungen des verwendeten statischen Input-Output-Modells sowie die lückenhaften Informationen aus den Maßnahmeblättern stets zu berücksichtigen. Insofern sind die vorliegenden quantitativen Abschätzungen nur ein grober Indikator der mit den Maßnahmen zum Klimaschutz verbundenen Produktions- und Beschäftigungseffekte für Hessen.

Das Land sollte auf Bundesebene darauf hinwirken, dass verursachergerechte, auf dem Marktmechanismus basierende Instrumente wie Emissionssteuern stärker die Lenkungswirkung in den Sektoren außerhalb der Emissionshandelsrichtlinie und im Bereich der Forschung und Entwicklung neuer Technologien übernehmen. Direkte Fördermaßnahmen sollten dagegen nur im Einzelfall und zur gezielten Behebung von Marktunvollkommenheiten eingesetzt werden. Weitere Initiativen auf Bundesebene betreffen (vgl. Abschnitt 8.2) die Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerke oder die energetische Breitenförderung für bestehende Wohngebäude, z. B. über eine steuerliche Förderung für selbst nutzende Eigentümer in Abhängigkeit vom Umfang und der energetischen Qualität der durchgeführten Modernisierungsmaßnahme.

Die qualitative Evaluierung der zu untersuchenden Maßnahmen basiert ausschließlich auf ökonomisch-theoretischen Überlegungen, empirischen Daten aus den von verschiedenen Forschungsinstituten angefertigten Bewertungen der Maßnahmen („Maßnahmeblätter“) und bereits vorhandenen (empirischen) Evaluierungsstudien im Bereich Klimaschutz und erneuerbare Energien. Wissenschaftlich fundierte Ex-Post Evaluierungsstudien sind nicht verfügbar, was auf die methodischen Schwierigkeiten einer problemadäquaten Evaluierung sowie den grundsätzlichen Mangel an empirischen Daten zurückzuführen ist.

Festzuhalten ist zunächst, dass die Kosteneffizienz ein zentrales Kriterium für die Beurteilung von Klimaschutzmaßnahmen darstellt, da sie beschreibt, inwiefern ein klimapolitisches Ziel zu den gesamtwirtschaftlich geringsten Vermeidungskosten und damit mit den größten positiven bzw. kleinsten negativen gesamtwirtschaftlichen Effekten realisiert

werden kann. Wichtige Kriterien sind zudem die Transaktionskosten, welche mit einer Maßnahme verbunden sind, sowie die Innovationsanreize und die Beschäftigungswirkungen von Minderungsmaßnahmen. Gemäß dem Kriterium der Kosteneffizienz sollten zunächst solche Maßnahmen vorgezogen werden, welche CO₂-Vermeidungspotenziale zu den geringsten gesamtwirtschaftlichen Kosten erschließen. Theoretisch vorteilhaft wären somit verursachergerechte Umweltabgaben oder Emissionszertifikate, welche über die Allokationsfunktion des Preises durch den Ausgleich individueller Grenzvermeidungskosten eine gesamtwirtschaftlich kosteneffiziente Klimapolitik sicherstellen. Da es jedoch wenig sinnvoll ist, dass das Land Hessen im Alleingang verursachergerechte ökonomische Instrumente einführt, gilt es solche Maßnahmen vorzuziehen, welche relativ geringe CO₂-Vermeidungskosten aufweisen und – angesichts knapper öffentlicher Kassen – relativ geringe Belastungen des Landeshaushalts und der hessischen Gemeindehaushalte nach sich ziehen. Dabei sind langfristig zu erschließende Kostendegressionseffekte einzelner Klimaschutzmaßnahmen zwar zu berücksichtigen, aber nicht über zu bewerten.

Unter den vorgeschlagenen Minderungsmaßnahmen überwiegen deutlich die finanziellen Fördermaßnahmen im Gebäudebereich und bei der rationellen Energienutzung in der Industrie und im Gewerbe sowie informatorische Maßnahmen. Gemäß dem Subsidiaritätsprinzip – welches die Entscheidungskompetenz über wirtschaftliche bzw. hier klimapolitische Maßnahmen grundsätzlich den Individuen zuordnet und nur bei Vorliegen guter Gründe eine Verlagerung auf die nächst höhere Institution vorsieht – hat auf dieser Ebene das Land den größten Gestaltungsspielraum. Weiterhin sollte sich Hessen für einen Erhalt der ÖPNV – Mittel einsetzen.

Grundsätzlich ist es empfehlenswert, Reduktionsziele und nicht vornherein bestimmte Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele vorzugeben, so dass auch integrierte Lösungen zum Einsatz kommen können. Als klimapolitische Zielsetzung für Hessen für den Zeitraum 2008/2012 wurde als Orientierungswert für die nicht am Emissionshandel beteiligten Sektoren ein CO₂-Emissionsniveau von 31,70 Mio. t hergeleitet. Außerdem ist es wichtig, flexible und an den betrieblichen bzw. baulichen Investitionszyklen orientierte Übergangsfristen zu gewähren sowie marktwirtschaftliche Anreize zu geben (vgl. Brockmann et al. 2000). Dabei sollte also die Landesregierung monetären Förderinstrumenten kritisch gegenüber stehen, insbesondere wenn diese nicht am Emissionstatbestand (das heißt der CO₂-Reduktion) ansetzen, sondern technologiebezogen sind. Umweltsubventionen bergen stets die Gefahr von technologischen Fehllenkungen, Mitnahmeeffekten, Zementierung von Subventionstatbeständen und Ineffizienzen. Deren befristeter (!) Einsatz kann jedoch im Einzelfall aus ökonomischer Sicht gerechtfertigt werden, wenn damit die Allokationseffizienz der CO₂-Vermeidung verbessert wird. Ein Beispiel könnte die Existenz von Marktdefiziten aufgrund fehlender Lern- und Skaleneffekte der neuen Technologien gegenüber konventionellen Energietechniken sein, welche den Markteintritt verhindern; der erzielte Effekt (z.B. Kostendegression) ist im Einzelfall gegenüber dem erforderlichen Subventionsaufwand abzuwägen (der hierbei bestehende Interpretationsspielraum sollte in jedem Fall nicht zu

weit gefasst werden). Der Einsatz von monetären Förderinstrumenten leitet sich jedoch häufig auch aus weiteren politischen Zielen, jenseits des reinen Klimaschutzes, ab. Letztere beziehen sich beispielsweise auf das strategische Ziel der Technologie- und Innovationsförderung zur Standortsicherung, die Versorgungssicherheit über eine Diversifikation der Energiequellen oder die Schaffung von Arbeitsplätzen.

Grundsätzlich entspricht es einer rationalen Klimapolitik auf Landesebene aufgrund der ubiquitären umweltschädlichen Wirkung der Klimagase sowie der nur auf Bundes- oder gar EU-Ebene vorliegenden Handlungskompetenz für echte Internalisierungsmaßnahmen (z. B. Ökosteuern, Emissionshandel) eher sogenannte „Win-Win“-Maßnahmen zu identifizieren und durchzuführen. Dies sind Maßnahmen, welche sowohl dem Klimaschutz als auch der Gesamtwirtschaft in der Region zuträglich sind. Beispiele für Pilot- und Demonstrationsprojekte sowie für Breitenprogramme, die diesem Anspruch Genüge leisten, sind im Abschnitt 8.2 aufgeführt. Zu beachten ist dabei, dass die Vergleichbarkeit der Maßnahmen streng genommen nur bei gleichen Zielen gegeben ist und notgedrungen Probleme in der Maßnahmenbewertung auftreten, sobald diese vor dem Hintergrund unterschiedlicher Ziele bzw. nur unter dem „Deckmantel“ des Klimaschutzes vorgeschlagen werden.

Angesichts erheblicher Informationsdefizite der wirtschaftlichen Akteure hinsichtlich des Einsatzes von erneuerbaren Energien und des effizienten Energieeinsatzes kommt sogenannten „weichen“ Instrumenten eine besondere Bedeutung zu: Informatorische Maßnahmen zielen auf die Erhöhung des Informationsstandes von privaten Haushalten, Unternehmen, aber auch von Entscheidungsträgern im öffentlichen Bereich ab. Insbesondere im Zusammenhang mit der Verbreitung von neuen Klimaschutztechnologien spielen informatorische Instrumente eine wichtige Rolle. Als flankierende Instrumente wirken „weiche“ Maßnahmen jedoch nur indirekt und lassen sich hinsichtlich ihrer Kosteneffizienz oder Beschäftigungseffekte praktisch kaum evaluieren. Dies gilt auch für Maßnahmen zur Erschließung von JI/CDM-Projekten sowie zur Bereitstellung von Datengrundlagen.

Ganz im Sinne des Subsidiaritätsprinzips sollte das Land seine Informationsvorteile bei der Identifizierung zukunftssträchtiger Branchen, bei der unternehmensnahen Hemmnisanalyse und bei der problemgerechten Senkung von Transaktionskosten zur Geltung bringen.

Das Bundesland kann gemeinsam mit dem Bund oder der EU spezielle Finanzierungsquellen (z.B. Klimafonds im Sinne von Q5 – nicht zu verwechseln mit dem bereits existierenden KfW Fonds) ins Leben rufen, in die die Unternehmen miteinbezogen werden und die es ermöglichen, in allen Sektoren Anreize zu schaffen, klimaverträglich zu handeln, bestehende Hemmnisse abzubauen und Informationskosten zu minimieren.

10 Literatur

- Blesl, M., U. Fahl und A. Voß (2001), Energieverbrauchsprognose für Bayern – CO₂-Vermeidungskosten. Ergänzung des Gutachtens im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Technologie. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung. Stuttgart.
- Blesl, M., U. Fahl und A. Voß (2004), Szenarienanalyse: Auswirkungen unterschiedlicher Maßnahmen zum Klimaschutz für Baden-Württemberg. Gutachten im Auftrag des Umwelt- und Verkehrsministeriums Baden-Württemberg. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung. Stuttgart.
- Blesl, M., M. Ohl und T. Leipnitz (2006), Entwicklungsstand und Entwicklungsbedarf stationärer Brennstoffzellen. Gutachten des Zentrums für Energieforschung Stuttgart mit Unterstützung durch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg. Stuttgart.
- BMGS (2005), Statistisches Taschenbuch, Arbeit und Soziales. Bonn.
- BMU (2004), Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG). Überblick über das vom Deutschen Bundestag beschlossene Gesetz. Berlin.
- BMU (2005a), Nationales Klimaschutzprogramm 2005. Berlin.
- BMU(2005b), Diskussion um Kosten des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, 18.11.2005, <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/36181.php>.
- Böhringer, Ch., K. Conrad und A. Löschel(2003), Carbon Taxes and Joint Implementation – An Applied General Equilibrium Analysis for Germany and India, *Environmental and Resource Economics* 24 (1), 49-76.
- Böhringer, Ch., T. Hoffmann, H. Koschel und A. Löschel (2005a), Ökonomische Bewertung von Maßnahmenvorschlägen zur Minderung von Treibhausgasen. Endbericht im Auftrag für das Ministerium für Umwelt und Verkehr (UVM) Baden-Württemberg.
- Böhringer, Ch., Koschel, H., Moslener, U. (2005b), Emissionshandel, Ökosteuer und Förderung erneuerbarer Energien: Ökonomische Überlegungen zum Zusammenwirken dreier Instrumente in der Praxis, *Zeitschrift für Energiewirtschaft* 29 (1), 39-46.
- Böhringer, Ch. und A. Löschel (2002), Investment Risk in Project-based Emission Crediting, ZEW Discussion Paper No. 02-68. Mannheim.
- Borchert, H. (2004), Ökonomische Folgen des Trockenjahres 2003 und Kosten des Waldumbaus. *LWF aktuell*. 43, 31-32.
- Brockmann, K. L., Ch. Böhringer und M. Stronzik (2000), Flexible Instrumente in der deutschen Klimapolitik, ZEW-Dokumentation Nr. 00-12. Mannheim.
- CDU, CSU und SPD (2005), Koalitionsvertrag „Gemeinsam für Deutschland – mit Mut und Menschlichkeit“, 11.11.2005.
- Defra (2003), The Social Cost of Carbon. Review Background Paper. Paper presented at the Social Cost of Carbon Conference, July 7, 2003. London.
- DEHST (2004), Emissionshandel in Deutschland – Verteilung der Emissionsberechtigungen für die erste Handelsperiode 2005-2007. Daten und Fakten zur Zuteilung der Emissionsberechtigungen an 1.849 Anlagen. Deutsche Emissionshandelsstelle. Berlin.

- Department of Transport (2004), Smarter Choices - Changing the Way We Travel, London.
http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_sustravel/documents/page/dft_sustravel_029721.hcsp.
- Dickey, D. und Fuller, W.A. (1979): Distribution of the Estimates for Autoregressive Time Series with a Unit Root, in: Journal of the American Statistical Association, Vol. 74, S. 427-431.
- DIW/Infas (2004), Mobilität in Deutschland 2002 – Aufstockung Hessen. Berlin.
- Downing, T. und P. Watkiss (2003), Overview: The Marginal Social Costs of Carbon in Policy Making: Applications, Uncertainty and a Possible Risk Based Approach. Paper presented at the Social Cost of Carbon Conference, July 7, 2003. London.
- Ebel, W. et al. (1996), Der zukünftige Heizwärmebedarf der Haushalte. Darmstadt.
- ECN-AED-SEI (1999), Potential and Cost of Clean Development Mechanism Options in the Energy Sector, ECN-C-99-095.
- Eichhorn, J. (2004), Klimawandel und Wald – Kartenbezogene Grundlagen der Waldentwicklung, Präsentation auf dem Projekttreffen von Baustein II (InKlim 2012) am 17.11.2004. Wiesbaden.
- Engle, R.F. und Granger, C.W.J. (1987): Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing, in: Econometrica, Vol. 55, No. 2, S. 251-276.
- EU-Kommission (2001), Richtlinie 2001/77/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. September 2001 zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt (ABl. L 283 vom 27.10.2001),
http://europa.eu.int/eur-lex/pri/de/oj/dat/2001/l_283/l_28320011027de00330040.pdf.
- EU-Kommission (2002a), Richtlinie 2002/91/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (ABl. L 1 vom 4.1.2003), <http://europa.eu.int/scadplus/leg/de/lvb/l27042.htm>.
- EU-Kommission (2002b), KOM(2001) 31 endg. vom 24.1.2001: Mitteilung der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen zum sechsten Aktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaft für die Umwelt „Umwelt 2010: Unsere Zukunft liegt in unserer Hand“ – Sechstes Umweltaktionsprogramm, entsprechend dem Beschluss Nr. 1600/2002/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Juli 2002 über das sechste Umweltaktionsprogramm der Europäischen Gemeinschaft (ABl. L 242 vom 10.9.2002),
<http://europa.eu.int/scadplus/leg/de/lvb/l28027.htm>.
- EU-Kommission (2003a), Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 13. Oktober 2003 über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft und zur Änderung der Richtlinie 96/61/EG des Rates (ABl. L 275 vom 25.10.2003), <http://europa.eu.int/scadplus/leg/de/lvb/l28012.htm>.
- EU-Kommission (2003b), Entscheidung Nr. 1230/2003/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Juni 2003 zur Festlegung eines mehrjährigen Programms für Maßnahmen im Energiebereich: „Intelligente Energie — Europa“ (2003–2006) (ABl. L 176 vom 15.7.2003),
http://europa.eu.int/eur-lex/pri/de/oj/dat/2003/l_176/l_17620030715de00290036.pdf.
- EU-Kommission (2003c), Richtlinie 2003/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Mai 2003 zur Förderung der Verwendung von Biokraftstoffen oder anderen erneuerbaren Kraftstoffen im Verkehrssektor (ABl. L 123 vom 17.5.2003),
<http://europa.eu.int/scadplus/leg/de/lvb/l21046.htm>.

- EU-Kommission (2004a), Richtlinie 2004/101/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Oktober 2004 zur Änderung der Richtlinie 2003/87/EG über ein System für den Handel mit Treibhausgasemissionszertifikaten in der Gemeinschaft im Sinne der projektbezogenen Mechanismen des Kyoto-Protokolls (ABl. L 338 vom 13.11.2004), <http://europa.eu.int/scadplus/leg/en/lvb/l28012.htm>.
- EU-Kommission (2004b), Richtlinie 2004/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Februar 2004 über die Förderung einer am Nutzwärmebedarf orientierten Kraft-Wärme-Kopplung im Energiebinnenmarkt und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG (ABl. L 052 vom 21.2.2004), <http://europa.eu.int/scadplus/leg/de/lvb/l27021.htm>.
- EU-Kommission (2005a), Bericht über nachweisbare Fortschritte bei der Verwirklichung des Kyoto-Protokolls, KOM(2005) 615. Brüssel.
- EU-Kommission (2005b), Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Juli 2005 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG des Rates sowie der Richtlinien 96/57/EG und 2000/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (ABl. L 191 vom 22.7.2005), http://europa.eu.int/comm/enterprise/eco_design/dir2005-32.htm.
- EU-Kommission (2005c), Mitteilung der Kommission an den Rat, an das Europäische Parlament, an den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und an den Ausschuss der Regionen vom 27. September 2005 zur Verringerung der Klimaauswirkungen des Luftverkehrs, KOM(2005) 459 endg. Brüssel.
- EU-Kommission (2005d), Bericht über die nachweisbaren Fortschritte bei der Verwirklichung des Kyoto-Protokolls. KOM(2005) 615 endgültig. Brüssel, 1. Dezember 2005 .
- EU-Kommission (2005e), Überprüfung der Strategie für nachhaltige Entwicklung – Ein Aktionsprogramm. KOM(2005) 658 endgültig. Brüssel, 13. Dezember 2005.
- EWI/Prognos (2005), Die Entwicklung der Energiemärkte bis zum Jahr 2030 – Energiewirtschaftliche Referenzprognose, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit. Berlin.
- Fahl, U. und P. Schaumann (1996), Energie und Klima als Optimierungsproblem am Beispiel Niedersachsen. IER-Forschungsbericht Nr. 34. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung. Stuttgart.
- Fahl, U., B. Rühle und A. Voß (2004), Wissenschaftliche Begleitung des Energieprogramms Sachsen. Schlussbericht zum Gutachten im Auftrag des Sächsischen Staatsministeriums für Wirtschaft und Arbeit. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung. Stuttgart.
- Fahl, U., H. Koschel, A. Löschel, B. Rühle und H. Wolf (2005), Regionale Klimaschutzprogramme – Zur integrierten Analyse von Kosten des Klimawandels und des Klimaschutzes auf regionaler Ebene, *DIW Vierteljahreshefte zur Wirtschaftsforschung* 74(2), 286-309.
- Fankhauser, S. (1994), Protection vs. Retreat. The Economic Costs of Sea Level Rise. *Environment and Planning A*. 27, 299-319.
- Fankhauser, S., J. B. Smith und R. S.J. Tol (1999), Weathering Climate Change: Some Simple Rules to Guide Adaptation Decisions, *Ecological Economics* 30, 67-78.
- Granger, C.W.J. und Newbold, P. (1974): Spurious Regressions in Econometrics, in: *Journal of Econometrics*, Vol.2, S. 111-120.

- Hessenreport (2003), Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft Hessen (FEH). Wiesbaden.
- HMULV (2005), Presseinformation vom 18. Januar 2005, Nr. 25. Wiesbaden.
- Hohmeyer, O., S. Vögele, R. Bräutigam, R. Finger (1998), EMI 2.0 - Erstellung eines disaggregierten Modells zur Analyse direkter und indirekter Wirkungen wirtschaftlicher Aktivitäten auf die Emissionen von Luftschadstoffen, Abwässern und Abfällen, Endbericht für das Umweltbundesamt. Mannheim.
- Holub, H.-W. und Schnabl, H. (1994a): Input-Output-Rechnung: Input-Output-Tabellen, 3. Aufl., München/Wien: Oldenbourg.
- Holub, H.-W. und Schnabl, H. (1994b): Input-Output-Rechnung: Input-Output-Analyse, München/Wien: Oldenbourg.
- Hujer, R. und Cremer, R. (1977): Methoden der empirischen Wirtschaftsforschung, München: Vahlen.
- Krewitt, W. (2002), Externe Kosten der Stromerzeugung. In: Rebhan, Eckhard (Hrsg.): *Energie-Handbuch für Wissenschaftler, Ingenieure und Entscheidungsträger*. Berlin, Springer.
- IFEU 2005 Knörr, W. (IFEU) et al.: Fortschreibung "Daten- und Rechenmodell: Energieverbrauch und Schadstoffemissionen aus dem motorisierten Verkehr in Deutschland 1980 - 2020", Erstellung und Aktualisierung der Software TREMOD - Transport Emission Model. Ab 1993 im Auftrag des UBA und seit 2000 der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)/BMVBW; laufende Arbeiten. Heidelberg, 2005.
- Leontief, W. (1941), *The Structure of American Economy 1919-1939*. Cambridge.
- Linscheidt, B. (2000), Kooperative Steuerung als neues Modell der Umweltpolitik – eine theoretische Einführung, Umweltökonomische Diskussionsbeiträge Nr. 00-1, Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln. Köln.
- MacKinnon, J. G. (1991), Critical Values for Cointegration Tests, in: R. F. Engle, C. W. J. Granger (Hrsg.): *Long-Run Economic Relationships*, Oxford University Press, S. 267-276.
- Manske, F., Y.-G. Moon (2002), Verknüpfung von Umweltschutz- und Beschäftigungspolitik – das Beispiel Bremen, *WSI Mitteilungen* 8, 466-473.
- Mendelsohn, R. (2003), *The Social Cost of Carbon: An Unfolding Value*. Paper presented at the Social Cost of Carbon Conference, July 7, 2003. London.
- Michaelowa, A. (2005), Emissionsgutschriften aus Entwicklungsländern: Der rasante Aufschwung des CDM, *HWWI Update* 03 05, 1-2.
- MPI 2004, *CO₂-Reduktion und Energieeffizienz im Straßengüterverkehr*, Max-Planck-Institut für Meteorologie. Hamburg.
- Morrison, W.I. und P. Smith (1974), Nonsurvey Input-Output Techniques at the small area level: An Evaluation, in: *Journal of Regional Science*, Vol. 14 (1), S. 1-14.
- OECD (2005), *Projected costs of generating electricity*, IEA/NEA. Paris.
- Pearce, D.W., W.R. Cline, A.N. Achanta, S. Fankhauser, R.K. Pachauri, R. S.J. Tol und P. Vellinga (1995), *The Social Costs of Climate Change: Greenhouse Damage and the Benefits of Control*. In: Bruce, J.P., H. Lee und E.F. Haites (Hrsg.): *Climate Change 1995 Economic and Social Dimensions of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Second Assessment Report of the IPCC. 181-224.

- Pfaffenberger, W., K. Nguyen und J. Gabriel (2003), Ermittlung der Arbeitsplätze und Beschäftigungswirkungen im Bereich Erneuerbarer Energien. Bremer Energie Institut. Bremen.
- Phillips, P.C.B. (1986): Understanding Spurious Regressions in Econometrics, in: Journal of Econometrics, Vol. 33, No. 3, S. 311-340.
- Pischner, R. und Stäglin, R. (1976): Darstellung des um den Keynes'schen Multiplikator erweiterten offenen statischen Input-Output-Modells, in: Mitteilungen aus der Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 9. Jg., Heft 3, S. 345-349.
- Positionspapier Forstwirtschaft (2004), InKlim 2012 – Tischvorlage und Informationspapier für ein Arbeitsgespräch.
- Rennings, K. (2005), Innovationen aus Sicht der neoklassischen Umweltökonomik. In: Beckenbach, Frank et al. (Hrsg.): Innovationen und Nachhaltigkeit, Jahrbuch Ökologische Ökonomik 4. Marburg, 15-39.
- Rennings, K., K.L. Brockmann, H. Koschel, H. Bergmann, I. Kühn (1996), Nachhaltigkeit, Ordnungspolitik und freiwillige Selbstverpflichtung, Heidelberg, Berlin.
- Richter, N. (2002), Beschäftigung und Umweltschutz – das Beispiel energetische Gebäudesanierung, WSI Mitteilungen 8, 479-483.
- RWI (Hrsg.) (2004), Sektorale und gesamtwirtschaftliche Wirkungen des weiteren Ausbaus Erneuerbarer Energien. Essen.
- Schmid, G. und P. Schaumann (1998), Burden Sharing in a European Framework – Carbon Reduction Strategies for 13 European Countries. In: Läge, E. und P. Schaumann (Hrsg.): Energy Models for Decision Support – New Challenges and Possible Solutions – Joint FORUM / ETSAP Workshop am 4. / 5. Mai 1998, Proceedings. Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung. Stuttgart.
- Schumann, J. (1968), Input-Output-Analyse, Berlin usw.: Springer.
- Spehl, H. (1971), Regionale und interregionale Input-Output-Rechnung dargestellt am Beispiel des Landes Hessen, Münster: Institut für Siedlungs- und Wohnungswesen der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.
- SRU – Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (2002), Umweltgutachten 2002 – Für eine neue Vorreiterrolle. Deutscher Bundestag Drucksache 14/8792.
- Stäglin, R., Mehl, R. und Schintke, J. (1973), Quantifizierung direkter und indirekter Beschäftigungseffekte mit Hilfe der Input-Output-Rechnung, (Beiträge zur Arbeitsmarkt und Berufsforschung Band 4), Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- Stäglin, R., Pischner, R., Mehl, R. und Weiser, B. (1976), Weiterentwicklung der Input-Output-Rechnung als Instrument der Arbeitsmarktanalyse, (Beiträge zur Arbeitsmarkt und Berufsforschung Band 13), Nürnberg: Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung.
- Taistra, G. (2001), Die Porter-Hypothese zur Umweltpolitik. *Zeitschrift für Umweltpolitik und Umweltrecht* 2, 241-262.
- Thöne, M. (2000), Subventionen in der Umweltpolitik – zwischen institutioneller Rechtfertigung und EU-Beihilfekontrolle. In: Bizer, K., B. Linscheidt, A. Truger (Hrsg.): *Staatshandeln im Umweltschutz. Perspektiven einer institutionellen Umweltpolitik*, Finanzwissenschaftliche Forschungsarbeiten N.F. Bd. 69. Berlin, 253-279.

Tol, R. S.J. (2003), Adaptation and Mitigation: Trade-offs in Substance and Methods. Working Paper FNU-33. Vrije and Carnegie Mellon Universities. Hamburg.

Tol, R. S.J., S. Fankhauser und J. B. Smith (1998), The Scope for Adaptation to Climate Change: What can we learn from the Impact Literature? Global Environmental Change. 8(2), 109-123.

UBA (2003), CO₂-Minderung im Verkehr, Umweltbundesamt. Berlin.

UVM BaWü (2001), Umweltplan Baden-Württemberg, Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (Hrsg.). Stuttgart. <http://www.umweltplan.baden-wuerttemberg.de>.

ZuG (2007), Gesetz über den nationalen Zuteilungsplan für Treibhausgas-Emissionsberechtigungen in der Zuteilungsperiode 2005-2007, BGBl 2004, 2211.

Anhang

Anhang I: Shortlist und Maßnahmenblätter

Tabelle 28: Shortlist der Maßnahmen im Bereich Kraftwerke und KWK

Nr.	Maßnahmen	Minderungspotenzial in 2012 ^{a)} [t CO ₂]	Volkswirtschaftliche Vermeidungskosten [€/t CO ₂]	Akteure	
				Initiator / Koordinator	Beteiligte
Energieumwandlungssektor: Kraftwerke und KWK (IER)					
Technische Maßnahmen am e-on Kraftwerk Staudinger (Großkrotzenburg):					
KW 1	Neubauersatz für Block 1-3 (Erdgas oder Steinkohle)	227.000	191.2	E.ON	Land Hessen
KW 2	Brennstoffsubstitution am Block 5 von Steinkohle durch Erdgas	792.000	90.5	E.ON	Land Hessen
KW 3	Retrofit und Boosting am Block 5 Großkrotzenburg	486.000	31.6	E.ON	Land Hessen
KW 4	Nachrüstung einer CO ₂ Sequestration am Block 5	1.912.500	54	E.ON	Land Hessen
KW 5	Zufeuerung von Ersatzbrennstoffen (wie z.B.: Biomasse, Klärschlamm, Trockenstabilat®)	31.000	36.2	E.ON	Land Hessen
Weitere Maßnahmen:					
KW 6	Nutzung von Ersatzbrennstoffen	302.400	5	Kommunen, Herhof- Umwelt AG	Land Hessen
KW 7	Laufzeitverlängerung KKW Biblis / Neubau eines Erdgas Kraftwerkes am Standort Biblis	11.300.000	-20.0	Land Hessen	RWE Power AG
KW 8	Förderung von Klein- und Groß - KWK -Stromerzeugung	166.000	wird noch bearbeitet	Land Hessen	
KW 9	Förderung von Klein- und Groß - KWK - Wärmeerzeugung	141.000	33	Land Hessen	Krankenhäuser, Kult. Einrichtungen, Kommunen, Kaufhäuser

Tabelle 29: Shortlist der Maßnahmen im Bereich Erneuerbare Energien

Nr.	Maßnahmen	Minderungspotenzial in 2012 ^{a)} [t CO ₂]	Volkswirtschaftliche Vermeidungskosten [€/t CO ₂]	Akteure	
				Initiator / Koordinator	Beteiligte
Erneuerbare Energien (ISET)					
EE 1	Repowering und Verdichten von Windenergieanlagen	768	81,9 bis 143,87	Land Hessen	Windanlagenbetreiber und -planer Genehmigungsbehörden
EE 2	Steuer-Instrumente/ Förderung bei Neubau/ Modernisierung von Solarthermie in 1FH und MFH:			Land Hessen	Wohnungsbauunternehmen, Stadtwerke
	- Neubau 1FH und 2 FH	419.000	573		
	- Sanierung 1 FH und 2 FH	1.536.000	768		
	- Neubau MFH	197.000	279 bis 530		
	- Sanierung MFH	887.000	279 bis 530		
EE 3	Förderung von Photovoltaik Großanlagen: Errichtung von 50 "100 kW" und 5 "1000 kW" Anlagen	89.800	549 bis 608	Land Hessen	Bauherren, Energieversorger, Industrie- und Wirtschaftsbetriebe, Bergbauunternehmen, Militär- und Verkehrsunternehmen
EE 4	Förderung Biomasseheizung				
	- Neubau 1FH und 2 FH	479.000	234		
	- Sanierung 1 FH und 2 FH	1.652.000	240		
	- Neubau MFH	246.000	90 bis 332	Land Hessen	Forstbetriebe, Stadtwerke, Wohnungsbauunternehmen
	- Sanierung MFH	1.111.000	90 bis 332		
EE 5	Förderung Biogasanlagen (10 Anlagen)	150.000	51 bis 85	Land Hessen, HMULF	Landwirtschaft, Landwirtschaftliche Berater, Energieversorger, Gemeinden
EE 6	Einstieg in die Wärme- erzeugung mittels Erdwärme			Land Hessen	Hausbesitzer, Wohnungsbauunternehmen, Gemeinden
	- Neubau 1FH und 2 FH	360.500	316		
	- Sanierung 1 FH und 2 FH	1.243.560	374		
	- Neubau MFH	149.330	98 bis 324		
	- Sanierung MFH	674.060	99 bis 336		

Tabelle 30: Shortlist der Maßnahmen in der Industrie und im Gewerbe

Nr.	Maßnahmen	Minderungspotenzial in 2012 ^{a)} [t CO ₂]	Volkswirtschaftliche Vermeidungskosten [€/t CO ₂]	Akteure	
				Initiator / Koordinator	Beteiligte
Industrie und Gewerbe (FhG-ISI)					
IG 1	Energieeffizienz-Netzwerke	91.100	-83	Land Hessen / Wirtschafts-	Betriebe
IG 2	Energiesparwochen in Verwaltungsgebäuden	740	-7	Land Hessen	Betriebe, Wirtschaftsorganisationen, Verbände
IG 3	Förderung von Energiedienstleistungen	k.A.	k.A.	Land Hessen	Betriebe, Wirtschaftsorganisationen, Verbände
IG 4	Druckluft-Effizienz-Kampagne für Industrie und Gewerbe auf Landesebene	35.000	14	Land Hessen	Wirtschaftsorganisationen, Verbände, Betriebe, Modellbetrieb
IG 5	Pilotvorhaben zur Beleuchtungsoptimierung für Industrie und Gewerbe	k.A.	k.A.	Land Hessen	Verbände, Betrieb, Contractor
IG 6	Beratung Elektromotoren-Anwendungen	5.250	-62	Land Hessen	Ingenieurbüros, Experten im Energiebereich, Betriebe
IG 7	Investitionsförderprogramm für Hocheffizienzmotoren	14.400	-63	Land Hessen	Branchenverbände, VDMA
IG 8	Förderung von Industriekooperationen zur gemeinsamen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung	364.700	-5	Land Hessen	Berater, Energiedienstleister, Energieagenturen, Kommunen
IG 9	Förderung der Installation von Messgeräten	4.080	-40	Land Hessen	Verbände, Betriebe
IG 10	Regionales Demoprojekt zu Klimaschutz in Unternehmen	k.A.	k.A.	Land Hessen	Kreis-/Stadtverwaltung, Verbände, Betriebe, lokale Energieagenturen

Tabelle 31: Shortlist der Maßnahmen im Bereich Gebäude

Nr.	Maßnahmen	Minderungspotenzial in 2012 ^{a)} [t CO ₂]	Volkswirtschaftliche Vermeidungskosten [€/t CO ₂]	Akteure	
				Initiator / Koordinator	Beteiligte
Gebäude (IWU)					
GS 1	Erstellung und Verbreitung von Mietspiegeln mit wärmetechn. Beschaffenheit als zusätzl. Merkmal (ökolog. Mietspiegel)	240.000	-78	Land Hessen	Ausgewählte hessische Gemeinden, Mietervereine, Haus + Grund, Verbände der Wohnungswirtschaft, Forschungsinstitut, Energieberater
GS 2	Kommunale Heizspiegel einführen	31.500	-82	Land Hessen	Kommunen, Abrechnungsunternehmen
GS 3	Hessische Energiesparaktion ausbauen:	1.040.000 ^{d)}	-75	Land Hessen	Hessische Energiesparaktion, Kooperationspartner
GS 4	Regionale Energiepassaktion			Land Hessen	Gebäudeeigentümer, Energieberater, Hessische Energiesparaktion
GS 5	Intensivierung der Weiterbildung			Land Hessen	Berufsverbände, Kammern, Innungen, Energiesparaktion Hessen
GS 6	Energieberatung in der Altbausanierung			Land Hessen	Städte, Kreise, Kommunen, hessische Energiesparaktion
GS 7	Lehrpläne umstellen - Lernmaterialien bereitstellen	k.A.	-75	Land Hessen	Hochschulen, Fachhochschulen, Berufsverbände, Kammern, Innungen, Schulen, inhaltlich beratende Einrichtungen aus den Bereichen Pädagogik und Energieeinsparung
GS 8	Steuerliche Förderung der Altbausanierung	620.000	-73	Land Hessen (Bundesratsinitiative), Bund (BFM)	Investoren (selbstnutzende Eigentümer), Steuerberater, Architekten, Handwerker, Energieberater als Multiplikatoren, Hessische Energiesparaktion
GS 9	Weiterentwicklung KfW-Gebäudesanierungsprogramm	450.000	-75	Land Hessen (Bundesratsinitiative), Bund und KfW	Investoren, BMF, KfW und Hausbanken, Architekten, Handwerker, Energieberater, Hessische Energiesparaktion
GS 10	Modellprojekte zur Unterstützung der Markteinführung von Energiespartechnologien bei Wärmeschutz und Wärmeversorgung	k.A.	-75	Land Hessen	Anbieter von Energiespartechnologien und Konzepten, Gebäudeeigentümer, Fachinstitute und Fachfirmen für Begleitforschung
GS 11	Förderprogramm Nichtwohngebäuden	410.000	-75	Land Hessen (Bundesratsinitiative), Bund und KfW	Investoren, Öffentliche Hand, Architekten, Handwerker, Energieberater
GS 12	Energiepasseinführung bei öffentlichen Gebäuden unterstützen	410.000	-75	Land Hessen	Hessische Kommunen, Energieberater, Hessische Energiesparaktion
GS 13	Energieberichte für landeseigene und kommunale Liegenschaften	410.000	-75	Land Hessen	hessenENERGIE, Landesenergieagenturen, Kommunen
GS 14	Energiesparziel für Landesliegenschaften	1.035	-75	Land Hessen	Land Hessen
GS 15	Energiesparverordnung auf Bundesebene	250.000	0	Land Hessen	Bund, Verbände, hessische Energiesparaktion

Bei der Erarbeitung der Maßnahmendatenblätter für den Gebäudebereich wurde ein Großteil der „weichen“ Maßnahmen (Maßnahmendatenblätter GS 4-6) als Aufgaben der Hessischen Energiesparaktion angesehen. Aus diesem Grund wurde lediglich bei der übergeordneten Maßnahme „Hessische Energiesparaktion ausbauen“ (GS 3) eine Potenzialabschätzung vorgenommen. Bei den Maßnahmendatenblättern „Modellprojekte“ (GS 10) und „Lehrpläne

umstellen – Lernmaterialien bereitstellen“ (GS 7), kann keine isolierte Wirkung der Maßnahmen auf die Potenzialerschließung bis 2012 angegeben werden, da beide Maßnahmen ihre Wirkung erst mittel- und langfristig in der Zeit nach 2012 entfalten. Auch bei den Maßnahmen „Energiepasseinführung unterstützen (öffentliche Gebäude)“ (GS 12) und „Energieberichte“ (GS 13) wurde kein isoliertes Potenzial angegeben, da beide Maßnahmen vor allem unterstützenden Charakter im Bereich Nichtwohngebäude haben.

Tabelle 32: Shortlist der Maßnahmen im Bereich Verkehr

Nr.	Maßnahmen	Minderungspotenzial in 2012 ³⁾ [t CO ₂]	Volkswirtschaftliche Vermeidungskosten [€/t CO ₂]	Akteure	
				Initiator / Koordinator	Beteiligte
Verkehr (ZIV/ifeu)					
V 1	Betriebliches Mobilitätsmanagement in Unternehmen	250.000	1367	Land Hessen	Unternehmensleitung, Betriebsrat, Mitarbeiter, Verkehrsbetriebe, Carsharing-Unternehmen
V 2	Effiziente Fahrweise	93.270	46	Land Hessen	Ausbilder von Schulungen
V 3	Landesforschung Mobilität	k.A.	k.A.	Land Hessen	Kommunen, Verkehrsunternehmen
V 4	ÖPNV attraktiv gestalten	k.A.	k.A.	Land Hessen	Kommunen, Verkehrsbetriebe, Firmen, Systembetreiber
V 5	Effiziente Fahrzeugnutzung (P+R)	57.830	-106	Land Hessen	Straßenbaulasträger, Straßenverkehrsbehörden, Unternehmen/Arbeitgeber
V 6	Verkehrsleitsysteme ausbauen	31.700	310	Land Hessen	Straßenbaulasträger, Straßenverkehrsbehörden
V 7	Siedlungs- und Verkehrsplanung integrieren	k.A.	k.A.	Land Hessen	
V 8	Optimierung des Güterverkehrs	68.650	318	Land Hessen	Kommunen, DB AG, Speditionen und Verlader, Grundstückseigentümer, Entwicklungsgesellschaften
V 9	Wettbewerbsvorteile des Luftverkehrs abbauen	k.A.	k.A.	Land Hessen	Internationale Organisationen im Flugverkehr (ICAO)
V 10	Zersiedlungsfördernde Subventionen abbauen	k.A.	k.A.	Land Hessen	Bund
V 11	Bezuschussung emissionsarmer Fahrzeuge	10.700	240	Land Hessen	

Tabelle 33: Shortlist der Querschnittsmaßnahmen

Nr.	Maßnahmen	Minderungspotenzial in 2012 ^{a)} [t CO ₂]	Volkswirtschaftliche Vermeidungskosten [€/t CO ₂]	Akteure	
				Initiator / Koordinator	Beteiligte
Weitere Maßnahmen (IER, ZEW)					
Q 1	Initiative Hessens zur Neuregelung des Emissionshandels im Bundesrat	keine Quantifizierung möglich		Hessen	Bundesregierung
Q 2	Förderung, Weichenstellung von JI, CDM Projekten			Hessen	KfW, Weltbank
Q 3	Unterstützung/Teilnahme Hessens an der Forschungsinitiative "Kraftwerke des 21. Jahrhunderts"			Hessen	Baden Württemberg, Bayern, Forschungsinitiative KW21
Q 4	Erstellung integrierter regionaler und lokaler Klimaschutzkonzepte			Hessen	Kommunen, Regierungsbezirke
Q 5	Einrichtung eines Klimafonds / einer Klimapartnerschaft			Hessen	
Q 6	Klimaschutzmaßnahmenmodell			Hessen	
Q 7	Forschungs- und Entwicklungsprogramm			Hessen	
Q 8	Kooperation mit Herstellern und Anbietern von Haushaltsgeräten			Hessen	

Anhang II: Einordnung der Maßnahmen ins umweltpolitische Instrumentarium

Tabelle 34: Einordnung der Maßnahmen ins umweltpolitische Instrumentarium

Nr.	Maßnahmen	Ordnungsrechtliche Maßnahmen		Ökonomische Instrumente								"Weiche" Maßnahmen		Initiative auf Bundes- oder EU-Ebene
		Normgebung	Verwaltungs- und Genehmigungsrecht/-praxis	Abgabe Gebühr	EH	CDM, JI	Monetäre Fördermaßnahmen					Information Beratung Koordination Motivation	FSV	
							Öffentliche Finanzhilfen für Infrastruktur	Förd. F&E&D	Investitions- hilfen / Betriebs- kosten- zuschüsse	Export- subv.	Steuerl. Förd.			
Energieumwandlungssektor: Kraftwerke und KWK (IER)														
Technische Maßnahmen am e-on Kraftwerk Staudinger (Großkrotzenburg):														
KW 01	Neubauersatz für Block 1-3 (Erdgas oder Steinkohle)		×											
KW 02	Brennstoffsubstitution am Block 5 von Steinkohle durch Erdgas		×											
KW 03	Retrofit und Boosting am Block 5 Großkrotzenburg		×											
KW 04	Nachrüstung einer CO2 Sequestration am Block 5		×											
KW 05	Zuführung von Ersatzbrennstoffen		×											
Weitere Maßnahmen:														
KW 06	Nutzung von Ersatzbrennstoffen		×											
KW 07	Laufzeitverlängerung KKW Biblis / Neubau eines Erdgas Kraftwerkes													×
KW 08	Förderung von Klein- und Groß - KWK - Stromerzeugung													×
KW 09	Förderung von Klein- und Groß - KWK - Wärmeerzeugung													

Fortsetzung Tabelle 34:

Nr.	Maßnahmen	Ordnungsrechtliche Maßnahmen		Ökonomische Instrumente								"Weiche" Maßnahmen		Initiative auf Bundes- oder EU-Ebene
		Normgebung	Verwaltungs- und Genehmigungsrecht/-praxis	Abgabe Gebühr	EH	CDM, JI	Monetäre Fördermaßnahmen					Information Beratung Koordination Motivation	FSV	
							Öffentliche Finanzhilfen für Infrastruktur	Förd. F&E&D	Investitions- hilfen / Betriebs- kosten- zuschüsse	Export- subv.	Steuerl. Förd.			
Erneuerbare Energien (ISET)														
EE 1	Repowering und Verdichten von Windenergieanlagen		×							×	×	×		
EE 2	Steuer-Instrumente/ Förderung bei Neubau/ Modernisierung von Solarthermie in 1FH und MFH							×				×		×
EE 3	Förderung von Photovoltaik Großanlagen		×											×
EE 4	Förderung Biomasseheizung							×		×		×		
EE 5	Förderung Biogasanlagen							×						
EE 6	Einstieg in die Wärmeerzeugung mittels Erdwärme							×						
Gebäude (IWU)														
GS 1	Erstellung und Verbreitung von Mietspiegeln mit wärmetech. Beschaffenheit als zusätzl. Merkmal (ökolog. Mietspiegel)											×		
GS 2	Kommunale Heizspiegel einführen											×		
GS 3	Hessische Energiesparaktion ausbauen											×		

Fortsetzung Tabelle 34:

Nr.	Maßnahmen	Ordnungsrechtliche Maßnahmen		Ökonomische Instrumente									"Weiche" Maßnahmen		Initiative auf Bundes- oder EU-Ebene	
				Abgabe Gebühr	EH	CDM, JI	Monetäre Fördermaßnahmen					Information Beratung Koordination Motivation	FSV			
		Normgebung	Verwaltungs- und Genehmigungsrecht/-praxis				Öffentliche Finanzhilfen für Infrastruktur	Förd. F&E&D	Investitions- hilfen / Betriebs- kosten- zuschüsse	Export- subv.	Steuerl. Förd.					
Gebäude (IWU) - Fortsetzung																
GS 4	Regionale Energiepassaktion													x		
GS 5	Intensivierung der Weiterbildung													x		
GS 6	Energieberatung in der Altbausanierung													x		
GS 7	Lehrpläne umstellen - Lernmaterialien bereitstellen													x		
GS 8	Steuerliche Förderung der Altbausanierung	(x)										(x)		x		x
GS 9	Weiterentwicklung KfW- Gebäudesanierungs- programm								(x)					x		x
GS 10	Modellprojekte zur Unterstützung der Markteinführung von Energiespartechnologien bei Wärmeschutz und Wärmeversorgung							x	x					x		
GS 11	Förderprogramm Nichtwohngebäude								x					x		
GS 12	Energiepasseinführung bei öffentlichen Gebäuden unterstützen													x		
GS 13	Energieberichte für landeseigene und kommunale Liegenschaften													x		
GS 14	Energiesparziel für Landesliegenschaften	x														
GS 15	Fortschreibung der EnEV auf Bundesebene	(x)	x											x		x

Fortsetzung Tabelle 34:

Nr.	Maßnahmen	Ordnungsrechtliche Maßnahmen		Ökonomische Instrumente								"Weiche" Maßnahmen		Initiative auf Bundes- oder EU-Ebene
		Normgebung	Verwaltungs- und Genehmigungsrecht/-praxis	Abgabe Gebühr	EH	CDM, JI	Monetäre Fördermaßnahmen					Information Beratung Koordination Motivation	FSV	
							Öffentliche Finanzhilfen für Infrastruktur	Förd. F&E&D	Investitions-hilfen / Betriebskosten-zuschüsse	Export-subv.	Steuerl. Förd.			
Verkehr (ZIV/ifeu)														
V 1	Betriebliches Mobilitätsmanagement in Unternehmen						×					×		
V 2	Effiziente Fahrweise	×										×		
V 3	Landesforschung Mobilität							×						
V 4	ÖPNV attraktiv gestalten						×					×		
V 5	Effiziente Fahrzeugnutzung (P+R)						×					×		
V 6	Verkehrsleitsysteme ausbauen	×					×	×	×			×		
V 7	Siedlungs- und Verkehrsplanung integrieren	×												
V 8	Optimierung des Güterverkehrs	×					×		×			×		
V 9	Abbau von Wettbewerbsvorteilen für den Flugverkehr			(×)										×
V 10	Zersiedlungsfördernde Subventionen abbauen			(×)										×
V 11	Bezuschussung emissionsarmer Fahrzeuge	×							×					

Fortsetzung Tabelle 34:

Nr.	Maßnahmen	Ordnungsrechtliche Maßnahmen		Ökonomische Instrumente								"Weiche" Maßnahmen		Initiative auf Bundes- oder EU-Ebene
		Normgebung	Verwaltungs- und Genehmigungsrecht/-praxis	Abgabe Gebühr	EH	CDM, JI	Monetäre Fördermaßnahmen					Information Beratung Koordination Motivation	FSV	
							Öffentliche Finanzhilfen für Infrastruktur	Förd. F&E&D	Investitions-hilfen / Betriebskosten-zuschüsse	Export-subv.	Steuerl. Förd.			
Industrie und Gewerbe (FhG-ISI)														
IG 1	Energieeffizienz-Netzwerke												×	
IG 2	Energiesparwochen in Verwaltungsgebäuden												×	
IG 3	Förderung von Energiedienstleistungen												×	
IG 4	Druckluft-Effizienz-Kampagne für Industrie und Gewerbe auf Landesebene												×	
IG 5	Pilotvorhaben zur Beleuchtungsoptimierung für Industrie und Gewerbe												×	
IG 6	Beratung Elektromotoren-Anwendungen												×	
IG 7	Investitionsförderprogramm für Hocheffizienzmotoren								×				×	
IG 8	Förderung von Industriekooperationen zur gemeinsamen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung								×				×	
IG 9	Förderung der Installation von Messgeräten								×				×	
IG 10	Regionales Demoprojekt zu Klimaschutz in Unternehmen								×				×	

Fortsetzung Tabelle 34:

Nr.	Maßnahmen	Ordnungsrechtliche Maßnahmen		Ökonomische Instrumente								"Weiche" Maßnahmen		Initiative auf Bundes- oder EU-Ebene
				Abgabe Gebühr	EH	CDM, JI	Monetäre Fördermaßnahmen					Information Beratung Koordination Motivation	FSV	
		Normgebung	Verwaltungs- und Genehmigungsrecht/-praxis				Öffentliche Finanzhilfen für Infrastruktur	Förd. F&E&D	Investitions- hilfen / Betriebs- kosten- zuschüsse	Export- subv.	Steuerl. Förd.			
Weitere Maßnahmen (IER, ZEW)														
Q 1	Initiative Hessens zur Neuregelung des Emissionshandels im Bundesrat				(x)									x
Q 2	Förderung, Weichenstellung von JI, CDM Projekten					x						x		
Q 3	Unterstützung/Teilnahme Hessens an der Forschungsinitiative "Kraftwerke des 21. Jahrhunderts"							x						
Q 4	Erstellung integrierter regionaler und lokaler Klimaschutzkonzepte						x	x	x		x	x		
Q 5	Einrichtung eines Klimafonds/ einer Klimapartnerschaft					x			x					
Q 6	Klimaschutzmaßnahmenmodell								x					
Q 7	Forschungs- und Entwicklungsprogramm							x						
Q 8	Kooperation mit Herstellern und Anbietern von Haushaltsgeräten											x	x	

Anhang III: Maßnahmenblätter

Bereich Kraftwerke und KWK

Bearbeitung: IER Stuttgart

Nr. KW 01	Neubauersatz für Block 1-3 Großkrotzenburg	Ansatzpunkt: Erhöhung der Wirkungsgrade
Kurzbeschreibung Die Maßnahme zielt auf eine Verbesserung des Wirkungsgrades durch einen Neubau und damit verbundenen Ersatz für die Blöcke 1, 2 und 3 des Kraftwerks Staudinger in Großkrotzenburg ab. Die Blöcke 1 und 2 wurden im Jahr 1965 in Betrieb genommen, der Block 3 im Jahre 1970. Die maximalen Wirkungsgrade dieser Blöcke liegen zwischen 38,4 % und 38,8 %. Der Block 2 wurde bereits in den Konservierungszustand überführt und Block 1 wird nur in der Spitzenlast betrieben. Die CO ₂ Einsparungen durch die Errichtung von Ersatzkapazitäten werden untersucht, insbesondere im Hinblick auf die Auswahl des Brennstoffes.		
Wirkungsansatz Durch die Erneuerung der bestehenden Blöcke werden die Wirkungsgrade erhöht und damit die CO ₂ Emissionen gesenkt.		
Zielgruppe Die Maßnahme ist vom Kraftwerksbetreiber e-on zu realisieren. Gegebenenfalls bedarf es für die Umsetzung der Maßnahme der Unterstützung des Landes Hessens im Genehmigungsverfahren.		
Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem Bei der Betrachtung der Maßnahme wird davon ausgegangen, dass ein Ersatz durch ein Steinkohlekraftwerk mit einer üblichen Bauzeit von 2 bis 4 Jahre frühestens im Jahr 2012 realisiert werden kann und alle 3 Blöcke (542 MW) vollständig ersetzt werden. Ein entsprechender Erdgasneubau wäre bereits im Jahr 2010 verfügbar.		

Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Für die Berechnung des Treibhausgas-minderungspotenzial wurde berücksichtigt, dass sich durch den Ersatz der Blöcke 1-3 mit durchschnittlichem Wirkungsgrad von 38,5% durch ein modernes Steinkohlekraftwerk mit einem Wirkungsgrad von etwa 46% insgesamt die folgende CO₂-Minderungen in kt CO₂ erreicht wird (Option A). Alternativ dazu wird untersucht, welche Minderungspotenziale durch den Neubau eines modernen Erdgas GuD Kraftwerkes mit einem Wirkungsgrad von 58 % zu erreichen sind (Option B). Die ausgewiesenen Minderungspotenziale bestehen gegenüber den alten existierenden Blöcken und beziehen sich auf eine Auslastung von 5000 h/a:

	Option A : Steinkohle	Option B : Erdgas
Effekt in 2010:	0 t CO ₂	1.407.970 t CO ₂
Effekt in 2012:	377.520 t CO ₂	1.407.970 t CO ₂
Effekt in 2020:	377.520 t CO ₂	1.407.970 t CO ₂

Prognostizierbarkeit: *** (gut)

Unsicherheiten bestehen bei Realisierung kaum, da der Stand der Technik bekannt ist und große technische Fortschritte im kurzfristigen Betrachtungszeitraum eher unwahrscheinlich sind. Wahl des Energieträgers ist abhängig vom Preisniveau und der unsicheren Preisprognosen.

Finanzieller Aufwand

Insgesamt wird davon ausgegangen, dass sowohl in der Referenzentwicklung mit den bestehenden Blöcken als auch in den Optionen A und B die gleiche Strommenge erzeugt wird. Die Mehrkosten entstehen somit durch die zusätzlichen Investitionen und in Option B durch den gegenüber der Steinkohle erhöhten Erdgaspreis.

Der finanzielle Aufwand beträgt:

	Gesamtkosten A	Gesamtkosten B
Effekt in 2010:	0 Mio. €	108 Mio. €
Effekt in 2012:	378 Mio. €	119 Mio. €
Effekt in 2020:	378 Mio. €	119 Mio. €

Treibhausgas-Minderungskosten

Die volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten, ermittelt aus den abdiskontierten CO₂-Emissionen und den abdiskontierten Gesamtkosten, betragen für das Steinkohlekraftwerk 114 €/t CO₂ und für das Erdgaskraftwerk 81 €/t CO₂ im Vergleich zu einer Fortführung des Betriebes der Blöcke 1-3 mit 5000 Stunden pro Jahr.

<p>Wirkungstiefe</p> <p>Der Ansatz verfolgt die Vermeidung der Emissionen bei der Entstehung im Bereich der Stromerzeugung.</p>
<p>Begleitwirkungen</p> <p>Die Sicherheit des bestehenden Stromnetzes wird erhalten. Der Importstromanteil Hessens wird reduziert oder zumindest eingeschränkt.</p>
<p>Längerfristige Bedeutung</p> <p>Die Maßnahme besitzt speziell mit Hinblick auf die Lebensdauer der neuen Kraftwerksblöcke eine langfristige Bedeutung und kann insbesondere auch mit einer möglichen späteren Umrüstung zur CO₂ Sequestrierung langfristig zum Klimaschutz beitragen.</p>
<p>Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)</p>
<p>Akteure</p> <p>Energieversorgungsunternehmen: E-on, Land Hessen</p>
<p>Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen</p> <p>Hauptakteur ist die e.on Kraftwerke GmbH, Hannover. Es sollten Gespräche zwischen e.on und dem Land Hessen bezüglich der Entwicklung des Kraftwerkstandortes Großkrotzenburg stattfinden.</p>
<p>Priorität</p> <p>Die Maßnahme hat eine mittlere Priorität.</p>
<p>Hinweis</p>

Nr. KW 02	Brennstoffsubstitution am Block 5 Großkrotzenburg	Ansatzpunkt: Erhöhung der Wirkungsgrade durch Brennstoffwechsel
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die spezifischen CO₂-Emissionen von Steinkohle sind im Vergleich zu Erdgas wesentlich höher. Aufgrund des in Vergangenheit gültigen Verstromungsverbotes von Erdgas (Kohlevorrangpolitik), jedoch auch aufgrund der Energieträgerpreisdifferenz zwischen Steinkohle und Erdgas, wurden in der Vergangenheit überwiegend mit Steinkohle gefeuerte Kraftwerke in Hessen errichtet.</p> <p>Prinzipiell besteht jedoch die Möglichkeit, bestehende Kraftwerke vom Energieträger Steinkohle auf Erdgas umzustellen. Hierfür sind jedoch Umbaumaßnahmen im Bereich der Kessel, Brenner und der Steuerung notwendig. Werden diese Umbaumaßnahmen durchgeführt, kann anstelle von Steinkohle Erdgas als Energieträger eingesetzt werden. Bei der Betrachtung der Maßnahme wird diese Umbaumaßnahme bei dem Block 5 des Kraftwerks Staudinger in Großkrotzenburg unterstellt, welcher eine Restlaufzeit über das Jahr 2020 hinaus aufweist.</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Durch den Einsatz von Erdgas anstelle von Steinkohle (bei gleichbleibender effizienter Brennstoffnutzung) werden direkt bei der Stromerzeugung CO₂-Emissionen eingespart.</p>		
<p>Zielgruppe</p> <p>Die Maßnahme ist vom Kraftwerksbetreiber e-on AG zu realisieren. Das Land Hessen kann dabei unterstützen einen langfristigen Gasbezugsvertrag ohne Ölpreisbindung auszuhandeln.</p>		
<p>Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem</p> <p>Bei der Betrachtung der Maßnahme wird davon ausgegangen, dass im Jahr 2008 der Block 5 auf Erdgasfeuerung umgestellt wird.</p> <p>Effekt in 2008: 510 MW umgebaut</p>		

Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Bei der Stromerzeugung aus Erdgas entstehen geringere CO₂-Emissionen als beim Einsatz von Steinkohle. Entsprechend werden durch die bereitgestellte kWh Strom CO₂-Emissionen von bis zu 350 g/kWh_{el} in Abhängigkeit vom Kraftwerksnutzungsgrades (Block 5: 42,9 %)vermieden.

Für die Berechnung des Treibhausgasminderungspotenzial wurde berücksichtigt, dass ein Erdgaskraftwerk mit einem Wirkungsgrad von ca. 58 % bei einer Auslastung von 5000 h/a insgesamt die folgende CO₂-Minderungen in kt CO₂ erreichen wird:

Effekt in 2008: 792.000 t CO₂

Effekt in 2012: 792.000 t CO₂

Effekt in 2020: 792.000 t CO₂

Prognostizierbarkeit: *** (gut)

Unsicherheiten bestehen bezüglich des Minderungspotenzials, da die Auslastung des Kraftwerkes insbesondere nach der Umstellung auf Erdgas sehr stark vom Preisniveau des Primärenergieträgers abhängt und somit auf einen signifikant höheren Strompreis als ein Steinkohlekraftwerk angewiesen ist.

Finanzieller Aufwand

Die auf das Basisjahr 2002 abdiskontierten Mehrkosten setzen sich aus den Umbauarbeiten am Block 5 und vor allem aus den Brennstoffmehrkosten zusammen.

Der finanzielle Aufwand beträgt:

	Gesamtkosten	Budgetwirkung
Effekt in 2008:	52,7 Mio. €	0 Mio. €
Effekt in 2012:	53,9 Mio. €	0 Mio. €
Effekt in 2020:	40,8 Mio. €	0 Mio. €

Treibhausgas-Minderungskosten

Die volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten, ermittelt mit den abdiskontierten CO₂-Emissionen, betragen 93,4 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Der Ansatz verfolgt die Vermeidung der Emissionen bei der Entstehung im Bereich der Stromerzeugung.

Begleitwirkungen

Die Maßnahme erhöht den Einsatz von Erdgas in Stromerzeugung.

Längerfristige Bedeutung

Die Maßnahme hat eine langfristige Bedeutung, da das Kraftwerk insgesamt mindestens 40 Jahre laufen wird; d.h. über das Jahr 2030 hinweg.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

Die Hemmnisse ergeben sich vor allem aufgrund der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und der Kapitalvernichtung, die ein Umbau des Steinkohlekraftwerkes bedeuten würde. Die e.on würde somit auch einen strategisch günstigen (südlichsten) Steinkohlekraftwerksstandort aufgeben.

Akteure

Hauptakteur ist die e.on Kraftwerke GmbH, Hannover. Es sollten Gespräche zwischen e.on und dem Land Hessen bezüglich der Entwicklung des Kraftwerkstandortes Großkrotzenburg stattfinden.

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Neben einer möglichen finanziellen Unterstützung der Maßnahme durch das Land ist es erforderlich, die Kapazitäten des Gasnetzes entsprechend für den Einsatz in der Stromerzeugung bereitzustellen sowie die notwendigen Gasmengen durch langfristige Bezugsverträge abzusichern.

Priorität

Die Maßnahme hat eine geringe Priorität.

Hinweis

Nr. KW 03	Retrofit und Boosting am Block 5 Großkrotzenburg	Ansatzpunkt: Erhöhung der Wirkungsgrade durch Vorschaltung einer Gasturbine
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Bestehende fossil gefeuerte Dampfkraftwerke lassen sich ertüchtigen, indem einzelne Komponenten, wie z. B. Dampferzeuger, Dampfturbine, Generator oder Kondensator durch neue Komponenten mit höherer Leistung ausgetauscht werden. Ein sehr wirksames Instrument zur Leistungssteigerung und Effizienzsteigerung eines Dampfkraftwerkes besteht auch in der Nachrüstung mit einer Gasturbine. Damit wird zugleich der Blockwirkungsgrad (und damit die Effizienz) und die Flexibilität des Anlagenbetriebes gesteigert. Häufig verlängert sich dadurch auch die Lebensdauer eines Blocks. Da die Infrastruktur des bestehenden Kraftwerksparks vollständig genutzt werden kann, hat die Ertüchtigung eines Blocks direkte Auswirkungen auf die Genehmigungsfähigkeit und die Wirtschaftlichkeit der Investition.</p> <p>Bei der Nachrüstung eines Dampfkraftwerkes gibt es verschiedene Möglichkeiten der Anbindung einer Gasturbine, die als "Topping" (Kombiblockvariante aus Dampfturbine mit vorgeschalteter Gasturbine), "Parallel Repowering (Verbundvariante)", "Boosting" und "Full Repowering" bezeichnet werden.</p> <p>Beim Vorschalten der Gasturbine an den Dampferzeuger (Topping) fallen neben den Aufwendungen für die Gasturbine, der Elektro- und Leittechnik sowie den Baumaßnahmen auch umfangreiche Umbaumaßnahmen beim Dampferzeuger an. Die Verbundvarianten (Parallel Repowering und Boosting) erfordern üblicherweise keine Modifikation des Blocks. Beim vollständigen Ersatz des Dampferzeugers (Full Repowering) ist ein großer Anbindungs- und Umbauaufwand zu treiben. Allerdings steigt dabei die Blockleistung am stärksten.</p> <p>In Hessen ist die Ertüchtigung bestehender kohlebefeuerte Dampfkraftwerke nach den erwähnten Verfahren zu überlegen. Hierfür kommt vor allem der Block 5 des Kraftwerks Satudinger in Großkrotzenburg in Frage, da dieser eine Restlaufzeit über das Jahr 2020 aufweisen.</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Durch die Vorschaltung von Gasturbinen, die Modifikation des Abhitzekeessels, bzw. durch Umbau der Dampfturbine kann der Nutzungsgrad des Kraftwerkes und damit dessen Effizienz gesteigert werden. Durch den verstärkten Einsatz von Erdgas bzw. den effizienteren Einsatz der Kohle ergeben sich damit CO₂-Emissionseinsparungen.</p>		
<p>Zielgruppe</p> <p>Die Maßnahme ist hauptsächlich vom Kraftwerksbetreiber e-on AG zu realisieren.</p>		
<p>Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem</p> <p>Bei der Betrachtung der Maßnahme wird davon ausgegangen, dass im Jahr 2008 der Block 5 um drei Erdgas-Topping-Turbinen erweitert wird.</p> <p>Effekt in 2008: 240 MW zusätzlich installiert</p>		

Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Für die Berechnung des Treibhausgasminderungspotenzial wurde berücksichtigt, dass durch den Retrofit und die Erweiterung des existierenden Steinkohle-Blocks mit dem derzeitigen maximalen Wirkungsgrad von 42,9 % der Geamtwirkungsgrad auf 50,2 % steigen wird. Bei einer Auslastung von 5000 h/a insgesamt die folgende CO₂-Minderungen erreicht wird:

Effekt in 2008: 485.640 t CO₂

Effekt in 2012: 485.640 t CO₂

Effekt in 2020: 485.640 t CO₂

Prognostizierbarkeit: *** (gut)

Unsicherheiten bestehen bezüglich der tatsächlichen Auslastung des neuen gemischten Blockes, da diese sehr stark vom Preisniveau des Erdgases abhängen wird.

Finanzieller Aufwand

Die auf das Basisjahr 2002 abdiskontierten Mehrkosten setzen sich aus den Umbauarbeiten am Block 5 und vor allem aus den Brennstoffmehrkosten zusammen.

Der finanzielle Aufwand beträgt:

	Gesamtkosten	Budgetwirkung
Effekt in 2008:	13,8 Mio. €	0 Mio. €
Effekt in 2012:	15,3 Mio. €	0 Mio. €
Effekt in 2020:	16,1 Mio. €	0 Mio. €

Treibhausgas-Minderungskosten

Die volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten, ermittelt mit den abdiskontierten CO₂-Emissionen, betragen 31,6 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Der Ansatz verfolgt die Vermeidung der Emissionen bei der Entstehung im Bereich der Stromerzeugung.

Begleitwirkungen

Die Maßnahme erhöht den Einsatz von Erdgas in Stromerzeugung.

Längerfristige Bedeutung

Neben der Umbaubedingten möglichen Laufzeitverlängerung der Kraftwerke, verbessert sich die Wettbewerbssituation im Emissionshandel durch die niedrigeren Emissionen bzw. im Spotmarkt durch den höheren Wirkungsgrad. Die Maßnahme hat eine langfristige Bedeutung, da das Kraftwerk nach dem Retrofit und dem Boosting noch mindestens 20 Jahre laufen wird.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

Die Hemmnisse ergeben sich vor allem aufgrund der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.

Akteure

Hauptakteur ist die e.on Kraftwerke GmbH, Hannover. Es sollten Gespräche zwischen e.on und dem Land Hessen bezüglich der Entwicklung des Kraftwerkstandortes Großkrotzenburg stattfinden.

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Neben einer möglichen finanziellen Unterstützung der Maßnahme durch das Land ist es erforderlich, die Kapazitäten des Gasnetzes entsprechend für den Einsatz in der Stromerzeugung bereitzustellen sowie die notwendigen Gasmengen durch langfristige Bezugsverträge abzusichern.

Priorität

Die Maßnahme hat eine mittlere Priorität.

Hinweis

Nr. KW 04	Nachrüstung einer CO₂ Sequestration am Block 5 Großkrotzenburg	Ansatzpunkt: Abscheidung und Verpressung von CO₂
Kurzbeschreibung Die Maßnahme zielt darauf ab, den Block 5 so umzubauen, dass bei der Verbrennung von Steinkohle entstehende CO ₂ aus dem Abgasstrom abzutrennen, und anschließend das abgetrennte Gas in Regionen mit leeren Erdgasfelder oder Aquiferen zu transportieren, um das Kohlendioxid dort zu verpressen.		
Wirkungsansatz Durch die Abtrennung und Verpressung gelangt bei der Verbrennung von Steinkohle fast kein CO ₂ mehr in die Atmosphäre.		
Zielgruppe Die Maßnahme ist vom Kraftwerksbetreiber e-on AG zu realisieren. Die Maßnahme benötigt keine Unterstützung des Landes Hessens.		
Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem Bei der Betrachtung der Maßnahme wird davon ausgegangen, dass im Jahr 2012 der Block 5 mit einer Abscheidungsanlage ausgerüstet ist.		
Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial Für die Berechnung des Treibhausgasminderungspotenzial wurde berücksichtigt, dass im Vergleich zum Betrieb des existierenden Steinkohle-Blocks mit dem derzeitigen maximalen Wirkungsgrad von 42,9 % bei einer Auslastung von 5000 h/a insgesamt die folgende CO ₂ -Minderungen erreicht wird: Effekt in 2008: 0 t CO ₂ Effekt in 2012: 1.919.500 t CO ₂ Effekt in 2020: 1.919.500 t CO ₂ Prognostizierbarkeit: *** (gut)		

Finanzieller Aufwand

Die auf das Basisjahr 2002 abdiskontierten Mehrkosten setzen sich aus den Umbauarbeiten am Block 5 und vor allem aus den Brennstoffmehrkosten sowie den Maehraufwendungen für den Transport und die Deponierung des CO₂ zusammen.

Der finanzielle Aufwand beträgt:

	Gesamtkosten	Budgetwirkung
Effekt in 2008:	30 Mio. €	0 Mio. €
Effekt in 2012:	100 Mio. €	0 Mio. €
Effekt in 2020:	100 Mio. €	0 Mio. €

Treibhausgas-Minderungskosten

Die volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten, ermittelt mit den abdiskontierten CO₂-Emissionen, betragen 54 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Der Ansatz verfolgt die Vermeidung der Emissionen bei der Entstehung im Bereich der Stromerzeugung.

Begleitwirkungen

Für die Realisierung der Maßnahme ist es notwendig, eine Deponiermöglichkeit in der Nähe Hessens ausfindig zu machen.

Längerfristige Bedeutung

Die Maßnahme hat eine langfristige Bedeutung, da das Kraftwerk insgesamt mindestens 40 Jahre laufen wird und nach der Umrüstung mindestens 20 Jahre laufen wird; d.h. über das Jahr 2030 hinweg. Optional wäre der Bau einer kleineren Pilotanlage möglich.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

Die Hemmnisse ergeben sich vor allem aufgrund der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Es ist zu erwarten, dass diese bisher im Großeinsatz unerprobte Technik wenn überhaupt an anderen Standorten in der Nähe der Nordsee oder leeren Gasfeldern angewandt werden wird. Dies senkt die Transportkosten erheblich. Weiterhin werden voraussichtlich die ersten Kraftwerke mit Sequestrierung neugebaute Anlagen sein. Hier wird eine wirkliche großtechnische Anwendung in Expertenkreisen nicht vor 2020 erwartet. Die Nachrüstung einer Sequestration kann zusätzliches know-how schaffen.

Akteure

Hauptakteur ist die e.on Kraftwerke GmbH, Hannover. Es sollten Gespräche zwischen e.on und dem Land Hessen bezüglich der Entwicklung des Kraftwerkstandortes Großkrotzenburg stattfinden.

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Im Vorfeld müsste eine Machbarkeitsstudie in Auftrag ausgeführt und das hessische Deponiepotenzial bestimmt werden.

Priorität

Die Maßnahme hat eine geringe Priorität.

Hinweis

Nr. KW 05	Zufeuerung von Biomasse im Kraftwerk Staudinger	Ansatzpunkt: Mitverbrennung von CO₂ freien Ersatzbrennstoffen
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die Zufeuerung von Biomasse zu bereits bestehenden Steinkohle-Kraftwerken stellt eine Möglichkeit zur CO₂-günstigeren Bereitstellung der Energieversorgung dar. Die besondere Bedeutung der Biomasse liegt darin begründet, dass sie sowohl ein beachtliches Potenzial als auch ein, im Vergleich zu anderen regenerativen Energien, günstiges Kostenniveau aufweist. Im Block 5 des Kraftwerks Staudinger besteht die Möglichkeit einer Zufeuerung von Biomasse.</p> <p>Als mögliche Brennstoffe für die Zufeuerung sind Reststoffe aus der Forst- und Landwirtschaft (Holz, Stroh) zur Verfügung zu stellen. Durch die Investition in die technischen Einrichtungen und den Kosten für die baulichen Veränderungen am bestehenden Kraftwerk fallen pro Jahr Mehrkosten an. Diesen Mehrkosten stehen die Einsparungen an Kohle als Energieträger und Kalkstein zur Rauchgasreinigung gegenüber.</p> <p>Die jährlichen Mehrkosten errechnen sich dabei aus der Summe der spezifischen annuisierten Investitionskosten der Zusatzanlagen, sowie der fixen und sonstigen variablen Kosten zum Betreiben dieser Anlagen bezogen auf den Nutzungszeitraum. Als Zusatzanlage werden in diesem Zusammenhang all die baulichen und technischen Einrichtungen verstanden, die für eine Zufeuerung von Biomasse errichtet werden müssen.</p> <p>Das maximal mögliche Potenzial für die Mitverbrennung von Holz wird unter Berücksichtigung der bereits zugefeuerten Menge an Klärschlamm bestimmt.</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Durch die Zufeuerung von Biomasse wird ein Teil der Steinkohlemenge zur Strom- und Wärmeproduktion im Block 5 substituiert, so dass eine direkte Emissionsminderung erfolgt.</p>		
<p>Zielgruppe</p> <p>Die Maßnahme richtet sich an den Kraftwerksbetreiber e.on Kraftwerke GmbH, Hannover sowie an die hessische Landesregierung. Bei der Verwirklichung der Maßnahme bedarf es möglicherweise der Unterstützung der hessischen Landesregierung beim Genehmigungsverfahren, insbesondere im Bezug auf die Abgasrichtlinien. Weitere Akteure stehen im Zusammenhang mit der Herstellung und Bereitstellung der Brennstoffe, d. h. Unternehmen der Holzbe- und -verarbeitenden Industrie, Forstbetriebe sowie landwirtschaftliche Betriebe</p>		

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Bei der Betrachtung der Maßnahme wird davon ausgegangen, dass der maximal mögliche Anteil an Holz im Block 5 zugefeuert wird. Die Nettostromerzeugung bleibt konstant. Die verwendete Biomasse muss zu Marktpreisen bezogen werden. Mögliche alternative Nutzungsmöglichkeiten der Biomasse sind davon betroffen.

Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Für die Berechnung des Treibhausgasminderungspotenzials wurde berücksichtigt, dass durch die Zufeuerung von Holz der Bedarf an Steinkohle verringert wird. Eine maßgebliche Einschränkung stellt die bereits stattfindende Zufeuerung von Klärschlamm dar. Derzeit werden 5,64 Tonnen Klärschlamm stündlich mitverbrannt. Bei konstanter Zufeuerung von 5,64 Tonnen Klärschlamm können zusätzlich 3,2 % Massenanteil Biomasse verfeuert werden. Daraus ergeben sich unter Volllast bei einer jährlichen Laufzeit von 5.000 Stunden folgende Treibhausgasminderungspotenziale in kt CO₂:

Effekt in 2008: 31,19

Effekt in 2012: 31,19

Effekt in 2020: 31,19

Prognostizierbarkeit: *** (gut)

Unsicherheiten bestehen bei Realisierung kaum, da der Stand der Technik bekannt ist und der Block 5 durch die Mitverbrennung von Klärschlamm bereits vorbereitet ist. Die Wahl des Ersatzbrennstoffes ist jedoch abhängig vom Preisniveau und der unsicheren Nachfrage bzw. wird von möglichen konkurrierenden Nutzungsmöglichkeiten beeinflusst.

Finanzieller Aufwand

Für die Berechnung der Kosten wurde ein Holzpreis von 90 €/t angenommen.

Der gesamte finanzielle Aufwand ergibt sich wie folgt:

	Gesamtkosten	Budgetwirkung
Effekt in 2008:	1,17 Mio. €	0 Mio. €
Effekt in 2012:	1,13 Mio. €	0 Mio. €
Effekt in 2020:	1,08 Mio. €	0 Mio. €

Treibhausgas-Minderungskosten

Die volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten, ermittelt mit den abdiskontierten CO₂-Emissionen, betragen 36,2 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Der Ansatz verfolgt eine Verringerung der bei der Stromerzeugung entstehenden Emissionen durch Einsatz von CO₂ neutraler Biomasse.

Begleitwirkungen

Die Emissionswerte bezüglich der anderen Schadstoffe können sich möglicherweise erhöhen. Die Korrosionsgefahr innerhalb des Blocks wird erhöht, sollte jedoch durch die Massenbeschränkung von 7% nicht ins Gewicht fallen.

Längerfristige Bedeutung

Die Maßnahme kann längerfristige Bedeutung besitzen ist jedoch stark vom Preis des Ersatzbrennstoffes abhängig.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)**Akteure**

Energieversorgungsunternehmen: e.on Kraftwerke GmbH, Hannover: Investitionen

Land: Genehmigungsverfahren, eventuell Bereitstellung von Fördermitteln

Forstwirtschaft/Holzverarbeitende Industrie: Produzenten der Brennstoffe.

Mittelständische Industrie/Gewerbe: Anlagenherstellung und ggf. Brennstoffhandel

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Hauptakteure sind das Energieversorgungsunternehmen e.on und das Land Hessen. Das Land Hessen könnte Hilfestellung bei der Beschaffung von Ersatzbrennstoffen geben.

Priorität

Die Maßnahme hat eine mittlere Priorität.

Hinweis

Nr. KW06	Nutzung von Ersatzbrennstoffen	Ansatzpunkt: Nutzung CO₂-armer Brennstoffe
Kurzbeschreibung Es wird ein Kraftwerksneubau mit Ersatzbrennstoffen untersucht. Eine energetische Verwertungs-Anlage mit Trockenstabilat® als Brennstoff befindet sich in Aßlar als erste Pilotanlage bereits seit 1997 in Betrieb. Die existierende Anlage beitz eine thermische Feuerungsleistung von 10 MW sowie eine elektrische Leistung von 2 MW. Vier weitere Anlagen mit einer Verwertungskapazität von 1 Mill. Tonnen Ersatzbrennstoffen pro Jahr sind derzeit in Hessen geplant.		
Wirkungsansatz Durch die energetische Verwertung von Trockenstabilat® werden die im Vergleich zu herkömmlichen fossilen Brennstoffen geringeren spezifischen CO ₂ Emissionen genutzt.		
Zielgruppe Die Maßnahme ist von Energieversorgungsunternehmen und der Abfallwirtschaft zu realisieren und vom Land Hessen genehmigungsrechtlich zu unterstützen. Weiterhin kann auf Bundesratsebene eine Initiative gestartet werden, um die Verwertung des zu zwei Drittel aus Biomasse bestehenden Brennstoffes nach dem EEG zu vergüten. Dadurch würde ein zusätzlicher finanzieller betriebswirtschaftlicher Anreiz geschaffen.		
Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem Bei der Betrachtung der Maßnahme wird davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2012 insgesamt 100 MW _{el} neu installiert werden. Effekt in 2008: 50 MW _{el} neu gebaut Effekt in 2012: weitere 50 MW _{el} neu gebaut Effekt in 2020: weitere 0 MW _{el} neu gebaut		

Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Trockenstabilat® besteht aus einer fossilen und einer biogenen Fraktion. Für die Berechnung des Treibhausgas-minderungspotenzials wurde lediglich der fossile Anteil angerechnet. Die biogene Fraktion gilt als klimaneutral. Laut Untersuchungen der Fachgruppe Ökotechnologie der Universität Potsdam besitzt das Trockenstabilat® einen Emissionsfaktor von 0,19 kg/kWh_{Primär} und liegt damit in etwa auf dem Niveau von Erdgas (ca. 0,2 kg/kWh_{Primär}). Im Vergleich zum Steinkohle- Benchmark ergeben sich durch einen Neubau einer weiteren Anlage im Jahr 2008 sowie einer weiteren Anlage im Jahr 2012 folgende CO₂-Minderungen in kt:

Effekt in 2008: 51,8 kt CO₂

Effekt in 2012: 103,6 kt CO₂

Effekt in 2020: 103,6 kt CO₂

Prognostizierbarkeit: *** (gut)

Unsicherheiten bestehen bei der Realisierung, da der Stand der Technik noch relativ unbekannt ist und bisher weltweit nur in vereinzelt Projekten realisiert worden ist.

Finanzieller Aufwand

Für die Berechnung der Kosten wurde angenommen, dass die Vergütung für abgenommenes Trockenstabilat® von 30,00 €/t in 2006 langsam mit 5,00 € pro Jahr auf ±0,00 € in 2012 abnimmt. Das bedeutet, ab 2012 erhält der Kraftwerksbetreiber keine Vergütung mehr für die Abnahme des Brennstoffes aus einer kommunalen Verwertungsanlage.

Der finanzielle Aufwand insgesamt wird aus

Gesamtkosten

Effekt in 2008: -1,72 Mio. €

Effekt in 2012: 2,44 Mio. €

Effekt in 2020: 2,44 Mio. €

Treibhausgas-Minderungskosten

Die volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten, ermittelt mit den abdiskontierten CO₂-Emissionen, betragen 5,8 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Die Maßnahme beruht auf einer Unterstützung Hessens im Genehmigungsverfahren sowie einer eventuellen finanziellen Förderung.

Begleitwirkungen

Siedlungsabfälle können dadurch umfassend entsorgt werden.

Längerfristige Bedeutung

Die Maßnahme besitzt mit Hinblick auf die Lebensdauer der neuen Kraftwerke und die Sicherheit der Brennstoffversorgung durch Abfälle eine langfristige Bedeutung.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

BimSchV

Akteure

Energieversorgungsunternehmen, Abfallwirtschaft

Land: Bereitstellung von Fördermitteln, Genehmigungsverfahren

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Für die großtechnische Anwendung der Technik sollten zunächst weitere Pilotprojekte umgesetzt werden.

Nr. KW 7a	Laufzeitverlängerung des Kernkraftwerkes Biblis	Ansatzpunkt: Nutzung CO₂- freier Brennstoffe
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Mit dem am 26. April 2002 im Bundesgesetzblatt verkündeten „Gesetz zur geordneten Beendigung der Kernenergienutzung zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität“ wurde auch festgelegt, dass in den bestehenden Kernkraftwerken nur noch festgelegte Reststrommengen erzeugt werden dürfen. Nach derzeitigem Stand würde dies eine Außerbetriebnahme des Kernkraftwerkes Biblis im Jahr 2009 zur Folge haben. Der Block Biblis A im wird demnach im Februar 2009 und der Block Biblis B im August 2009 außer Betrieb gehen. Es besteht für den Betreiber RWE zwar die Möglichkeit einen 20% der Reststrommenge vom KKW Mülheim-Kärlich auf den Block B in Biblis zu übertragen, aber auch diese Maßnahmen würde die Laufzeit nur bis 2012 verlängern.</p> <p>Alternativ wird am Standort Biblis auch die Möglichkeit eines Kraftwerksneubaus geprüft. Durch die lokale Nähe zum bestehenden Gasnetz könnte vor allem ein Erdgas-GuD-Kraftwerk eine interessante Option darstellen, welche in KW 07b untersucht wird.</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Durch die Lebensdauererlängerung des bestehenden Kernkraftwerkes erfolgt eine Substitution von fossiler, CO₂-behafteter Stromerzeugung durch nukleare, CO₂-freie Stromerzeugung.</p>		
<p>Zielgruppe</p> <p>In die Maßnahme sind die Landesregierungen der sonstigen Bundesländer mit Kernkraftwerksstandorten, die weiteren Bundesländer sowie die Bevölkerung in Baden-Württemberg (und in Deutschland) eingebunden. Zusätzlich sind PR-Unternehmen sowie die Wissenschaft als Partner wichtig, um eine entsprechende Informationskampagne zu gestalten und zu verbreiten. Schließlich ist der Kernkraftwerksbetreiber RWE für den Weiterbetrieb der Kraftwerke zu gewinnen.</p>		
<p>Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem</p> <p>Bei der Betrachtung der Maßnahme wird davon ausgegangen, dass die Laufzeit der beiden Blöcke A und B in Biblis um 20 Jahre verlängert wird.</p>		

Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Bei einer Auslastung von 7000 Stunden pro Jahr für weitere 20 Jahre ergeben sich pro Jahr Laufzeitverlängerung folgende CO₂-Minderungen gegenüber dem Steinkohle-Benchmark (750 gCO₂/kWh_{el}):

Block A: 6,3 Millionen t CO₂ und Block B: 6,3 Millionen t CO₂.

Prognostizierbarkeit: *** (gut)

Finanzieller Aufwand

Die anrechenbaren Stromgestehungskosten der bestehenden Kernkraftwerke belaufen sich – ohne Kapitalkosten – in Höhe der Betriebskosten von durchschnittlich 1,16 €/kWh_{el}. Die Verlängerung der Lebensdauer um 20 Betriebsjahre bringt einmalige Nachrüstinvestitionen von 500 €/kW_{el} mit sich.

Soweit anwendbar Angaben für Berechnungen:

- Spezifische Investitionskosten : 500 €/kW_e
- Nutzungsdauer : 20 Jahre
- Abschreibungsdauer : 20 Jahre
- Bewachungskosten (10 Jahre): 0 Mio. € (0 Mio. €/a) zusätzlich
- Abrisskosten: 0 Mio. € zusätzlich
- Auslastung: entsprechend der letzten 5 Jahre
- Verfügbarkeit: 94 %
- Wirkungsgrad/Jahresnutzungsgrad : 33 %
- Brennstoff : Kernbrennstoff
- Spezifische Brennstoffkosten: 0,61 €/kWh_{el}
- Spezifische sonstige variable Betriebskosten pro Jahr: 0,05 €/kWh_{el}
- Spezifische fixe Betriebskosten pro Jahr: 38,6 €/kW_{el}*a

Der finanzielle Aufwand insgesamt wird basierend auf den Investitionskosten von 500 €/kW gegenüber dem Referenzsteinkohlekraftwerk mit einer durchschnittlichen Stromgestehungskosten von 3,87 €/MWh ausgewiesen.

	Gesamtkosten
Effekt in 2012:	-240,5 Mio. €
Effekt in 2020:	-175,8 Mio. €

Treibhausgas-Minderungskosten

Die volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten, ermittelt mit den abdiskontierten CO₂-Emissionen, betragen – 27,0 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Die Maßnahme setzt direkt an der Ursache der Emissionen, der Stromerzeugung, an. Es wird fossile, CO₂-behaftete Stromerzeugung durch nukleare, CO₂-freie Stromerzeugung ersetzt. Durch die Laufzeitverlängerung der Kernkraftwerksblöcke ist der Bau fossiler Ersatzkraftwerke zu Bewahrung der Versorgungssicherheit nicht zwingend notwendig.

Begleitwirkungen

Die Maßnahme ist kosten-effizient, so dass damit die Wettbewerbsfähigkeit der hessischen Industrie sowie die Preisgünstigkeit des Strombezugs der Haushalte unterstützt wird. Hieraus ergeben sich positive Wirkungen auf das Wirtschaftswachstum und die Beschäftigung in Hessen. Durch die Substitution von fossilen Energieträgern durch Kernbrennstoff kommt es im Vergleich zum angenommenen Ausstiegsszenario und unter der Annahme, dass keine bisher nur unbedeutend genutzten Energieträger an Bedeutung gewinnen, zu einer Diversifizierung der Versorgungsstruktur und damit einer Stärkung der Versorgungssicherheit. Die Versorgungssicherheit im Stromnetz wird erhalten. Eventuelle Netzengpässe durch den Wegfall von Biblis A und B bei Durchführung der Maßnahme treten nicht auf.

Längerfristige Bedeutung

Mit der Maßnahme wird zusätzlich für 20 weitere Jahre eine CO₂-freie Minderungsoption mit großem Minderungspotenzial und geringen variablen Betriebskosten für Hessen nutzbar, insbesondere als attraktive Option im liberalisierten europäischen Strommarkt und Emissionszertifikatshandel. Zudem erfolgt eine Entspannung auf den Weltenergiemärkten. Zusätzlich trägt die Maßnahme zum Kompetenzerhalt bei der Kernenergie bei und fördert den Aufbau und die Nutzung des Know Hows in Hessen, Deutschland und Europa..

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

Die Umkehrung der Ausstiegsvereinbarung bedarf einer entsprechenden gesetzlichen Absicherung, womit das „Gesetz zur geordneten Beendigung der Kernenergienutzung zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität“ aufzuheben wäre. Hierfür sind die entsprechenden Schritte zu klären und einzuleiten, wobei eine rechtliche Prüfung bzw. langwierige Rechtsverfahren nicht auszuschließen sind. Die Genehmigung zum Weiterbetrieb der Anlagen würde damit zunächst auf einer unsicheren rechtlichen Grundlage erfolgen. Darin kommt auch die Unsicherheit zum Ausdruck, dass sich die politischen Rahmenbedingungen im Laufe der Betriebszeit wiederum ändern könnten.

Akteure

Energieversorgungsunternehmen: RWE Power AG

Land Hessen, Kontakte mit anderen Bundesländern, Eingabe beim Bundesrat, Änderung der Rechtsvorschriften, Informationskampagne, Absprache mit den Kraftwerksbetreibern.

Andere Bundesländer: Aufgaben wie Hessen

PR-Unternehmen, Wissenschaft, Kraftwerksbetreiber: Konzeption und Durchführung einer Informationskampagne.

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Hauptakteure sind das Land Hessen und die weiteren Bundesländer mit Kernkraftwerksstandorten sowie sonstige Bundesländer, die diese Maßnahme als kosten-effizienten Weg der deutschen Klimaschutzpolitik unterstützen. Als erster Handlungsschritt ist deshalb die Kontaktaufnahme und Diskussion dieser Maßnahme mit diesen Bundesländern notwendig. Zusätzlich ist Kontakt mit den Betreiberunternehmen aufzunehmen und eine Informationskampagne zu entwickeln. Dies erfordert die Entwicklung eines entsprechenden Konzeptes gemeinsam mit PR-Unternehmen und der Wissenschaft.

Priorität

Die Maßnahme hat eine sehr hohe Priorität, weil die Nutzung der Kernenergie in den Industrienationen die internationalen Energiemärkte wesentlich entspannt und damit den Entwicklungs- und Schwellenländern Entwicklungspotenziale eröffnet. Gleichzeitig ist die Maßnahme kosten-effizient und weist ein erhebliches Potenzial pro Einzelanlage auf. Zudem bezogen sich die Zielorientierungen aus dem Klimaschutzprogramm Hessen auf eine Entwicklung unter Berücksichtigung der.

Hinweis

Nr. KW 7b	Ersatz des KKW Biblis durch ein Erdgas GuD Kraftwerk	Ansatzpunkt: Nutzung CO₂-armer Brennstoffe												
Kurzbeschreibung Alternativ zum stillgelegten Kraftwerk Biblis wird am Standort Biblis auch die Möglichkeit eines Kraftwerksneubaus geprüft. Durch die lokale Nähe zum bestehenden Gasnetz könnte vor allem ein Erdgas-GuD-Kraftwerk eine interessante Option darstellen.														
Wirkungsansatz Neubau Ersatz eines CO ₂ –armen Erdgas GuD Kraftwerkes anstelle eines Steinkohleneubaus														
Zielgruppe Die Maßnahme erfordert die Investitionen des Energieversorgungsunternehmens RWE Power AG und gegebenenfalls der Unterstützung der Landesregierung Hessen.														
Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem Bei der Betrachtung der Maßnahme wird davon ausgegangen, dass bis zum Jahr 2012 die gesamten Kapazitäten der KKW Biblis durch neue Erdgas GuD-Kraftwerke ersetzt werden. Effekt in 2012: 2.400 MW neu gebaut														
Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial Bei einer durchschnittlich konstanten Produktion (1999-2004) ergeben sich pro Jahr Laufzeitverlängerung folgende CO ₂ -Minderungen in kt CO ₂ gegenüber dem Steinkohle-Benchmark (750 g CO ₂ /kWh _{el}): Effekt in 2012: 5.250 kt CO ₂ Effekt in 2020: 5.250 kt CO ₂ Prognostizierbarkeit: *** (gut)														
Finanzieller Aufwand <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Gesamtkosten</th> <th style="width: 35%; text-align: center;">Budgetwirkung</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Effekt in 2008:</td> <td style="text-align: center;">0 Mio. €</td> <td style="text-align: center;">0 Mio. €</td> </tr> <tr> <td>Effekt in 2012:</td> <td style="text-align: center;">140 Mio. €</td> <td style="text-align: center;">0 Mio. €</td> </tr> <tr> <td>Effekt in 2020:</td> <td style="text-align: center;">150 Mio. €</td> <td style="text-align: center;">0 Mio. €</td> </tr> </tbody> </table>				Gesamtkosten	Budgetwirkung	Effekt in 2008:	0 Mio. €	0 Mio. €	Effekt in 2012:	140 Mio. €	0 Mio. €	Effekt in 2020:	150 Mio. €	0 Mio. €
	Gesamtkosten	Budgetwirkung												
Effekt in 2008:	0 Mio. €	0 Mio. €												
Effekt in 2012:	140 Mio. €	0 Mio. €												
Effekt in 2020:	150 Mio. €	0 Mio. €												

Treibhausgas-Minderungskosten

Die volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten, ermittelt mit den abdiskontierten CO₂-Emissionen, betragen 24 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Der Ansatz verfolgt die Vermeidung der Emissionen bei der Entstehung im Bereich der Stromerzeugung.

Begleitwirkungen

Die Sicherheit des bestehenden Stromnetzes wird erhalten. Eventuelle Netzengpässe durch den Wegfall von Biblis A und B bei Durchführung der Maßnahme treten nicht auf.

Längerfristige Bedeutung

Die Maßnahme besitzt speziell mit Hinblick auf die Lebensdauer der neuen Kraftwerksblöcke eine langfristige Bedeutung und kann insbesondere auch mit einer möglichen späteren Umrüstung zur CO₂ Sequestrierung langfristig zum Klimaschutz beitragen.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

Hemmnisse ergeben sich durch die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen.

Akteure

Energieversorgungsunternehmen: RWE Power AG

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Die Möglichkeiten von Neubauoptionen müssen im Vorfeld geklärt werden und die gegebenen Standorte gegebenenfalls gesichert werden.

Priorität

Die Maßnahme hat eine mittlere Priorität.

Hinweis

Nr. KW08	Wärmeorientierte Förderung von Klein- und Groß- KWK - Stromerzeugung	Ansatzpunkt: Umrüstung von Heizwerken in Heizkraftwerke								
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Derzeit ist in Hessen in mehreren Fernwärmeversorgungsnetzen der Anteil der Heizwerke an der Wärmeerzeugung enorm groß. Der klimaschutzorientierte Vorteil der KWK kann durch Umbau bestehender Heizwerke in Heizkraftwerke genutzt werden.</p> <p>Insgesamt existieren derzeit in Hessen 77 Fern- und Nahwärmenetze mit einem Anschlusswert von 2,9 GW. In einigen großen Netzen werden diese Netze zu einem Großteil noch mit Heizwerken betrieben, die lediglich Wärme erzeugen und die Vorteile einer gekoppelten Erzeugung von Strom und Wärme nicht nutzen. So liegt der Heizwerkanteil in Hanau bei 52 %, in Darmstadt bei 60 %, in Wiesbaden bei 82 % und in Gelnhausen bei sogar 100 %. In der Maßnahme wird das Minderungspotenzial durch die zusätzliche Stromerzeugung gegenüber dem Steinkohle-Benchmark (750g/kWh) ermittelt.</p>										
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Durch die gekoppelte Erzeugung von Strom und Wärme werden im Vergleich zur bisherigen Variante -Wärme in Heizwerken und Stromerzeugung in gesonderten Kraftwerken- höhere Gesamtwirkungsgrade erzielt und somit Brennstoff und CO₂ eingespart.</p>										
<p>Zielgruppe</p> <p>In die Maßnahme sind die Energieversorgungsunternehmen bzw. die KWK-Anlagenbetreiber eingebunden. Politische Initiative zur Überarbeitung und Neuauslegung des KWK-Gesetzes.</p>										
<p>Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem</p> <p>Es wird davon ausgegangen, dass zusätzlich zu der zuvor bereitgestellten Wärme nun folgende Strommengen produziert werden. Es werden insgesamt 7 Anlagen (Heizwerke) in Hanau, Darmstadt und Wiesbaden in KWK Anlagen umgerüstet.</p> <p>Wärmemenge aus KWK-Anlagen:</p> <table data-bbox="197 1675 719 1771"> <tr> <td>Effekt in 2008:</td> <td>0,131 TWh/a</td> </tr> <tr> <td>Effekt in 2012:</td> <td>0,437 TWh/a</td> </tr> </table> <p>Zusätzliche Strommenge aus KWK-Anlagen:</p> <table data-bbox="197 1883 719 1980"> <tr> <td>Effekt in 2008:</td> <td>0,153 TWh/a</td> </tr> <tr> <td>Effekt in 2012:</td> <td>0,460 TWh/a</td> </tr> </table>			Effekt in 2008:	0,131 TWh/a	Effekt in 2012:	0,437 TWh/a	Effekt in 2008:	0,153 TWh/a	Effekt in 2012:	0,460 TWh/a
Effekt in 2008:	0,131 TWh/a									
Effekt in 2012:	0,437 TWh/a									
Effekt in 2008:	0,153 TWh/a									
Effekt in 2012:	0,460 TWh/a									

Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Die in der KWK-Anlage erzeugten KWK-Strom- und Wärmemengen werden mit der Bereitstellung in getrennter Erzeugung gemäß den Techniken (750g/kWh für Strom, 220 g/kWh für Wärme) verglichen.

Die CO₂-Minderung wird ausgewiesen in kt CO₂:

Effekt in 2008: 42,4

Effekt in 2012: 141,2

Prognostizierbarkeit: *** (gut)

Finanzieller Aufwand

Der finanzielle Aufwand wird aus den Neuinvestitionen für entsprechende KWK-Anlagen im Vergleich zu den im Analyseraster vorgegebenen Stromkosten frei Mittelspannung zuzüglich der vermiedenen Netznutzungsentgelte ausgewiesen. .

	Gesamtkosten	Budgetwirkung
Effekt in 2008:	+2,1 Mio. €	+0 Mio. €
Effekt in 2012:	+6,0 Mio. €	+0 Mio. €

Treibhausgas-Minderungskosten

Die volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten, ermittelt mit den abdiskontierten CO₂-Emissionen, betragen +62 €/t CO₂ bei Berücksichtigung des Referenztechnik des Analyserasters.

Wirkungstiefe**Begleitwirkungen****Längerfristige Bedeutung**

Die Maßnahme hat eine langfristige Bedeutung, da die errichteten KWK-Anlagen mindestens 20 Jahre in Betrieb sein werden. Die Infrastruktur (Netze) wird langfristig gesichert.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

Die Hemmnisse bzw. Realisierungsvoraussetzungen liegen vor allem auf der wirtschaftlichen Seite, da sich ein Umbau für das EVU ohne die entsprechende Förderung nicht rechnet.

Akteure

Energieversorgungsunternehmen, KWK-Betreiber: Investition in und Betrieb der KWK-Anlagen

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen Überarbeitung des KWK-Gesetzes
Priorität Die Maßnahme hat eine mittlere Priorität.
Hinweis

Nr. KW09	Wärmeorientierte Förderung von Klein- und Groß- KWK	Ansatzpunkt: Ausweitung der Nah- und Fernwärmeversorgung
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die Verordnungen des derzeitigen Kraft-Wärme-Kopplungs-Gesetz (KWK Gesetz) besitzen keinen direkten Bezug zu den Treibhausgasemissionen. Die Maßnahmen untersucht die Möglichkeiten eine verstärkte bzw. alternative Förderung der KWK einzuführen. Hierzu sollen vor allem die Vorteile der KWK in Bezug auf die Wärmeerzeugung und –nutzung berücksichtigt werden. Zwei Kernpunkte wurden in der Maßnahmen untersucht, die die KWK in Hessen stärken könnten.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Objektbezogene Versorgung für größere Gebäude und Einrichtungen 2. Installation von Fernwärmenetzen in Städten mit über 50.000 Einwohnern. <p>Zu 1.: Bis Ende 2004 sind in Hessen bereits 565 Klein-BHKW-Modulen mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 3.621 kW realisiert worden, die zum Großteil vom Land gefördert wurden. Weiterhin wurde der Wärmebedarf für alle größeren Einrichtungen und öffentliche Komplexe in Hessen untersucht, in denen bis dato noch kein BHKW-Modul installiert worden ist. Diese Untersuchung umfasste insgesamt 700 Hotels, 200 Schwimmbäder, 1700 Kindergärten, Schulen und Hochschulen, 90 Kultureinrichtungen und 500 Wohnheime und Verwaltungen. In einer objektbezogenen Analyse wurden die einzelnen BHKW-Typen dem entsprechenden Wärmebedarf angepasst und das Gesamtpotenzial bestimmt. Die Auslegung erfolgte für 5.000 Stunden im Jahr. Wenn die Auslegung auf eine geringere Nutzungsdauer erfolgt, steigen die Minderungspotenziale, da die zu installierenden Anlagen größer und effektiver werden.</p> <p>Zu 2.: In fast allen hessischen Städten mit mehr als 50.000 Einwohnern bestehen Nah- oder Fernwärmenetze, die eine Wärmeversorgung in KWK grundsätzlich ermöglichen. Einzige Ausnahme ist die Stadt Bad-Homburg (52.000 Einwohner), in der jedoch erst in den vergangenen Jahren intensiv in das Erdgasnetz investiert wurde. Rund 80 % der Haushalte in Bad-Homburg sind somit erdgasversorgt und deshalb ist der Aufbau eines Fernwärmenetzes unter den derzeitigen Rahmenbedingungen sehr unwahrscheinlich.</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Durch die Erschließung neuer Wärmeabsatzmärkte wird die KWK Quote in Hessen erhöht.</p>		

Zielgruppe

In die Maßnahme sind die Landesregierungen und die Energieversorgungsunternehmen bzw. die KWK-Anlagenbetreiber eingebunden. Zudem ist es auf kommunaler Ebene notwendig, die Bedeutung der KWK als klimawirksame und ökonomische Versorgungstechnik zu etablieren. Krankenhäuser, Hotels, Schulen und andere größere Einrichtungen können individuelle Konzepte und Anlagentypen benutzen, die eine unabhängige und sichere Versorgung gewährleisten.

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Es wird davon ausgegangen, dass zusätzlich zu der zuvor bereitgestellten Wärme folgende Strommengen produziert werden.

Wärmemenge aus KWK-Anlagen:

Effekt in 2008: 0,141 TWh/a

Effekt in 2012: 0,470 TWh/a

Zusätzliche Strommenge aus KWK-Anlagen:

Effekt in 2008: 0,079 TWh/a

Effekt in 2012: 0,264 TWh/a

Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Die in der KWK-Anlage erzeugten KWK-Strom- und Wärmemengen werden mit der Bereitstellung in getrennter Erzeugung gemäß den Techniken (750g/kWh für Strom, 220 g/kWh für Wärme) verglichen.

Die CO₂-Minderung wird ausgewiesen in kt CO₂:

Effekt in 2008: 26,5

Effekt in 2012: 88,2

Prognostizierbarkeit: ** (mittlere)

Unsicherheiten bestehen sowohl bei der Abschätzung der Anzahl der Anlagen als auch bei der Festlegung der Referenzsysteme.

Finanzieller Aufwand

Der finanzielle Aufwand wird aus den Neuinvestitionen für entsprechende KWK-Anlagen im Vergleich zu den im Analyseraster vorgegebenen Stromkosten frei Mittelspannung zuzüglich der vermiedenen Netznutzungsentgelte ausgewiesen. Das Land fördert die Maßnahme durch einen Zuschuss von 10 € je vermiedener Tonne CO₂.

	Differenzkosten:	Land Hessen:
Effekt in 2008:	+0,88 Mio. €	+0,26 Mio. €
Effekt in 2012:	+2,91 Mio. €	+0,88 Mio. €

Treibhausgas-Minderungskosten

Die volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten, ermittelt mit den abdiskontierten CO₂-Emissionen, betragen +33 €/t CO₂ bei Berücksichtigung des Referenztechnik des Analyserasters.

Wirkungstiefe

Die Maßnahme beruht auf einer Ausdehnung der objektbezogenen, wärmeorientierten KWK.

Begleitwirkungen

Die Auslegung kann objektbezogen bzw. je Versorgungsfall optimiert werden.

Längerfristige Bedeutung

Die Maßnahme hat eine längerfristige Bedeutung, da die gekoppelte Anlage ein Lebensdauer von mindestens 15-20 Jahren besitzt. Die Schaffung eines Wärmenetzes und der entsprechenden Infrastruktur haben langfristige Auswirkungen.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

Die Hemmnisse bzw. Realisierungsvoraussetzungen liegen vor allem auf der wirtschaftlichen Seite

Akteure

Land: Aussetzung des KWK Gesetzes, vollständige Einbeziehung von KWK-Anlagen in den Zertifikatehandel, Bereitstellung von Fördermitteln.

Kommunen: Investition in und Betrieb der KWK-Anlagen, Beantragung der Landeszuschüsse.

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Als flankierende Maßnahme sollte ein Ausrichtung der KWK Förderung auf die Wärmebezogenheit erfolgen. Ein erster Handlungsschritt wäre die Kontaktaufnahme und Diskussion dieser Maßnahme zwischen Land und Branche. Zusätzlich müssen Kontakte zu anderen Bundesländern, der Bundes- und EU-Ebene aufgenommen werden, damit die Klimaschutzorientierung in der KWK-Förderung eine breite Zustimmung erfährt.

Priorität

Die Maßnahme hat eine mittlere bis hohe Priorität.

Hinweis

Bereich Erneuerbare Energien

Bearbeitung: ISET e.V., Hanau

Nr.: EE 1	Repowering und Verdichten von Windenergieanlagen	Ansatzpunkt: Ersatz von leistungsschwächeren WEA durch leistungstärkerer WEA sowie Verdichten von bestehenden Windparks
Kurzbeschreibung: Diese Maßnahme beabsichtigt ältere leistungsschwächere Windenergieanlagen (WEA) gegen neue leistungstärkere WEA auszutauschen. Dadurch ist ein größerer Energieertrag möglich und somit auch eine höhere CO ₂ Reduktion. Repowering: Die ersten in Deutschland errichteten Anlagen erreichen bis 2010 ihre geplante Lebensdauer von 20 Jahren. Diese Anlagen sind durch neue leistungstärkere zu ersetzen. An windgünstigen Standorten können ältere Anlagen schon vor Ablauf ihrer geplanten Nutzungsdauer ersetzt werden. Diese Neuinvestitionen werden als Repowering bezeichnet. Neue Windkraftanlagen haben größere Nabenhöhen als ältere Windkraftanlagen. Die mit zunehmender Nabenhöhe ansteigende Windgeschwindigkeit bewirkt einen höheren Windertrag und damit eine stärkere CO ₂ Reduktion. Verdichten Das Hinzubauen von weiteren Windenergieanlagen (WEA) in bestehenden Windparks wird als Verdichten von Windparks bezeichnet. Bei einer bereits optimalen Flächenausnutzung ist der Windenergieertrag durch Verdichten praktisch nicht zu steigern. Nur bei nicht optimaler Flächenausnutzung ist ein höherer Ertrag zu erwarten. Weiterhin erfolgt das Ersetzen von leistungsschwächeren Windenergieanlagen (WEA) durch leistungstärkere Anlagen. Das Erscheinungsbild von Windparks wird harmonischer, da größere Anlagen mit einer geringeren Drehzahl laufen und bei gleicher Windparkleistung weniger Anlagen aufgestellt werden müssen. Durch geringere Beeinträchtigung des Landschaftsbildes wird die Akzeptanz der Windenergienutzung erhöht. Durch Verdichten bestehender bzw. neu zu errichtender Windenergieparks wird die Energieausbeute pro Fläche gesteigert.		
Wirkungsansatz: Durch Ersatz leistungsschwächerer WEA durch neuere leistungstärkere WEA kann an schon bestehenden Standorten mehr regenerativ erzeugter Strom ins öffentliche Netz eingespeist werden. Durch Verdichten bestehender WEA Parks kann auf der gleichen Fläche eine höhere Gesamtleitung an regenerativ erzeugten Strom eingespeist werden. Durch die beiden Maßnahmen werden CO ₂ Emissionen durch konventionelle Kraftwerke vermieden. Das größte Hindernis beim Repowering stellen administrative Hemmnisse dar. Insbesondere der fehlende Bestandschutz beim Repowering wirkt sich hemmend aus. Das Land Hessen sollte sich für einen „Bestandschutz einsetzen“. Dieser Bestandschutz ist so ausgestaltet, dass Rechtsicherheit für das Repowering Vorhaben besteht.		

Zielgruppe:

Betreiber und Planer von Windenergieanlagen

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem:

Bei der Maßnahme Repowering werden im Jahr 2006 Windkraftanlagen in der Leistungsklasse von 30 kW bis 250 kW außer Betrieb genommen und durch Anlagen der Leistungsklasse 1500 kW ersetzt. Vom Jahr 2007 bis zum Jahr 2010 werden weitere Windkraftanlagen durch 1500 kW Anlagen ersetzt. Der Leistungsbereich der zu ersetzenden Anlagen liegt zwischen 30 kW und 600 kW. Die Anlagenlaufzeiten der zu ersetzenden Anlagen liegen im Durchschnitt zwischen 12 und 14 Jahren. Insgesamt wird die folgende Anzahl von Altanlagen durch Neuanlagen ersetzt:

	Jahr	Altanlage [Anzahl]	Altanlage [Leistung]	
[MW]	Neuanlage [Anzahl]	Neuanlage [Leistung in MW]		
2006	44	2,3	11	16,5
2007	22	2,0	6	9
2008	60	3,6	13	19,5
2009	7	1,3	3	4,5
2010	14	6,2	11	16,5
Summe	147	15,4	44	66

Insgesamt werden 147 Windkraftanlagen geringerer Leistung durch 44 1,5 MW Anlagen ersetzt. Auf den vorhandenen Flächen der bestehenden Windenergieanlagen werden soviel Windenergieanlagen aufgestellt, wie es von der Fläche möglich ist. Einzelne stehende Windenergieanlagen werden durch eine 1,5 MW Windenergieanlage ersetzt.

Durch Verdichten ist grundsätzlich nur eine geringe Erhöhung der Energieerträge zu erwarten. In Einzelfällen kann ein Verdichten der bebauten Windflächen lohnend sein. Dies kann nur im Einzelnen geprüft werden, aus diesem Grund wird auf das Verdichten hier nicht weiter eingegangen.

Treibhausgasminderungspotenzial:

Bei der Berechnung des Minderungspotentials wurden 1.500 Volllaststunden angenommen, jeweils für die zu ersetzenden Windkraftanlagen sowie für die neuen Windkraftanlagen. Bei den zu ersetzenden Anlagen sowie bei den neuen Anlagen wurde eine Betriebszeit von 20 Jahren vorausgesetzt. In den Tabellen 1 und 2 sind die CO₂ Minderungen über die Laufzeit der Anlagen aufgeführt. Das Minderungspotential wird über die 20 Jahre aufsummiert und auf das Inbetriebnahmejahr angegeben.

In der Tabelle 1 ist das CO₂ Minderungspotential ohne Berücksichtigung der CO₂ Minderung, die sich aus der Restlaufzeit der Alt WEA ergibt, aufgelistet.

Insgesamt ergibt das folgende aufsummierte CO₂ Minderungspotential:

Jahr (Inbetriebnahme)	CO₂ Minderungspotential [kt]
2006	371,3
2007	573,8
2008	1.012,5
2009	1.113,8
2010	1.485,0

Tab. 1

Unter Berücksichtigung der Restlaufzeit der Altanlagen und der dazugehörigen Minderungspotentiale ergeben sich für das Repowering in Tabelle 2 folgende Daten:

Jahr	CO₂ Minderungspotential [kt]
2006	299,6
2007	460,3
2008	770,3
2009	851,0
2010	1.159,3

Tab. 2

In den Tabellen 3 und 4 wird das jährliche CO₂ Minderungspotential für jedes Betriebsjahr der neu errichteten Windenergieanlagen angegeben. Das Minderungspotential ist geringer, als das in den Tabellen 1 und 2 angegeben, da nicht die gesamten Betriebsjahre berücksichtigt sind.

Jahr	CO₂ Minderungspotential [kt]
2006	18,6
2010	227,8
2015	599,1
2020	970,3

Tab. 3

In der Tabelle 4 ist das CO₂ Minderungspotential unter Berücksichtigung der Restlaufzeit der Altanlagen angegeben.

Jahr	CO₂ Minderungspotential [kt]
2006	9,6
2010	92,1
2015	273,35
2020	649,60

Tab. 4

Zu berücksichtigen ist bei diesen Angaben, dass die Volllaststundenzahl bei einigen Standorten höher bzw. geringer als 1500 Stunden ist. Für eine genaue Analyse ist jeder Standort messtechnisch zu überprüfen. Über den hessischen Windmonitor liegen zwar langjährige Daten vor, diese variieren zum Teil stark, zum anderen Teil sind Daten nicht vollständig vorhanden, da es keine Berichtspflicht der einzelnen Windanlagenbetreiber gibt.

Finanzieller Aufwand:

Für die Berechnung der Kosten wurden für die zu ersetzenden Windkraftanlagen Restwerte berücksichtigt, wenn diese früher als nach 20 Jahren außer Betrieb gehen. Weiterhin wurden Kosten für den notwendigen Rückbau sowie Einnahmen für den Verkauf der Altanlagen berücksichtigt.

Für die Neuanlagen wurden die Anlagen-, Ertüchtigungs-, Netzanbindungs- sowie Zuwegungskosten anteilmäßig berücksichtigt. Eine Anpassung an die Erfordernisse der größeren Anlagen ist erforderlich bei Repowering.

Die aufsummierten Gesamtkosten und die CO₂ Minderung wurden auf das Errichtungsjahr abdiskontiert und stellen sich wie folgt da:

Jahr	Gesamtkosten [Mio €]
2006	36,94
2007	57,76
2008	105,40
2009	115,95
2010	150,06

Tab.5

Unsicherheiten bestehen über den Verkaufserlös der Altanlagen, es besteht eine begrenzte Nachfrage nach Altanlagen. Bei weitergehenden Repowering Maßnahmen, ist es möglich, dass der Preis für Altanlagen sinkt. Besonders bei neueren leistungsstarken Altanlagen, würden dann die Gesamtkosten steigen.

Die Förderung von Repowering sollte sich auf den Abbau administrativer Hemmnisse beziehen. Eine finanzielle Förderung über Exporthilfen und Exportbürgschaften ist denkbar. Die Wirtschaftlichkeit von Repowering Maßnahmen hängt davon ab, ob und in welcher Höhe ein Verkaufserlös für die Altanlagen zu erzielen ist. Die üblichen Marktpreise liegen zwischen 10.000 € für leistungsschwache WEA und 200.000 € für leistungsstarke Windenergieanlagen. Aufgrund des kaum entwickelten Marktes für Altanlagen bestehen Unsicherheiten, ob dieser Marktpreis für Altanlagen erzielt werden kann. Diese Unsicherheiten werden dazu führen, dass Repowering Maßnahmen, zumindest bei leistungsstärkeren Anlagen, erst gegen Ende der kalkulierten Nutzungsdauer durchgeführt werden.

Treibhausgasminderungskosten:

Die Vermeidungskosten, ermittelt mit abdiskontierten CO₂ Emissionen, liegen im Bereich von 66,59 €/t CO₂ und bis 90,60 €/t CO₂ ohne Berücksichtigung der CO₂ Minderung aus der Restlaufzeit der zu ersetzenden Windenergieanlagen.

Bei Berücksichtigung der CO₂ Minderung aus der Restlaufzeit ergeben sich Vermeidungskosten im Bereich von 81,90 €/t CO₂ bis 143,87 €/t CO₂.

Dieser weite Bereich kommt zustande, weil unterschiedliche Restlaufzeiten und Kosten für die zu ersetzenden Windkraftanlagen in die Kalkulation eingeflossen sind.

Wirkungstiefe:

Diese Maßnahme beruht auf den Ersatz von kleineren Windenergieanlagen durch größere Windenergieanlagen. Von 2006 bis 2010 werden 147 kleinere Windenergieanlagen gegen 44 größere Windenergieanlagen ausgetauscht. Ausgetauscht werden Windenergieanlagen der Leistungsklasse von 30 kW bis 600 kW.

Insgesamt wird durch diese Maßnahme bei Windparks eine größere Gesamtleistung, durch die Ausnutzung höherer Windgeschwindigkeiten erzielt. Bei einzeln stehenden Anlagen, die durch eine 1,5 MW Anlage ersetzt wurden, erhöht sich die installierte Leistung durch die erreichbare höhere Windgeschwindigkeit und die größere Rotationsfläche.

Begleitwirkungen:

Viele kleine Windenergieanlagen werden durch wenige große Windenergieanlagen ersetzt. Dadurch wird das Landschaftsbild harmonischer, die Landschaft wirkt nicht zugebaut. Ebenso ist die optische Wirkung angenehmer, da die großen Anlagen geringere Flügeldrehzahlen aufweisen. Durch die höhere Bauweise, zum Teil doppelt so hoch, wird das Landschaftsbild unter Umständen gestört.

Längerfristige Bedeutung:

Durch die Maßnahme wird ein kontinuierlicher Austauschprozess von älteren Windenergieanlagen gefördert und somit die Effektivität der Strombereitstellung stetig erhöht.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen:

Ein großes Hemmnis könnte sein, dass die zu ersetzenden Windenergieanlagen nicht auf Eignungsflächen für die Windenergienutzung stehen. Der nicht vorhandene Bestandsschutz bei Repowering Maßnahmen ist ein weiteres großes Hemmnis. Unter Umständen stehen Altanlagen sehr dicht an vorhandener Wohnbebauung, so dass Neuanlagen aus Lärmschutzgründen, dort nicht errichtet werden können. Ebenso ist eine mögliche Beeinträchtigung des Landschaftsbildes zu berücksichtigen.

Wirtschaftliche Hemmnisse sind der unsichere Markt für Altanlagen (Wirtschaftlichkeit abhängig vom Verkaufserlös der Altanlagen). Technische Hemmnisse könnten die nicht ausreichende Netzkapazität sein. Ein großes Hemmnis stellt die Akzeptanz der Windenergienutzung, besonders in Gebieten mit hoher Windenergieanlagenzahl, da. Auch ohne Absicherung der Genehmigungsfähigkeit werden Altanlagen durch neue größere Anlagen ersetzt. Dies wird aber langsam vorangehen und einige Standorte werden der Windenergienutzung nach Ablauf der Anlagenlebensdauer nicht mehr zur Verfügung stehen.

Akteure:

Landesregierung, Windanlagenbetreiber, Genehmigungsbehörden

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen:

Eine Realisierungsvoraussetzung könnte ein „Bestandsschutz“ darstellen. Dieser müsste sich an die grundsätzlichen Genehmigungsvoraussetzungen anlehnen wie Abstand zur Wohnbebauung, Lärmpegel und Landschaftsbild. Dies hätte auch den Vorteil, dass Fehlplanungen bei Altanlagen korrigiert werden, in dem zum Beispiel Ausweichflächen zur Verfügung gestellt werden. Auf diesen Ausweichflächen könnte die Repoweringmaßnahme durchgeführt werden. Die Genehmigungsfähigkeit sollte nicht an die Bedingung „Eignungsflächen“ festgemacht werden.

Zur Absicherung der Wirtschaftlichkeit wäre eine Möglichkeit, Exportförderung für Altanlagen zu gewähren. Dies hätte den Vorteil, dass zum Beispiel in außereuropäischen Ländern ein Markt für Windenergie geschaffen werden könnte. Beim Austausch älteren, leistungsschwachen Windenergieanlagen ist Repowering, je nach Standort und Windverhältnisse wirtschaftlich. Bei neueren Anlagen bis zur Leistungsklasse von 600 W hängt die Wirtschaftlichkeit vom Verkaufserlös der Altanlagen ab. Momentan ist der Markt für Altanlagen kaum entwickelt, so dass ein Verkaufserlös nicht sicher zu erwarten ist. Hier kann das Land Hessen tätig werden, in dem es Exporthilfen anbietet. Dies fördert nicht nur das Repowering, sondern entwickelt Exportmärkte für Windenergieanlagen. Bei leistungsstärkeren und neueren Anlagen ist eine Wirtschaftlichkeit nur über einen Verkaufserlös der Altanlagen zu erreichen.

Priorität: Die Maßnahme hat höchste Priorität

Hinweis: Die in dieser Maßnahme genannten Zahlen sind von bestimmten Annahmen abhängig. Diese Annahmen sind nicht für alle Windenergiestandorte zutreffend. Dies hat zur Folge, dass die Zahlen in der Realität beträchtlich abweichen können.

Nr.: EE 2	Steuer-Instrumente/ Förderung bei Neubau/ Modernisierung von Solar-thermie in Ein- und Mehr- familienhäusern	Ansatzpunkt: Durch solarthermische Anlagen einen Teil des Warmwasserbedarfs/ Raumwärme zu decken.																																							
<p>Kurzbeschreibung: Einbau von solarthermischen Anlagen bei Neubauten und Sanierungsmaßnahmen.</p> <p>Solarthermische Anlagen können ein Teil des Warmwasser- und Wärmebedarfs decken. Bei Ein- und Zweifamilienhäusern können in der Regel 60 % des Warmwasserbedarfes durch Solarthermie gedeckt werden. Höhere Deckungsraten sind möglich, dabei sinkt der Anlagenwirkungsgrad, da ein Teil der eingestrahlten Energie nicht genutzt werden kann. Um höhere Deckungsgrade zu erreichen, ist der Einbau von Saisonspeichern notwendig, diese erfordern hohe Investitionskosten. Der Einbau ist nur sinnvoll bei großen Objekten, die mit Wärme versorgt werden müssen.</p> <p>In dieser Maßnahme werden solarthermisch unterstützte Gasheizungen mit konventionellen Gasheizungen verglichen.</p> <p>Bei Mehrfamilienhäusern (MFH) werden Nahwärmenetze mit 100 Wohneinheiten untersucht. Dabei wird eine zentrale Wärmeerzeugung mit Solarunterstützung angenommen. Der Deckungsgrad beträgt 10 % am gesamten Warmwasser und Wärmebedarf. Als Speicher ist ein Tageswärmespeicher eingesetzt worden.</p>																																									
<p>Wirkungsansatz:</p> <p>Durch Installation von Solarthermieanlagen in Ein-, Zwei-, sowie Mehrfamilienhäusern einen Teil der fossilen Wärmeversorgung ablösen und so CO₂ Emissionen vermeiden.</p>																																									
<p>Zielgruppe:</p> <p>In die Maßnahme sind Hauseigentümer sowie Wohnungsbaugesellschaften mit einzubeziehen. Ebenso können als Betreiber von Nahwärmenetzen Stadtwerke mit einbezogen werden.</p>																																									
<p>Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem:</p> <p>Ungefähr 80 % der sanierten bzw. neu errichteten Gebäude sind für Solarthermie geeignet. Es wird davon ausgegangen, dass pro Jahr 2 % des Wohnungsbestandes saniert werden. Die Neubaurate (Datengrundlage 2003) wurde über den gesamten Zeitraum konstant gehalten. Insgesamt sind von dieser Maßnahme folgende Anzahl von Gebäuden betroffen:</p> <table border="1" data-bbox="177 1503 1417 1854"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Jahr</th> <th colspan="2">Neubau</th> <th colspan="2">Sanierung</th> <th rowspan="2">MFH [WE]</th> <th rowspan="2">MFH [WE]</th> </tr> <tr> <th>1 FH [St.]</th> <th>2 FH [St.]</th> <th>1 FH [St.]</th> <th>2 FH [St.]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2006</td> <td>4.089</td> <td>1.177</td> <td>12.001</td> <td>5.111</td> <td>4.973</td> <td>22.447</td> </tr> <tr> <td>2010</td> <td>20.444</td> <td>5.884</td> <td>60.004</td> <td>28.224</td> <td>24.864</td> <td>112.235</td> </tr> <tr> <td>2015</td> <td>40.888</td> <td>11.768</td> <td>120.008</td> <td>58.228</td> <td>49.728</td> <td>224.469</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>61.332</td> <td>17.652</td> <td>180.012</td> <td>88.232</td> <td>74.592</td> <td>336.704</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tab.:1</p>			Jahr	Neubau		Sanierung		MFH [WE]	MFH [WE]	1 FH [St.]	2 FH [St.]	1 FH [St.]	2 FH [St.]	2006	4.089	1.177	12.001	5.111	4.973	22.447	2010	20.444	5.884	60.004	28.224	24.864	112.235	2015	40.888	11.768	120.008	58.228	49.728	224.469	2020	61.332	17.652	180.012	88.232	74.592	336.704
Jahr	Neubau			Sanierung		MFH [WE]	MFH [WE]																																		
	1 FH [St.]	2 FH [St.]	1 FH [St.]	2 FH [St.]																																					
2006	4.089	1.177	12.001	5.111	4.973	22.447																																			
2010	20.444	5.884	60.004	28.224	24.864	112.235																																			
2015	40.888	11.768	120.008	58.228	49.728	224.469																																			
2020	61.332	17.652	180.012	88.232	74.592	336.704																																			

Treibhausgasminderungspotential:

Bezugsjahr ist das Errichtungsdatum der Anlage. Die Laufzeit der Solarthermieanlage beträgt 20 Jahre. Als Referenz wurde eine Gasheizung betrachtet. Die CO₂ Minderung in der Tabelle 2 ist über die Gesamtbetriebszeit ermittelt und auf das Inbetriebnahmejahr bezogen. Die jeweiligen CO₂ Emissionen sind aufsummiert. Insgesamt ergibt sich folgende CO₂ Reduzierung:

	Neubau	Sanierung	Neubau	Sanierung
Jahr	1 und 2 FH			
[kt CO₂] 1 und 2 FH				
[kt CO₂] MFH				
[kt CO₂] MFH				
[kt CO₂]				
2006	57,4	197,9		13,85 62,40
2010	286,8	1.037,1	69,12	312,02
2015	573,7	2.105,9	138,25	624,05
2020	860,6	3.174,7	207,37	936,07

Tab.: 2

In Tabelle 3 sind die vermiedenen CO₂ Emissionen des jeweiligen Betriebsjahres angegeben. Die CO₂ Minderung in Tabelle 3 ist geringer, da anders als in Tabelle 2 nicht die volle Betriebszeit einbezogen wurde.

	Neubau	Sanierung	Neubau	Sanierung
Jahr	1 und 2 FH			
[kt CO₂] 1 und 2 FH				
[kt CO₂] MFH				
[kt CO₂] MFH				
[kt CO₂]				
2006	2,9	9,9	0,69	3,12
2010	14,3	51,9	3,46	15,60
2015	28,7	105,3	6,91	31,20
2020	43,0	158,7	10,37	46,80

Tab.: 3

Finanzieller Aufwand: Mehrkosten gegenüber Gasheizung

Die Anlagen- und Betriebskosten wurden über die Anlagenlaufzeit konstant gehalten. Die Gesamtkosten wurden mit 4 % pro Jahr auf das jeweilige Inbetriebnahmejahr abdiskontiert. Energiepreissteigerungen wurden dabei berücksichtigt. Insgesamt ergeben sich bis 2020 folgende Kosten:

	Neubau	Sanierung	Neubau MFH		Sanierung MFH	
Jahr	1 FH und 2 FH					
	[Mio €] 1 und 2 FH					
	[Mio €] 10 WE					
	[Mio €] 100 WE					
	[Mio €] 10 WE					
	[Mio €] 100 WE					
	[Mio €]					
2006	23,94	106,0	8,5	7,3	38,2	33,0
2010	119,3	714,0	42,2	36,4	190,4	164,5
2015	237,4	1.238,9	84,1	72,6	379,7	327,9
2020	356,0	1.761,5	125,9	108,7	568,4	490,7

Tab.: 4

Bei einer Förderung der Gesamtinvestition (Konventionelle Heizung mit solarthermischer Unterstützung) über eine Wiedereinführung der Sonderabschreibung (§ 321 EStDV) und einem Grenzsteuersatz von 33 % ergeben sich in Tabelle 5 folgende Kosten der Maßnahme:

Barwertkosten inkl. Kapitalkosten und Abdiskontierung auf das Betriebsjahr.

	Neubau	Sanierung	Neubau MFH		Sanierung MFH	
Jahr	1 und 2 FH					
	[Mio €] 1 und 2 FH					
	[Mio €] 10 WE					
	[Mio €] 100 WE					
	[Mio €] 10 WE					
	[Mio €] 100 WE					

[Mio €]						
2006	34,19	126,00	6,43	4,29	29,03	19,36
2010	170,97	630,01	32,15	21,45	145,13	96,80
2015	341,94	1.260,03	64,30	42,89	290,25	193,61
2020	512,91	1.890,04	96,45	64,34	435,38	290,41

Tab.: 5

Bei den Kosten in Tabelle 5 sind Fördermittel des Bundes enthalten. Beim Vergleich der abdiskontierten Gesamtkosten in Tabelle 4 (Betriebskosten, Investitionskosten, Kapitalkosten, Brennstoffkosten, Einsparung Brennstoffkosten) fällt auf, dass durch die Sonderabschreibung eine Überförderung bei den Ein- und Zwei Familienhäuser auftritt. Daher sollte die Abschreibungsmöglichkeit auf 70 – 80 % der Gesamtkosten begrenzt werden.

Bei Neubau und Sanierung von Mehrfamilienhäusern sind die gesamten neu gebauten bzw. sanierten Gebäude als 10 Wohneinheiten (WE) bzw. 100 WE aufgeführt. Unsicherheiten bestehen bei dem Modell der 100 WE bezüglich der Kosten für das Nahwärmenetz (Verteilung der einzelnen Wohneinheiten). Es wurden keine Kosten für notwendige Flächen berücksichtigt. Zur Vergleichbarkeit der Kosten wurden im Modell nur Tageswärmespeicher eingesetzt. Beim Einsatz saisonaler Speicher steigen die Kosten erheblich.

Treibhausgasminderungskosten:

Insgesamt ergeben sich folgende volkswirtschaftliche CO₂ Vermeidungskosten:

	Neubau	Sanierung	Neubau MFH		Sanierung MFH	
	1 u. 2 FH	1 u. 2 FH	10 WE	100 WE	10 WE	100 WE
Vermeidungskosten						
[€/t CO₂]	584	785	859	742	859	742

Tab.: 6

Die Differenz bei den Vermeidungskosten bei Neubau und Sanierung, Ein- und Zweifamilienhäusern beruht auf eine Gutschrift bei Neubauten für nicht notwendige Investitionen z.B. Ersatz der Dacheindeckung durch Solarmodule.

Wirkungstiefe:

Nach Ende der Maßnahme (2020) werden ca. 25 % des Gebäudebestandes mit Solarthermie ausgestattet sein.

Begleitwirkungen:

Für die Bauindustrie ist ein Konjunkturschub durch die Installation von solarthermischen Anlagen zu erwarten. Ebenso sind geringere Betriebs- und Wartungskosten bei der zwingend erforderlichen zusätzlichen Heizung, da im Sommer diese komplett außer Betrieb genommen werden kann, zu erwarten.

Längerfristige Bedeutung:

Mit einer energetischen Gebäudesanierung, sowie der Einführung von Wärmenetzen auf Biomassebasis, lässt sich eine erhebliche CO₂ Minderung erzielen.

Durch verstärkte Nachfrage werden langfristig die Investitionskosten sinken. Durch eine verstärkte Einführung von solarthermischen Nahwärmenetzen wird das Interesse an Saisonspeichern steigen und damit eine höheren

solaren Deckungsanteil ermöglichen.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen:

Hemmnisse für die Solarthermie stellen einen ungeeigneten Standort und Verschattungen auf potentiellen Dachflächen für eine solarthermische Nutzung dar. Teilweise kommt es immer noch zur fehlerhaften Auslegung der solarthermischen Anlagen. In unseren Breiten ist die Energieausbeute pro solarthermische Fläche relativ gering, dies führt zu einem hohem Platzbedarf und hohen Kosten. Es fehlen preiswerte und effektive Speichersysteme, die einen höheren Deckungsgrad ermöglichen.

Solare Nahwärmenetze sind sehr teuer und die heizungstechnische Auslegung wird oftmals nicht optimal an die Erfordernisse angepasst.

Solarthermische Anlagen werden als zu teuer betrachtet. Es herrscht Unkenntnis über die Kostenstruktur und Fördermittel. Es gibt keine Vorteile für Vermieter, eine solarthermische Anlage zu errichten. Im Bereich der Mietwohnungen wirkt sich eine solarthermische Anlage nicht auf die Miethöhe aus. Ein Hemmnis stellt auch das hohe Risiko da, welches ein Investor eingeht, besonders wenn Unsicherheiten bezüglich des Ertrages und Ausführung der Solarthermieanlage bestehen

Bei Ein- und Zweifamilienhäuser bei denen der Investor auch der Nutzer ist, sind die Hemmnisse geringer als bei Mietwohnungen. Hemmnisse sind vor allem bei den Mehrfamilienhäusern vorhanden. Ein potentieller Investor erwartet kurze Investitionskostenrückläufe und einen wirtschaftlichen Betrieb. In Verbindung mit einer Fremdfinanzierung ist dieser zurzeit nicht möglich. Erst bei weiter steigenden Kosten der fossilen Energien wird die Wirtschaftlichkeit erreicht.

Realisierungsvoraussetzungen:

Bei Neubau von Wohngebieten ist auf eine entsprechende Ausrichtung der Dachflächen zu achten, um diese auch für Solarthermie nutzen zu können. Zur Erhöhung des solaren Deckungsgrades ist die Entwicklung von preiswerten und effizienten Speichersystemen zu fördern.

Für ein besseres Verständnis der Wirtschaftlichkeit, sind Kosten und Nutzen von solarthermischen Anlagen darzustellen. Dies sollte durch unabhängige Beratungsgesellschaften erfolgen. Dazu gehört auch die Durchführung einer Ertragsanalyse des betreffenden Standortes.

Zur Erhöhung der Wirtschaftlichkeit ist eine Sonderabschreibung der Investitionskosten zu ermöglichen. Eine weitere Fördermaßnahme stellt die Streichung der Mehrwertsteuer oder einen Investitionskostenzuschuss für solarthermische Anlagen dar.

Im Bereich der Mietwohnung kann die geplante Einführung von Energieausweisen ein möglicher Anreiz darstellen.

Möglich sind auch administrative Maßnahmen, die vorschreiben, dass ein Anteil der Wärmeversorgung durch regenerative Energien, wie Solarthermie gedeckt werden muss. Dies lässt sich durch Bauverordnungen und Bebauungsplänen umsetzen.

Akteure:

Landesregierung, Wohnungsbauunternehmen, Stadtwerke

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen:

Die Wiedereinführung der Sonderabschreibung kann das Land Hessen über eine Bundesratsinitiative beantragen. Da dieses Verfahren lange dauern kann und keine Erfolgsgarantie verspricht, ist eine weitere Möglichkeit zur Senkung der Kosten, dass durch das Land Hessen vorerst die Mehrkosten oder einen Teil der Mehrkosten übernimmt.

Der Schwerpunkt der Steuererleichterung/ Förderung sollte im Bereich Altbausanierung, sowie bei

Mehrfamilienhäusern (MFH) gelegt werden. Zur Erreichung eines nennenswerten Anteils an Solarthermie im Bereich der MFH sind erhebliche finanzielle Förderaufwendungen von ca. 20 bis 30 % der Investitionskosten notwendig.

Weitere Möglichkeiten der Förderung sind die Reduzierung der Mehrwertsteuer für CO₂ Minderungsmaßnahmen, sowie eine Quotenregelung und eine Umlage der Kosten auf die jeweiligen Nutzer. Über die Quotenregelung wird z.B. in örtlichen Bauordnungen festgelegt, dass z.B. 50 % aller Neubauten mit solarthermischen Anlagen ausgestattet werden müssen. Die Kontrolle über diese Quote ist über die Baugenehmigungen möglich. Bei Sanierungsmaßnahmen kann die Quote an solarthermischen Anlagen über Fördermaßnahmen festgeschrieben werden. Bei der Quotenregelung fallen Mehrkosten an, die vom Bauträger zu finanzieren sind.

In diese Maßnahme sollten die Wohnungsbaugesellschaften und -genossenschaften über Informationsveranstaltungen und Weiterbildungsmaßnahmen sowie runde Tischen mit einbezogen werden. Diese können als Multiplikatoren wirken.

Die Installation einer Solarthermieanlage ist nur sinnvoll bei gleichzeitiger energetischer Sanierung des Gebäudes (Altbau).

Priorität: Die Maßnahme hat höchste Priorität

Hinweis:

<p>Nr.: EE 3</p>	<p>Förderung von Photovoltaik Großanlagen</p>	<p>Ansatzpunkt: Durch Förderung von Photovoltaikanlagen den Anteil regenerativer Stromversorgung erhöhen</p>
<p>Kurzbeschreibung:</p> <p>Durch Fördermaßnahmen einen Anreiz setzen, um einen wirtschaftlichen Betrieb von großen Photovoltaikanlagen zu gewährleisten. Diese Fördermaßnahmen können finanzielle Mittel sein, aber auch Erleichterung bei Genehmigungsverfahren z.B. Neubauten bzw. Erweiterungen von Gebäuden, wenn gleichzeitig eine Photovoltaikanlage errichtet wird. Für Großanlagen sollten Dachflächen bzw. anderweitig nicht nutzbare Fläche bebaut werden. Als Flächen bieten sich große Industriebetriebe, Abraumhalden des Bergbaues aber auch Flächen an Flugplätzen an, die anderweitig nicht genutzt werden können. Eine Tendenz bei der Errichtung von Photovoltaikanlagen geht zurzeit in Richtung der Nutzung von Freiflächen, die auch landwirtschaftlich genutzt werden könnten. Da auf diesen Flächen jedoch auch nachwachsende Rohstoffe angebaut werden könnten, sollten zuerst Flächen genutzt werden, die eine anderen Nutzung nicht zugänglich sind. Zum jetzigen Zeitpunkt, sollte eine Förderung auf genehmigungsrechtliche Erleichterung sowie eine lenkenden Wirkung beschränkt bleiben.</p>		
<p>Wirkungsansatz:</p> <p>Durch den Bau von Photovoltaik Großanlagen (100 kW bis einige MW) werden Kohlendioxidemissionen vermieden. Für Großanlagen sollten Dachflächen bzw. anderweitig nicht nutzbare Fläche bevorzugt bebaut werden. Eine Nutzung von anderen Flächen, wie z.B. landwirtschaftliche Flächen, sollte keinesfalls über Verordnungen oder durch andere Einschränkungen behindert werden, vielmehr sollte die Nutzung von Dachflächen oder anderweitigen Flächen positiv gefördert werden.</p>		
<p>Zielgruppe:</p> <p>Energieversorger, Industrie- und Wirtschaftsbetriebe, Bergbauunternehmen (Salzbergbau), Militär, Verkehrsunternehmen</p>		
<p>Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem:</p>		

Unter Berücksichtigung der Anlagenlaufzeit von 20 Jahren ergibt sich mit den abdiskontierten Gesamtkosten Stromgestehungskosten von :

- Stromgestehungskosten für eine 100 kW Photovoltaikanlage: 0,358 €/kWh
- Stromgestehungskosten für eine 1000 kW Photovoltaikanlage: 0,327 €/kWh
- Die Einspeisevergütung beträgt für Anlagen bis 100 kW. 0,5187 €/kWh
- Die Einspeisevergütung für Anlagen bis 1000 kW beträgt: 0,5130 €/kWh

Hierbei sind keine Pachtkosten oder Nutzungskosten von Flächen enthalten, so dass sich die Stromgestehungskosten noch erhöhen werden.

Treibhausgasminderungspotential:

Für die Berechnung des Treibhausgasminderungspotentials wurden jeweils eine 100 kW und eine 1000 kW Photovoltaikanlage betrachtet. Die Betriebsdauer wurde mit 20 Jahren angesetzt.

- Minderungspotential für eine 100 kW Photovoltaikanlage: 1.285 t CO₂
- Minderungspotential für eine 1000 kW Photovoltaikanlage: 12.580 t CO₂

Finanzieller Aufwand:

Nachfolgend werden die Kosten für zwei exemplarische Photovoltaikanlagen mit einer Leistung von 100 kWp und 1000 kWp (Dachmontage, Flachdach) aufgezeigt inklusive der Betriebskosten.

- Kosten für eine 100 kW Photovoltaikanlage: 601.070 €
- Spezifische Kosten: : 6011 €/kWp
- Kosten für eine 1000 kW Photovoltaikanlage: 5.480.297 €
- Spezifische Kosten: : 5480 €/kWp

In die Berechnungen sind keine Pachtkosten für Dach- oder andere Nutzungsflächen mit eingeflossen.

Eine direkte finanzielle Förderung durch das Land Hessen sollte zum jetzigen Zeitpunkt unterbleiben. Aufgrund der Lieferengpässe beim Rohstoff Silizium würde es nur zu Mitnahmeeffekten bei einer Förderung kommen.

Treibhausgasminderungskosten:

Die Vermeidungskosten ermittelt mit den abdiskontierten CO₂ Emissionen auf das Bezugsjahr 2006 betragen:

- Vermeidungskosten für eine 100 kW Photovoltaikanlage: 608 €/ t CO₂
- Vermeidungskosten für eine 1000 kW Photovoltaikanlage: 549 €/ t CO₂

Wirkungstiefe:

Die Maßnahme beruht auf eine Erleichterung zur Errichtung von Photovoltaikanlagen. Wirtschaftlich rechnet sich in günstigen Regionen die Errichtung von großen Photovoltaikanlagen schon heute. Der Ausbau wird weiter voranschreiten, wenn die Hemmnisse wegfallen.

Begleitwirkungen:

Veränderung des Gebäudebildes durch Reflexion. Entwicklung hin zur Integration der Photovoltaikzellen in die Gebäudehülle.

Durch Nutzung von öffentlichen Gebäuden kommt es zu Multiplikatoreffekten.

Eine finanzielle Förderung von PV Anlagen, wenn diese auf Konversionsflächen errichtet werden, hat den Vorteil, dass nach Ende der Nutzungsdauer eine auch anderweitig nutzbare Fläche zur Verfügung steht.

Längerfristige Bedeutung:

Bei langfristigen Unterstützungsmassnahmen wird die Photovoltaik weiter ausgebaut werden. Die Gestehungskosten werden weiter sinken. Ab Mitte 2006 ist zu erwarten, dass die Engpässe beim Rohstoff Silizium beseitigt sein werden.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen:

Hemmnisse sind zurzeit der hohe Marktpreis von Photovoltaikzellen, aufgrund der großen Nachfrage und Lieferengpässe bei dem Rohstoff Silizium, der noch bis Mitte 2006 anhalten werden.

Die Akzeptanz bzw. das Wissen über die Photovoltaik bei Eigentümern von geeigneten Gebäuden ist gering.

Akteure:

Landesregierung: Erleichterung und Fördermaßnahmen,

Bauherren: Planung von Photovoltaikanlagen gleich der Errichtung von Bauten, das ergibt zusätzliche Kostenminderung,

Energieversorger: Errichtung von Photovoltaikanlagen

Industrie-, Wirtschaftsbetriebe, Bergbauunternehmen, Militär und Verkehrsunternehmen: Bereitstellung von Flächen

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen:

Eine weitere finanzielle Förderung sollte nicht stattfinden, bei geeigneten Standorten reicht die Förderung durch das EEG aus. Durch eine weitere Förderung würde die schon jetzt nicht zu befriedigende Nachfrage noch weiter erhöht. Zurzeit ist die Nachfrage nach PV Modulen größer als das Angebot, eine zusätzliche Finanzierung führt nur zu Mitnahmeeffekten ohne Steigerung der PV Stromeinspeisung und somit CO₂ Reduzierung.

Möglich wäre eine Erleichterung oder Bevorzugung bei Genehmigungsverfahren bei gleichzeitiger Errichtung von Photovoltaikanlagen. Es sollte darauf hingewirkt werden, dass hauptsächlich Flächen für die Photovoltaik benutzt werden, die anderweitig nicht nutzbar sind. Zurzeit werden Anlagen auch auf landwirtschaftlichen Flächen errichtet. Dies bedeutet eine Konkurrenzsituation, obwohl ausreichend Dachflächen zur Verfügung stehen.

Über die Bauordnung und Bebauungspläne ist eine Ausrichtung von neu zu errichtenden Gebäuden festzuschreiben, so dass eine spätere solare Nutzung möglich ist. Ebenso sollten die Dachflächen so gestaltet werden, dass eine solare Nutzung ermöglicht wird. Dies betrifft vor allem die Statik und die Haltbarkeit der Dachabdichtung. Bei gewerblichen Gebäuden, sollte die geplante Nutzungsdauer mindestens der wirtschaftlichen Betriebszeit von PV Anlagen entsprechen.

Zur Förderung von PV Dachanlagen könnten vom Land Hessen, bei Vorliegen einer ausreichenden Wirtschaftlichkeit, Bürgschaften übernommen werden. Da Kreditgeber bei Dachanlagen eine Grundschuldienstbarkeit 1 Klasse erwarten, die bei privaten Grundstücken in der Regel nicht zu erhalten ist.

Eine Maßnahme ist, Dachflächen auf öffentlichen Gebäuden für die PV Nutzung zur Verfügung zu stellen, beispielsweise in Form eines Flächenkatasters im Internet. Dieses Flächenkataster kann weiterentwickelt werden, so dass auch Flächen auf Gewerbe- und Privathäusern mit aufgenommen werden.

Als Lenkungsmaßnahme zur verstärkten Nutzung von Konversionsflächen sollte das Land Hessen Investitionszuschüsse zur Vorbereitung für eine PV Nutzung gewähren.

Priorität: 1**Hinweis:**

Nr.: EE 4	Förderung Biomasseheizung	Ansatzpunkt: Steuererleichterung beim Einbau einer Biomasseheizung bei Neubau/Modernisierung				
Beschreibung: <p>Im Rahmen dieser Maßnahme werden konventionelle und Biomasseheizsysteme auf Basis Holzpellets miteinander verglichen. Biomasseheizsysteme können die Wärmeversorgung von Wohngebäuden übernehmen. Diese trifft besonders für das Bundesland Hessen, mit seinem Waldreichtum zu. Hier werden Einfamilienhäuser, Zwei- und Mehrfamilienhäuser betrachtet.</p> <p>Der Brennstoff Biomasse konkurriert mit den Wärmepreisen für fossile Energieträger. Biomasseheizanlagen sind nur dann wirtschaftlich, wenn nicht rückzahlbare Investitionsförderungen gewährt oder die Kosten für fossile Energieträger steigen.</p>						
Wirkungsansatz: <p>Ersetzen von fossilen Energieträgern durch Biomasse bei Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung, dadurch werden CO₂ Emissionen aus fossiler Energie vermieden. Die Bereitstellung von Wärme aus Biomasse wird nachfolgend als Klimaneutral betrachtet.</p>						
Zielgruppe: <p>In die Maßnahme ist die Forstwirtschaft, Hauseigentümer, Bauverantwortliche sowie Wohnungsbaugesellschaften einzubeziehen.</p>						
Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem:						
<p>Bei der Betrachtung der Maßnahme wird davon ausgegangen, dass ab dem Jahr 2006 20% der Neu- und sanierten Altbauten bis 2020 von fossilem Heizsystem auf Biomasseheizung umgestellt wird. Insgesamt betrifft diese Maßnahme folgende Anzahl von Gebäuden:</p>						
	Neubau		Sanierung		Neubau	
Jahr	1 FH [St.]	2 FH [St.]	1 FH [St.]	2 FH [St.]	MFH [WE]	MFH [WE]
2006	1022	294	3000	1278	1.243	5.612
2010	5.111	1.471	15.001	6.389	6.216	28.059
2015	10.222	2.942	30.002	12.778	12.432	56.118
2020	15.333	4.413	45.003	19.167	18.648	84.177
Tab.: 1						

Treibhausgasminderungspotential:

Bei der Berechnung wurde berücksichtigt, dass die CO₂-Emissionen von Biomasse neutral sind. Durch den Austausch der Gasheizung gegen eine Biomasseheizung können die bei der Gasverbrennung entstehenden CO₂-Emissionen vermieden werden. Angegeben sind die vermiedenen CO₂ Emissionen die pro Jahr von der Gesamtheit der Anlagen.

In Tabelle 2 sind die vermiedenen CO₂ Emissionen über die gesamte Betriebszeit von 20 Jahren angegeben. Die vermiedenen CO₂ Emissionen werden auf das jeweilige Inbetriebnahmejahr bezogen.

	Neubau	Sanierung	Neubau	Sanierung
Jahr	1 und 2 FH			
[kt CO₂/a]	1 und 2 FH			
[kt CO₂/a]	MFH			
[kt CO₂/a]	MFH			
[kt CO₂/a]				
2006	68,92	237,74	35,43	159,93
2010	344,60	1.188,71	177,15	799,63
2015	689,21	2.377,45	354,29	1.599,26
2020	1.033,81	3.566,14	531,43	2.398,89

Tab.: 2

In Tabelle 3 sind CO₂ Emissionen angegeben, die für jedes Betriebsjahr vermieden werden.

	Neubau	Sanierung	Neubau	Sanierung
Jahr	1 und 2 FH			
[kt CO₂/a]	1 und 2 FH			
[kt CO₂/a]	MFH			
[kt CO₂/a]	MFH			
[kt CO₂/a]				
2006	3,3	11,3	1,7	7,6
2010	16,4	56,6	8,4	38,1
2015	32,8	113,2	16,9	76,2
2020	49,2	169,8	25,3	114,2

Tab.: 3

Die für die Maßnahme benötigte Biomasse beträgt:

	Neubau	Sanierung	Neubau	Sanierung
Jahr	1 und 2 FH			
[t/a]	1 und 2 FH			
[t/a]	MFH			
[t/a]	MFH			

[t/a]

2006	3.159	53.391	1.624	7.330
2010	15.794	266.956	8.119	36.648
2015	31.587	533.912	16.238	73.297
2020	47.381	800.869	24.357	109.945

Tab.: 4

Der Gesamtprimärenergieinhalt der gesamten benötigten Biomasse für diese Maßnahme beträgt ca. 17,2 PJ/a im Jahr 2020, wenn die Maßnahme abgeschlossen ist.

Finanzieller Aufwand: Mehrkosten gegenüber Gasheizung

Für die Kostenermittlung werden Biomasseheizungen mit der Wärmebereitstellung aus fossilen Energieträgern verglichen. Bei der Sanierung von Bestandsgebäuden wird davon ausgegangen, dass das gesamte Heizsystem erneuert wird.

Die Anlagenlebensdauer wurde auf 20 Jahren festgelegt. Die Gesamtkosten sind mit 4 % pro Jahr auf das Errichtungsjahr abdiskontiert worden. Subventionen wurden nicht berücksichtigt. Insgesamt ergeben sich bis 2020 folgende Kosten:

	Neubau	Sanierung	Neubau MFH		Sanierung MFH	
Jahr	1 FH und 2 FH					
[Mio €]	1 und 2 FH					
[Mio €]	10 WE					
[Mio €]	100 WE					
[Mio €]	10 WE					
[Mio €]	100 WE					
[Mio €]						
2006	9,73	33,58	4,98	1,71	22,47	7,71
2010	49,25	169,89	25,21	8,85	113,81	39,97
2015	100,57	346,92	51,47	18,75	232,33	84,64
2020	154,38	532,52	79,00	29,92	356,61	135,07

Tab.: 5

Bei einer Förderung der Gesamtinvestition über eine Wiedereinführung der Sonderabschreibung (§ 321 ESTDV) und einem Grenzsteuersatz von 33 % ergeben sich in Tabelle 5 folgende Kosten der Maßnahme.

	Neubau	Sanierung	Neubau MFH		Sanierung MFH	
Jahr	1 FH und 2 FH					
[Mio €]	1 und 2 FH					
[Mio €]	10 WE					
[Mio €]	100 WE					
[Mio €]	10 WE					
[Mio €]	100 WE					

[Mio €]

2006	7,35	25,36	1,88	0,62	8,51	2,80
2010	36,76	126,80	9,42	3,11	42,53	14,02
2015	73,52	253,60	18,84	6,21	85,05	28,04
2020	110,28	380,40	28,26	9,32	127,58	42,06

Tabelle 6

In den angegebenen Kosten sind Fördermittel bereits mit enthalten. Die Kosten enthalten Kapitalkosten und sind auf das jeweilige Inbetriebnahmejahr abdiskontiert.

Bei Neubau bzw. der Sanierung Mehrfamilienhäuser (MFH) ist die gesamte Anzahl an neu gebauten oder sanierten Gebäuden als Modell 10 Wohneinheiten [WE] bzw. 100 Wohneinheiten aufgeführt.

Treibhausgas – Minderungskosten:

Insgesamt ergeben sich folgende volkswirtschaftlichen CO₂ Vermeidungskosten:

	Neubau	Sanierung	Neubau MFH		Sanierung MFH	
	1 u. 2 FH	1 u. 2 FH	10 WE	100 WE	10 WE	100 WE
Vermeidungskosten						
[Mio €/t CO₂]	215	215	214	81	214	81

Wirkungstiefe:

Nach Beendigung der Maßnahme werden ca. 7 % des gesamten Wohnungsbestandes in Hessen mit Biomasseheizsystemen ausgestattet sein.

Begleitwirkungen:

Weiterentwicklung des Marktes für Biomasse, insbesondere für Hessen eine Weiterentwicklung des Holzabsatzes. Es ist ein Konjunkturschub für die entsprechenden Fachbetriebe und Herstellerfirmen zu erwarten.

Längerfristige Bedeutung:

Es wird angenommen, dass schon während der Maßnahme Kostenreduktionen bei der Biomasse und Anlagentechnik möglich sind. Mit der Schaffung entsprechender Strukturen in der Biomassebereitstellung werden die Kosten weiter sinken, z.B. wird bei höherer Auslastung von Bergungstechnik auch die Wirtschaftlichkeit verbessert. Mit der Kostensenkung wird auch das Interesse an der Biomasseverbrennung steigen und auch ohne Fördermaßnahmen wirtschaftlich werden.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. - grenzen):

Die höheren Investitionskosten, besonders von größeren Biomasseanlagen, wirken sich hemmend auf die Verwendung von Biomasseheizanlagen aus. Das Risiko der Investition in Biomasseanlagen wird größer eingeschätzt als das der von konventionellen Heizanlagen.

Bei den potentiellen Nutzern wirkt sich das fehlende Wissen über vollautomatische moderne Biomasseheizanlagen hemmend aus. Biomasseheizanlagen werden immer noch mit einem großen Arbeitsaufwand assoziiert und das diese regelmäßig entascht werden müssen.

Zurzeit sind in Hessen die Strukturen bezüglich Absatz und Angebot unzureichend. Dies betrifft hauptsächlich Holzhackschnitzel. Zur Realisierung ist es notwendig, dass die höheren Kosten für Biomasseheizanlagen ausgeglichen werden. Dieser Kostenausgleich muss begleitet werden von flankierenden Maßnahmen wie Aufklärung und Information sowie Weiterbildungsmaßnahmen. Möglich wären administrative Maßnahmen, wie die Festlegung dass ein bestimmter Anteil des Wohnungsbestandes mit Biomasseheizanlagen ausgestattet sein muss. Dieses ließe sich bei Neubaumaßnahmen und Sanierungsmaßnahmen über die Bauordnung oder Bebauungspläne verwirklichen.

Akteure:

Landesregierung, Forstbetriebe, Wohnungsbauunternehmen, Stadtwerke

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen:

Für ein Einfamilienhaus sind für ein Biomasseheizsystem über 1/3 höhere Gesamtkosten gegenüber eine konventionelle Gasheizung zu erwarten. Zur Realisierung dieser Maßnahme sind die höheren Kosten über eine Förderung bzw. Steuererleichterungen auszugleichen. Die Förderquote sollte im Verlauf der Maßnahme sinken. Je nach Kostenentwicklung der Biomasseanlagen ist die Förderquotenhöhe regelmäßig anzupassen. Dabei sind alle Beteiligten mit einzubinden.

Auch sind die Vorteile einer Biomasseheizung noch zu wenig verbreitet, hier ist Aufklärungsarbeit zu leisten bezüglich Kosten und Versorgungssicherheit.

Als flankierende Maßnahme ist eine Quotenregelung zu empfehlen, bei der ein bestimmter Anteil von neu errichteten Gebäuden mit einer Biomasseheizung auszustatten ist.

Über die Quotenregelung wird z.B. in örtlichen Bauordnungen festgelegt, dass z.B. 50 % aller Neubauten mit Biomasseheizanlagen ausgestattet werden müssen. Die Kontrolle über diese Quote ist über die Baugenehmigungen möglich. Bei Sanierungsmaßnahmen kann die Quote an Biomasseheizanlagen über Fördermaßnahmen festgeschrieben werden. Bei der Quotenregelung fallen Mehrkosten an, die vom Bauträger zu finanzieren sind.

Priorität: die Maßnahme hat höchste Priorität

Hinweis:

Nr.: EE 5	Förderung Biogasanlagen	Ansatzpunkt: Investitionskostenzuschuss beim Einbau einer Biogasanlage in der kleinteiligen Landwirtschaftsstruktur
<p>Kurzbeschreibung:</p> <p>Diese Maßnahme zielt auf einen Investitionskostenzuschuss beim Bau einer Biogasanlage, da insbesondere in der kleinteiligen Landwirtschaftsstruktur in Hessen die notwendige Größenordnung einer Biogasanlage, die für einen wirtschaftlichen Betrieb notwendig ist, häufig nicht erreicht wird.</p> <p>Für den Bau einer Biogasanlage im landwirtschaftlichen Bereich sollten im Vorfeld einige wichtige Fragen berücksichtigt werden. Die Wirtschaftlichkeit einer Biogasanlage ist im Allgemein schwierig zu bestimmen. In dieser Maßnahme wird eine Biogasanlage mit einem bestimmten Viehbestand betrachtet. Es werden zwei landschaftliche Biogasanlagen (Milchviehbetrieb) mit und ohne Kofermentation betrachtet.</p> <p>Beispiel A ist eine Biogasanlage, die mit reiner Gülle von 1000 GVE funktioniert.</p> <p>Beispiel B ist eine Biogasanlage, die mit der Kofermentation (10% Mais und 90% Gülle) betrieben wird.</p> <p>Annahme für die Biogasanlage: Wirkungsgrad BHKW 85%, davon 35% elektrische Energie und 65% Wärme. Die anfallende Abwärme wird im Mittel zu 50% für die Aufrechterhaltung des Gärprozesses benötigt. 50% der anfallenden Wärme ist verfügbar (netto). Sie bleibt in dieser Betrachtung jedoch unberücksichtigt.</p>		
<p>Wirkungsansatz:</p> <p>Durch eine Förderung für Biogasanlagen könnten deren Investitionskosten deutlich gesenkt werden, was die Konkurrenzfähigkeit erhöht. Bei weiterer Nutzung der Abwärme ist das CO₂ Vermeidungspotential zu erhöhen.</p>		
<p>Zielgruppe: Landwirtschaftliche Betriebe mit und ohne Tierhaltung</p>		

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem:

Bei der kleinteiligen Landwirtschaft in Hessen ist der Betrieb einer Biogasanlage häufig unwirtschaftlich.

	bis 150 kWel	bis 500 kWel	bis 5 MWel	über 5 MWel
Grundvergütung [Eurocent]		11,33	9,75	8,46 7,98
NawaRo-Bonus [Eurocent]		6	6	4 -
KWK-Bonus [Eurocent] 2		2	2	2
Technologie Bonus [Eurocent]		2	2	2 -

Tab.: 1 Vergütungsübersicht für Biomasseanlagen gemäß § 8 EEG für 2005

Ab dem 01.01.05 wird die Grundvergütung jährlich um 1,5 % gesenkt. Grundlage für die Vergütung ist nicht die Anlagenleistung, sondern die theoretische Jahresarbeit. Bis zur theoretischen Jahresarbeit, die von einer Leistung von 150 kW erzielt werden können wird die 150 kW Vergütung gezahlt. Dies gilt entsprechend für die weiteren Vergütungsstufen.

Für eine genaue Aussage ist jeder Betrieb gesondert zu betrachten. Bei einem entsprechenden Investitionskostenzuschuss ist zu erwarten, dass die Anzahl an Biogasanlagen in Hessen steigen wird. Bei Staffelung der Förderung nach Nutzung der im BHKW entstehenden Wärme, wird dieses auch Auswirkungen auf die Wohnbebauung haben, da dann diese mit Wärme aus der Biogasanlage versorgt werden können.

Treibhausgasminderungspotential:

Bezugsjahr ist das Errichtungsjahr der Anlage. Die Laufzeit der Biogasanlage beträgt 20 Jahre. Als Referenzsystem wird ein Kohlekraftwerk mit Vollauslastung betrachtet. Vorausgesetzt wird hier, dass die CO₂-Emissionen vom Biogas als neutral betrachtet werden. Für die Anlage mit reiner Güllewirtschaft ergibt sich ein Treibhausminderungspotential von 14,06 kt CO₂ in der gesamten Betriebszeit von 20 Jahren.

Für die Anlage mit zusätzlichem Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen ergibt sich ein Treibhausminderungspotential von 21,36 kt CO₂ in der gesamten Betriebszeit.

Unter der Voraussetzung, dass jährlich 10 Biogasanlagen neu errichtet werden, ergeben sich in Tabelle 2 die folgenden CO₂ Minderungen.

Biogasanlagen		
Jahr	Ohne Kofermentation	[kt CO₂] Mit Kofermentation
		[kt CO₂]
2006	140,57	213,58
2010	702,84	1.067,92
2015	1.405,69	2.135,84
2020	2.108,53	3.203,76

Tab.: 2

Die angegebene CO₂ Minderung ist nur erreichbar, bei einer entsprechenden Wärmenutzung, die angestrebt werden sollte, bei bestehenden Biogasanlagen aber häufig nicht erfolgt.

Finanzieller Aufwand:

Die Anlagen- und Betriebskosten wurden über die Anlagenlaufzeit konstant gehalten. Die Gesamtkosten wurden mit 4 % pro Jahr abdiskontiert.

Für die Biogasanlage mit reiner Güllewirtschaft ergeben sich Kosten, über die Anlagenlaufzeit, von: 946.626 €

Für die Biogasanlage mit Kofermentation ergeben sich Kosten, über die Anlagenlaufzeit, von: 1.956.311€

Nachfolgend sind die abdiskontierten und aufsummierten Kosten aufgeführt. Die Abdiskontierung erfolgte auf das jeweilige Inbetriebnahmejahr der Biogasanlage.

Jahr	Biogasanlagen	
	Ohne Kofermentation [Mio €]	Mit Kofermentation [Mio €]
2006	3,78	5,50
2010	18,88	27,52
2015	37,75	55,03
2020	56,63	82,55

Tab.: 3

Zu beachten ist hier, dass entweder 10 Anlagen pro Jahr ohne Kofermentation oder 10 Anlagen mit Kofermentation errichtet werden. Der Trend geht aber eindeutig zu großen Anlagen mit Kofermentation.

Biogasanlagen in der Größenordnung von über 150 kW el. sind bei guter Planung und Ausführung wirtschaftlich zu betreiben. Eine Investitionskostenförderung sollte bei Anlagen bis zu einer maximalen elektrischen Leistung von 150 kW erfolgen. Diese Förderung sollte, wie bisher, 30 % der Investitionskosten betragen. Bei Anlagen mit einer Leistung von über 100 kW el. ist der Zuschuss zu begrenzen. Diese Begrenzung sollte zwischen 75.000 bis 100.000 € betragen. Eine absolute Summe ist nicht endgültig festzulegen, da je nach betrieblichen Gegebenheiten die Kosten variieren.

Eine zusätzliche Förderung sollte gewährt werden, wenn die anfallende Wärme entweder zur Beheizung der Betriebseinrichtungen z.B. Schweinställe oder von externen Wohngebäuden und weiteren Anwendungen genutzt wird.

Treibhausgasminderungskosten:

Die wirtschaftlichen mittleren Vermeidungskosten mit den abdiskontierten CO₂ – Emissionen betragen :

Biogasanlagen

A [€/t CO ₂]	B [€/t CO ₂]
51,22	85,53

Hierbei ist zu beachten, dass es sich hier um Beispielanlagen handelt, bei realen Anlagen können diese Werte stark variieren.

Wirkungstiefe:

Durch diese Maßnahme werden bis zum Jahr 2020 150 neue Biogasanlagen errichtet, dass entspricht einer Verdreifachung des jetzigen Bestandes.

Begleitwirkungen:

Durch diese Maßnahme werden zusätzliche Einkünfte für die Landwirtschaft geschaffen und durch die Nutzung von Stilllegungsflächen/ Weiden wird das Bild unseres Kulturlandes erhalten. Durch Bau- und Wartung entstehen Arbeitsplätze. Bei Nutzung der Wärme entstehen zusätzliche Einnahmen und der Nutzungsgrad des Biogases steigt.

Längerfristige Bedeutung:

Bei einer Umsetzung dieser Maßnahmen werden Arbeitsplätze und Einnahmen der Landwirtschaft gesichert. Die Nutzung von Nawaros trägt zum Erhalt der Kulturlandschaft bei (Wiesen und Felder).

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen:

Für Hessen stellt ein großes Hemmnis, die kleine Betriebsgröße da. Biogasanlagen sind erst ab einer bestimmten Größe wirtschaftlich zu betreiben. Für den Anbau von Nawaros müssen Flächen vorhanden sein oder die Nawaros müssen zu einem Preis zur Verfügung stehen, der einen wirtschaftlichen Betrieb zulässt.

Landwirtschaftlichen Betrieben fehlen die finanziellen Mittel um eine Biogasanlage zu finanzieren. Die verbleibende Finanzierung über Kredite kann unter Umständen mit Schwierigkeiten verbunden sein (Risikomanagement der Banken, Basel II).

Der Stromabsatz ist über das EEG gesichert. Für den Wärmeabsatz fehlt eine vergleichbare Regelung. Dieser Wärmeabsatz würde die Wirtschaftlichkeit deutlich verbessern.

Die Wirtschaftlichkeit von Biogasanlagen ist abhängig von der Anlagengröße (Kostendegression). Da in Hessen die Betriebe oftmals zu klein sind um einen wirtschaftlichen Betrieb zu ermöglichen, wird nicht in BGA investiert. Eine Möglichkeit ist die Errichtung von Gemeinschaftsanlagen. Die Errichtung von Gemeinschaftsanlagen wird durch die Schwierigkeiten bei der Privilegierung des Bauens im Außenbereich behindert. Die Privilegierung ist auf eine Feuerungswärmeleistung von 500 kW begrenzt. Bei dieser Begrenzung ist ein wirtschaftlicher Betrieb nur kaum möglich.

Administrative Hemmnisse stellen die Vielzahl der beachtenden Vorordnungen dar.

Aufgrund mangelnden Wissens sind Landwirte bei der Auswahl und dem Betrieb der Biogasanlage überfordert. Ebenso kann es an Arbeitskräften fehlen, um den oftmals unterschätzten Arbeitsaufwand für den Betrieb der Biogasanlage zu gewährleisten.

In der Bevölkerung bestehen Vorurteile und Bedenken gegenüber Biogasanlagen, dass deren Betrieb mit zusätzlichen Belastungen wie mehr Verkehr und Geruchsbelästigungen. Ebenso bestehen Bedenken hinsichtlich gesundheitlicher Gefährdungen.

Zur Realisierung von eher kleinen landwirtschaftlichen Biogasanlagen ist ein wirtschaftlicher Betrieb nur mit einem Investitionskostenzuschuss möglich. Größere landwirtschaftliche Biogasanlagen die mit Nawaros als Koferment bzw. nur mit Nawaros betrieben werden, sind wirtschaftlich zu betreiben. Eine Erleichterung der Genehmigungsfähigkeit sollte erfolgen um die Errichtung von Gemeinschaftsbiogasanlagen zu erleichtern, da diese in der Regel eine höhere Leistung aufweisen und damit eher wirtschaftlich zu betreiben sind.

Akteure: Landwirtschaft, HMULF, Landwirtschaftliche Berater, Energieversorger, Gemeinden

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen:

Je nach Anlagengröße einen Investitionskostenzuschuss, obligatorische Schulung für Auswahl und Betrieb einer Anlage, während der ersten Betriebsphase Betreuung durch Fachpersonal.

Eine Erleichterung der Genehmigungsfähigkeit von Gemeinschaftsanlagen ist sinnvoll und erhöht die Wirtschaftlichkeit. Dadurch steigt die Möglichkeit, die in einer Region vorhandenen Potentiale zu erschließen. Um die Errichtung von Gemeinschaftsanlagen zu fördern, ist die Privilegierung des Bauens im Außenbereich weiter zu fassen. Die Begrenzung der Feuerungswärmeleistung von Biogasanlagen in Höhe von 500 kW muss dafür entfallen.

Gefördert werden sollte auch die Errichtung von Nahwärmenetzen bzw. Mikrogasnetzen um die Ausnutzung der enthaltenen Energie im Biogas zu erhöhen, da zu zeit die anfallende Wärme in Biogasanlagen kaum genutzt wird.

Im Vorfeld der Planungen bzw. während der Planung von Biogasanlagen sind für den zukünftigen Betreiber einer Biogasanlage Weiterbildungsmaßnahmen anzubieten. Die Gewährung von Fördermitteln sollte abhängig gemacht werden, von der Teilnahme an einer Weiterbildungsmaßnahme.

Die Finanzierung von Biogasanlagen stellt für viele Interessenten eine hohe Hürde da. Hier wäre eine Landesbürgschaft, bei Vorliegen einer nachgewiesenen Wirtschaftlichkeit, förderlich.

Um Vorurteile in der Bevölkerung abzubauen, ist im Vorfeld der Planungen Aufklärungsarbeit über Vor- und Nachteile von Biogasanlagen zu leisten. Eine Vorsorgung der Ortschaft mit Wärme aus der Biogasanlage erhöht die Akzeptanz.

Priorität: die Maßnahme hat höchste Priorität

Hinweis:

Nr.: EE 6	Einstieg in die Wärmezeugung mittels Erdwärme	Ansatzpunkt: Einstieg in die Wärmeerzeugung mittels Geothermie – Anlagen auf Basis von Erdsensoren und Wärmepumpen zur Versorgung größerer Einzelobjekten mit Raumwärme und Warmwasser
<p>Beschreibung:</p> <p>In dieser Maßnahme wird eine oberflächennahe Erdwärmeversorgung von Wohngebäuden mit einer konventionellen Wärmeversorgung mittels Gasheizung verglichen. Um eine Bewertung der Ergebnisse zu ermöglichen, wird ein technischer und ökonomischer Vergleich mit einem konventionellen Heizwärmeerzeuger, (Erdgas-Brennwertkessel) durchgeführt.</p> <p>Die zu vergleichenden Wärmeerzeuger werden zur Deckung des Raumwärmebedarfs und Warmwasserbedarfs (oder eines Anteiles des Bedarfes) eingesetzt. Die Häuser werden über eine elektrisch angetriebene Kompressionswärmepumpe beheizt. Als Kältemittel wird Propan bzw. Propen eingesetzt. Der Wärmeentzug erfolgt aus dem Erdreich mittels Erdwärmesonden.</p> <p>Als Hilfsenergie wird für den Pumpenantrieb elektrischer Strom benötigt. Dieser wird von der Kostenseite und von den Emissionen wie das Referenzmodell „Kohlekraftwerk“ betrachtet.</p> <p>Bei EFH/ ZFH wird der gesamte Wärmebedarf von Erdwärmeheizsystemen gedeckt. Bei MFH (10 WE und 100 WE Modell) dienen Erdwärmeheizsysteme nur zur Unterstützung der konventionellen Gasheizsysteme.</p> <p>Etwas ein Drittel der Gebiete in Hessen sind für die Errichtung von Erdwärmesonden geeignet. Als Beurteilung dafür gelten die Bodenstruktur, Stockwerkstrennung, Wasserdurchlässigkeit und die Vorkommen von höher mineralisierten Grundwässern. Zu solchen Gebieten, die mit mittlerer bis geringer Wasserdurchlässigkeit ohne eine wesentliche Stockwerkstrennung und ohne Vorkommen von den Mineralwässern bzw. CO₂ - Aufstiegzonen bezeichnet sind, gehören: Südosten (Kreis Darmstadt, Erbach), westlicher Teil (Kreis Bad Schwallbach, Giessen) und der Norden von Hessen (Kreis Homburg, Bad Hersfeld; Korbach). Diese Bedingungen führen dazu, dass Erdwärmesonden wirtschaftlich betrieben werden können, unter der Voraussetzung, dass Investitionsbeihilfen bzw. Steuerermäßigungen gewährt werden.</p>		
<p>Wirkungsansatz:</p> <p>Durch eine Förderung oberflächennaher geothermischer Heizsysteme können die Investitionskosten der Wärmepumpen und Erdsonden deutlich gesenkt werden, was deren Konkurrenzfähigkeit erhöht. Durch den Ersatz konventioneller Heizsysteme durch Erdwärmeheizsysteme werden CO₂-Emissionen in der Wärmeversorgung von Wohngebäuden reduziert.</p>		
<p>Zielgruppe:</p> <p>Hausbesitzer, Wohnungsbauunternehmen, Gemeinden</p>		

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem:

Bei dieser Maßnahme wird davon ausgegangen, dass jedes Jahr, von 2006 bis 2020, jeweils 20 % aller Neubauten und zu sanierenden Gebäuden mit oberflächennaher Geothermie als komplette Wärmeversorgung oder bei großen Wohnobjekten mit geothermischer Heizungsunterstützung ausgestattet wird.

Jahr	Neubau		Sanierung		Neubau	Sanierung
	1 FH [St.]	2 FH [St.]	1 FH [St.]	2 FH [St.]	MFH [WE]	MFH [WE]
2006	1.022	294	3.000	1.278	1.243	5.612
2010	5.111	1.471	15.001	6.389	6.216	28.059
2015	10.222	2.942	30.002	12.778	12.432	56.118
2020	15.333	4.413	45.003	19.167	18.648	84.177

Tab.:1

Treibhausgasminderungspotential:

Durch den Ersatz von konventioneller Gasheizung durch geothermische Wärmeversorgung werden CO₂ Emissionen, die sonst durch die Gasverbrennung entstehen, vermieden.

Insgesamt ergeben sich bei der Umstellung die folgende CO₂ –Minderungen in [kt CO₂ /a]:

Angeben ist die aufsummierte CO₂ Minderung über die Betriebszeit von 20 Jahren bezogen auf das Inbetriebnahmejahr. Bei den Mehrfamilienhäusern werden alle Wohneinheiten entweder als 10 WE oder als 100 WE betrachtet. Bei den 100 WE Modell ist die CO₂ Minderung geringer als bei den 10 WE Modell, das ist darin begründet, dass der Wärmebedarf zu einem geringeren Teil bei dieser Objektgröße von solarthermischen Heizsystemen gedeckt werden kann.

Jahr	Neubau		Sanierung		Neubau		Sanierung	
	1 und 2 FH		1 und 2 FH		10 WE	100 WE	10 WE	100 WE
	[kt CO ₂] 1 und 2 FH		[kt CO ₂] 1 und 2 FH					
	[kt CO ₂] MFH (Gebäude)		[kt CO ₂] MFH (Gebäude)					
	[kt CO ₂]		[kt CO ₂]					
2006	49,42	170,46	20,47	3,56	92,40	16,09		

2010	247,08	852,32	102,35	17,83	461,99	80,47
2015	494,17	1.704,64	204,69	35,65	923,98	160,97
2020	741,25	2.556,96	307,04	53,48	1.385,97	241,41

Tab.: 2

In der folgenden Tabelle ist die jährliche CO₂ Minderung angegeben. Diese ist geringer als die angegebene CO₂ Minderung in Tabelle 2, da die Minderung in Tabelle 3 nicht die gesamte Betriebszeit berücksichtigt, sondern nur bis zum Ende der Maßnahme 2020.

	Neubau	Sanierung	Neubau		Sanierung	
Jahr	1 und 2 FH					
	[kt CO₂] 1 und 2 FH					
	[kt CO₂] MFH (Gebäude)					
	[kt CO₂] MFH (Gebäude)					
	[kt CO₂]					
			10 WE	100 WE	10 WE	100 WE
2006	2,47	8,52	1,02	0,18	4,62	0,81
2010	12,35	42,62	5,12	0,89	23,10	4,02
2015	24,71	85,23	10,24	1,78	46,20	8,05
2020	37,06	127,85	15.352	2,67	69,30	12,07

Tab.: 3

Finanzieller Aufwand: Mehrkosten gegenüber dem Referenzsystem Gasheizung

Für die Ermittlung der Mehrkosten durch den Ersatz der konventionellen Gasheizung gegen eine geothermische Wärmeversorgung werden die Kosten miteinander verglichen.

Die Lebensdauer der Gas- und Wärmepumpenheizsystems beträgt 20 Jahre. Die Mehrkosten sind mit 4 % pro Jahr abdiskontiert.

Der finanzielle Mehrkosten stellen wie folgt dar:

	Neubau	Sanierung	Neubau MFH		Sanierung MFH	
Jahr	1 FH und 2 FH					
[Mio €]	1 und 2 FH					
[Mio €]	10 WE					
[Mio €]	100 WE					
[Mio €]	10 WE					
[Mio €]	100 WE					
[Mio €]						
2006	11.44	46.64	4.91	1.46	23.00	6.68
2010	57.14	233.02	24.45	7.31	114.50	33.41
2015	114.17	465.63	48.62	14.62	227.73	66.81
2020	171.08	697.85	72.50	21.92	339.67	100.19

Tab.:4

Bei einer Förderung der Gesamtinvestition über eine Wiedereinführung der Sonderabschreibung (§ 321 EStDV) und einem Grenzsteuersatz von 33 % ergeben sich in Tabelle 5 folgende Kosten der Maßnahme:

	Neubau	Sanierung	Neubau MFH		Sanierung MFH
Jahr	1 u. 2 FH				
[Mio €]	1 u 2 FH				

[Mio € 10 WE

[Mio € 100 WE

[Mio € 10 WE

[Mio € 100 WE

[Mio €

2006	8,12	29,92	1,28	0,13	5,97	0,60
2010	40,61	149,60	6,40	0,64	29,85	2,99
2015	81,21	299,21	12,80	1,28	59,71	5,97
2020	121,82	448,81	19,20	1,92	89,56	8,96

Tab.:5

Treibhausgas – Minderungskosten:

Die volkswirtschaftlichen mittleren Vermeidungskosten mit den abdiskontierten CO₂ – Emissionen betragen:

	Neubau		Sanierung		Neubau MFH		Sanierung MFH	
	1 u. 2 FH		1 u. 2 FH		10 WE	100 WE	10 WE	100 WE
Vermeidungskosten								
[€/t CO₂]	300	368	467	567	480	574		

Tab.: 6

Bei den EFH und ZFH erfolgt die Wärmeversorgung nur mittels Erdwärme. Bei den Mehrfamilienhäusern erfolgt die Wärmeversorgung mittels konventioneller Gasheizung mit Unterstützung durch Erdwärmeheizung. Der Anteil der Erdwärme ist bei den MFH mit 10 WE größer als bei den MFH mit 100 WE.

Wirkungstiefe:

Die Maßnahme beruht auf einer Finanzierung des Ersatzes von Gasheizung. Durch den jährlichen Austausch bis zum Jahr 2020 werden ca. 7 % aller Wohnhäuser mit Geothermieheizanlagen bzw. mit Unterstützung von geothermischen Heizanlagen ausgestattet sein.

Begleitwirkungen:

Die Kostensenkung könnte jedoch durch Technologieentwicklung, wie beispielsweise verschiedene Erdwärmesonden und ihre Länge, Wärmepumpen und Kältemitteln realisiert werden.

Längerfristige Bedeutung: Nach Ende der Maßnahmen werden ca. 7 % des Wohnungsbestandes in Hessen mit Erdwärmeheizsystemen ausgestattet sein.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. - grenzen):

Das Haupthindernis stellen die höheren Investitionskosten dar. Fehlendes und lückenhaftes Wissen über die Vor- und Nachteile von Erdwärmeheizsystemen stellt ein großes Hemmnis dar. Dies betrifft sowohl die Investitionskosten, Einsatzbereiche und Möglichkeiten der Erdwärme. Gerade bei einer neuen Technik wird häufig das Risiko in diese Technik zu investieren vermieden, stattdessen wird in bekannte Technik investiert.

Zur Realisierung ist es notwendig das Kostenhemmnis über Fördermaßnahmen abzuschwächen. Dies allein wird nicht ausreichen, begleitend sind Weiterbildungsmaßnahmen und Begehungen von bereits realisierten Anlagen anzubieten, um diese Technik im Bereich der Bauverantwortlichen weiter zu befördern.

Akteure: Landesregierung, Wohnungsbaugesellschaften, Träger von Weiterbildungsmaßnahmen.

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen:

Für ein Einfamilienhaus sind für ein Biomasseheizsystem über 1/3 höhere Gesamtkosten gegenüber eine konventionelle Gasheizung zu erwarten. Zur Realisierung dieser Maßnahme sind die höheren Kosten über eine Förderung bzw. Steuererleichterungen auszugleichen. Die Förderquote sollte im Verlauf der Maßnahme sinken. Je nach Kostenentwicklung der Biomasseanlagen ist die Höhe der Förderquote regelmäßig anzupassen. Dabei sind alle Beteiligten mit einzubinden.

Die höheren Kosten für ein Erdwärmeheizsystem könnten über eine Investitionskostenförderung bzw. Steuererleichterung (Sonderabschreibung) ausgeglichen werden.

Auch sind die Vorteile von Erdwärmeheizsystemen noch zu wenig verbreitet, hier ist Aufklärungsarbeit zu leisten bezüglich Kosten und Versorgungssicherheit.

Als flankierende Maßnahme ist eine Quotenregelung zu empfehlen, bei der ein bestimmter Anteil von neu errichteten Gebäuden mit einer Erdwärmeheizanlage auszustatten ist.

Über die Quotenregelung wird z.B. in örtlichen Bauordnungen festgelegt, dass z.B. 50 % aller Neubauten mit Erdwärmeheizanlagen ausgestattet werden müssen. Die Kontrolle über diese Quote ist über die Baugenehmigungen möglich. Bei Sanierungsmassnahmen kann die Quote an Erdwärmeheizanlagen über Fördermaßnahmen festgeschrieben werden. Bei der Quotenregelung fallen Mehrkosten an, die vom Bauträger zu finanzieren sind.

Priorität:

die Maßnahme hat höchste Priorität

Hinweis:

Bereich Industrie und Gewerbe

Bearbeitung: FhG isi, Karlsruhe

Maßnahmenvorschläge zur Reduzierung des Energieverbrauchs und zur CO₂-Minderung in Industrie und Gewerbe, Handel und Dienstleistung in Hessen

Die vorgeschlagenen Maßnahmen setzen an einer Reduktion der Energieintensität und insbesondere der Stromintensität an, um so zu einer verstärkten Entkopplung des Wirtschaftswachstums und des Energieverbrauchs zu kommen. Sie konzentrieren sich auf vom Land implementierbare Maßnahmen, überwiegend in kleinen und mittleren Unternehmen, da bei diesen die größten noch nicht vollständig umgesetzten wirtschaftlichen Potenziale erwartet werden. Die zehn vorgeschlagenen Maßnahmen betreffen zum einen den Stromverbrauch vor allem durch Motorenanwendungen, der durch den Einsatz effizienterer Technologien vermindert werden soll. Zum anderen betreffen sie den Gesamtenergieverbrauch, der durch eine verstärkte gekoppelte Erzeugung von Wärme und Strom reduziert werden soll. Ergänzend dazu werden Maßnahmen vorgeschlagen, die Informationsdefizite beseitigen sollen und eine Verhaltensänderung der Energieverbraucher zum Ziel haben. Die Maßnahmen im Einzelnen sind im Folgenden in standardisierter Form beschrieben.

Lokale und regionale Energieeffizienz-Netzwerke von Betrieben

Bei diesen Maßnahmen handelt es sich um die Einrichtung von Arbeitsgruppen aus Industrie- und Dienstleistungsbetrieben mit dem Zweck des Erfahrungsaustauschs und der gemeinsamen Festlegung und Verfolgung von Energieeffizienzzielen. Empfohlen wird eine Anschubförderung für mehrere regionale Gruppen als Pilotvorhaben mit wissenschaftlicher Begleitung. Zu den wesentlichen Elementen der Maßnahme gehören Datenerfassung zur energetischen Situation, Initialberatung vor Ort mit Grobanalyse und Empfehlungen, Festlegung eines Gruppenziels für Energieeffizienz- und CO₂-Reduktion, etwa vierteljährliche moderierte Arbeitstreffen der Teilnehmer, Zielüberprüfung, Teilnehmerbefragung, Öffentlichkeitsarbeit zwecks Bildung weiterer Gruppen. Die Maßnahme soll eine Senkung der Transaktionskosten und eine gegenseitige Motivation zu Energieeffizienzmaßnahmen bewirken.

Dieses Instrument hat sich seit vielen Jahren in der Schweiz und bei einem Pilotvorhaben in Baden-Württemberg bewährt.

Nr. IG 1	Maßnahmenkurztitel Energieeffizienz-Netzwerke	Ansatzpunkt: Einsparung von Strom und Brennstoffen
<p>1) Kurzbeschreibung</p> <p>Die Maßnahme beinhaltet die Einrichtung „lernender Netzwerke“ von Unternehmen auf lokaler oder regionaler Ebene, die an der Verbesserung ihrer Energieeffizienz interessiert sind.</p> <p>Sie umfasst die Zusammenstellung, Moderation und wissenschaftliche Begleitung einiger solcher Pilotgruppen mit jeweils 15 bis 20 Betrieben mit den folgenden Elementen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Initiative des Ministerium, der IHK oder von Wirtschaftsverbänden zur Rekrutierung eines Teilnehmerkreises und Bestimmung eines Gruppenleiters (Moderators) 2. Initialberatung in den Betrieben (Moderation und Initialberatung soll ein energietechnisch qualifizierter Beratender Ingenieur übernehmen) 3. gemeinsame Festlegung von Einsparzielen bzw. CO₂-Reduktionszielen 4. Erfahrungsaustausch in regelmäßigen Treffen über mögliche Maßnahmen und deren Umsetzung unter Beteiligung externer Fachleute, die spezielles aktuelles Wissen über Energieeffizienzpotenziale und -maßnahmen vermitteln 5. Überprüfung der Zielerreichung und Evaluation der Erfahrungen und des Ablaufs der Maßnahme <p>Die Pilotvorhaben sollen eine Anschubförderung sein, die zu solchen Initiativen in flächendeckender Form motivieren. Die Pilotgruppen sollen auf längere Dauer angelegt sein und sich später selbst tragen. Um einen Anstoß zu geben und den Aufwand für die begleitende Evaluation abzudecken, müssen die Gruppen über drei Jahre – in abnehmendem Umfang – gefördert werden.</p> <p>Mit diesem Instrument wurden in der Schweiz und in Baden-Württemberg (Region Hohenlohe) gute Erfahrungen gemacht. Anfang der 90er Jahre startete in der Schweiz eine erste Initiative mit Unternehmen auf lokaler Ebene unter dem Namen „Energie-Modell Schweiz“. Die ersten Gruppen wurden vom Bundesamt für Energie gefördert; spätere Initiativen haben sich mit dem Teilnehmerbeitrag selbst getragen. Derzeit bestehen rund 80 Gruppen. Das „Energiemodell Hohenlohe“ wird vom Umweltministerium Baden-Württemberg gefördert. Es wurde in der ersten Phase wissenschaftlich begleitet und ausgewertet.</p>		

2) Wirkungsansatz

Oft scheitert die Durchführung energiesparender Maßnahmen an zu hohen Informations- und Transaktionskosten. Dies gilt insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen, aber auch für Großbetriebe mit geringer Energieintensität. Das Interesse an Energieeffizienzverbesserung ist gering, wenn Energie nur als Hilfsfunktion wahrgenommen wird und der Anteil der Energiekosten an den Produktionskosten niedrig ist, so dass sie als gegeben und unvermeidbar, aber auch vernachlässigbar hingenommen werden. Die Transaktionskosten sind – gemessen an den vermeidbaren Energiekosten – im Zusammenhang mit Investitionsentscheidungen zur effizienten Energieanwendung relativ hoch.

Die Diffusion von Innovationen, die energiesparende Maßnahmen für die Betriebe häufig darstellen, erfolgt nicht nur durch lineare Informationsprozesse von einer Quelle über Multiplikatoren zu Empfängern, sondern auch durch interaktive Vernetzungen zwischen Marktakteuren. Durch das gemeinsame Lernen und den Erfahrungsaustausch soll eine Art Effizienz-Wettbewerb zwischen den Unternehmen angeregt werden.

3) Zielgruppe

Unternehmen im Industrie-, Gewerbe- und Dienstleistungssektor verschiedener Branchen und Größen, wobei auf eine gewisse Homogenität der energietechnischen Voraussetzungen geachtet werden sollte, damit die behandelten Themen für alle Beteiligten interessant sind. Rein brancheninterne Gruppen sollten aber wegen der Konkurrenzsituation vermieden werden. Es wird sich vor allem um Betriebe mit relativ niedrigem Energiekostenanteil handeln, da Betriebe mit hohem Energiekostenanteil meist über eigenes energietechnisches Personal verfügen und daher die genannten Hemmnisse nicht aufweisen.

4) Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Als Annahmen für die Abschätzungen werden die bisherigen Erfahrungen und Ergebnisse des „Modells Hohenlohe“ zugrunde gelegt.

Annahmen: 5 Pilotvorhaben mit jeweils 15 bis 20 Betrieben, Einrichtung der Gruppen ab Mitte 2006, Förderung bis 2009, ab 2009 Einrichtung weiterer Gruppen auf Initiative der Wirtschaft, ohne Förderung. Es wird davon ausgegangen, dass die Maßnahme einen Multiplikatoreffekt hat und dadurch bis 2012 etwa 20 Gruppen mit insgesamt 350 Betrieben entstehen. Das Einsparpotenzial wird mit rund 7 % pro Betrieb angenommen, die jeweils in den ersten drei Jahren der Arbeit der Netzwerke sukzessive ausgeschöpft werden. Danach ist etwa ein weiteres Prozent Einsparung pro Jahr erreichbar.

Die Annahmen und Ergebnisse sind im Anhang auf den Seiten 1 und 2 zusammenfassend dargestellt.

Ausgangsannahme: Energieverbrauch 2005 pro Betrieb 5,6 GWh /a

Effekt 2012: 106 GWh eingesparte Energie, davon zwei Drittel Strom.

5) Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Das Einsparpotenzial wurde mit Emissionsfaktoren von 750 g/kWh eingesparter Elektrizität und 250 g/kWh eingesparter Wärme bewertet. Die Aufteilung erfolgte zu einem Drittel auf Wärme und zu zwei Dritteln auf Strom (entsprechend den Ergebnissen im Modell Hohenlohe).

Effekt 2009: 20.600 t CO₂

Effekt 2012: 91.100 t CO₂

Die Unsicherheit der Abschätzung ist relativ hoch, da die Wirkung dieser Maßnahme, d. h. die Bereitschaft der Betriebe, in solchen Netzwerken mitzuwirken und energiesparende Maßnahmen umzusetzen, stark von externen Faktoren, wie z. B. den Energiepreisen oder der wirtschaftlichen Situation, abhängt. Die Multiplikatorwirkung, z. B. durch Öffentlichkeitsarbeit, auf andere Betriebe, die nicht in den Pilot-Netzwerken organisiert sind, lässt sich nicht abschätzen.

6) Finanzieller Aufwand

Land: In der 1. Phase Anschubfinanzierung pro Gruppe für Moderation, Initialberatung wissenschaftliche Begleitung der Pilotaktionen im ersten Jahr rund 80.000 €, danach 40.000 €/Jahr; für die ersten Gruppen nach drei Jahren keine Förderung mehr. In der 2. Phase keine Förderung mehr durch das Land. Für die zweite Phase werden niedrigere Gesamtkosten angenommen als für die 1. Phase, da die Begleitforschung entfällt. Insgesamt hat das Land Kosten von 260.000 €

Teilnehmende Betriebe: Neben dem Zeitaufwand, den die Betriebe mit der Maßnahme haben, wird davon ausgegangen, dass sie einen finanziellen Beitrag von rund 1.500 € pro Betrieb und Jahr leisten, der ggf. nach Betriebsgröße gestaffelt sein kann. In der Anlaufphase 2006 werden 3.000 € pro Betrieb angesetzt (häufigere Treffen und Anlaufkosten, später können gewonnene Erfahrungen genutzt werden). Insgesamt entfallen auf die Betriebe bis 2012 rund 2,7 Mio. €

Wirtschaftsorganisationen, z. B. Industrie- und Handelskammern: Es wird ein Beitrag ab dem 4. Jahr erwartet (an Stelle der Landesförderung), insgesamt bis 2012 rund 690.000 €

7) Treibhausgas-Minderungskosten

Die volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten, ermittelt mit den abdiskontierten CO₂-Emissionen, betragen -83 €/t CO₂; das heißt, die eingesparten Energiekosten sind höher als die Kosten der Maßnahme. Rechnet man mit einer bleibenden Differenz zwischen dem Energieverbrauch der Unternehmen, die an den Netzwerken teilnehmen, und solchen, die nicht teilnehmen, ergeben sich Einspareffekte über das Jahr 2012 hinaus.

8) Wirkungstiefe

Indirekte Wirkung: die vereinbarten Maßnahmen müssen von den Betrieben umgesetzt werden.

Multiplikatorwirkung auf die Bildung weiterer Netzwerke, die nicht bezuschusst werden müssen.

9) Begleitwirkungen

Verbesserung des Energiemanagements in den Betrieben führt zu einem besseren Gesamtmanagement.

10) Längerfristige Bedeutung

Die Einrichtung solcher Netzwerke ist längerfristig von Bedeutung, sie müssen aber nicht mehr bezuschusst werden, wenn sie zum Selbstläufer geworden sind, so wie dies etwa in der Schweiz der Fall war. Initiative und Organisation können auch von Organisationen der Wirtschaft oder von einem Ingenieurbüro, einer Energieagentur etc. in Eigenregie übernommen werden.

11) Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Hemmnisse können sich aufgrund der Entwicklung der Rahmenbedingungen ergeben, wenn z. B. infolge stagnierender Energiepreise und gleichzeitiger Zunahme wirtschaftlicher Schwierigkeiten das Interesse an Energieeffizienzverbesserungen zurückgehen würde. Der Erfolg der Maßnahme setzt eine gute Öffentlichkeitsarbeit voraus, um die Ergebnisse der ersten Pilotgruppen bekannt zu machen.

12) Akteure

Land: Bereitstellung der Fördermittel

Betriebe: Kooperation in den Netzwerken

Wirtschaftsorganisationen: finanzielle und ideelle Unterstützung

13) Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

1. Initiierung durch das Land, eine Wirtschaftsorganisation oder einen anderen Akteur
2. Zusammenschluss von 15 bis 20 Unternehmen einer Stadt oder Region
3. Moderation der Gruppe durch einen erfahrenen Beratenden Ingenieur
4. Initialberatungen in den Betrieben
5. Festlegung eines gemeinsamen Energieeffizienz- und CO₂-Reduktionsziels
6. Erarbeitung firmenspezifischer Maßnahmenpläne, Erfahrungsaustausch, gegenseitige Erfolgskontrolle

Flankierende Maßnahme: Öffentlichkeitsarbeit

14) Priorität

hoch

15) Hinweis

Energiesparwochen zur Stromeinsparung in Verwaltungsgebäuden

Die Maßnahme beinhaltet das Angebot der Durchführung von Energiesparwochen nach einem ausgearbeiteten Konzept mit vielfältigen Materialien und Aktivitäten, vorwiegend in Verwaltungsgebäuden, mit Schwerpunkt auf Stromeinsparung und verhaltenorientierten Maßnahmen. Vorbilder sind: Energiesparwochen in der Schweiz, im Impulsprogramm RAVEL NRW und in einigen Stadtverwaltungen. Ziel ist die Sensibilisierung der Mitarbeiter für Energieverbrauch und Energieeinsparung am Arbeitsplatz und im Privathaushalt. Außerdem sollen die Verantwortlichen in Verwaltung, EDV etc. gesondert angesprochen werden.

Nr.	Maßnahmenkurztitel	Ansatzpunkt:
2	Energiesparwochen in Verwaltungsgebäuden	Einsparung von Strom und Brennstoffen
<p>1) Kurzbeschreibung</p> <p>Es soll die Durchführung von Energiesparwochen gefördert werden. Dazu ist ein Konzept mit Materialien und Aktivitäten auszuarbeiten, dessen Umsetzung öffentlichen und privaten Verwaltungen angeboten wird. Der Schwerpunkt liegt auf Kleininvestitionen (z. B. Rohrleitungsdämmung, Zeitschaltuhren, Durchflussbegrenzer bei der Warmwasserbereitung, Energiesparlampen, Helligkeitsregelungen) und verhaltensorientierten Maßnahmen (z. B. richtige Wahl der Vorlauf- und der Raumtemperatur mit temporärer Absenkung, regelmäßige Wartung von Anlagen und Geräten, richtiges Lüften, temporäres Abschalten von Heizungspumpen, bedarfsgerechter Betrieb der Lüftungs- und Klimaanlage, Begrenzung der Warmwassertemperatur, bedarfsorientiertes Einschalten der Beleuchtung, Reinigen von Reflektoren und Lampen, Vermeidung des Leerlaufbetriebs von Elektrogeräten, gezieltes Abschalten einiger Geräte und die Nutzung von Powermanagement-Systemen) in fünf branchenübergreifenden Querschnittsbereichen: Heizung, Kühlung und Klimatisierung, Warmwasserbereitung, Beleuchtung und Elektrogerätenutzung. Die Informationen sollen sich sowohl an Endnutzer, z. B. Mitarbeiter, und an „Organisatoren“, z. B. Hausmeister, Betriebsleiter oder EDV-Verantwortliche, richten.</p> <p>Ein Schwergewicht sollte auf der Stromeinsparung liegen. Im Dienstleistungssektor und in Verwaltungsgebäuden der Industrie steigt der Stromverbrauch stark an. Auf EU-Ebene wird ein durchschnittliches Wachstum des Stromverbrauchs von 2 % pro Jahr im Dienstleistungsbereich geschätzt, wobei ein Anstieg des Anteils des Stroms am gesamten Energieverbrauch von 36 % im Jahr 2000 auf 47 % im Jahr 2030 erwartet wird. Ein wesentlicher Faktor beim Stromverbrauch in Verwaltungsgebäuden sind elektronische Bürogeräte, aber auch die Beleuchtung und die Klimatisierung von Räumen.</p> <p>In großem Umfang wurden „Energiesparwochen“ bisher in der Schweiz und in Nordrhein-Westfalen durchgeführt. Einzelne Aktionen gab es auch von der KEBAB, im Wetterau-Kreis und in den Stadtverwaltungen Frankfurt und Kiel. Mit den Maßnahmen wurden durchweg gute Erfahrungen gemacht. Während in der Schweiz die durchführenden Unternehmen und Verwaltungen einen finanziellen Beitrag für die Organisation je nach Umfang der Aktivitäten in Höhe von bis zu 15.000 SFr. bezahlten, sind die Betriebe nach den Erfahrungen in NRW nicht bereit, einen finanziellen Beitrag zu leisten, so dass die gesamte Finanzierung durch das Land erfolgen müsste. Eine Evaluation in NRW ergab eine hohe Zufriedenheit der durchführenden Betriebe und eine längerfristige Wirksamkeit. Langjährige Erfahrungen mit Energiesparwochen liegen auch in der Schweiz vor. Sie zeigen, dass nach Ende der Aktionswochen die Einsparerfolge zwar zurückgehen, der Energieverbrauch aber dennoch auf niedrigerem Niveau als vor der Maßnahme bleibt.</p> <p>Gegenüber dem Konzept in NRW könnte die Thematik auch vom Strom- auf den Heizungs- und Lüftungsbereich ausgedehnt werden (Raumtemperaturen, Fensterlüftung etc.).</p>		

2) Wirkungsansatz

Im Dienstleistungssektor treten einige wesentliche Hemmnisse für die Durchführung energiesparender Investitionen und verhaltensbezogener Maßnahmen auf, die mit den sozioökonomischen Rahmenbedingungen in diesem Sektor zusammenhängen. Der Energiekostenanteil an den Gesamtkosten ist relativ gering, und Energieaspekte gehören nicht zum Kerngeschäft. Die Transaktionskosten für die Informationsbeschaffung wirken prohibitiv, die Rentabilität von Einsparmaßnahmen oder Energiemanagement kann nicht ausreichend eingeschätzt werden. Interne Entscheidungsprozesse und Investitionsprioritäten oder auch unterschiedliche Verantwortungsbereiche für Investitionen und Betrieb können hemmende Faktoren darstellen. Schließlich haben auch die Nutzer – d. h. die Angestellten am Arbeitsplatz – nur begrenztes Interesse an Energieeinsparung, da sie die Energiekosten nicht selbst tragen.

Die Maßnahme zielt daher auf eine allgemeine Bewusstseinsbildung für Energienutzung und -einsparung in Verwaltungen. Mitarbeiter und Entscheidungsträger sollen zum sparsamen Umgang mit stromverbrauchenden Anlagen und Einrichtungen und die Verantwortlichen zur Durchführung geeigneter Maßnahmen motiviert werden. Es sollen kurzfristig wirksame Kleininvestitionen angestoßen werden. Schließlich soll versucht werden, über Themen der Energieeinsparung im Privatbereich auch Interesse für das Energiesparen am Arbeitsplatz zu wecken.

3) Zielgruppe

Mitarbeiter in größeren Verwaltungsgebäuden der Wirtschaft, Hausmeister, EDV-Verantwortliche, Verwaltungsleiter etc.

4) Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Es wird vorgeschlagen, ein Ingenieurbüro, eine Energieagentur, eine Forschungseinrichtung o. ä. im ersten Jahr mit der Erstellung eines Konzepts (oder der Anpassung eines vorhandenen Konzepts) zu beauftragen und es ab dem 2. Jahr von dieser Institution oder einem anderen Träger mit breiter Öffentlichkeitsarbeit den Verwaltungen in Hessen anzubieten.

Durch verhaltensorientierte Maßnahmen und Kleininvestitionen kann der Brennstoffverbrauch um 20 % und der Stromverbrauch um 30 % gesenkt werden. Davon kann allerdings nur ein kleiner Teil auf Dauer ausgeschöpft werden, weil verhaltensorientierte Maßnahmen nach einiger Zeit wieder in Vergessenheit geraten. Es wird angenommen, dass an Brennstoffen 1 % und an Strom 5 % Einsparung pro Jahr pro teilnehmendem Unternehmen ausgeschöpft werden.

Ferner wird davon ausgegangen, dass ab 2007 jährlich 20 Energiesparwochen, d. h. bis 2012 insgesamt 120 Aktionen durchgeführt werden. Als durchschnittlicher Energieverbrauch pro Unternehmen mit rund 100 Beschäftigten werden 500.000 kWh Strom und 700.000 kWh Brennstoffe jährlich unterstellt.

Als Effekt bis 2012 wird geschätzt, dass kumuliert durch die gesamte Maßnahme 10,5 GWh Strom und knapp 3 GWh an Brennstoffen eingespart werden. Bei einer guten Öffentlichkeitsarbeit, durch die Einsparerfolge bekannt gemacht werden, sind Multiplikatoreffekte auf andere Betriebe zu erwarten. Durch die Thematisierung der Einsparmöglichkeiten für den Privathaushalt in den Mitarbeiterinformationen können weitere Potenziale ausgeschöpft werden, die jedoch hier nicht abschätzbar sind.

Die Annahmen und Ergebnisse sind im Anhang auf den Seiten 3 bis 4 dargestellt.

5) Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Das Einsparpotenzial wurde mit Emissionsfaktoren von 750 g/kWh eingesparter Elektrizität und 250 g/kWh eingesparter Wärme bewertet.

Bis 2012 können in den einbezogenen Gebäuden 740 t CO₂ reduziert werden.

Die Unsicherheit der Abschätzung ist relativ hoch, da die Langzeitwirkung dieser Maßnahme, die vor allem auf Verhaltensänderungen abzielt, nur gewährleistet ist, wenn nach einigen Jahren an die Einsparmöglichkeiten erinnert wird. Es ist nicht absehbar, in welchem Ausmaß dies von den Betrieben umgesetzt wird. Die Multiplikatorwirkung, z. B. durch Öffentlichkeitsarbeit, auf andere Betriebe, die nicht am Programm beteiligt sind, lässt sich nicht abschätzen.

6) Finanzieller Aufwand

Land: Erstellung bzw. Anpassung von Konzept und Materialien ca. 100.000 €, zwei ständige Personalstellen in einer Landeseinrichtung oder einer beauftragten Institution für die Durchführung in den Unternehmen vor Ort.

Teilnehmende Betriebe: Zeitaufwand für die Durchführung (rund eine Arbeitswoche im Durchschnitt), evtl. finanzielle Beteiligung nach einigen Pilotdurchführungen (d. h. ab dem 2. Jahr) in Höhe von 2.000 € pro Betrieb und Aktion.

7) Treibhausgas-Minderungskosten

Die volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten betragen insgesamt -7 €/t CO_2 , die betriebswirtschaftlichen Kosten -24 €/t CO_2 ; das heißt, die eingesparten Energiekosten sind höher als die Kosten der Maßnahme. Die Kosten für das Land betragen 48 €/t CO_2 . Rechnet man mit einer bleibenden Differenz zwischen dem Energieverbrauch der Unternehmen, die eine Energiesparwoche durchführten, und denen, die nicht an diesem Programm teilnehmen, ergeben sich Einspareffekte über das Jahr 2012 hinaus.

8) Wirkungstiefe

Indirekte Wirkung: Die Betriebe bzw. ihre Mitarbeiter müssen die empfohlenen Maßnahmen umsetzen; Multiplikatorwirkung bei geeigneter Öffentlichkeitsarbeit auf andere Unternehmen.

9) Begleitwirkungen

Multiplikatorwirkung auf Energieeinsparung im Bereich privater Haushalte; Verbesserung des Energiemanagements in den Betrieben führt zu einem besseren Gesamtmanagement.

10) Längerfristige Bedeutung

Die Maßnahme wirkt im individuellen Fall nicht auf Dauer, da Verhaltensmaßnahmen immer wieder angestoßen werden müssen. Energiesparwochen sollten von Zeit zu Zeit wiederholt werden. Es bietet sich an, die Betriebsleiter oder Verantwortlichen zu schulen, damit sie die Aktivitäten auch in Eigenregie durchführen können. Die langfristige Bedeutung der Maßnahme, die sich stark auf den Stromverbrauch konzentriert, nimmt in Zukunft eher zu, hängt aber davon ab, wie hoch der Einfluss von Verhaltensmaßnahmen und möglichen Kleininvestitionen sein wird.

11) Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

In Nordrhein-Westfalen ist ein solches Angebot der Energieagentur NRW sehr gut angenommen worden. In den unterschiedlichsten Branchen mit typischem Verwaltungscharakter wurden zahlreiche Energiesparwochen durchgeführt. Mit ähnlichem Interesse ist in Hessen zu rechnen. Studien zeigen, dass organisatorische Maßnahmen zur Energieeinsparung im Bürobereich nicht an Bedeutung verlieren werden, insbesondere zur Einsparung von Stromkosten, die diejenigen für die Heizung in Verwaltungen in der Regel übersteigen.

Hemmnisse können sich aufgrund der Entwicklung der Rahmenbedingungen ergeben, wenn z. B. infolge stagnierender Energiepreise und gleichzeitiger Zunahme wirtschaftlicher Schwierigkeiten das Interesse an Energieeffizienzverbesserungen zurückgehen würde. Der Erfolg der Maßnahme setzt eine gute Öffentlichkeitsarbeit voraus, um die Ergebnisse der Pilotaktionen bekannt zu machen.

12) Akteure

Land: Beauftragung der Konzeption und der Durchführung vor Ort

Betriebe: Unterstützung und Beteiligung an der Durchführung

Wirtschaftsorganisationen, Verbände: für die Bekanntmachung von Erfolgen und ggf. wenn die Bewerbung des Angebots erforderlich ist.

13) Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

1. Erstellung bzw. Beauftragung der Erstellung eines Konzepts oder Übernahme vorhandener Konzepte und deren Anpassung (Schweiz, NRW)
2. Werbemaßnahmen zur Gewinnung interessierter Unternehmen für Pilot-Durchführungen
3. Pilot-Durchführung einiger Energiesparwochen und Auswertung der Erfahrungen
4. umfassende Bekanntmachung, auch über Verbände etc.
5. breite Durchführung und begleitende Öffentlichkeitsarbeit zur Erzielung von Multiplikatoreffekten

Bausteine einer Energiesparwoche können z. B. sein:

- Informationsstand, Materialien wie Broschüren, Plakaten, Aufklebern etc.
- ein Rundgang durch Büros mit Empfehlungen am Arbeitsplatz
- Referenzmessung Stromverbrauchsmessung während der Aktionswoche
- Preisrätsel, um auf die Aktion aufmerksam zu machen
- Ideenwettbewerb, der die Mitarbeiter zu Energiespar-Vorschlägen motiviert
- Workshop „Energieoptimierung“ und andere Schulungsangebote
- Aufnahme in eine „Liste fortschrittlicher Einkäufer“
- Beratung der Mitarbeiter zur Senkung ihres Haushaltsstromverbrauchs
- Vorschläge für Pressemitteilungen

Flankierende Maßnahme: Öffentlichkeitsarbeit

14) Priorität

mittel

15) Hinweis

Förderung von Energiedienstleistungen in Industrie und GHD (Wärmelieferung, Energiespar-Contracting etc.)

Vorgeschlagen wird eine Kampagne für Energiedienstleistungen mit Vorstellung gelungener Beispiele, Motivationsreferaten bei Fachverbänden auf Anwenderseite, öffentlichkeitswirksame Auswertung innovativer Projekte in Landeseinrichtungen und Betrieben (z. B. Druckluft-, Energiespar-Contracting, Wärme- und Kältelieferung in Gebäuden mit Mischnutzung).

Nr.	Maßnahmenkurztitel	Ansatzpunkt:
3	Förderung von Energiedienstleistungen	Einsparung von Strom und Brennstoffen
<p>1) Kurzbeschreibung</p> <p>Die Maßnahme beinhaltet die Förderung einer stärkeren Marktdiffusion von Energiedienstleistungen oder Contracting-Modellen. Ein externes Fachunternehmen übernimmt unterschiedliche Elemente von Energiedienstleistungen: Planung, technische Ausführung, Betrieb, Wartung, Instandhaltung und Finanzierung energietechnischer Anlagen. Im Bereich von Industrie und Gewerbe besteht heute noch ein erhebliches Potenzial für Contracting-Angebote, das noch nicht genutzt wird.</p> <p>Gefördert werden sollen nicht Contracting-Vorhaben selbst, sondern Maßnahmenpakete, um die Modelle besser bekannt zu machen. Dafür kommen folgende Elemente in Betracht:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erstellung von Broschüren für Anwender und Anbieter • Motivationsreferate über erfolgreiche Contracting-Projekte auf Verbands- und Kammerveranstaltungen • Veröffentlichung von Fachartikeln über Verfahren und erfolgreiche Projekte • begleitende Evaluierung von Projekten, um weitere Positivbeispiele zusammenstellen zu können <p>Pilotvorhaben selbst können im entsprechenden Landesprogramm gefördert werden (Richtlinien nach § 5-8 Hessisches Energiegesetz).</p>		
<p>2) Wirkungsansatz</p> <p>Durch Contracting-Angebote können zahlreiche Hemmnisse überwunden werden, die vor allem bei kleineren Betrieben oft gemeinsam auftreten: geringe energietechnische Kenntnisse, wenig Information und Marktüberblick über Möglichkeiten zur rationellen Energienutzung, relativ hohe Transaktionskosten für Informationsbeschaffung und Entscheidungsfindung, fehlende Finanzmittel oder andere Investitionsprioritäten, zu wenig Zeit für die Beschäftigung mit Energiefragen im Betriebsalltag und Befürchtung möglicher Risiken hinsichtlich Funktionsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit neuer Techniken.</p> <p>Contracting-Modelle werden von den Betrieben nur zögernd angenommen, am ehesten noch von größeren Unternehmen, Kommunen und Landesverwaltungen. Kleinere Betriebe können sich oft nicht vorstellen, dass Dritte in ihren Betrieben tätig werden und Teile ihrer Einrichtung, z. B. der Heizraum oder der Wärmeerzeuger, in deren Eigentum übergehen, es sei denn, überzeugende</p>		

Wirtschaftlichkeitsnachweise für solche Lösungen wären gegeben.

Es gibt allerdings auch noch zu wenig Anbieter von Contracting-Modellen. Viele konzentrieren sich auf den öffentlichen Bereich. Für die meisten Contracting-Anbieter kommen infolge der hohen Akquisitions- und Transaktionskosten eher größere Projekte und damit größere Betriebe und Einrichtungen als Kunden in Betracht. Bei kleineren Kunden sind eine Standardisierung und die Konzentration auf weit verbreitete Querschnittstechnologien für den Anbieter erforderlich. In Frage kommen z. B. Wärmeerzeuger (Heizkessel), kleine Heizkraftanlagen, Kälteerzeugung und Beleuchtung.

Eine Initiative für kleinere Anbieter von Wärmedienstleistung durch Heizungsfirmen, Installateure und Ingenieurbüros erfolgte durch den Verband für Wärmelieferung. Jedoch werden von den darin organisierten Wärmelieferanten bisher hauptsächlich Wohngebäude versorgt. Betriebsgebäude sind nur selten vertreten, obwohl sich gerade auch für die gemischte Nutzung von Gebäuden, z. B. durch Läden, Werkstätten, kleine Büros und Wohnungen eine qualifizierte fachliche Betreuung z. B. der Heizanlage anbietet, da sich häufig niemand dafür verantwortlich fühlt.

3) Zielgruppe

Im Prinzip alle Betriebe, die Maßnahmen sollten jedoch zielgruppenspezifisch (Branchen) und technikspezifisch (z. B. Heizanlage, Dampferzeugung, KWK, Beleuchtung etc.) konzipiert werden.

4) Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Das nicht ausgeschöpfte Contracting-Potenzial in Betrieben wird auf gut 1 Mio. Projekte bundesweit geschätzt; dies bedeutet für Hessen rund 80.000 Projekte.

Aufgrund der unterschiedlichen Anwendungsbereiche für das Contracting ist eine Abschätzung der quantitativen Wirkungen und Kosten nicht möglich.

5) Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

6) Finanzieller Aufwand

Land: Kosten für Erstellung der Broschüren, Aufwand für die Koordination der Ausarbeitung von Artikeln (es wird davon ausgegangen, dass diese von Fachleuten verfasst werden, die selbst an Veröffentlichungen interessiert sind), Beauftragung eines Forschungsinstituts für die Evaluierung von Projekten, Kosten für Öffentlichkeitsarbeit, Zeitaufwand für Gespräche mit Wirtschaftsorganisationen und Contracting-Anbietern

Wirtschaftsorganisationen: Beteiligung an den Maßnahmen

7) Treibhausgas-Minderungskosten

8) Wirkungstiefe

Die Elemente haben eine indirekte Wirkung: Contracting-Projekte müssen erst umgesetzt werden, um zu Energieeinsparungen zu führen.

<p>9) Begleitwirkungen</p> <p>Zusätzliches wirtschaftliches Betätigungsfeld für Ingenieurbüros, Hersteller, Handwerksbetriebe, Energieversorger, Dienstleistungsgesellschaften.</p>
<p>10) Längerfristige Bedeutung</p> <p>Energiedienstleistungen werden längerfristig an Bedeutung zunehmen; ob sie zum „Selbstläufer“ werden, ist nicht abzusehen.</p>
<p>11) Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)</p> <p>Die Maßnahmen müssen für Contractor und Contracting-Nehmer wirtschaftlich sein.</p>
<p>12) Akteure</p> <p>Land: Materialien, Veröffentlichungen, Evaluierung, Anstöße</p> <p>Betriebe: Potenzielle Energiedienstleistungsanbieter, Contracting-Nehmer</p> <p>Wirtschaftsorganisationen, Verbände: aktiv unterstützende Maßnahmen</p>
<p>13) Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Erstellung von Broschüren für Anwender und Anbieter 2. Motivationsreferate über erfolgreiche Contracting-Projekte auf Verbands- und Kammerveranstaltungen 3. Veröffentlichung von Fachartikeln über Verfahren und erfolgreiche Projekte 4. begleitende Evaluierung von Projekten, um weitere Positivbeispiele zusammenstellen zu können.
<p>14) Priorität</p> <p>hoch</p>
<p>15) Hinweis</p>

Druckluft-Effizienz für Industrie und Gewerbe

Die Maßnahme beinhaltet die Weiterführung der bundesweiten Kampagne „Druckluft effizient“ – durchgeführt in Zusammenarbeit von dena, Fraunhofer ISI und VDMA – auf regionaler Ebene. Ziel ist, Unternehmen zu Energieeffizienzmaßnahmen bei der Druckluftanwendung zu motivieren und sie durch Information und Beratung zu unterstützen. Zur Ergänzung wird ein Pilotvorhaben vorgeschlagen: eine beispielhafte Sanierung einer Druckluftanlage in einem Betrieb, messtechnische Begleitung und öffentlichkeitswirksame Vermittlung der Ergebnisse.

Nr.	Maßnahmenkurztitel	Ansatzpunkt:
4	Druckluft-Effizient-Kampagne für Industrie und Gewerbe auf Landesebene	Einsparung von Strom
<p>1) Kurzbeschreibung</p> <p>Die Maßnahme beinhaltet eine Vertiefung und Fortsetzung der bundesweiten Kampagne „Druckluft effizient“, die von der Deutschen Energie-Agentur, dem Fraunhofer ISI und dem VDMA durchgeführt wurde. Auf Landesebene können die Betriebe noch gezielter angesprochen werden.</p> <p>Ziel der bundesweiten Kampagne war es, die Betriebe für Energieeffizienz-Potenziale im Druckluftbereich zu sensibilisieren und den Druckluftanwendern Unterstützung bei der Optimierung der Druckluftversorgung zu geben. Eine europäische Studie hatte wirtschaftliche Einsparpotenziale von 33 % im Bereich der Druckluftversorgung ergeben (Leckagenbeseitigung rund 16 %; weitere Schwerpunkte: Gesamtsystemauslegung, verbesserte Antriebe, Wärmerückgewinnung), die von den Betrieben kaum wahrgenommen und wegen Informationsdefiziten und anderer überwiegend organisatorischer Hemmnisse nicht ausgeschöpft werden.</p> <p>In Hessen verbrauchen rund 3.200 Druckluftanlagen (durchschnittlich eine Anlage pro Industriebetrieb) jährlich etwa 750 Mio. kWh Strom, das Optimierungspotenzial liegt somit bei rund 250 Mio. kWh.</p> <p>Von der bundesweiten Kampagne stehen Instrumente und Materialien zur Verfügung, die auch in Hessen genutzt werden können, z. B. Informationsbroschüren zu einzelnen Aspekten der Druckluftversorgung, Leitfaden zum Druckluft-Contracting, Analyse-Programm „Lebenszykluskosten“. Außerdem wird das „Druckluft-Benchmarking“ im Internet auch nach Ende der bundesweiten Kampagne aufgrund einer in der Schweiz startenden Initiative weiter gepflegt.</p> <p>Spezifisch für Hessen werden folgende Elemente vorgeschlagen:</p> <ul style="list-style-type: none">• Hotline und Angebot von Initialberatungen (kostenfrei für die Betriebe)• Schulung von Beratern zum Thema Druckluft-Effizienz• Bereitstellung eines Überblicks über das Angebot an geschulten Beratern• Unterstützung bei der Interpretation der Benchmarking-Ergebnisse (Hotline)• beispielhafte Sanierung einer Druckluft-Anlage mit messtechnischer Begleitung und Verbreitung der Ergebnisse an entsprechende Zielgruppen in Industrie und Gewerbe.		

2) Wirkungsansatz

Ziel ist, Geschäftsführer und Betriebsleiter auf das Druckluft-Thema aufmerksam zu machen und sie zu überzeugen, dass sich Effizienzmaßnahmen lohnen:

- Bewusstseinsbildung
- Darstellung von Schwachstellen im Druckluftsystem
- Nachweis der Durchführbarkeit und Effizienz von Verbesserungsmaßnahmen am Beispiel eines konkreten Betriebs
- vielfältige Verbreitung der Ergebnisse und damit verbundene Motivation der Zielgruppen

Es sollen die verbreiteten Hemmnisse überwunden werden:

- organisatorischer Art: fehlende Kostenzuordnung, unklare Zuständigkeiten, unzureichende Reparaturen, um Ausfallzeiten zu minimieren
- wirtschaftlicher Art: fehlende Kenntnis über den Energiekostenanteil, fehlende Messeinrichtungen, fehlendes Kapital für die Anschaffung effizienterer Anlagen
- technischer Art: unzureichende Wartung, Überdimensionierung bei der Neuplanung, unzureichender Informationsstand bei der Auswahl von Neuanlagen.

3) Zielgruppe

Alle Betriebe mit Druckluft-Nutzung, z. B. Kfz-Gewerbe, Metallverarbeitung, Chemische Industrie, Glasindustrie, Holzverarbeitung.

4) Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Es handelt sich um eine indirekt wirksame Maßnahme: Die Information muss in den Betrieben entsprechend umgesetzt werden. Aufgrund der Vielschichtigkeit der Komponenten der Maßnahme sind die Wirkungen nur schwer quantifizierbar. Die Ausstrahlung des Pilotvorhabens auf eine verbreitete Durchführung von Effizienzmaßnahmen ist nicht abschätzbar. Eine grobe Abschätzung wurde dennoch versucht.

Nach vorliegenden Erfahrungen führen die Betriebe in aller Regel Effizienz-Maßnahmen durch, wenn sie beraten worden sind. Wenn ca. 10 % der hessischen Betriebe erreicht werden (ca. 300 Initialberatungen) und diese das Potenzial zu 50 % ausschöpfen, würde dies eine Einsparung von rund 46 GWh Strom bis 2012 bedeuten.

5) Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Das Einsparpotenzial wurde mit einem Emissionsfaktor von 750 g/kWh eingesparter Elektrizität bewertet. Daraus ergibt sich bis 2012 ein Reduktionseffekt von 35.000 t CO₂ (abdiskontiert 30.000 t).

Die Unsicherheit der Abschätzung ist relativ hoch (siehe Ziffer 4).

6) Finanzieller Aufwand

Land: Initialberatung von 300 Betrieben (rund 300.000 €), 50 % der Investitionskosten der Pilotanlage (rund 50.000 €), 50.000 € für Konzeption, Begleitung und Verbreitung.

Pilotbetrieb (Druckluftanlage mit rund 400 kW): 50 % der Investitionskosten (rund 50.000 €), Zeitaufwand für die Durchführung.

Wirtschaftsorganisationen, vor allem IHK, HK: Unterstützung bei der Durchführung, Verbreitungsmaßnahmen.

7) Treibhausgas-Minderungskosten

Die volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten betragen 14 €/t CO₂ und die betriebswirtschaftlichen Vermeidungskosten -7 €/t CO₂ (abdiskontiert). Das Land hat Kosten von 10 €/t CO₂.

8) Wirkungstiefe

Die Elemente haben eine indirekte Wirkung: die Betriebe müssen die empfohlenen Effizienzmaßnahmen umsetzen; große Multiplikatorwirkung bei geeigneter Öffentlichkeitsarbeit.

9) Begleitwirkungen

Betriebe werden auf das Thema der rationellen Energienutzung insgesamt aufmerksam. Nachweislich wurden Teilnehmer an der bundesweiten Druckluft-Messkampagne angeregt, auch andere Energieverbrauchsschwerpunkte im Betrieb zu untersuchen (z. B. Beleuchtung, Warmwasser, Motoren) und Effizienz-Maßnahmen durchzuführen. Zusätzliches wirtschaftliches Betätigungsfeld für Berater, z. B. Ingenieurbüros.

10) Längerfristige Bedeutung

Druckluft wird auch längerfristig eine häufig genutzte und teure Energieform bleiben.

11) Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Unterstützung durch Wirtschaftsorganisationen ist erforderlich. Für die Demonstrationskomponente muss ein typischer Betrieb gefunden werden, der zur Mitarbeit bereit ist.

12) Akteure

Land: Materialien, Veröffentlichungen, Anstöße, Zuschuss für das Modellprojekt

Wirtschaftsorganisationen, Verbände: aktiv unterstützende Maßnahmen

Betriebe: Durchführung von Effizienzmaßnahmen

Modellbetrieb: Durchführung der Pilotkomponente

<p>13) Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Hotline und Angebot von Initialberatungen (kostenfrei für die Betriebe) 2. Schulung von Beratern zum Thema Druckluft-Effizienz 3. Bereitstellung eines Überblicks über das Angebot an geschulten Beratern 4. Unterstützung bei der Interpretation der Benchmarking-Ergebnisse (Hotline) 5. Durchführung eines Demonstrationsprojekts <p>Es ist erforderlich, dass die Ergebnisse der Pilot-Sanierung von geeigneten Multiplikatoren weiterverbreitet werden, z. B. Branchenverbände, IHK, Energieagenturen. Broschüren mit dem „Best-practice“-Beispiel sollen erstellt und verbreitet werden. Hinweise auf die aus der bundesweiten Kampagne verfügbaren Materialien sind sinnvoll.</p>
<p>14) Priorität</p> <p>mittel</p>
<p>15) Hinweis</p>

Pilotvorhaben zur Beleuchtungsoptimierung für Industrie und Gewerbe

Die Maßnahme beinhaltet eine beispielhafte Sanierung einer Beleuchtungsanlage in einer Produktionshalle unter Einbezug der Möglichkeit des Contracting. Das Vorhaben soll messtechnisch begleitet werden. Die Auswertung des Vorhabens und die Ergebnisverbreitung dienen als Anstoß, weitere Projekte umzusetzen.

Nr. 5	Maßnahmenkurztitel Pilotvorhaben zur Beleuchtungsoptimierung für Industrie und Gewerbe	Ansatzpunkt: Einsparung von Strom
<p>1) Kurzbeschreibung</p> <p>Die beispielhafte Optimierung einer Beleuchtungsanlage in einer Produktionshalle in der Industrie soll im Contracting-Verfahren durchgeführt, messtechnisch begleitet und ausgewertet werden. Die Ergebnisse sollen an die Zielgruppen in Industrie und Gewerbe verbreitet werden.</p> <p>Ein hoher Prozentsatz für die Beleuchtungsanlagen in der Industrie entspricht nicht dem Stand der Technik und den Normen, so dass eine Sanierung sowohl aus Kostengründen als auch zur Qualitätssicherung häufig angeraten ist. Die Installation fortschrittlicher Beleuchtungssysteme verringert den Stromverbrauch der Beleuchtung um bis zu über 50 % (wirtschaftliches Potenzial) und zwar mit Hilfe von Spiegelrasterleuchten, Dreiband-Leuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten und durch die Nutzung eines Beleuchtungskontrollsystems (tageslichtabhängiges Dimmen, automatisches Abschalten mit Hilfe einer Zeitschaltuhr und eines Bewegungsmelders).</p> <p>Die Pilot-Optimierung soll im Contracting-Verfahren erfolgen, und zwar als Gesamtlösung von der Grobanalyse und Maßnahmenplanung bis zu Finanzierung, Betrieb und Wartung.</p> <p>Das Land müsste ein solches Pilotprojekt anstoßen, die Investitionen bezuschussen und die Begleitung, Auswertung und Öffentlichkeitsarbeit finanzieren.</p>		
<p>2) Wirkungsansatz</p> <p>Bewusstseinsbildung, Darstellung der Einsparpotenziale und der Durchführbarkeit und Effizienz von Verbesserungsmaßnahmen am Beispiel einer typischen Produktionshalle. Vielfältige Verbreitung der Ergebnisse und damit verbundene Motivation der Zielgruppen. Ziel ist, Geschäftsführer und Betriebsleiter auf das Thema aufmerksam zu machen und zu überzeugen, dass sich Effizienzmaßnahmen lohnen.</p> <p>Beleuchtung ist ein Bereich, der in vielen Industrie- und Gewerbeunternehmen, in denen das Augenmerk auf der Produktion liegt, als Randgebiet kaum wahrgenommen wird. In der Regel spielt für Produktionsbetriebe der Stromverbrauch für die Beleuchtung eine untergeordnete Rolle. Es ist vielen nicht bekannt, dass die Beleuchtung bis zu einem Drittel des Stromverbrauchs ausmachen kann. Die Produktion hat meist Vorrang bei der Setzung von Investitionsprioritäten. Zudem werden häufig zu kurze Amortisationszeiten für Energieeffizienz-Maßnahmen gefordert. Die Betriebe sind deshalb zu wenig über</p>		

<p>technische Entwicklungen und Energiesparpotenziale informiert, es fehlt ihnen der Marktüberblick, und die Transaktionskosten sind zu hoch. Zur Überwindung dieses Hemmnisses bietet sich das Contracting-Verfahren an.</p>
<p>3) Zielgruppe Alle Betriebe mit Produktionshallen</p>
<p>4) Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem Als indirekt wirkende Maßnahme nicht quantifizierbar (Ausstrahlung des Pilotvorhabens auf eine verbreitete Durchführung von Maßnahmen nicht abschätzbar). Eine Übertragung der Anteile des Stromverbrauchs für Beleuchtung, die es auf Bundesebene gibt, auf Hessen weisen einen Stromverbrauch für Beleuchtung in den Sektoren Industrie und GHD von knapp 900 GWh bzw. 2,6 % des hessischen Stromverbrauchs aus.</p>
<p>5) Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial</p>
<p>6) Finanzieller Aufwand Land: 30 % der Investitionskosten (rund 15.000 €), 50.000 € für Konzeption, Begleitung (Messungen und Befragungen im Pilotbetrieb) und Verbreitung Teilnehmende Betriebe: Contractor: 70 % der Investitionskosten (rund 35.000 €), Anwenderbetrieb: Zeitaufwand für die Durchführung Verbände und andere Multiplikatoren: Unterstützung vor allem bei Verbreitungsmaßnahmen.</p>
<p>7) Treibhausgas-Minderungskosten</p>
<p>8) Wirkungstiefe Indirekte Wirkung: die Betriebe müssen die empfohlenen Maßnahmen umsetzen; große Multiplikatorwirkung bei geeigneter Öffentlichkeitsarbeit</p>
<p>9) Begleitwirkungen Nebeneffekte optimierter Beleuchtungsanlagen: höhere Arbeitssicherheit, erhöhte Arbeitsleistung der Mitarbeiter durch bessere Konzentration und geringere Ermüdung, verminderte Kühlleistung der Klimaanlage, ggf. auch erhöhte Attraktivität der beleuchteten Ware bei Einbezug von Ausstellungshallen. Betriebe werden auf das Thema der rationellen Energienutzung insgesamt aufmerksam.</p>
<p>10) Längerfristige Bedeutung Die vorgeschlagene Maßnahme ist eine Einzelaktivität, auf die ggf. eine Breitenförderung (z. B. Beratung, Zuschüsse, Seminarangebot) folgen muss.</p>

11) Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Es muss ein typischer Betrieb und ein Dienstleistungsanbieter gefunden werden, die zur Mitarbeit bereit sind.

12) Akteure

Land: Finanzierung, Begleitung, Verbreitung

Verbände: für die Bekanntmachung der Ergebnisse und Motivationsmaßnahmen

Betrieb und Contractor: Durchführung; die Hessen-Energie könnte das Pilotprojekt durchführen, da sie bereits mit Beleuchtungscontracting Erfahrung hat.

13) Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Es ist unbedingt erforderlich, dass die Ergebnisse der Pilot-Optimierung von geeigneten Multiplikatoren weiterverbreitet werden, z. B. Branchenverbände, IHK, Energieagenturen. Broschüren mit dem „Best-practice“-Beispiel sollen erstellt und verbreitet werden. Die Einbindung in das EU-weit koordinierte „Greenlight-Programm“ soll gewährleistet werden.

14) Priorität

hoch

15) Hinweis

Beratung zu Elektromotoren-Anwendungen

Die Maßnahme beinhaltet eine Förderung des Landes Hessen für Initialberatungen. Bei einer Begehung des Betriebs sollen Schwachstellen und Verbesserungsmöglichkeiten durch einen Energieexperten aufgezeigt werden. Die Maßnahme richtet sich vor allem an kleine und mittlere Unternehmen, die nicht über eigene Fachkräfte für den Energiebereich verfügen.

Nr.	Maßnahmenkurztitel	Ansatzpunkt:
6	Beratung zu Elektromotoren-Anwendungen	Einsatz energieeffizienter Motoren
1) Kurzbeschreibung Der Einsatz energieeffizienter Motoren reduziert den Stromverbrauch sowie die Kosten, da die Maßnahmen in der Regel wirtschaftlich sind und kurze Amortisationszeiten aufweisen. Durch eine Initialberatung von Industrieunternehmen sollen sehr wirtschaftliche Potenziale im Unternehmen aufgezeigt und Informationsdefizite beseitigt werden. Der Fokus liegt im Gegensatz zur Maßnahme 4 nicht nur auf Druckluftanlagen, sondern auf allen Motorenanwendungen.		
2) Wirkungsansatz Der Energieeinsatz für Elektromotoren wird durch effizientere Technik reduziert. Die Wirkungsgradverbesserung beträgt je nach Leistungsklasse mindestens 1 – 7 %, häufig sind die Verbesserungen noch deutlich größer. Bei Elektromotoren übersteigen die Betriebskosten die Investitionskosten meist deutlich, dennoch spielen die Betriebskosten bei der Investitionsentscheidung häufig eine untergeordnete Rolle. Die wirtschaftlichen Einsparpotenziale sind bei vielen Unternehmen sehr beachtlich ¹⁹ .		
3) Zielgruppe Die Maßnahme richtet sich an einen Großteil der Industrieunternehmen, da Anwendungen für Elektromotoren sehr weit verbreitet sind, neben Druckluftanlagen, die im Fokus der Maßnahme 4 stehen auch Pumpen, Ventilatoren und Klimatechnik. Insbesondere sollen kleine und mittlere Unternehmen angesprochen werden, die kein eigenes Personal haben, das sich ausschließlich mit Energiefragen beschäftigt. Erreicht werden sollen vor allem die Geschäftsführer und technischen Leiter im Unternehmen, die für Investitionsentscheidungen verantwortlich sind.		

¹⁹ Energy Efficient Motor Driven Systems, European Copper Institut, April 2004.

4) Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Ein Anteil von ca. 70 % des industriellen Stromverbrauchs entfällt auf Elektromotorenanwendungen (Pumpen, Kältemaschinen, Ventilatoren, Druckluftanlagen etc.), was in Hessen im Jahr 2002 ca. 8 TWh entspricht. Das wirtschaftliche Einsparpotenzial liegt bei ca. 0,8 TWh oder 10 %. Ziel der vorgeschlagenen Maßnahme ist es, eine Initialberatung in 50 Unternehmen durchzuführen. Bei einem durchschnittlichen Stromverbrauch von 2 Mio. kWh pro Jahr und Unternehmen ergibt sich eine Einsparung von ca. 140.000 kWh pro Unternehmen. Die Maßnahme sollte zunächst für zwei Jahre durchgeführt werden.

Beginn der Wirkung: sofort

Zielgröße: 50 (25 in 2006 und 25 in 2007)

Effekt in 2006: 3.500.000 kWh

Effekt in 2007: 7.000.000 kWh

Prognostizierbarkeit:

Die Einsparpotenziale sind stark vom Unternehmen abhängig. Die hier getroffene Annahme von 7 % des gesamten Strombedarfs stellt eher eine konservative Abschätzung dar. Es ist jedoch davon auszugehen, dass nicht alle Unternehmen nach einer Beratung Maßnahmen umsetzen. Wenn das Unternehmen aktiv wird, liegt die Einsparung jedoch in der Regel deutlich über 7 %.

5) Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Nach dem Analyseraster ergeben sich folgende Minderungen in CO₂-Äquivalenten:

Effekt in 2006: 2.625 t

Effekt in 2007: 5.250 t

6) Finanzieller Aufwand

Für die Initialberatung mit einer Begehung vor Ort wird ein Arbeitstag mit einer Person gerechnet, d. h. mit Kosten von ca. 750 €. Zusätzlich dazu werden 50 % dieser Kosten als Verwaltungskosten veranschlagt.

Budget-Kosten in 2006: 28.125 €

Budget-Kosten in 2007: 28.125 €

Volkswirtschaftliche Kosten:

Durch die Stromeinsparungen (66 €/MWh) ergeben sich Kostenminderungen von 231.000 € in 2006 und 462.000 € in 2007 bzw. durchschnittlich 9.240 € pro Unternehmen. Daneben ergeben sich Kosten für die Unternehmen durch zusätzliche Investitionen.

7) Treibhausgas-Minderungskosten

Für den Landeshaushalt ergeben sich Minderungskosten, die bei ca. 1 – 2 €/t CO₂ liegen. Die volkswirtschaftlichen Minderungskosten liegen bei –62 €/t CO₂, wenn man ein zusätzliches Investitionsvolumen von 10.000 € für jedes Unternehmen unterstellt.

8) Wirkungstiefe

Die Maßnahme setzt in der Mitte der Wirkungskette an, da die Effizienz der Umwandlungskette gesteigert wird.

9) Begleitwirkungen

Die Maßnahme steigert die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen, da Kosten gesenkt und Einsparpotenziale ausgeschöpft werden. Innovationen bei Elektromotoren werden durch eine Ausweitung des Marktes für Effizienzmotoren ebenfalls angeregt.

10) Längerfristige Bedeutung

Die einmal durchgeführten Maßnahmen wirken dauerhaft, zum Teil wären Maßnahmen auch ohne eine Initialberatung umgesetzt worden. Angestrebtes Ziel ist es, auch andere Unternehmen, in denen keine Beratung durchgeführt worden ist, zu Einsparungen im Motorenbereich zu motivieren. Das Potenzial im gesamten Industriebereich ist, wenn diese Maßnahme umgesetzt wird, also nur zu einem Bruchteil von unter 1 % ausgeschöpft. Das langfristige Ziel stellt die Etablierung der Effizienzmotoren als Standard dar, wodurch sich die Kosten für die Informationsbeschaffung für die Unternehmen reduzieren lassen. Insgesamt können so volkswirtschaftliche als auch betriebswirtschaftliche Einsparungen erzielt werden.

11) Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Der Grund, dass Unternehmen solche Maßnahmen nicht von sich aus durchführen, liegt häufig in Informationsmängeln oder fehlenden Investitionsmitteln. Die Maßnahmen sind in der Regel wirtschaftlich, betreffen aber häufig nicht das Kerngeschäft eines Unternehmens. Werden Investitionen getätigt, spielen die Anschaffungskosten häufig eine wichtigere Rolle als die anfallenden Betriebskosten.

12) Akteure

Die Initialberatung kann durch Ingenieurbüros oder durch Experten im Energiebereich durchgeführt werden. Die Ergebnisse der Beratung sollten anderen Unternehmen ebenfalls zur Verfügung stehen.

13) Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Die Maßnahme kann mit den Aktivitäten im Rahmen der Motor-Challenge-Kampagne der EU durchgeführt werden. Die Kosten für die Initialberatung werden nur denjenigen Unternehmen erstattet, die den Partnerstatus innerhalb der Motor-Challenge-Kampagne beantragt und von der EU-Kommission erhalten haben. Voraussetzung, um Partner des Motor-Challenge-Programms zu werden, ist eine Bestandsaufnahme und Beurteilung der motorgetriebenen Systeme sowie die Aufstellung eines Aktionsplanes, wie das Unternehmen den Stromverbrauch durch Motorenanwendungen reduzieren möchte.

Die Maßnahme kann als nationale Aktivität im Rahmen der Motor-Challenge-Kampagne durchgeführt werden, um diese weiter bekannt zu machen und mit mehr finanziellen Mitteln auszustatten. Gleichzeitig kann auf die schon vorhandenen Erkenntnisse und Infomaterialien der Kampagne zurückgegriffen werden.

14) Priorität

Maßnahme sollte auf jeden Fall vorgesehen werden.

15) Hinweis

Investitionsförderprogramm für Hocheffizienzmotoren

Die Maßnahme beinhaltet die Förderung für Hocheffizienzmotoren durch einen Investitionszuschuss des Landes in der Höhe der Mehrkosten. Dabei sollten sowohl Unternehmen, die Motoren als Ersatzinvestition erwerben, gefördert werden als auch Anlagenbauer, die Elektromotoren in ihre Maschinen einbauen. Ziel ist es, hocheffiziente Motoren als Standard zu etablieren. Die Maßnahme 4 und 6 richten sich stärker an die Nutzer, die Maßnahme 7 stellt dagegen eine Technologieförderung dar und hat zum Ziel die Diffusion von hocheffizienten Motoren zu beschleunigen.

Nr.	Maßnahmenkurztitel	Ansatzpunkt:
7	Investitionsförderprogramm für Hocheffizienzmotoren	Einsatz energieeffizienter Motoren
<p>1) Kurzbeschreibung</p> <p>Der Einsatz hocheffizienter Elektromotoren ist in vielen Fällen sehr wirtschaftlich und weist relativ kurze Amortisationszeiten auf. Dennoch liegt der Marktanteil auf Grund des höheren Investitionsaufwandes und fehlender Kenntnis über die auftretenden Betriebskosten bis heute deutlich unter 15 %. Um die Verbreitung derartiger Motoren zu erhöhen, soll der Kauf von einzelnen hocheffizienten Motoren (Effizienzklasse: eff1) mit 10 % der Investitionssumme gefördert werden. Die Fördersumme ist zeitlich degressiv gestaltet.</p> <p>Für Anlagenbauer (OEM²⁰), die in der Regel über bessere Einkaufskonditionen verfügen und häufig geringere Informationsdefizite aufweisen, gilt eine Investitionsbeihilfe von 5 %, die nicht zeitlich degressiv gestaltet ist.</p> <p>2) Wirkungsansatz</p> <p>Der Energieverbrauch von Elektromotoren wird durch effizientere Technik reduziert. Die Wirkungsgradverbesserung beträgt je nach Leistungsklasse mindestens 1 – 7 %, häufig sind die Verbesserungen noch deutlich größer.</p> <p>3) Zielgruppe</p> <p>Die Maßnahme richtet sich an einen Großteil der Industrieunternehmen, da Anwendungen für Elektromotoren sehr weit verbreitet sind, z. B. Druckluftanlagen, Pumpen, Ventilatoren, Klimatechnik. Erreicht werden sollen vor allem die Mitarbeiter im Unternehmen, die für den Einkauf und die Beschaffung von Elektromotoren verantwortlich sind.</p> <p>Als zweite Zielgruppe sollen Anlagenbauer angesprochen werden, die Elektromotoren in ihre Systeme integrieren. Sie sollen einen Anreiz erhalten, verstärkt energieeffiziente Elektromotoren einzubauen.</p>		

²⁰ OEM: Original Equipment Manufacturer

4) Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Ein Anteil von ca. 70 % des industriellen Stromverbrauchs entfällt auf Elektromotorenanwendungen (Pumpen, Kältemaschinen, Ventilatoren, Druckluftanlagen etc.), was ca. 8 TWh in Hessen entspricht. Der Marktanteil²¹ der Motoren mit Effizienzklasse 1 (eff1) liegt derzeit zwischen 5 – 7 %. Der Wirkungsgrad verbessert sich beim Wechsel von eff3- zu eff1-Motoren um mindestens 1 bis 7 % je nach Leistungsklasse. Der Abstand ist meist noch deutlich größer, da die am Markt verkauften eff3-Motoren keine Mindestanforderungen, die den Wirkungsgrad betreffen, erfüllen müssen. Geht man davon aus, dass bei der Hälfte der Elektromotoren der Einsatz von eff1-Motoren sinnvoll ist und die Wirkungsgradverbesserung bei durchschnittlich 4 % liegt, ergibt sich ein Einsparpotenzial von 160 GWh in der hessischen Industrie. Bei einer durchschnittlichen Laufzeit der zu ersetzenden Motoren von 6.000 h pro Jahr ergibt sich eine installierte Motorleistung von 670 MW. Ziel des Programms ist es, innerhalb der nächsten vier Jahre ein Achtel davon zu ersetzen.

Beginn der Wirkung: sofort

Zielgröße: 80 MW installierte Motorleistung

Eingesparte Strommenge pro Jahr:

Effekt in 2007: 4.800 MWh (neu installierte Motorleistung 20 MW)

Effekt in 2008: 12.000 MWh (neu installierte Motorleistung 30 MW)

Effekt in 2009: 16.800 MWh (neu installierte Motorleistung 20 MW)

Effekt in 2010: 19.200 MWh (neu installierte Motorleistung 10 MW)

5) Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Nach dem Analyseraster ergeben sich folgende Minderungen in CO₂-Äquivalenten:

Effekt in 2007: 3.600 t

Effekt in 2008: 9.000 t

Effekt in 2009: 12.600 t

Effekt in 2010: 14.400 t

²¹ CEMEP (2003): Monitoring 2003 of Voluntary Agreement on Low Voltage AC Motors

6) Finanzieller Aufwand

Die Kosten für das Land Hessen belaufen sich auf 10 % der Investitionssumme im ersten Jahr. Danach sinkt die Förderung jedes Jahr um einen Prozentpunkt, so dass im vierten Jahr eine Förderung von 7 % der Investitionssumme erreicht wird. Für OEMs bleibt die Förderung über den gesamten Zeitraum konstant bei 5 %. Zur Berechnung der Kosten wird davon ausgegangen, dass 2/3 der geförderten Motoren in den Markt für OEM gehen. Der durchschnittliche Preis für eff1-Elektromotoren wird mit 50 €/kW angenommen. Die Mehrkosten für eff1-Motoren liegen bei ca. 25 %.

Durch den Einsatz energieeffizienterer Motoren werden Stromkosteneinsparungen erzielt (Annahme für Strompreis 66 €/MWh). Damit teilen sich die Investitionssumme, die Mehrkosten sowie die Investitionszulagen und die Stromkosteneinsparungen wie folgt auf:

<i>Jahr</i>	<i>Investition</i>	<i>Mehrkosten</i>	<i>Invest. Zulage</i>	<i>Einsparung Strom</i>
2006	1 Mio. €	0,2 Mio. €	0,067 Mio. €	0 Mio. €
2007	1,5 Mio. €	0,3 Mio. €	0,095 Mio. €	0,317 Mio. €
2008	1 Mio. €	0,2 Mio. €	0,060 Mio. €	0,792 Mio. €
2009	0,5 Mio. €	0,1 Mio. €	0,028 Mio. €	1,108 Mio. €
2010	0 Mio. €	0 Mio. €	0 Mio. €	1,267 Mio. €

Angaben für die Berechnungen:

Spezifische Investitionskosten = 50 €/kW

Nutzungsdauer = 10 Jahre

7) Treibhausgas-Minderungskosten

Die volkswirtschaftlichen Minderungskosten belaufen sich auf -63 €/t CO₂, wenn die Investitionen als Ersatzinvestition durchgeführt werden. Für das Budget des Landeshaushaltes Hessen ergeben sich Minderungskosten von ca. 2 €/t CO₂.

8) Wirkungstiefe

Durch die Förderung der OEM verbreiten sich effiziente Elektromotoren auch in Anlagen, auf die der Nutzer sonst wenig Einfluss nehmen würde. Die Betriebskosten spielen schon zu einem deutlich früheren Zeitpunkt in der Planung eine Rolle. Fehlentscheidungen durch Informationsdefizite über die auflaufenden Betriebskosten werden so vermieden.

9) Begleitwirkungen

Die angesprochene Maßnahme steigert die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen, da Kosten gesenkt und Einsparpotenziale ausgeschöpft werden. Innovationen bei Elektromotoren werden durch eine Ausweitung des Marktes für Effizienzmotoren ebenfalls angeregt. Mittelfristig kann sich auf diese Weise ein verbesserter Standard etablieren.

10) Längerfristige Bedeutung

Wenn eff1-Motoren von Anlagenbauern verwendet werden, macht es für diese mittelfristig Sinn, ihr gesamtes Motorenprogramm auf diesen Motorentyp umzustellen, um so die Lagerhaltung und Typenvielfalt zu begrenzen. Eff1-Motoren können sich so zu einem Standard für bestimmte Anwendungen entwickeln.

11) Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Ein Teil der Investitionen wird auch ohne ein Förderprogramm umgesetzt, so dass gewisse Mitnahmeeffekte entstehen. Dem wird durch die degressive Gestaltung und einer Begrenzung des Programms auf vier Jahre entgegengewirkt. Durch einen starken Kostendruck bei einzelnen Motorenanwendungen stehen die Investitionskosten im Vordergrund. Maßnahmen zur Senkung der Betriebskosten spielen bei Kaufentscheidungen häufig eine untergeordnete Rolle, weil häufig Informationsdefizite bestehen.

12) Akteure

Informationen über Fördermöglichkeiten können über die Branchenverbände und den VDMA an die betreffenden Unternehmen weitergeleitet werden.

13) Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Die Verbreitung der Maßnahme kann innerhalb der Motor-Challenge-Kampagne erfolgen, die zum Ziel hat, hocheffiziente Elektromotoren europaweit stärker zu verbreiten.

14) Priorität

Maßnahme sollte auf jeden Fall vorgesehen werden.

15) Hinweis

Förderung von Unternehmenskooperationen zur gemeinsamen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung sowie zur Abwärmenutzung, Förderung von Nahwärmesystemen

Die Maßnahme umfasst die Unterstützung der Abwärmenutzung über Unternehmensgrenzen hinaus. Hierbei sollten auch Kooperationen zwischen kommunalen und industriellen Einrichtungen unterstützt werden. Hemmnisse bei der Umsetzung unternehmensübergreifender Kooperationen sollen durch finanzielle Anreize, Planungsunterstützung bzw. verwaltungstechnische Erleichterungen überwunden werden.

Nr. 8	Maßnahmenkurztitel Förderung von Industriekooperationen zur gemeinsamen Strom-, Wärme- und Kälteerzeugung	Ansatzpunkt: Kraft-Wärme-Kopplung
<p>1) Kurzbeschreibung</p> <p>Ersatz von ungekoppelter Erzeugung von Wärme und Strom durch gekoppelte Erzeugung. Die Erarbeitung möglicher Konzepte zu Unternehmenskooperationen wird mit maximal 20.000 € pro Unternehmenskonzept gefördert. Sind kommunale Einrichtungen in der Kooperation beteiligt, werden diese mit zusätzlich 10.000 € gefördert. Die Fördersumme richtet sich dabei nach der Anzahl der beteiligten Partner.</p> <p>Im Industriebereich gibt es sehr wirtschaftliche Potenziale für die KWK, die bis jetzt noch nicht umgesetzt wurden. Wenn Strom- und Wärmebedarf örtlich konzentriert sind und hohe Jahresbenutzungsstunden vorliegen, ergeben sich gute Ausgangsbedingungen für einen wirtschaftlichen Betrieb.</p> <p>Im Rahmen der geförderten Kooperationen werden dabei Erfahrungen mit der Betreiberstruktur sowie der Finanzierung gesammelt, wodurch bestehende Hemmnisse im Bereich der Unternehmenskooperationen identifiziert und abgebaut werden. Wichtig ist daher, dass die durchgeführten Kooperationen als Demonstrationsprojekte dienen und weitere Kooperationen durch diese Projekte ausgelöst werden. Gefördert werden sollen dabei Konzepte für neue Industrieansiedlungen, da hier Beschränkungen durch bestehende Strukturen noch nicht vorhanden sind. Ein zweiter Schwerpunkt soll auf Kooperationen zwischen Industrieunternehmen sowie kommunalen Einrichtungen gelegt werden.</p>		

2) Wirkungsansatz

Die bei der ungekoppelten Erzeugung entstehende Abwärme wird bei der KWK als Nutzwärme verwendet. Der Primärenergieeinsatz zur Erzeugung von Wärme und Strom ist bei der gekoppelten Erzeugung daher geringer als bei der ungekoppelten Erzeugung. Zusätzlich kann sich eine CO₂-Emissionsminderung bei einer Brennstoffsubstitution von Kohle oder Öl auf Erdgas ergeben. Häufig kann nicht die gesamte Abwärme innerhalb eines Unternehmens genutzt werden. Eine Unternehmenskooperation vergrößert deutlich die Wärmesenken und damit die Möglichkeiten, KWK-Anlagen wirtschaftlich zu betreiben.

3) Zielgruppe

Unternehmen, die in einem Industriegebiet mit einem ganzjährigen Wärmebedarf liegen und keine gekoppelte Strom- und Wärmeerzeugung betreiben. Ob sich eine Gruppe von Unternehmen für eine Kooperation eignet, hängt sehr stark von den örtlichen Gegebenheiten ab. Grundsätzlich kommen auch kommunale Einrichtungen als Kooperationspartner in Frage.

4) Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Gegenwärtig sind ca. 6 GW Kraftwerksleistung der öffentlichen Versorgung sowie 0,3 GW in industriellen Eigenanlagen in Hessen installiert. Durch Strombezüge aus anderen Bundesländern wird ca. 25 % des Gesamtstrombedarfs, der bei 34,5 TWh liegt, gedeckt. KWK trägt mit derzeit 11,3 % (3,9 TWh²²) zur Stromerzeugung bei. Insbesondere in der öffentlichen KWK hat es in den letzten Jahren eine deutliche Ausweitung gegeben.

Die oben erwähnte Leistung von 0,3 GW in industriellen Eigenerzeugungsanlagen sind in 16 Betrieben installiert, die ausschließlich mit Erdgas befeuert werden. Die erzeugte Strommenge dieser Industrieanlagen lag 2002 bei 1.241 GWh, die in Kraft-Wärme-gekoppelten Anlagen erzeugt wurden. Seit 1991 ist die Kapazität von 475 MW auf knapp 300 MW gesunken. Die stillgelegten Kapazitäten wurden vornehmlich mit Kohle oder Heizöl als Brennstoff befeuert. Mittlerweile werden diese Brennstoffe in industriellen Anlagen kaum mehr genutzt. Die in industriellen Eigenanlagen in KWK erzeugte Wärmemenge lag bei 5.170 GWh. Die durchschnittliche Stromkennzahl der Anlagen liegt bei 0,24.

Zur Abschätzung des zusätzlichen KWK-Potenzials wird angenommen, dass die anfallende Wärme zur Deckung des Bedarfs an Warmwasser, Raumwärme und Prozesswärme bis max. 400°C genutzt werden kann. Der industrielle Endenergiebedarf für Wärme unterhalb 400°C lag im Jahr 2002 bei ca. 15 TWh, wovon gegenwärtig 4,3 TWh durch Fernwärme und 5,2 TWh durch industrielle KWK gedeckt werden. Der tatsächliche Nutzenergiebedarf, der noch nicht durch gekoppelte Erzeugung gedeckt wird, liegt unter der Berücksichtigung weiterer Randbedingungen wie Unternehmensgrößen und Anlagenauslegung bei ca. 2 TWh_{th}. Mit einer Stromkennzahl von 0,4, dies entspricht dem Durchschnitt heutiger Anlagen, ergibt sich ein zusätzliches Potenzial für eine gekoppelte Stromerzeugung von ca. 0,8 TWh_{el}. Neue Anlagen weisen Stromkennzahlen von über 1 aus, so dass bei Einsatz entsprechender Anlagen ein Erzeugungspotenzial von über 2 TWh_{el} theoretisch möglich ist. Für die Abschätzung der

²² Kondensationsstrom in KWK-Anlagen ist mit berücksichtigt.

Maßnahme wurde mit einer Stromkennzahl von 1,25 gerechnet.

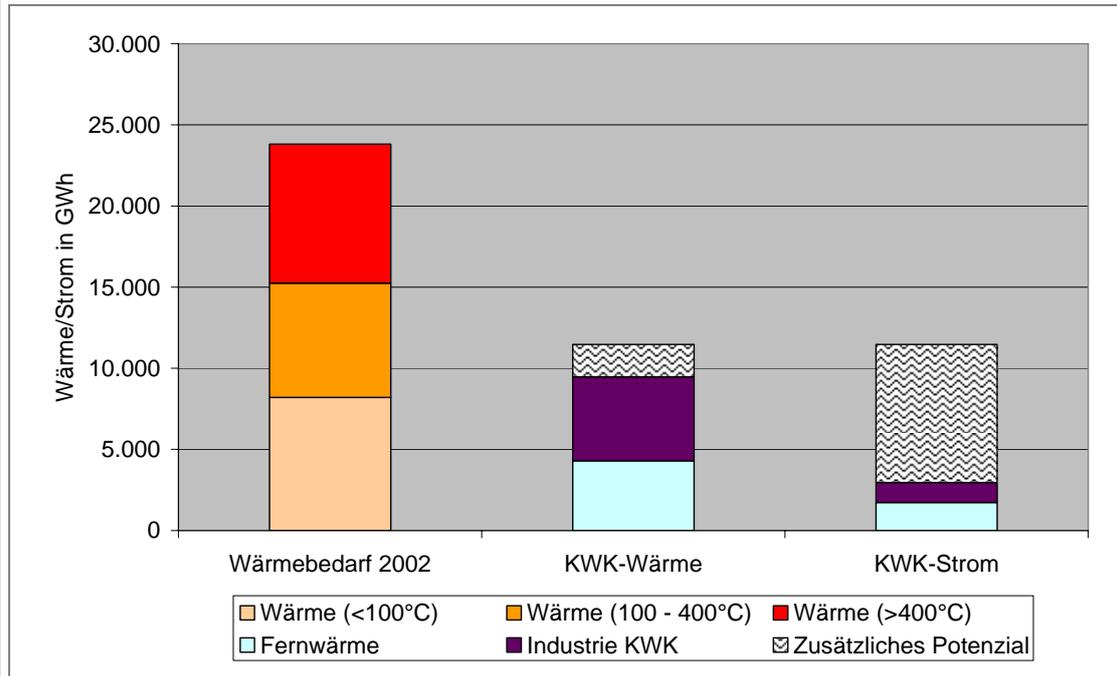


Abbildung 47: Wärmebedarf der Industrie in Hessen nach Temperaturniveau, Anteil KWK-Wärme an Industriegwärmebedarf und zusätzliche KWK-Strom und -Wärmepotenziale

Einzelne Fallstudien²³ zeigen, dass große Potenziale in Unternehmenskooperationen liegen, umfassende Potenzialanalysen für Hessen gibt es jedoch nicht. Für eine Abschätzung der Maßnahme wird mit 10 Unternehmenskooperationen in den nächsten 5 Jahren gerechnet, die einen Wärmebedarf von zusammen ca. 80 MW_{th} aufweisen und die Anlagen mit ca. 7.000 Volllaststunden betreiben. Die entsprechende elektrische Leistung beläuft sich auf insgesamt 100 MW_{el}.

Nach einer Vorlaufzeit von ca. 1,5 Jahren für Planung und Bau der Anlagen könnten die ersten Modellvorhaben ca. 2008 realisiert sein. In den nachfolgenden Jahren ist von einer steigenden Zahl von umgesetzten Demoprojekten auszugehen:

Beginn der Wirkung: nach Fertigstellung der Anlagen

Zielgröße: 10 Unternehmenskooperationen

	<i>Kooperationen</i>	<i>erzeugte Strommenge</i>	<i>erzeugte Wärme</i>
Effekt in 2008:	2	140 GWh/a	112 GWh/a
Effekt in 2009:	6	420 GWh/a	336 GWh/a

²³ „Entwicklung eines regionalen Energiemanagement-Konzeptes und Anwendung auf die TechnologieRegion Karlsruhe“, Uni Karlsruhe (IIP, EBI, IfSoz), Fraunhofer ICT, September 2002.

Effekt in 2010:	10	700 GWh/a	560 GWh/a
Effekt in 2012:	10	700 GWh/a	560 GWh/a

5) Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Eine typische neue Anlage²⁴ zur gekoppelten Strom- und Wärmeerzeugung mit 47 % elektrischem Wirkungsgrad auf Erdgasbasis hat spezifische Emissionen von 429 g/kWh_{el} und erzeugt emissionsfrei etwa 0,80 kWh_{th}/kWh_{el}. Vergleicht man dies mit der bestehenden Strom- und Wärmeerzeugung nach dem Analyseraster (CO₂-Emissionen von 750 g/kWh_{el} bzw. 250 g/kWh_{th}) ergeben sich Einsparungen von 521 g/kWh_{el}.

Minderung in Massen und in CO₂-Äquivalenten:

Effekt in 2008: 72.940 t CO₂ (72.940 t CO₂-Äquivalente)

Effekt in 2009: 218.820 t CO₂ (218.820 t CO₂-Äquivalente)

Effekt in 2010: 364.700 t CO₂ (364.700 t CO₂-Äquivalente)

Effekt in 2012: 364.700 t CO₂ (364.700 t CO₂-Äquivalente)

Prognostizierbarkeit: * (gering)

Es ist schwer abzuschätzen, wie viele Unternehmen sich für diese Maßnahme eignen. Auf der anderen Seite ist dieses Potenzial in der Regel besonders wirtschaftlich.

6) Finanzieller Aufwand

Die Stromgestehungskosten der KWK-Anlage werden nach dem Analyseraster zu durchschnittlich 2,8 Cent/kWh_{el} berechnet, wenn man eine Wärmegutschrift von 3,5 Cent/kWh_{th} ansetzt. Hier zeigen sich die sehr wirtschaftlichen Ansatzpunkte, mit denen KWK-Anlagen zum Klimaschutz beitragen können. Die Förderaufwendungen sind vergleichsweise gering, da die Förderung lediglich einen Anstoß für mögliche Kooperationen liefern soll.

Grundlagen für die Berechnungen:

Leistung	10 MW
Spezifische Investitionskosten:	820 €/kW _e
Nutzungsdauer:	20 Jahre
Abschreibungsdauer:	20 Jahre
Auslastung/Verfügbarkeit:	7.000 h/a / 85 %

²⁴ Zahlen in Anlehnung an „Struktur und Entwicklung der zukünftigen Stromversorgung in BW“, DLR, ISI, ZSW, März 2002.

Wirkungsgrad/Jahresnutzungsgrad:	84 %
Brennstoff:	Erdgas
Spezifische Brennstoffkosten (2005):	1,61 Cent/kWh
Spezifische Betriebskosten pro Jahr:	0,05 Cent/kWh _{el}
Stromkennzahl:	1,25

Im Vergleich zum Analyseraster liegen die Kosten unterhalb der Referenzstromerzeugungskosten von 3,2 Cent/kWh. In der nachfolgenden Aufstellung sind die Kosteneinsparungen für das Referenzsystem dargestellt sowie die Mittel, die das Land zur Verfügung stellen muss.

	3,2 Cent/kWh _{el}	Budgetwirkung
Effekt in 2008:	-1,0 Mio. €	40.000 €
Effekt in 2009:	-3,1 Mio. €	80.000 €
Effekt in 2010:	-5,1 Mio. €	80.000 €
Effekt in 2012:	-5,1 Mio. €	0

7) Treibhausgas-Minderungskosten

Die volkswirtschaftlichen Vermeidungskosten belaufen sich auf ca. -5 €/t CO₂, wenn man die Vermeidungskosten im Vergleich zur Stromerzeugung zu **Referenzkosten** betrachtet.

Für das Land fallen im Prinzip keine Vermeidungskosten an, wenn die Anlagen tatsächlich gebaut werden. Die geförderten Kosten für die Projektkonzepte fallen dann kaum ins Gewicht. Insgesamt ist vom Land ein Fördervolumen von ca. 300.000 € aufzubringen. Werden alle 10 Kooperationen durchgeführt, würden diese im Vergleich zu einer Stromerzeugung in Steinkohlekraftwerken über die gesamte Lebensdauer von 20 Jahren ca. 7,7 Mio. t CO₂ einsparen.

8) Wirkungstiefe

Die Maßnahme setzt an der Umwandlungseffizienz der Energiebereitstellung an und erhöht den Wirkungsgrad der Energieerzeugung.

9) Begleitwirkungen

Die Maßnahme hat positive Auswirkungen auf die regionalen Industrieunternehmen und stellt eine Investition in zukünftige Energietechniken dar. Wenn alle 10 Unternehmenskooperationen zustande kommen, beläuft sich die gesamte Investitionssumme bei 100 MW neu installierter elektrischer Leistung auf ca. 82 Mio. €, die eine Nachfrage nach dezentralen Energietechniken auslösen. Stärkerer Einsatz von gekoppelten Erzeugungseinheiten führt zu einer dezentraleren Energieversorgungsstruktur, weil Strom und Wärme dort erzeugt werden, wo sie auch verbraucht werden.

Kleine dezentrale Erzeugungstechniken wie BHKW werden vornehmlich von KMU hergestellt, so dass eine verstärkte Nachfrage auch zu positiven Beschäftigungseffekten führen kann. Es handelt sich um eine Technologieförderung, die sich auch auf Arbeitsplatzeffekte bei den Herstellern von GuD-Kraftwerken und Gasturbinen auswirkt.

Durch einen effizienteren Einsatz der Energie erhöht sich die Versorgungssicherheit, da die gleiche Strom- und Wärmemenge mit weniger Primärenergie erzeugt werden kann.

10) Längerfristige Bedeutung

Die Maßnahme wirkt über die gesamte technische Lebensdauer. Welchen Anteil die KWK zur CO₂-Minderung beiträgt, hängt jedoch auch stark von der Entwicklung des Anlagenparks der Elektrizitätserzeugung ab. Gleichzeitig rücken Energieverbrauch und Erzeugung näher aneinander, so dass dies auch ein Anstoß zu Energienachfragemassnahmen sein kann.

Das hier beschriebene Einsparpotenzial stellt ca. 6 % des gesamten Potenzials der KWK dar. Die Maßnahme dient als Einstieg für weitere Unternehmenskooperationen, die von den Erfahrungen dieser erster Modellvorhaben profitieren können. Wichtig ist daher, die Ergebnisse und Erfahrungen der Kooperationen zu publizieren und zu veröffentlichen. Dies setzt die Bereitschaft der Unternehmen voraus, über ihre Erfahrungen zu berichten und zu veröffentlichen.

11) Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Der Planungs- und Projektierungsaufwand erscheint den Akteuren im Vergleich zum erzielten Nutzen sehr hoch. Oft sind die wirtschaftlichen Effekte nicht bekannt und es herrscht Unkenntnis, wo sich Kooperationen anbieten. Als negativ erweisen sich auch Unsicherheiten über die zukünftige Produktionsstruktur und -menge. Viele Unternehmen fürchten eine Einschränkung ihrer Flexibilität bei Kooperationen mit anderen Unternehmen.

Gemeinschaftsanlagen haben infolge ihrer spezifischen Konstellation von Besitzer-, Betreiber- und Finanzierungsverhältnissen spezielle Planungs- und Betriebsbedingungen, die beeinträchtigend auf die Errichtung und den Betrieb von Gemeinschaftsanlagen in Industriegebieten wirken können.

12) Akteure

- Berater, Energiedienstleister: Gefördert werden sollten Unternehmen, die eine Vorprojektierung für Unternehmensverbände durchführen wollen, um die Beratung zu finanzieren.
- Energieagenturen: Die bestehenden Energieagenturen könnten verstärkt Industrieunternehmen motivieren, in Kooperation mit anderen eine Energieversorgung aufzubauen, sowie mögliche Potenziale ermitteln.
- Kommunen: Bei der Ausweisung neuer Industriegebiete können die Kommunen Konzepte zur Energieversorgung erarbeiten lassen.

13) Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Hauptakteur sind die in Frage kommenden Unternehmen, die in eine neue Energieversorgung investieren wollen. Die Begleitung der Projekte, eine Verbreitung der gewonnenen Erkenntnisse sowie Unterstützung bei der Suche nach geeigneten Kooperationen könnte durch die IHK erfolgen. Eine wissenschaftliche Begleitung der Kooperationen sollte durch Forschungseinrichtungen erfolgen (z. B. Fraunhofer ISI).

Das Land bietet einen Anstoß und stellt Informationen für eine Kooperation unter den Unternehmen zur Verfügung. Erfolgreiche Kooperationen sollten als Demonstrationsprojekt dienen, um weitere Projekte solcher Art anzuregen. Als Kooperationspartner bieten sich auch kommunale Einrichtungen an, auf die eine Förderung ausgeweitet werden könnte.

14) Priorität

Die Maßnahme hat eine sehr hohe Priorität, weil sich in der Anwendung der KWK im Industriebereich hoch wirtschaftliche Potenziale ergeben. Ein großer Wärmebedarf in einem örtlich begrenzten Bereich stellt optimale Bedingungen für eine gekoppelte Erzeugung von Wärme und Strom dar.

15) Hinweis

Initialförderung der Installation von Messgeräten für Druckluft, Kälte, Strom, Wasser und Wärme

Elementare Daten zum bewussten Umgang mit Energieressourcen sind häufig nicht bekannt. Die Förderung der Installation von Messgeräten für verschiedene Medien soll vor allem kleine und mittlere Unternehmen motivieren, wirtschaftliche Effizienzpotenziale zu erschließen.

Nr.	Maßnahmenkurztitel	Ansatzpunkt:
9	Initialförderung der Installation von Messgeräten	Einsparung von Strom und Wärme/Kälte
<p>1) Kurzbeschreibung</p> <p>Elementare Daten zum bewussten Umgang mit Energieressourcen sind häufig nicht bekannt. Die Förderung der Installation von Messgeräten für verschiedene Medien mit 50 % der Investitionskosten soll vor allem kleine und mittlere Unternehmen motivieren, wirtschaftliche Effizienzpotenziale zu erschließen. Erfahrungen aus der Messkampagne „Druckluft effizient“ zeigen, dass sich viele Einsparpotenziale ergeben, wenn Daten über den Betrieb und den Verbrauch elektrischer Anlagen bekannt sind. So lassen sich unnötige Leerlauf- und Bereitschaftszeiten vermeiden, und der Betrieb von Anlagen erfolgt nur, wenn dies notwendig ist. Zur Kontrolle des Umsetzungserfolgs der Maßnahme soll ein Benchmarking aufgebaut werden, in dem die Unternehmen ihre Verbrauchskennzahlen eintragen und mit anderen Unternehmen vergleichen können.</p>		
<p>2) Wirkungsansatz</p> <p>Der Einsatz von Messgeräten soll Informationsdefizite beseitigen und die Unternehmen motivieren, wirtschaftliche Einsparpotenziale auszuschöpfen. Durch die Maßnahme wird daher indirekt die Energieeffizienz gesteigert sowie Strom und Wärme eingespart.</p>		
<p>3) Zielgruppe</p> <p>Vor allem kleinere und mittlere Unternehmen, deren Personal sich in der Regel nur am Rand mit Energiefragen beschäftigt.</p>		

4) Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Ziel ist es, die wirtschaftlichen Potenziale bei den Motorenanwendungen, der Druckluftherzeugung und der Wärme/Kälteerzeugung zu erschließen. Mit Hilfe der Messgeräte ist es in vielen Fällen erst möglich, Verbesserungsansätze und Optimierungspotenziale bei Energie- und Stromanwendungen zu erkennen.

Neben der Ermittlung des Verbrauchs können durch die Messgeräte vor allem auch unnötige oder fehlerhaft betriebene Geräte erkannt werden. Als Beispiel seien hier unnötiger Pump- oder Lüfterbetrieb genannt.

Abschätzungen für Motorenanwendungen gehen von Einsparpotenzialen, die wirtschaftlich erschlossen werden können, von 29 % aus²⁵. Für Druckluftanlagen liegen nach einer EU-Studie²⁶ die Einsparpotenziale bei ca. 30 %. In vielen Unternehmen wird sowohl Wärme als auch Kälte benötigt. Um hier die Einsparpotenziale durch Wärmeintegration quantifizieren zu können, ist der Einsatz von Messgeräten der erste Schritt. Häufig lässt sich ein großer Bedarf an Raumwärme durch im Unternehmen anfallende Abwärme decken mit entsprechenden Einsparungen bei den Brennstoffkosten. Die Installation der Messgeräte sollte daher medienweise erfolgen, so dass sich für einzelne Medien, z. B. Dampf oder Druckluft, die Aufteilung des Gesamtverbrauchs mit Unterzählern bilanzieren lässt.

Diese indirekt wirkende Maßnahme lässt sich nur grob quantifizieren. Das Ziel ist die Motivation der Unternehmen, energieeffizienter zu produzieren. Insgesamt sollen ca. 50 Unternehmen mit dieser Maßnahme erreicht werden. Wenn im Durchschnitt 5 – 10 Messgeräte pro Unternehmen installiert werden, liegt die Investitionssumme für die Unternehmen bei ca. 20.000 € (2.000 € pro Messstelle). Wird davon 50 % durch das Land finanziert, beläuft sich der Förderbedarf auf ca. 500.000 €

Der durchschnittliche Energieverbrauch der kleinen und mittleren Unternehmen liegt bei 5,6 GWh, es wird ein Einsparpotenzial²⁷ von 2,5 % pro Jahr unterstellt bzw. von 140 MWh pro Unternehmen. Die Aufteilung der Einsparungen beläuft sich auf zwei Drittel Strom und ein Drittel Wärme.

Beginn der Wirkung: sofort

Zielgröße: Installation von 500 Messgeräten

	<i>Anzahl Unternehmen</i>	<i>Eingesparte Strommenge/Wärmemenge</i>
Effekt 2006:	25	2,33 GWh/1,17 GWh
Effekt 2007:	50	4,67 GWh/2,33 GWh

²⁵ European Copper Institute: "Energy Efficient Motor Driven Systems", April 2004.

²⁶ Radgen, Blaustein: "Compressed air systems in the European Union", Dezember 2001.

²⁷ Das im Rahmen der Kampagne „Druckluft effizient“ ermittelte Einsparpotenzial durch Verhaltensänderungen, die keine größeren Investitionen benötigen, liegt bei 5 % des Energieverbrauchs.

5) Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Zur Ermittlung des Treibhausgas-Einsparpotenzials wird davon ausgegangen, dass 25 Unternehmen in 2006 Messgeräte installieren und weitere 25 Unternehmen in 2007. Die eingesparte Energie wird bis zum Jahr 2012 fortgeschrieben, um das Minderungspotenzial zu bestimmen.

Minderung in Massen:

Effekt 2006:	2.040 t CO ₂
Effekt 2007:	4.080 t CO ₂
Effekt 2008 – 2012:	4.080 t CO ₂ pro Jahr

6) Finanzieller Aufwand

Land: Teilfinanzierung der Messgeräte (2 x 250.000 €)

Teilnehmende Betriebe: Zeitaufwand für die Installation, Teilfinanzierung der Messgeräte (675.000 €)

Lokale Energieagenturen: Unterstützung bei der Durchführung

Verbände und andere Multiplikatoren: Kosten für Verbreitungsmaßnahmen

7) Treibhausgas-Minderungskosten

Nach dem Analyseraster ergeben sich für diese Maßnahme volkswirtschaftliche Minderungskosten von –40 €/t CO₂. Für den Landeshaushalt liegen die Minderungskosten bei 18 €/t CO₂.

8) Wirkungstiefe

Bei dieser Maßnahme liegt eine indirekte Wirkung vor. Die Betriebe werden auf ihren Energieverbrauch und ihre Einsparpotenziale aufmerksam gemacht. Die Maßnahme dient als Auslöser für Unternehmen, wirtschaftliche Einsparpotenziale selbst zu erschließen.

9) Begleitwirkungen

Die Installation von Messgeräten stellt eine grundlegende Voraussetzung für einen effizienten Umgang mit Energie dar und ermöglicht eine wesentlich verbesserte Kalkulation und Planung von Effizienzmaßnahmen, da der tatsächliche Verbrauch auch einzelner Anwendungen bekannt ist. Betriebe werden außerdem auf weitere Bereiche der rationellen Energienutzung insgesamt aufmerksam.

10) Längerfristige Bedeutung

Die Senkung der Energieintensität stellt auch zukünftig eine zentrale Säule des Klimaschutzes dar, da hier sehr wirtschaftlich Energie eingespart werden kann. Gleichzeitig wird die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen gestärkt.

11) Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Der Anteil der Energiekosten ist bei einer Vielzahl an Unternehmen nur von untergeordneter Bedeutung, so dass für sie wenig Anreiz besteht, die Energiekosten zu senken.

12) Akteure

Land: Finanzierung, Begleitung (Benchmarking), Verbreitung

Verbände: für die Bekanntmachung der Ergebnisse und Motivationsmaßnahmen

Betrieb: Durchführung, Finanzierung

13) Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Erster Schritt sollte die Erarbeitung einer Checkliste sein, die die größten Einsparpotenziale für unterschiedliche Industrie- und Dienstleistungsbranchen beinhaltet. Dabei kann auf vorhandene Arbeiten, Broschüren und Studien von Industrieverbänden, Energieagenturen usw. aufgebaut werden.

Diese Broschüre wird zusammen mit den Messgeräten an die Unternehmen ausgegeben, um sie zusätzlich über typische Maßnahmen zu informieren.

Zur Kontrolle des Umsetzungserfolgs ist es sinnvoll, die teilnehmenden Unternehmen zu einer Berichterstattung zu verpflichten. Diese Berichterstattung kann über ein einfaches Formblatt erfolgen, das internetbasiert zum Aufbau einer Benchmarking-Datenbank genutzt werden kann. Bei 50 teilnehmenden Unternehmen sollte die Entwicklung und der Erfolg der mit dieser Maßnahme angestoßenen Aktivitäten in einer Begleitforschung untersucht werden. Auf diese Weise kann die Wirksamkeit der Maßnahme evaluiert und ein zusätzlicher Anreiz für die Unternehmen gesetzt werden, um neben der Investition in die Messtechnik auch Einsparaktivitäten durchzuführen. Evaluation und Aufbau des Benchmarkings kann direkt durch das Ministerium durchgeführt werden oder durch eine externe Forschungseinrichtung.

Die Laufzeit der Begleitforschung liegt bei 2 Jahren und würde bei einer externen Vergabe ein zusätzliches Fördervolumen von ca. 30.000 € erfordern.

14) Priorität

mittel

15) Hinweis

Regionales Demoprojekt zu Klimaschutz mit Unternehmen

Die Maßnahme umfasst die Bündelung aller oder ausgewählter vorgeschlagener Maßnahmen im Bereich Industrie und GHD in einem regionalen Beispiel. Hier könnten zur Demonstration und zur Bekanntmachung verschiedene Maßnahmen durchgeführt werden, z. B. Energie-Netzwerke, Elektromotoren-Beratung, Installation von Messgeräten, Energiesparwoche etc. Insbesondere sollen dabei Unternehmenskooperationen gefördert werden. Der Vorschlag lehnt sich an die Konzeption der „Brundtlandstädte“ an, konzentriert sich aber auf die Zielgruppe Industrie und GHD.

Nr.	Maßnahmenkurztitel	Ansatzpunkt:
10	Regionales Demoprojekt zu Klimaschutz in Unternehmen	Einsparung von Strom und Wärme, Reduktion von CO₂-Emissionen
<p>1) Kurzbeschreibung</p> <p>Bündelung mehrerer vorgeschlagenen Maßnahmen in einer Region zwecks Demonstration und Bekanntmachung. Insbesondere sollen dabei Unternehmenskooperationen gefördert werden. Die Konzeption ist ähnlich der „Brundtlandstädte“ und konzentriert sich auf die Zielgruppe Industrie und Dienstleistungsunternehmen. Die in der Demoregion umgesetzten Maßnahmen umfassen die Einrichtung eines Effizienznetzwerks, eine Elektromotoren-Beratung, die Installation von Messgeräten, Durchführung einer Energiesparwoche, Optimierung der Druckluftversorgung und der Beleuchtung und die Erarbeitung eines Konzeptes zur unternehmensübergreifenden Strom- und Wärmeerzeugung.</p>		
<p>2) Wirkungsansatz</p> <p>Bewusstseinsbildung, Darstellung der Einsparpotenziale und der Durchführbarkeit und Effizienz von Verbesserungsmaßnahmen am Beispiel einer Demoregion. Vielfältige Verbreitung der Ergebnisse und damit verbundene Motivation der Zielgruppen und anderer Regionen. Ziel ist es, Geschäftsführer und Betriebsleiter auf das Thema aufmerksam zu machen und zu zeigen, dass Effizienzmaßnahmen wirtschaftlich umgesetzt werden können.</p>		
<p>3) Zielgruppe</p> <p>Eine Region, die beispielhaft für Regionen in Hessen mit großem Einsparpotenzial steht. Innerhalb der Region richtet sich die Maßnahme an kleine und mittlere Unternehmen aus dem Industrie- und Dienstleistungsbereich. Als Beispiel kann hier die Region Viernheim genannt werden.</p>		

4) Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Die Auswirkungen der einzelnen Maßnahmen sind in den jeweiligen Einzelbeschreibungen dargestellt.

Beginn der Wirkung: sofort

Zielgröße: Minderung des Energieverbrauchs um mehr als 20 %

2006: Auswahl der Region und der Unternehmen, Erarbeitung des Konzepts

2007: Einrichtung des Effizienznetzwerks, Durchführung der ersten Maßnahmen

2008: Durchführung der Maßnahmen

2011: Ende des Projekts

5) Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Minderung in Massen und in CO₂-Äquivalenten:

Die Einsparpotenziale beim industriellen Stromverbrauch liegen unter Berücksichtigung von investitionsintensiven Maßnahmen bei Motorenanwendungen bei über 30 %, bei der Beleuchtung liegen die Einsparpotenziale ebenfalls in der Größenordnung von 30 %.

Im Bereich der Wärmeanwendungen ergeben sich Einsparpotenziale durch gekoppelte Erzeugung sowie durch Abwärmenutzung. Im Rahmen dieser Maßnahme soll ein Großteil der vorhandenen Potenziale beispielhaft ausgeschöpft werden.

6) Finanzieller Aufwand

Grundlagen für Berechnungen:

Land: Schaffung einer Landesstelle zur Koordination der Demoregion, Förderung der Investitionen, 50.000 € für Konzeption, Begleitung und Verbreitung

Lokale Energieagenturen: Unterstützung bei Organisation und Verbreitung

Verbände und andere Multiplikatoren: Kosten für Verbreitungsmaßnahmen

7) Treibhausgas-Minderungskosten

Aufgrund des Einsatzes mehrerer Maßnahmen und eines erhofften starken Multiplikatoreffektes ist die Bestimmung der Minderungskosten nicht möglich.

8) Wirkungstiefe

In der Demoregion direkte Wirkung durch Umsetzung der Maßnahmen, große Multiplikatorwirkung durch Bündelung aller Maßnahmen auf eine Region.

9) Begleitwirkungen

Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen wird gestärkt.

10) Längerfristige Bedeutung

Die Demoregion würde längerfristig einen starken Multiplikatoreffekt haben und so verstärkt die rationelle Energienutzung fördern.

11) Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Es muss eine geeignete Region gefunden werden.

12) Akteure

Kreis- oder Stadtverwaltung: Einrichtung einer Stelle zur Durchführung und Koordination des gesamten Projekts. Diese kann auch bei einer Energieagentur eingerichtet werden.

Land: Finanzierung, Begleitung, Verbreitung

Verbände: für die Bekanntmachung der Ergebnisse und Motivationsmaßnahmen

Betriebe: Durchführung

Lokale Energieagenturen: Unterstützung bei der Durchführung, ggf. Koordination der gesamten Maßnahme.

13) Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Es wäre hilfreich, dass die Ergebnisse der Demoregion von geeigneten Multiplikatoren weiterverbreitet werden, z. B. Branchenverbände, IHK, Energieagenturen. Broschüren mit dem „Best-practice“-Beispiel sollen erstellt und verbreitet werden.

14) Priorität

hoch

15) Hinweis

Bereich Gebäude

Bearbeitung: IWU Darmstadt

Gebäudesektor

Erhöhung der Markttransparenz / Steigerung von Motivation und Information / Verbesserung von Ausbildung und Qualifikation

GS1 **Erstellung und Verbreitung von Mietspiegeln mit wärmetechnischer Beschaffenheit als zusätzlichem Merkmal (Ökologischer Mietspiegel)**

Im Mietwohnungsbestand bleibt die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen hinter den Erwartungen zurück, unter anderem weil der Nutzen der Energiesparinvestition nicht dem Vermieter, sondern dem Mieter zufällt. Das Mietrecht bietet ab September 2001 die Möglichkeit bei der Ermittlung der ortsüblichen Vergleichsmiete zwischen „einfachen“ (§ 558c BGB) und qualifizierten Mietspiegeln (§ 558d BGB) zu wählen. „Einfache“ Mietspiegel werden häufig ausgehandelt, qualifizierte Mietspiegel auf der Basis einer Primärdatenerhebung nach wissenschaftlichen Grundsätzen ermittelt. Über qualifizierte Mietspiegel kann der Einfluss der wärmetechnischen Beschaffenheit auf die Miethöhe korrekt abgebildet werden. Damit kann ein wesentlicher Anreiz für Investitionen in energiesparende Maßnahmen geschaffen werden. Es besteht ein rechtlich gesicherter Anspruch auf zusätzliche Mieteinnahmen nach der Umsetzung von Energiesparmaßnahmen. Für die weitere Verbreitung des ökologischen Mietspiegels in Hessen wird ein zweistufiges Konzept vorgeschlagen:

1. Durchführung von Informationsveranstaltungen zum Thema „Ökologischer Mietspiegel“. Ziel ist es, die Idee des ökologischen Mietspiegels zu kommunizieren und die Vorteile für Vermieter und Mieter transparent zu machen. Initiator und Moderator solcher Veranstaltungen ist das Land Hessen in Zusammenarbeit mit interessierten Kommunen.
2. Durchführung eines vom Land Hessen geförderten Mietspiegelprojektes, in dem die Aufnahme der wärmetechnischen Beschaffenheit in zehn hessischen Modellkommunen in die jeweiligen Mietspiegel begleitet wird. In einer übergreifenden Untersuchung werden darüber hinaus gemeindespezifische Einflüsse analysiert und quantifiziert (3 Jahre Projektlaufzeit). Der gefundene Zusammenhang wird veröffentlicht und kann bei anderen Mietspiegeln sowie bei Sachverständigengutachten berücksichtigt werden.

GS2 **Kommunale Heizspiegel einführen**

Heizspiegel dienen dazu, Heizenergie und Heizkosten von Gebäuden zu erfassen und darzustellen. Sie beruhen auf einer statistischen Auswertung der Heizkostenabrechnungen zentral beheizter Mehrfamilienhäuser einer Kommune und haben die Aufgabe, Transparenz bei den Heizkosten und beim Heizenergieverbrauch von zentralbeheizten Mehrfamiliengebäuden herzustellen. Die Ergebnisse der statistischen Auswertung örtlicher Heizdaten werden in Tabellen zusammengefasst, die in Form von Faltblättern mit hoher Auflage dem Publikum zugänglich gemacht werden (z.B. zusammen mit den Heizkostenabrechnungen). Die Tabellen unterscheiden zwischen Gebäuden mit unterschiedlichen Energieträgern (Heizöl, Erdgas und Fernwärme) und zwischen Gebäuden mit zentraler und dezentraler Warmwasserbereitung, weil die statistische Auswertung des Bestands hier signifikante Unterschiede sichtbar macht.

GS3 Hessische Energiesparaktion ausbauen

Mit der Hessischen Energiesparaktion besteht auf Landesebene bereits ein Programm zum Abbau von Informationsdefiziten und zur Imagesteigerung von Energiesparmaßnahmen im Gebäudebereich. Viele Maßnahmen aus den Bereichen „Steigerung von Information und Motivation“ sowie „Ausbildung und Qualifikation“ lassen sich unter dem Dach der Hessischen Energiesparaktion bündeln. Um die erforderliche Breitenwirkung hessenweit zu erzielen, wird daher vorgeschlagen die Hessische Energiesparaktion fortzuführen und personell bzw. finanziell zu verstärken. Als Aufgaben fallen der Hessischen Energiesparaktion neben der allgemeinen Information über Art und Umfang der erforderlichen technischen Maßnahmen und deren Wirtschaftlichkeit sowie der Netzwerkarbeit insbesondere die folgenden Maßnahmen zu (GS 4-6):

GS4 Regionale Energiepassaktionen

Die neue EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ fordert die breite Einführung von Energiepässen (-zertifikaten) in den Mitgliedsstaaten der EU bis zum Jahr 2006. Bei Verkauf eines Gebäudes sowie bei der Vermietung einer Wohnung wird der Energiepass obligatorisch. In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich, bis zur Marktdurchdringung eines bundesdeutschen Energiepasses die regionalen Aktionen zur Erstellung von Energiepässen für selbstnutzende Eigentümer und private Vermieter (Energiepass Hessen) weiterzuführen. Insbesondere ist zu beachten, dass Eigentümer von Einfamilienhäusern von der EU-Richtlinie nicht direkt betroffen sind, da diese erst bei einem Eigentümerwechsel greift. Gleichzeitig weisen Einfamilienhäuser die größten Energiesparpotenziale auf.

GS5 Intensivierung der Weiterbildung

Neben der Information ist vor allem auf die Qualifikation der in den Sanierungsprozess eingebundenen Berufsgruppen zu achten. Gerade im Hinblick auf die Vermittlung der notwendigen und aktuellen Kenntnisse über die Energieeinsparung bei Gebäuden sind hier kontinuierliche und verstärkte Aktivitäten notwendig. Insbesondere der Gebäudebestand, auf den mehr als die Hälfte des gesamten Hochbauvolumens in der Bundesrepublik entfällt, verdient hier eine noch stärkere Aufmerksamkeit als bisher. Hinsichtlich der Weiterbildung kann in Hessen auf eine bestehende Energieberaterstruktur (u.a. durch den Lehrgang „Gebäudeenergieberater des Handwerks“) aufgebaut werden. Der von der Hessischen Energiesparaktion unterstützte Weiterbildungsprozess von unterschiedlichen Berufsgruppen zur energetischen Gebäudesanierung sollte im Rahmen einer Qualifizierungsinitiative Hessen gebündelt und weiter ausgebaut werden.

GS6 Energieberatung in der Altbausanierung

Die energietechnische Altbausanierung erfordert eine individuelle Gebäuediagnose und eine auf gegebene bau- und anlagentechnische Randbedingungen (Versorgungssituation, Heizsystem, zentrale/dezentrale Warmwasserbereitung, denkmalgeschützte Außenbauteile, ohnehin erforderliche Instandhaltungsmaßnahmen) abgestimmte Modernisierungsstrategie. Dies ist Aufgabe einer unabhängigen „Energieberatung in der Altbausanierung“. Grundlage für viele Aktivitäten im Bereich der Energieberatung kann das Förderprogramm „Energieeinsparung vor Ort“ sein oder besonders in Hessen auch die Aktivitäten der „Hessischen Energiesparaktion“. Mit der Abwicklung sind vor allem die Hessischen Schornsteinfeger, die Energieberater im Handwerk, Energieberater der Verbraucherzentralen und freie Ingenieurbüros beauftragt.

GS7 Lehrpläne umstellen - Lernmaterialien bereitstellen

Mögliche Ansatzpunkte hinsichtlich der Ausbildung der beteiligten Akteure sind die Umstrukturierung der entsprechenden Rahmenlehrpläne an Hochschulen, die verstärkte Einrichtung von Vertiefungsstudiengängen für Architekten und Ingenieure und die Aufnahme gewerkeübergreifender Kenntnisse über die Altbausanierung in die Ausbildungsordnung von Handwerkern. Durch die Aufnahme der Thematik Energieeinsparung in die Lehrpläne hessischer Schulen (Grundschulen und weiterführende Schulen, Berufsschulen), kann das Energiesparen bereits früh vermittelt und bis hin zur Oberstufe vertieft werden. Durch die Ansidlung der Energie in den Fächern Physik, Chemie, Biologie, Mathematik kann so eine optimale Abstimmung erfolgen.

Abgestimmt auf das Thema „Energie – Energieeinsparung – Klimaschutz“ sollten zusätzlich didaktisch geeignete Lernmaterialien entwickelt und insbesondere den Berufsschulen in Hessen zur Verfügung gestellt werden. Dabei kann auf das in Hessen bestehende Programm „Energieeinsparung in Schulen“ aufgebaut werden.

Fördermaßnahmen

GS8 Steuerliche Förderung

Möglicherweise können die Klimaschutzziele im Gebäudebestand nicht ohne eine umfassende Förderung erreicht werden. Es erscheint daher sinnvoll, die öffentlichen Finanzhilfen auszuweiten. Die Höhe der Förderung sollte durchschnittlich etwa 10 % – 20 % der Investitionskosten betragen und im Normalfall erst dann einsetzen, wenn die Mindestanforderungen der EnEV überschritten werden. Als steuerliche Förderung der Altbausanierung kommen Sonderabschreibungen für energetische Sanierungen (Wiedereinführung § 82a EStDV) oder direkte Steuerabzugsmöglichkeiten im Rahmen der Einkommenssteuer (wie von der Bundesinitiative „JETZT“ vorgeschlagen) in Betracht. Alle nachträglichen energetischen Sanierungsmaßnahmen können demnach innerhalb von beispielsweise 10 Jahren vom Gebäudeeigentümer abgeschrieben oder über 10 Jahre verteilt von der Einkommenssteuer abgezogen werden. Der direkte Steuerabzug hat den Charakter eines zeitlich gestreckten Zuschusses, er ist anders als die Sonderabschreibung nicht vom Einkommen abhängig. Die steuerliche Förderung kann, muss aber nicht auf den selbst genutzten Wohnraum konzentriert werden. Zusätzlich ist es sinnvoll, einen Höchstbetrag für absetzbare Kosten bzw. feste Förderbeträge für bestimmte Energiesparmaßnahmen vorzusehen. Darüber hinaus sollte ein Maßnahmenkatalog mit der Festlegung von Mindeststandards der geförderten Energiesparmaßnahmen zur Grundlage der steuerlichen Förderung gemacht werden. Eine Evaluation des Programmserfolgs ist dringend angeraten. Dazu gehört auch eine Verbesserung des Monitorings im Gebäudebestand (wie hoch sind die energetischen Modernisierungsraten vor und nach Programmeinführung?).

GS9 Weiterentwicklung KfW-Gebäudesanierungsprogramm

Wenn die Strategie einer deutlichen Ausweitung der Energiesparförderung für den Gebäudebestand verfolgt wird, ist auf ein abgestimmtes Vorgehen bei den verschiedenen Förderprogrammen zu achten. Beispielsweise können sich die steuerliche Förderung und die Kreditförderung ergänzen. Falls sich die erstere auf selbstnutzende Eigentümer konzentriert, könnte letztere vor allem Eigentümer von Mietwohngebäuden ansprechen. Eine strikte Trennung aber nicht unbedingt sinnvoll, z.B. werden auch bei Mietwohngebäuden weniger umfangreiche Modernisierungsmaßnahmen nicht unbedingt über Kredite abgewickelt. Grundsätzlich können immer beide Förderwege alternativ offengehalten werden. Auch die Programmbedingungen müssen aufeinander abgestimmt werden.

Bei der Kreditförderung kann auf dem vom Bund finanzierten KfW-Gebäudesanierungsprogramm aufgebaut werden. Eine Ausweitung des Fördervolumens und der Zahl der Förderfälle würde neue Überlegungen über die Fördervoraussetzungen im KfW-Programm mit sich bringen, Zum Beispiel wären anders als bisher auch Einzelmaßnahmen zu berücksichtigen, um mit der Förderung auch weniger umfangreiche Sanierungen zu erreichen.

Grundsätzlich andere Voraussetzungen für die Ausgestaltung des KfW-Gebäudesanierungsprogramms liegen dann vor, wenn keine Ausweitung der Energiesparförderung stattfindet, d.h. die gegenwärtigen Voraussetzungen und Fördervolumina in etwa bestehen bleiben. Auch hier gibt es Weiterentwicklungsmöglichkeiten, die vom IWU in einem – gemeinsam mit dem ifeu-Institut durchgeführten – Projekt im Auftrag des Umweltbundesamtes differenziert untersucht wurden (N. Diefenbach et al., „Beiträge der EnEV und des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms zum Nationalen Klimaschutzprogramm“, Juli 2005, bisher nicht veröffentlicht). Es wird dort vorgeschlagen, bei der Weiterentwicklung der Energiesparförderung im Gebäudebestand im

Rahmen des KfW-Gebäudesanierungsprogramms die Ziele insbesondere auf die Verbreitung erhöhter Energiesparstandards (unter Berücksichtigung auch von Gebäudekonzepten mit zukunftsweisendem sehr niedrigem Energieverbrauch) und die Integration der Energieberatung in das Förderkonzept auszurichten. Diese Ziele können und sollten auch dann in Form ergänzender Förderangebote weiterverfolgt werden, wenn das Programm zu einem mit viel höheren Mitteln ausgestatteten Breitenprogramm umgearbeitet wird.

GS10 Modellprojekte zur Realisierung von zukunftsfähigen Ansätzen bei der Gebäudesanierung und im Neubau

Um die Vorteilhaftigkeit der weitgehenden energetischen Sanierung zu demonstrieren, ist es weiterhin erforderlich Modellprojekte zur Realisierung von zukunftsfähigen Ansätzen bei der Gebäudesanierung und im Neubau mit begleitender Forschung durchzuführen.

GS11 Förderprogramm Nichtwohngebäude

Analog zu Wohngebäuden muss auch bei Nicht-Wohngebäuden der Zeitpunkt von ohnehin durchgeführten Sanierungen genutzt werden, um den Wärmeschutz der Gebäudehülle zu verbessern und effiziente Heizungstechnik zu installieren. Um die Anreize zu einer Kopplung von Sanierung und energetischer Modernisierung zu erhöhen und Wärmeschutzmaßnahmen zu induzieren, die über den gesetzlichen Mindestanforderungen liegen, kann ein Förderprogramm für Nicht-Wohngebäude aufgelegt werden. Gefördert werden soll die Energieberatung und die Umsetzung von Einzelmaßnahmen, die gegebenenfalls zu einem Gesamtpaket kumuliert werden können. Die Laufzeit des Programms wird zunächst auf 10 Jahre begrenzt. Da der Stromverbrauch bei Dienstleistungsgebäuden eine erhebliche Rolle spielt, wäre zu prüfen, ob als Fördervoraussetzung der Nachweis eines Energieberatungsberichtes, in dem neben der Ist-Zustandsanalyse ein Gesamtkonzept für Modernisierung unter Berücksichtigung des elektrischen Energieverbrauchs aufgezeigt wird, eingeführt werden sollte. Es ist anzustreben, dass parallel zu einer Verbesserung des Wärmeschutzes der Stromverbrauch von Beleuchtung und/oder Arbeitshilfen reduziert wird, um den sommerlichen Wärmeschutz nicht zu verschlechtern. Die Festlegung der förderfähigen Maßnahmen sollte möglichst einfach und eindeutig sein. Bei den Wärmeschutzmaßnahmen bietet sich – wie bei den Wohngebäuden - ein bauteilbezogenes Verfahren an, in dem die energetische Mindestqualität für die einzelnen Bauteile definiert wird.

Maßnahmen an Gebäuden der öffentlichen Hand

GS12 Energiepasseinführung bei öffentlichen Gebäuden unterstützen

Die neue EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ fordert die breite Einführung von Energiepässen (-zertifikaten) in den Mitgliedsstaaten der EU bis zum Jahr 2006. Bei Verkauf eines Gebäudes sowie bei der Vermietung einer Wohnung wird der Energiepass obligatorisch. Bei öffentlichen Gebäuden mit großem Publikumsverkehr und einer Gesamtnutzfläche von über 1.000 m² muss ein Energiepass unabhängig von Vermietung oder Verkauf erstellt und gut sichtbar ausgehängt werden. In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich, die Einführung des Energiepasses in Hessen mit unterschiedlichen Maßnahmen zu unterstützen:

1. Wahrnehmung der Vorbildfunktion des Landes Hessen durch Erstellung und Aushang von Energiepässen in Landesliegenschaften mit großem Publikumsverkehr
2. Unterstützung von hessischen Kommunen bei der Erstellung von Energiepässen für kommunale öffentliche Gebäude mit großem Publikumsverkehr (Information)

GS13 Energieberichte für landeseigene und kommunale Liegenschaften

Der Begriff „Energiebericht“ wird allgemein sehr unterschiedlich interpretiert. Mit der hier dargestellten Maßnahme wird unter dem Begriff „Energiebericht“ eine Beschreibung und Bewertung der energetischen Ist-Situation öffentlicher Liegenschaften verstanden. Dargestellt werden

- die Entwicklung des Energieverbrauchs, der Energiekosten und –preise,
- spezifische Kennwerte (Energie, Kosten, Emissionen) sowie
- Maßnahmen zur Reduzierung des Verbrauchs und der –kosten für Wärme, Strom und Wasser.

Wesentliches Element ist es, auf Basis des Energieberichtswesens energiepolitische Ziele zu definieren und Wege zu deren Umsetzung aufzuzeigen.

GS14 Energiesparziel für Landesliegenschaften

Das CO₂-Minderungspotenzial ist für die landeseigenen Gebäude im Vergleich zum gesamten Bestand im Nichtwohnbereich zwar relativ niedrig. Vom Land wird allerdings erwartet, dass es bei den eigenen Gebäuden eine Vorreiterrolle einnimmt. Insofern ist unter Rücksichtnahme auf die knappen öffentlichen Investitionsmittel sicherzustellen, dass bei Neubau und Modernisierung von Landesliegenschaften energetisch anspruchsvolle Standards eingehalten werden. Es wird daher vorgeschlagen, die Tradition der Verbrauchsrichtlinien bei der Gebäudeverwaltung in Hessen wiederaufleben zu lassen und Energiesparziele für Landesliegenschaften zu definieren.

Ordnungsrechtliche Maßnahmen

GS15 Fortschreibung der EnEV auf Bundesebene – Vollzug verbessern

Hessen hat als Bundesland gestaltenden Einfluss auf die Energiespargesetzgebung des Bundes. Insbesondere gilt dies für die Energieeinsparverordnung EnEV. Eine kontinuierliche Weiterentwicklung dieser Verordnung ist notwendig, um die langfristig geforderten Qualitätsstandards schrittweise zu erreichen. Beispielsweise wäre aktuell eine Absenkung der Zielwerte im Neubau (Primärenergiebedarf, Transmissionswärmeverlust) um ca. 30 % denkbar. Wesentlichen Einfluss auf die CO₂-Minderungseffekte hat auch der konkrete Vollzug der EnEV. Für die Umsetzung und die Kontrolle der Anforderungen sind die Bundesländer zuständig. Hessen hat hier im Ländervergleich bereits frühzeitig sehr differenzierte Regelungen getroffen. Die Wirkung der Maßnahmen sollte geprüft werden, um eine Basis für mögliche Weiterentwicklungen zu schaffen. Die Möglichkeit stichprobenartiger Kontrollen der Bauausführung sollte grundsätzlich in Erwägung gezogen werden .

GS 1	Erstellung und Verbreitung von Mietspiegeln mit wärmetechnischer Beschaffenheit als zusätzlichem Merkmal (ökologischer Mietspiegel)	Ansatzpunkt: Überwindung des Investor-Nutzer-Dilemmas durch erhöhte Mietpreisgerechtigkeit und Markttransparenz
------	--	---

Kurzbeschreibung

Etwa 60 % der hessischen Wohnfläche entfällt laut Mikrozensus auf Einfamilienhäuser (inkl. Zweifamilien- und Reihenhäuser), 40 % auf Mehrfamilienhäuser. 56 % der Gesamtwohnfläche wird von Wohnungseigentümern, 44 % von Mietern bewohnt. Die Umsetzung von Energiesparmaßnahmen bleibt im Mietwohnungsbestand jedoch hinter den Erwartungen zurück, unter anderem weil der direkte Nutzen der Energiesparinvestition nicht dem Vermieter, sondern dem Mieter zufällt. Die Aufnahme der wärmetechnischen Beschaffenheit, die die energetische Effizienz der Gebäude beschreibt, in den Mietspiegel führt zu einer Verbesserung der Mietpreisgerechtigkeit und der Rentabilität von energetischen Modernisierungsmaßnahmen.

Im Rahmen der Mietspiegelerstellung in Darmstadt wurde erstmals in Deutschland vom Institut Wohnen und Umwelt der Einfluss der „*wärmetechnischen Gebäudebeschaffenheit*“ auf die Netto-Miete untersucht. Die statistische Analyse zeigt, dass für Wohnungen in Gebäuden mit guter Wärmedämmung und moderner Heizungsanlage in Darmstadt signifikant eine um 0,37 €/m² pro Monat höhere Nettomiete gezahlt wird. Ein entsprechender Zuschlag für eine „gute wärmetechnische Beschaffenheit“ wurde in den Darmstädter Mietspiegel 2003 aufgenommen. Ein derart erweiterter Mietspiegel wird auch als „ökologischer“ Mietspiegel bezeichnet.

Das Mietrecht bietet seit September 2001 die Möglichkeit bei der Ermittlung der ortsüblichen Vergleichsmiete zwischen „einfachen“ (§ 558c BGB) und qualifizierten Mietspiegeln (§ 558d BGB) zu wählen. „Einfache“ Mietspiegel werden häufig ausgehandelt, qualifizierte Mietspiegel auf der Basis einer Primärdatenerhebung nach wissenschaftlichen Grundsätzen ermittelt.

Über qualifizierte Mietspiegel kann der Einfluss der wärmetechnischen Beschaffenheit auf die Miethöhe korrekt abgebildet werden. Nach den Untersuchungen zum Modellprojekt in Darmstadt sind hierzu die wesentlichen systematischen Fragen beantwortet. Erforderlich ist nun die Verbreitung des Ansatzes durch Modellprojekte in mehreren Kommunen.

Um die Integration der wärmetechnischen Beschaffenheit in die Mietpreisgestaltung auch in Kommunen zu ermöglichen, die über keinen qualifizierten Mietspiegel verfügen, ist ein besonderes Vorgehen notwendig. Ein denkbarer Lösungsansatz wäre eine statistisch abgeleitete Aussage zum Einfluss der wärmetechnischen Beschaffenheit und insbesondere zu den gemeindespezifischen Unterschieden in Hessen. Dies erfordert einen einheitlichen Untersuchungsansatz für ausgewählte Modellgemeinden mit an die jeweiligen Wohnungsmärkte angepassten Mietspiegelmodellen.

Insofern wird für eine weitere Verbreitung des ökologischen Mietspiegels in Hessen ein mehrstufiges Konzept vorgeschlagen:

1. Durchführung von Informationsveranstaltungen zum Thema „Ökologischer Mietspiegel“. Ziel ist es, die Idee des ökologischen Mietspiegels zu kommunizieren und die Vorteile für Vermieter und Mieter transparent zu machen.

Initiator und Moderator solcher Veranstaltungen ist das Land Hessen in Zusammenarbeit mit interessierten Kommunen.

2. Durchführung eines vom Land Hessen geförderten Mietspiegelprojektes, in dem die Aufnahme der wärmetechnischen Beschaffenheit in zehn hessischen Modellkommunen in die jeweiligen Mietspiegel begleitet wird. In einer übergreifenden Untersuchung werden darüber hinaus gemeindespezifische Einflüsse analysiert und quantifiziert (3 Jahre Projektlaufzeit). Der gefundene Zusammenhang wird veröffentlicht und kann bei anderen Mietspiegeln sowie bei Sachverständigengutachten berücksichtigt werden.

Wirkungsansatz

Die Möglichkeiten des Vermieters die Mieten aufgrund der energetischen Maßnahmen zu erhöhen sind durch das Mietrecht begrenzt. Der 11%ige Modernisierungszuschlag (§ 559 BGB) sichert nicht in jedem Fall die Refinanzierung. Dies stellt insbesondere bei der energetischen Sanierung des Gebäudebestandes ein Hemmnis dar. Man spricht hier von dem so genannten „Investor-Nutzer-Dilemma“.

Der ökologische Mietspiegel verankert das Kriterium „wärmetechnische Beschaffenheit“ im Mietspiegel und verbessert damit die Aufteilung von Kosten und Nutzen der energetischen Modernisierung zwischen Mieter und Vermieter. Nach einer energetischen Modernisierung kann für die Wohnungen ein Zuschlag bei der Ermittlung der Vergleichsmiete angerechnet werden. Dies erhöht die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen unter Wahrung der Mietpreisgerechtigkeit auf der Seite der Mieter.

Zielgruppe

- Hessische Kommunen bei der Erstellung von Mietspiegeln
- Vermieter (private Vermieter, Wohnungsunternehmen) als Investoren
- Verbände (Vermieter und Mieter)

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass nach Ablauf des Modellprojektes der ökologische Mietspiegel hessenweit eingeführt wird und dadurch die jährliche Sanierungsrate von Mietwohnungen von 0,75 %/a auf 2,5 %/a gesteigert werden kann (angenommenes Gesamtpotential):

Beginn der Wirkung: 2009

Zielgröße: zusätzlich energetisch sanierte WE p.a.

Effekt Hessen p.a. ab 2009: ca. 27.000 WE mit 1,91 Mio. m² Wohnfläche

Treibhausgas-Minderungspotential / Einsparpotential

Annahmen: Zur Entwicklung der CO₂-Emissionen und zu den Kosten der energetischen Sanierungsmaßnahmen siehe Begleittext Kapitel 1.3 und 1.4 sowie Anhang A.

Die Sanierung erfolgt in bewohntem Zustand. Nach Sanierung erfolgt eine Mieterhöhung nach § 558 BGB (Anhebung auf die ortsübliche Vergleichsmiete). Nach Durchführung des Modellprojektes gilt ein durchschnittlicher Zuschlag für eine gute wärmetechnische Beschaffenheit von 0,27 €/m² Wohnfläche hessenweit. Mit diesem Zuschlag sind die erforderlichen verbesserten Wärmeschutzmaßnahmen im Mietwohnungsbereich wirtschaftlich zu realisieren.

Zusätzliche Minderungen an CO₂-Emissionen Hessen ab 2009: ca. 0,06 Mio. t CO₂ pro Jahr

Zusätzliche Einsparungen Hessen im Jahr 2012: 0,24 Mio. t CO₂

*geringe Prognostizierbarkeit:

Es ist unsicher, ob und in welcher Höhe sich der Zuschlag für eine gute wärmetechnische Beschaffenheit in den unterschiedlichen Städten und Gemeinden darstellt. Sofern sich ein signifikanter Zuschlag ergibt, ist zu vermuten, dass die Vermieter das zusätzliche Mietspiegelkriterium nutzen werden. In welchem Umfang sie dies tun, hängt von der Höhe des Zuschlags, den Marktbedingungen, dem Zustand des Gebäudes und von weiteren Faktoren (z.B. Amateurvermieter oder Wohnungsunternehmen, Verbreitung ökologischer Mietspiegel durch Vorbildfunktion) ab.

Finanzieller Aufwand

Der finanzielle Aufwand der Sanierungen wird durch die Investoren getragen. Die energetischen Investitionskosten betragen 233 €/m² Wohnfläche, davon sind durchschnittlich 51 €/m² Wohnfläche energiebedingten Mehrkosten zur Erreichung des verbesserten Wärmeschutzes.

Die Kosten der Erstellung von Mietspiegeln werden von den Kommunen getragen.

Spezifische Investitionskosten des Landes: ca. 1,1 Mio. €.

Effekt in	Budgetwirkung	
	Stufe 1 [€]	Budgetwirkung Stufe 2 [€]
2006	100.000	200.000
2007	50.000	300.000
2008	50.000	300.000
2009	100.000	-
2010	-	-
2011	-	-
2012	-	-
Summe	300.000	800.000

Stufe 1: Geschätzte Kosten des Landes für regionale Informationsveranstaltungen, Marketingkampagne, Druckkosten, Kommunikation der Ergebnisse des Modellprojektes etc.

Stufe 2: Kosten des Landes für Modellprojekt in zehn Kommunen und übergreifende Untersuchungen

Treibhausgas-Minderungskosten

Die Treibhausgas-Minderungskosten (negativer Wert: Gewinn) des Wärmeschutzes betragen bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren: - 78 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Die Wirkungstiefe der Maßnahme ist hoch, da sie an den mietrechtlichen Rahmenbedingungen der Investoren ansetzt, damit marktwirtschaftliche Kräfte aktiviert und das Investor-Nutzer-Dilemma reduziert.

Begleitwirkungen

Durch den ökologischen Mietspiegel wird die energetische Modernisierungsrate in Hessen erhöht. Dies kann auch zu sekundären Effekten führen (z.B. zu Kostendegressionen bei den Herstellern von Dämmstoffen und anlagentechnischen Komponenten). Verstärkte Investitionen im Ausbaugewerbe führen zu einer Steigerung der Beschäftigung in der regionalen Bauwirtschaft. In der Wohnungswirtschaft führt die verstärkte energetische Sanierung zu verringerten Instandhaltungskosten für die Vermieter und zu einer Reduktion der Betriebskosten sowie einem erhöhten Wohnkomfort für die Mieter. Dadurch können Risiken (Leerstand, Miethöhe) minimiert werden. Die hessenweite Verbreitung des ökologischen Mietspiegels führt zu ähnlichen Effekten in anderen Bundesländern.

Längerfristige Bedeutung

Die Erstellung von Mietspiegeln ist ein dauerhaft wiederkehrender Prozess. Die Verankerung des Kriteriums der wärmetechnischen Beschaffenheit im Mietspiegel ist dadurch sichergestellt. Von besonderem Interesse ist die zeitliche Entwicklung des Einflusses der wärmetechnischen Beschaffenheit auf die Miethöhe. Um diese aufzuzeigen, sind entsprechende Nachuntersuchungen bei den nachfolgenden Mietspiegelstichproben durchzuführen.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Die Erstellung des ökologischen Mietspiegels in Darmstadt hat gezeigt, dass bei den beteiligten Akteuren Informationsdefizite und daraus resultierende Widerstände gegen die Erstellung eines ökologischen Mietspiegels im Vorfeld abgebaut werden müssen.

Es ist darüber hinaus sicherzustellen, dass der gesetzlich verlangt Energiepass und der für den Mietspiegel notwendige Nachweis über eine gute wärmetechnische Beschaffenheit der einzelnen Gebäude sich nicht widersprechen.

Akteure

- Ausgewählte hessische Gemeinden als Teilnehmer des Modellprojektes
- Land Hessen als Initiator und Moderator von Veranstaltungen und Fördermittelgeber für das Modellprojekt
- Mietervereine, Haus + Grund, Verbände der Wohnungswirtschaft
- Forschungsinstitut für die Koordination und systematische Auswertung des Modellprojektes
- Energieberater zur Erhebung der Energiekennwerte der Stichprobengebäude

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Die Durchführung von Informationsveranstaltungen ist ein erster Schritt zur Umsetzung des Modellprojektes, kann aber auch isoliert ohne anschließendes Modellprojekt durchgeführt werden. Vor Umsetzung des Modellprojektes sollte im

Rahmen einer Vorstudie die Datenanforderungen der am Modellprojekt teilnehmenden Gemeinden und andere Teilnahme Kriterien konkretisiert werden. Auf Grundlage der Vorstudie erfolgt die Auswahl der Modellkommunen in Abstimmung mit dem Fördermittelgeber. Weiterhin umfasst das Projekt die Datenerhebung und Erstellung eines (ökologischen) Mietspiegels in den ausgewählten Gemeinden, das Sammeln und Dokumentieren der Erfahrungen in den Gemeinden und übergreifende systematische Untersuchungen. Auf ein vom IWU entwickeltes Kurzverfahren zur Ermittlung der Energiekennwerte der Stichprobengebäude kann dabei zurückgegriffen werden.

Priorität

***** Hoch. Die Maßnahme sollte auf jeden Fall vorgesehen werden.

Hinweis

Die Maßnahme ist ergänzend bzw. alternativ zu einem Förderprogramm für den Mietwohnungsbereich zu sehen (siehe Maßnahmendatenblatt „Ausweitung KfW-Gebäudesanierungsprogramm“).

Treibhausgas-Minderungspotential / Einsparpotential

Annahmen: Zur Entwicklung der CO₂-Emissionen und zu den Kosten der energetischen Sanierungsmaßnahmen siehe Begleittext Kapitel 1.3 und 1.4 sowie Anhang A.

Zusätzliche Minderungen an CO₂-Emissionen Hessen: ca. 0,0045 Mio. t CO₂ pro Jahr

Zusätzliche Einsparungen Hessen im Jahr 2012 : 0,0315 Mio. t CO₂

*geringe Prognostizierbarkeit:

Über die Auswirkungen von kommunalen Heizspiegeln auf die energetische Sanierungsrate in Hessen besteht große Unsicherheit (siehe „Wirkungstiefe“).

Finanzieller Aufwand

Investoren:

Der finanzielle Aufwand der Sanierungen wird durch die Investoren getragen. Die energetischen Investitionskosten betragen 192 €/m² Wohnfläche, davon sind durchschnittlich 44 €/m² Wohnfläche energiebedingten Mehrkosten zur Erreichung des verbesserten Wärmeschutzes.

Landeshaushalt:

Der Münchener Heizspiegel hat in den ersten 5 Jahren Ausgaben in Höhe von 15.000 € pro Jahr verursacht. Für kommunale Heizspiegel in Hessen werden auf dieser Basis jährliche Gesamtkosten von 65.000 € geschätzt.

Treibhausgas-Minderungskosten

Die Treibhausgas-Minderungskosten (negativer Wert: Gewinn) des Wärmeschutzes betragen bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren: - 82 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Im Einzelfall hängt die Wirkung des Heizspiegels davon ab, ob ein Impuls, der durch die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit für das Projekt ausgelöst wird, in einem bestimmten Zeitraum auch in eine Maßnahme zur Verbesserung des wärmetechnischen Zustands des Gebäudes umgesetzt wird. Sobald diese Handlungskette an irgendeiner Stelle unterbrochen wird, sind die Bemühungen deutlich weniger effizient. Die Beurteilung der Wirksamkeit des Heizspiegels ist also gleichbedeutend mit der Frage, welcher Anteil der insgesamt in einem Heizspiegel gegebenen Impulse am Ende in eine Modernisierung des Gebäudes einmündet. Je größer diese „Übergangswahrscheinlichkeiten“ von einer Stufe auf die andere sind, desto wirksamer ist das Instrument (vgl. auch die Auflistung unter dem Punkt „Hemmnisse und Realisierungschancen“).

Begleitwirkungen

Heizspiegel machen Laien für das Gespräch mit dem Fachmann fit (Bewohner / Verwalter; Verwalter / Ingenieur oder Handwerker). Sie geben denen, die Beratungsbedarf bei sich vermuten, die Sicherheit, dass die Kontaktaufnahme mit dem Experten eine richtige Entscheidung ist. Umgekehrt vermitteln sie denen, deren Beratungsbedarf gering oder nicht vorhanden ist, diese Einsicht, ohne dass hierdurch Kosten entstehen. Beides geschieht mit hinreichender Zuverlässigkeit, d.h., wenn der Heizspiegel ein Gebäude als modernisierungsbedürftig bezeichnet, dann ist der Kontakt mit dem Fachmann mit hoher Wahrscheinlichkeit wirtschaftlich sinnvoll.

Längerfristige Bedeutung

Da die Heizkosten wesentlich durch die Höhe und die Fluktuation der Preise von Heizenergie bestimmt sind, ist eine jährliche Fortschreibung der Heizspiegel-Statistik – nicht zuletzt aus Gründen der Akzeptanz durch die Medien – wichtig.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Folgende Hürden sind auf dem Weg zur wärmetechnischen Modernisierung zu überwinden:

- Wahrnehmung schaffen: Eine aktive, offensive Presse- und Öffentlichkeitsarbeit gewährleistet, dass das Instrument Heizspiegel zur Kenntnis und in Anspruch genommen wird.
- Problemgruppe ansprechen: Der Heizspiegel empfiehlt die wärmetechnische Modernisierung vor allem dann, wenn Handlungsbedarf erkennbar ist. Deswegen kommt es darauf an, in erster Linie Hochverbraucher (Eigentümer, Bewohner) für diesen Service zu interessieren. Je größer deren Anteil an den Nutzern von Heizspiegeln ist, desto sinnvoller ist dieses Instrument eingesetzt.
- Entscheidungsträger ansprechen: Jede Empfehlung, die direkt an einen Eigentümer/ Verwalter (und nicht erst an den Bewohner) gerichtet wird, besitzt eine deutlich größere Chance der Realisierung.
- Entscheidungsträger überzeugen: Wenn die Empfehlung zur Modernisierung den Eigentümer / Verwalter erreicht, kommt es entscheidend darauf an, ob hier die zielgruppenspezifisch „richtige“ Ansprache gefunden wird. Die fachliche Stellungnahme muss so verfasst sein, dass sie beim jeweiligen Adressaten auf Akzeptanz stößt.
- Übergänge auf nachgelagerte Beratungsangebote optimieren: Verwalter/Eigentümer ergreifen nur dann die Initiative, wenn die in der fachlichen Stellungnahme genannten Hilfs- und Beratungsangebote „stimmen“. Es müssen also die „richtigen“ Fachleute empfohlen werden, die sich mit Engagement und Aufgeschlossenheit den Belangen des Beratungskunden widmen.

Akteure

Kommunen, Land Hessen, Abrechnungsunternehmen

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Der Heizspiegel wurde inzwischen zu einem differenzierten System von ineinander greifenden Beratungswerkzeugen entwickelt. Hierzu gehören

- Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, mit der für die Inanspruchnahme des Beratungsangebots des kommunalen Heizspiegels geworben wird. Dies umfasst die Aufbereitung des statistischen Materials für die Zwecke der örtlichen Medien, („aus dem Leben gegriffene“ Berichte von Bewohnern, Familien, Hauseigentümern und deren Umgang mit dem Thema Heizkosten) sowie Telefonaktionen, über die Tageszeitungen Ihren Lesern Expertenrat in Sachen Heizkosten sparen zur Verfügung stellen.
- Heizspiegel-Broschüren bzw. Faltblätter mit den Tabellen zu Heizkosten und Heizenergieverbrauch, die den

Nutzern eine vergleichende Bewertung ihrer Gebäude ermöglichen. Die Werte dieser Tabellen markieren die Gebäude mit besonders hohem Verbrauch (10% der „Hochverbraucher“) als vordringliche Kandidaten für die Modernisierung.

- Der HeizEnergieCheck, der die Botschaft von der Dringlichkeit und der Wirtschaftlichkeit von Modernisierungsmaßnahmen in Form eines etwa 10-seitigen Gutachtens in verständlicher und fachlich fundierter Weise transportiert. Dieser Heiz-EnergieCheck besteht aus
- einem allgemeinverständlich verfassten und mit graphischen Elementen versehenen Gutachten für die Auftraggeber, die zumeist Mieter von zentralbeheizten Mehrfamiliengebäuden sind,
- einem Datenblatt mit der zahlenmäßigen Darstellung der erfassten Daten, der spezifischen Parameter des Gebäudes und der Bewertung dieser Daten,
- einer fachlichen Stellungnahme für die Eigentümer bzw. die Hausverwaltung mit einer knappen Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der Untersuchung, falls diese Handlungsbedarf erkennen lassen,
- dem Entwurf eines Anschreibens, das dem Auftraggeber die Weitergabe der fachlichen Stellungnahme an den Eigentümer erleichtert
- sowie ein Glossar mit den wichtigsten verwendeten Fachbegriffen.

Schließlich gehört zum Heizspiegel das Angebot interaktiver Tests im Internet (www.heizspiegel.de), die dem Laien für ausgewählte Standorte die Möglichkeit geben, die Angemessenheit von Heizenergieverbrauch, Heizkosten und Heizenergiepreisen seiner Liegenschaft zu überprüfen und sich nachgelagerter Beratungsangebote zu bedienen.

Priorität

*** Mittel.

Hinweis

Zusätzliche Einsparungen Hessen im Jahr 2012 : 1,04 Mio. t CO₂

Annahme: Ohne gleichzeitige investive Förderung im Wohngebäudebereich reduzieren sich die angegebenen Werte um 80 %: Zusätzliche Minderungen an CO₂-Emissionen in Hessen: ca. 0,03 Mio. t CO₂ pro Jahr (zusätzliche Einsparungen Hessen im Jahr 2012 : 0,21 Mio. t CO₂)

*geringe Prognostizierbarkeit

Über die Auswirkungen des Ausbaus der Hessischen Energiesparaktion auf die Sanierungsrate und die Qualität der energetischen Sanierung besteht erhebliche Unsicherheit.

Finanzieller Aufwand

Investoren:

Der finanzielle Aufwand der Sanierungsmaßnahmen wird durch die Investoren getragen.

Landeshaushalt:

Die zusätzlichen inhaltlichen und organisatorischen Aufgaben der Hessischen Energiesparaktion erfordern einen erhöhten personellen und organisatorischen Aufwand. Darüber hinaus fallen zusätzliche Kosten für Informationsaktionen, Tagungen und Kongresse, Öffentlichkeitsarbeit, Werkverträge und Bürokosten an. Die Maßnahmen „Regionale Energiepassaktionen“, „Weiterbildung intensivieren“ sowie „Energieberatung in der Altbausanierung“ können von der Hessischen Energiesparaktion übernommen und in das erweiterte Budget integriert werden. Die gesamten Kosten für den Landeshaushalt werden mit 1.600.000 € pro Jahr abgeschätzt.

Treibhausgas-Minderungskosten

Die Treibhausgas-Minderungskosten (negativer Wert: Gewinn) des Wärmeschutzes betragen bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren: - 75 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Die Wirkungstiefe der Maßnahme ist hoch, da sie an der individuellen Motivation der an der energetischen Sanierung beteiligten Akteure ansetzt.

Begleitwirkungen

Die verstärkte Kooperation der in Hessen vorhandenen Akteure steigert die Wettbewerbsfähigkeit der hessischen Wirtschaft.

Längerfristige Bedeutung

Der Einsatz von „weichen“ Instrumenten wirkt gebündelt als starker Multiplikator für die energetische Gebäudesanierung.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Der Erfolg der Hessischen Energiesparaktion hängt in erster Linie von der Kooperationsbereitschaft der in Hessen

vorhandenen Akteure ab.
<p>Akteure</p> <p>Hessische Energiesparaktion, Land Hessen, Kooperationspartner</p>
<p>Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen</p> <p>Die Informationsinitiative sollte für die jeweiligen Zielgruppen differenziert und schrittweise aufgebaut werden. Dabei ist es zunächst erforderlich bei den Hauseigentümern Interesse zu wecken und sie über die Wahrnehmung der Informationsangebote zum aktiven Handeln (z.B. Nachfrage nach Energieberatung, Energiepass) und schließlich zur energetischen Modernisierung zu bringen.</p> <p>Die entsprechenden technischen Maßnahmen sollten genannt und den Bürgern durch eine breit angelegte Informationskampagne vermittelt werden. Bestandteile dieser Informationskampagne sollten sein:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zum richtigen Zeitpunkt investieren: Energiesparmaßnahmen sind in der Regel wirtschaftlich, wenn sie mit ohnehin durchgeführten Instandsetzungs- oder Modernisierungsmaßnahmen verknüpft werden. 2. In qualitativ hochwertige Maßnahmen investieren: Moderne Heiztechnik und Techniken des Wärmeschutzes (Außenwand, Keller, Steildach, Flachdach, Obergeschossdecke, Fenster) sind seit Jahren bewährt. Vorurteile und Marktschwächen sollten durch die Informationskampagne abgebaut werden. <p>Wir schlagen weiterhin vor, investorspezifische Informationskampagnen zum Thema „Wirtschaftlichkeit von Energiesparmaßnahmen“ zu initiieren bzw. auszubauen. Im Eigenheimbereich lassen sich Investoren am ehesten durch das Argument der Kosten der eingesparten Energie überzeugen. Die an sich triftigen weiteren Investitionsmotive: eine verbesserte Werthaltigkeit des Eigentums und die Einsparung von künftigen Ausgaben für die Instandhaltung, leuchten zur Zeit nur wenigen ein. Hier wäre Aufklärung erforderlich, zumal in Zukunft die Werthaltigkeit für die selbstnutzende Eigentümer an Bedeutung gewinnen könnte. Im vermieteten Bereich sollten Investoren davon überzeugt werden, dass zukunftsorientierte betriebswirtschaftliche Ansätze bezüglich der energetischen Sanierung bessere Ergebnisse liefern als früher auf Grund von einfachen Amortisationsrechnungen oft unterstellt wurde.</p> <p>Unter dem Dach der Hessischen Energiesparaktion könnten auch Informationskampagnen für den Neubau und den Nichtwohnbereich erarbeitet und durchgeführt werden (branchenbezogenen Informationsbroschüren, Seminare und Dokumentationen zu Querschnittstechniken, Forum Energieeinsparung Industrie und Gewerbe etc.).</p>
<p>Priorität</p> <p>***** Die Maßnahme sollte auf jeden Fall vorgesehen werden (höchste Priorität)</p>
<p>Hinweis</p>

Treibhausgas-Minderungspotential / Einsparpotential

Annahmen: Zur Entwicklung der CO₂-Emissionen und zu den Kosten der energetischen Sanierungsmaßnahmen siehe Begleittext Kapitel 1.3 und 1.4 sowie Anhang A.

Zusätzliche Minderungen an CO₂-Emissionen in Hessen: ca. 0,148 Mio. t CO₂ pro Jahr

Zusätzliche Einsparungen Hessen im Jahr 2012 : 1,04 Mio. t CO₂

*geringe Prognostizierbarkeit

Der Anteil der untergeordneten Maßnahme „Regionale Energiepassaktionen“ an der Wirkung der übergeordneten Maßnahme „Hessische Energiesparaktion ausbauen“ kann nicht beziffert werden.

Finanzieller Aufwand

Gebäudeeigentümer

Der mit der Einführung von Energiepässen verbundene finanzielle Aufwand hängt letztlich von der genauen Ausgestaltung des Energiepasses ab. Bei bedarfsorientierten Energiepässen ist der Aufwand für die Erstellung aufgrund des erforderlichen Berechnungsaufwandes grundsätzlich höher einzuschätzen. Man kann hier mit 200-700 € pro ausgestellttem Energiepass rechnen. Dabei sind noch nicht alle denkbaren Möglichkeiten der vereinfachten Datenerhebung berücksichtigt²⁸. Verbrauchsorientierte Energiepässe verursachen weniger Aufwand, da zumindest für einen Teil des Bestandes keine zusätzlichen Daten und Berechnungen erforderlich sind. Der Aufwand wird hier mit 50 € beziffert. Der Energiepass Hessen, bei dem Gebäudedaten mit einem einfachen Fragebogen erhoben werden und zusätzlich auch der gemessene Verbrauch berücksichtigt wird, wird zur Zeit für 75 € von der Hessischen Energiesparaktion erstellt.

Landeshaushalt:

Die Kosten für regionale Aktionen zur Energiepasserstellung und für die Information der Kommunen betragen ca. 200.000 € pro Jahr. Die Maßnahmen sollten von der Hessischen Energiesparaktion durchgeführt werden und werden dort budgetwirksam.

Treibhausgas-Minderungskosten

Die Treibhausgas-Minderungskosten (negativer Wert: Gewinn) des Wärmeschutzes betragen bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren: - 75 €/t CO₂.

²⁸ Vereinfachungsmöglichkeiten s. T. Loga et al, *Entwicklung eines vereinfachten, statistisch abgesicherten Verfahrens zur Erhebung von Gebäudedaten für die Erstellung des Energieprofils von Gebäuden*, Institut Wohnen und Umwelt, 2005

Wirkungstiefe

Die Wirkungstiefe der Maßnahme ist hoch, da sie die Markttransparenz erhöht und dadurch die Voraussetzungen für energetische Sanierungen im Gebäudebestand verbessert.

Begleitwirkungen

Der Energiepass soll die energetische Qualität eines Gebäudes objektiv beschreiben und dadurch die Markttransparenz erhöhen. Daneben können mit dem Energiepass auch noch andere Ziele verfolgt werden. Hier ist vor allem der Nachweis über die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben und die Nutzung des Energiepasses als Optimierungs- und Marketinginstrument im Rahmen der Energieberatung zu nennen. Darüber hinaus können Energiepässe als Werkzeug zur Qualitätssicherung und –dokumentation bei Neubauten und Modernisierungen genutzt werden.

Längerfristige Bedeutung

Der zukünftige Energiepass sollte neben dem Energiepassformular mit Gebäudedaten und Label auch weitere Informationen enthalten, wie z. B.:

- Daten zur energetischen Qualität von Gebäudehülle und Anlagentechnik,
- Rechnerische Bedarfswerte und CO₂-Emissionen,
- Modernisierungshinweise wenn sich für das Gebäude technisch und wirtschaftlich sinnvolle Lösungen ergeben,
- Erläuterungen für Eigentümer, Mieter und gesondert für Fachleute,
- Formular für Verbrauchserfassung durch Eigentümer oder Mieter.
- Bei der langfristigen Betrachtung ist darauf zu achten, dass das Klassifizierungsraster des Energiepasses an die verbesserte energetische Qualität des Gebäudebestands angepasst werden kann bzw. von vornherein entsprechend zukunftsfähig ist.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Mit dem Energiepass allein wird zunächst (noch) kein CO₂ eingespart. Der Energiepass kann nur mit anderen Maßnahmen zusammen die gewünschte Wirkung entfalten. Als mögliche Maßnahmenbündel kommen z.B. die Energieberatung (Initialberatung, Vor-Ort-Beratung), die Kopplung der Vergabe von Fördermitteln an die Ausstellung eines Energiepasses oder die Kopplung der Einstufung im (ökologischen) Mietspiegel an die Klassifizierung durch den Energiepass in Frage.

Akteure

- Land Hessen
- Gebäudeeigentümer (Wohnungswirtschaft und Private)
- Energieberater
- Hessische Energiesparaktion

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Energiepässe sollen mittel- und langfristig mehr Transparenz in den Markt bringen. Dazu ist es erforderlich, langfristig die bestehende und zum Teil verwirrende Vielfalt bei Gebäudeenergiepässen zu beseitigen und einen bundeseinheitlichen Energiepass anzustreben. Entsprechende Bemühungen sind zur Zeit im Gange (Feldversuch der dena). Die derzeit anstehenden Aufgaben sind:

- Vereinheitlichung der Berechnung und Bewertung
- Entwicklung und Test von qualifizierten Kurzverfahren für die Erhebung der Gebäudedaten und die Bewertung der Anlagentechnik
- wissenschaftliche Auswertung der Genauigkeit der unterschiedlichen Levels
- wissenschaftliche Auswertung der Anwendbarkeit und Verbraucherakzeptanz
- Verbrauchskennwerte: Kongruenz zu Bedarfskennwerten bzw. Klassifizierung
- Geforderte Qualifikation der Energiepass-Aussteller auf den unterschiedlichen Levels

Priorität

**** Hoch. Maßnahme sollte vorgesehen werden.

Hinweis

<p>Zusätzliche Minderungen an CO₂-Emissionen in Hessen: ca. 0,148 Mio. t CO₂ pro Jahr</p> <p>Zusätzliche Einsparungen Hessen im Jahr 2012 : 1,04 Mio. t CO₂</p> <p>*geringe Prognostizierbarkeit</p> <p>Der Anteil der untergeordneten Maßnahme „Intensivierung der Weiterbildung“ an der Wirkung der übergeordneten Maßnahme „Hessische Energiesparaktion ausbauen“ kann nicht beziffert werden.</p>
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Finanzieller Aufwand für die Sanierungsmaßnahmen: wird durch die Investoren getragen.</p> <p>Die Qualifizierungsinitiative Hessen sollte von der Hessischen Energiesparaktion getragen werden. Finanzieller Aufwand des Landes ca. 200.000 €/a.</p>
<p>Treibhausgas-Minderungskosten</p> <p>Die Treibhausgas-Minderungskosten (negativer Wert: Gewinn) des Wärmeschutzes betragen bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren: - 75 €/t CO₂.</p>
<p>Wirkungstiefe</p> <p>Die Wirkungstiefe der Maßnahmen ist hoch, da sie an der individuellen Qualifikation der an der energetischen Sanierung beteiligten Akteure ansetzt.</p>
<p>Begleitwirkungen</p> <p>Verbesserte Qualifizierungsbedingungen bezüglich der energetischen Modernisierung erhöhen die Wettbewerbsfähigkeit der am Bau beteiligten Akteure und damit die Wettbewerbsfähigkeit der hessischen Bauwirtschaft insgesamt.</p>
<p>Längerfristige Bedeutung</p> <p>Die qualifizierte energetische Bestandssanierung bedarf der Weiterbildung, da die ganze Breite der in der Praxis geforderten fachlichen Fähigkeiten und Kenntnisse in der jeweils begrenzten Ausbildungszeit nicht vermittelt werden kann. Eine berufsbegleitende Weiterbildung hinsichtlich der energetischen Modernisierung ist daher notwendig.</p>
<p>Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begrenzte Zeit und begrenztes Budget für Fortbildung bei Praktikern • Fehlende Grundlagen in der schulischen Ausbildung
<p>Akteure</p> <ul style="list-style-type: none"> • Landesministerien • Berufsverbände, Kammern, Innungen • Energiesparaktion Hessen

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Berufsbegleitend sollten ergänzende Fort- und Weiterbildungsangebote genutzt werden und ihre Nutzung z.B. für Arbeitnehmer tarifvertraglich abgestützt werden. Durch eine Qualifizierungsinitiative sollte breit dafür geworben und die Zugänglichkeit zu den Bildungsangeboten erleichtert werden.

Kammern und Verbände sollten die Einführung einer Fortbildungspflicht hinsichtlich der energetischen Sanierung prüfen.

Die Qualifizierungsinitiative zur energetischen Gebäudesanierung sollte mit einer Imagekampagne gekoppelt werden, die ein positives Bild der Energieeinsparung im Gebäudebestand vermittelt.

Priorität

***Hoch. Die Maßnahme sollte vorgesehen werden.

Hinweis

GS 6	Energieberatung in der Altbausanierung	Ansatzpunkt: Marktöffnung und Qualitätssicherung
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die energietechnische Altbausanierung erfordert eine individuelle Gebäudediagnose und eine auf gegebene bau- und anlagentechnische Randbedingungen (Versorgungssituation, Heizsystem, zentrale/dezentrale Warmwasserbereitung, denkmalgeschützte Außenbauteile, ohnehin erforderliche Instandhaltungsmaßnahmen) abgestimmte Modernisierungsstrategie. Dies ist Aufgabe einer unabhängigen „Energieberatung in der Altbausanierung“.</p> <p>Grundlage für viele Aktivitäten im Bereich der Energieberatung kann das Förderprogramm „Energieberatung vor Ort“ sein oder besonders in Hessen auch die Aktivitäten der „Hessischen Energiesparaktion“. Mit der Abwicklung sind vor allem die Hessischen Schornsteinfeger, die Energieberater im Handwerk, Energieberater der Verbraucherzentralen und freie Ingenieurbüros beauftragt. Die Beratung kann den baulichen Wärmeschutz, die Heizungsanlagentechnik sowie erneuerbare Energien umfassen und in drei Stufen erfolgen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des Ist-Zustandes unter Beachtung bautechnischer, bauphysikalischer sowie heizungstechnischer Gegebenheiten, • Beratungsbericht mit Vorschlägen für Energiesparmaßnahmen und deren Wirtschaftlichkeit sowie ein • persönliches Abschlussgespräch. <p>Ziel ist die Marktöffnung für die Dienstleistung der „wärmetechnischen Gebäudesanierung“ und die Qualitätssicherung bei der baupraktischen Umsetzung der Maßnahmen vor Ort.</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Speziell für den Bereich der Bestandssanierung gilt, dass unsystematisch durchgeführte Maßnahmen für die überwiegende Zahl von Sanierungsschäden verantwortlich sind. Ursachen sind fehlende oder unzureichende Bauwerksdiagnosen, auf die aus Kostengründen oder Unkenntnis verzichtet wird. Eine umfassende Gebäudediagnose ist der erste Schritt, sanierungsbedingte Bauschäden und unwirtschaftliche Energieeinsparmaßnahmen zu vermeiden.</p>		
<p>Zielgruppe</p> <p>Primäre Zielgruppe sind private Hausbesitzer als potenzielle Investoren energiesparender Maßnahmen. Der Ansatz ist prinzipiell aber auch z. B. Wohnungsunternehmen bzw. Mieterorganisationen zu übertragen. Unabhängige Energieberater können darüber hinaus auch unterstützend für kleinere Handwerksbetriebe im Bereich der Akquise für energiesparende Maßnahmen mitwirken.</p>		

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Der Ausbau der Hessischen Energiesparaktion und die in der Aktion gebündelten Maßnahmen (Maßnahmendatenblätter GS 4-10) tragen unterstützend zur Erschließung des gesamten Potentials im hessischen Wohngebäudebereich bei (Steigerung der allgemeinen energetischen Sanierungsrate in Hessen von 0,75 %/a auf 2,5 %/a).

Beginn der Wirkung: 2006

Zielgröße: zusätzlich energetisch sanierte WE p.a.

Gesamteffekt Hessen p.a.: ca. 48.600 WE mit 4,38 Mio. m² Wohnfläche

Treibhausgas-Minderungspotential / Einsparpotential

Annahmen: Zur Entwicklung der CO₂-Emissionen und zu den Kosten der energetischen Sanierungsmaßnahmen siehe Begleittext Kapitel 1.3 und 1.4 sowie Anhang A.

Zusätzliche Minderungen an CO₂-Emissionen in Hessen: ca. 0,148 Mio. t CO₂ pro Jahr

Zusätzliche Einsparungen Hessen im Jahr 2012 : 1,04 Mio. t CO₂

*geringe Prognostizierbarkeit

Der Anteil der untergeordneten Maßnahme „Energieberatung in der Altbausanierung“ an der Wirkung der übergeordneten Maßnahme „Hessische Energiesparaktion ausbauen“ kann nicht beziffert werden.

Finanzieller Aufwand

Der finanzielle Aufwand der energetischen Sanierungsmaßnahmen wird durch die Investoren getragen. Spezifische Investitionskosten des Landes: ca. 200.000 €/a für Marketingkampagnen, Veranstaltungen, Druckkosten, Datenverwaltung; daneben evtl. Planungszuschüsse in Höhe von max. 5 % der energiebedingten Mehrkosten einer energetischen Sanierung (falls kein bundesweites Förderprogramm installiert wird).

Treibhausgas-Minderungskosten

Die Treibhausgas-Minderungskosten (negativer Wert: Gewinn) des Wärmeschutzes betragen bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren: - 75 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Die Wahrung der Kontinuität der „Energieberatung im Altbau“ durch eine langfristig gesicherte Förderung trägt wesentlich bei zum Erhalt der bestehenden Energieberatungsstruktur in Hessen als Voraussetzung für die weitere Öffnung des Marktes einer „wärmetechnischen Gebäudesanierung“ einerseits und zur Sicherung der Qualität der Ausführung vor Ort andererseits. Da sich der Ansatz nicht nur auf private Investoren beschränkt, sondern auch die Betreuung der Maßnahmen vor Ort sowie die Unterstützung des Handwerks bei der Akquise für die entsprechende Dienstleistung umfassen kann, ist die Wirkungstiefe groß.

Begleitwirkungen

Aufbau bundesweit verteilter Energieberatungsstellen.

Unabhängige und integrierte Energieberatung als Dienstleistung von Kreisen und Kommunen kann einen starken lokalen Bezug entwickeln und bürgernah gestaltet werden. Der Aufwand und damit die Hemmschwelle, sich mit der Thematik des Energiesparens zu befassen, kann durch dieses Angebot auf kommunaler Ebene deutlich verringert werden.

Unter der Trägerschaft von Bund, Land und Gemeinden sollten daher landesweit flächendeckend unabhängige Energieberatungsstellen (stationär und/oder in mobilen Beratungsbussen) als Dienstleister für kleinere Handwerksbetriebe, private Bauherren und Gebäudenutzer (Mieter) mit einer langfristig gesicherten Finanzierung eingerichtet werden. Speziell für die Bestandssanierung müssen diese Energieberatungsstellen qualifizierte Informationen über Notwendigkeit, Art und Umfang sowie Kosten von Gebäudediagnosen zur Verfügung stellen. Denkbar für diese Aufgaben wären auch Institutionen wie z.B. die Umweltberatungsstellen des Handwerks oder die Arbeitsgemeinschaft der Verbraucherverbände u.a..

Längerfristige Bedeutung

Energieberatungs-Aktionen wie die „Hessische Energiesparaktion“ oder Förderprogramme wie die „Energiesparberatung vor Ort“ sichern die umsetzungsorientierte Arbeit mit Entscheidungsträgern und Dienstleistern. Die Energieberatung trägt damit wesentlich zur kontinuierlichen Öffnung des Marktes bei, sichern aber auch den Know-how-Transfer zwischen Forschung und Praxis.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Darüber hinaus bedingt die Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie eine langfristig gesicherte Energieberatungsstruktur, um den zukünftigen Bedarf an Energiepässe ausstellen zu können. Es wäre wichtig, die Gebäudeenergieberater im Handwerk auch zur Energiepasserstellung zu berechtigen.

Akteure

Hessische Landesregierung, Städte, Kreise und Kommunen, Hessische Energiesparaktion

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Die Qualität der bisher angebotenen integrierten Energieberatung ist sehr unterschiedlich. Erforderlich ist daher eine intensive berufliche Weiterbildung der beratenden Ingenieure. Daher sollten entsprechende Seminare zur Aus- und Weiterbildung von Energieberatern entwickelt und angeboten werden.

Priorität

****Hoch. Die Maßnahme sichert die Kontinuität bzw. den Ausbau der Hessischen Energieberatungsstruktur und hat durch die hohe Wirkungstiefe hohe Priorität.

Hinweis

GS 7	Lehrpläne umstellen – Lernmaterialien bereitstellen	Ansatzpunkt: Verbesserung von Ausbildung und Qualifikation
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Neben der Information ist vor allem auf die Qualifikation der in den Sanierungsprozess eingebundenen Berufsgruppen zu achten. Gerade im Hinblick auf die Vermittlung der notwendigen und aktuellen Kenntnisse über die Energieeinsparung bei Gebäuden sind hier kontinuierliche und verstärkte Aktivitäten notwendig. Insbesondere der Gebäudebestand, auf den mehr als die Hälfte des gesamten Hochbauvolumens in der Bundesrepublik entfällt, verdient hier eine noch stärkere Aufmerksamkeit als bisher.</p> <p>Mögliche Ansatzpunkte hinsichtlich der Ausbildung der beteiligten Akteure sind die Umstrukturierung der entsprechenden Rahmenlehrpläne an Hochschulen, die verstärkte Einrichtung von Vertiefungsstudiengängen für Architekten und Ingenieure und die Aufnahme gewerkeübergreifender Kenntnisse über die Altbausanierung in die Ausbildungsordnung von Handwerkern.</p> <p>Durch die Aufnahme der Thematik Energieeinsparung in die Lehrpläne hessischer Schulen (Grundschulen und weiterführende Schulen, Berufsschulen), kann das Energiesparen bereits früh vermittelt und bis hin zur Oberstufe vertieft werden. Durch die Ansiedlung der Energie in den Fächern Physik, Chemie, Biologie, Mathematik kann so eine optimale Abstimmung erfolgen. Abgestimmt auf das Thema „Energie – Energieeinsparung – Klimaschutz“ sollten zusätzlich didaktisch geeignete Lernmaterialien entwickelt und insbesondere den Berufsschulen in Hessen zur Verfügung gestellt werden. Dabei kann auf das in Hessen bestehende Programm „Energieeinsparung in Schulen“ aufgebaut werden.</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Änderungen in der Ausbildung zielen auf mittel- und langfristige Verhaltensänderungen der (zukünftigen) Akteure.</p>		
<p>Zielgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Am Prozess der energetischen Gebäudesanierung beteiligte Berufsgruppen in der Ausbildung (Architekten, Fachingenieure, Bauhandwerker) • Schüler und Lehrer sowie deren „Lebensumfeld“ 		
<p>Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem</p> <p>Durch die stärkere Berücksichtigung von Energiethemen bei der schulischen Ausbildung sind positive Auswirkungen eher langfristig zu erhoffen. Bei der Berufsausbildung ist eine Wirkung auch in mittleren Zeiträumen zu erwarten.</p>		

Treibhausgas-Minderungspotential / Einsparpotential

Annahmen: Zur Entwicklung der CO₂-Emissionen und zu den Kosten der energetischen Sanierungsmaßnahmen siehe Begleittext Kapitel 1.3 und 1.4 sowie Anhang A und B.

Der Einfluss der Umstellung von Lehrplänen und der Entwicklung entsprechender Lernmaterialien auf die Erschließung des Gesamtpotentials im hessischen Gebäudebereich hat kurzfristig (bis 2012) nur einen geringen Effekt und kann nicht quantifiziert werden.

Finanzieller Aufwand

Finanzieller Aufwand für die Sanierungsmaßnahmen: wird durch die Investoren getragen.

Budgetwirkung des Landes: Es entstehen Kosten für Lehrplanumstellung, die Entwicklung von Lernmaterialien und für die Lehrerfortbildung. Für Änderungen an den Rahmenlehrplänen, die Einrichtung von Vertiefungsstudiengängen und Änderungen in der Ausbildungsordnung fallen keine spezifischen Kosten für das Land an.

Der finanzielle Aufwand wird hier exemplarisch für die Bereitstellung von Lehr- und Lernmaterialien für Berufsschulen dargestellt. Finanzieller Aufwand entsteht für

- die inhaltliche Konzeption einer CD-Rom (Internetanwendung),
- die Programmierphase,
- Herstellung und Vertrieb

Der gesamte Aufwand für die Entwicklung der Lehr- und Lernmaterialien wird auf ca. 175.000 € geschätzt, davon ca. 60.000 € Programmieraufwand.

Treibhausgas-Minderungskosten

Die Treibhausgas-Minderungskosten (negativer Wert: Gewinn) des Wärmeschutzes betragen bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren: - 75 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Die Wirkungstiefe der Maßnahme ist hoch, da sie auf einen langfristigen gesellschaftlichen Bewusstseinswandel abzielt.

Begleitwirkungen

keine

Längerfristige Bedeutung

Durch Sensibilisierung mit der Thematik „Energieeinsparung und Klimaschutz“ wird ein Bewusstsein für den Umgang mit Energie in Wohngebäuden geschaffen. Insgesamt wird die „gesellschaftliche Wertigkeit der Energieeinsparung“ erhöht und damit eine längerfristige Multiplikatorwirkung in alle Gesellschaftsschichten erreicht.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

- Die Verbreitung der Lernmaterialien an den Berufsschulen hängt von der Motivation der Lehrer ab, das Medium im Unterricht auch tatsächlich zu verwenden und in eine entsprechende Unterrichtseinheit zu integrieren.
- Freiheit von Forschung und Lehre der Hochschulen
- Die energetische Gebäudesanierung ist als Querschnittsaufgabe in einem speziellen Lehrangebot allein kaum angemessen unterzubringen

Akteure

- Landesministerien
- Hochschulen und Fachhochschulen
- Berufsverbände, Kammern, Innungen
- Schulen und Berufsschulen (Lehrer und Schüler), inhaltlich beratende Einrichtungen aus den Bereichen Pädagogik und Energieeinsparung

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

In der Hochschulausbildung werden derzeit überall neue Ausbildungsgänge (Bachelor und Master) konzipiert. Dies wäre eine Chance, die erforderlichen Inhalte in die Rahmenlehrpläne aufzunehmen.

Wegen der großen Bedeutung die der Kommunikation zwischen den am Bau Beteiligten auch für die Qualität der energetischen Sanierung zukommt, sollte bei der Ausbildung auch die fachliche Kommunikation über die Grenzen von Fachbereichen, Disziplinen, Handwerksberufen, von Ausbildungs- und Studiengängen hinweg gefördert werden.

Im Studium sollte das Interesse an praktischen Fragen der energetischen Sanierung geweckt werden. Kenntnisse der Herstellungsprozesse am Bau durch eigene Anschauung der Studierenden können die Vermittlung theoretischer Kenntnisse wesentlich unterstützen.

Lehrplankommission und Öffentlichkeit sollten frühzeitig in die Diskussion über eine Lehrplanumstellung eingebunden werden.

Bestehende Lernmaterialien sollten auf ihre Aktualität geprüft und evtl. neu konzipiert werden (*siehe www.energie-und-schule.hessen.de*).

Priorität

***** Die Maßnahme sollte auf jeden Fall vorgesehen werden (höchste Priorität)

Hinweis

Programm „Energieeinsparung in Schulen“ in Hessen

GS 8	Steuerliche Förderung der Altbausanierung	Ansatzpunkt: Öffentliche Finanzhilfen für Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>In der praktischen Umweltpolitik werden umweltpolitische Instrumente (wie z.B. Auflagen und Abgaben) regelmäßig durch öffentliche Finanzhilfen für private Vermeidungsmaßnahmen ergänzt. Öffentliche Finanzhilfen werden überwiegend als zinsverbilligte Darlehen, Steuervergünstigungen oder Zuschüsse gewährt.</p> <p>Als steuerliche Förderung der Altbausanierung kommen Sonderabschreibungen für energetische Sanierungen (Wiedereinführung § 82a EStDV) oder direkte Steuerabzugsmöglichkeiten im Rahmen der Einkommenssteuer in Betracht. Alle nachträglichen energetischen Sanierungsmaßnahmen können demnach innerhalb von beispielsweise 10 Jahren vom Gebäudeeigentümer abgeschrieben oder über 10 Jahre verteilt von der Einkommenssteuer abgezogen werden. Die steuerliche Förderung sollte im vorliegenden Fall in erster Linie für den selbst genutzten Wohnraum gelten. Zusätzlich ist es sinnvoll, einen Höchstbetrag für absetzbare Kosten vorzusehen. Die Höhe der Förderung sollte etwa 10 % – 20 % der Investitionskosten betragen und im Normalfall erst dann einsetzen, wenn die Mindestanforderungen der EnEV überschritten werden. Ein Maßnahmenkatalog sollte Mindeststandards und gegebenenfalls auch die Förderhöhen für die einzelnen Energiesparmaßnahmen festlegen.</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Durch die steuerliche Förderung für die energetischen Sanierungsmaßnahmen werden die Investoren zu zusätzlichen energetischen Sanierungsmaßnahmen angeregt, da sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen verbessert. Zusätzliche CO₂-Einsparpotentiale werden erschlossen. Neben der Konzeption des Programms ist die einfache Handhabbarkeit und der geringe Verwaltungsaufwand entscheidend. Vorteilhaft sind Programme, die bestehende Institutionen nutzen. Hier bieten sich steuerliche Hilfen über die Finanzämter an, da diese bereits über entsprechende Erfahrungen verfügen. Mit steuerlichen Hilfen werden auch Gebäudeeigentümer erreicht, die das Vorhaben ganz oder teilweise aus Eigenmitteln finanzieren und kein zinsverbilligtes Darlehen in Anspruch nehmen wollen. Darüber hinaus wird das weit verbreitete Motiv der Steuereinsparung für den Klimaschutz genutzt. Die Festlegung eines Maßnahmenkatalogs (Bauteilverfahren) ist vorteilhaft, um eine energetische Mindestqualität zu sichern.</p>		
<p>Zielgruppe</p> <p>Selbstnutzende Eigentümer</p>		

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Durch die steuerliche Förderung der Altbausanierung kann bei entsprechender Inanspruchnahme der Fördermittel ein zusätzliches Potential an jährlich energetisch sanierten Wohneinheiten (WE) erschlossen werden. Zur Zeit werden von Eigennutzern in Hessen jährlich ca. 30.900 WE saniert, davon lediglich ca. 9.300 WE energetisch (umgerechnet auf vollständige Sanierungen, die Zahl der Teilsanierungen ist entsprechend höher). Es wird angenommen, dass ein geschätztes Sanierungsvolumen von 21.600 WE mit der vorgeschlagenen Maßnahme zusätzlich realisierbar ist (Erhöhung der energetischen Sanierungsrate von 0,75 %/a auf 2,5 %/a).

Beginn der Wirkung: 2006

Zielgröße: zusätzlich energetisch sanierte WE p.a.

Effekt Hessen p.a.: ca. 21.600 WE mit 2,47 Mio. m² Wohnfläche

Treibhausgas-Minderungspotential / Einsparpotential

Annahmen: Zur Entwicklung der CO₂-Emissionen und zu den Kosten der energetischen Sanierungsmaßnahmen siehe Begleittext Kapitel 1.3 und 1.4 sowie Anhang A. Es wird angenommen, dass die Einhaltung von energetischen Mindestanforderung für das Förderprogramm festgeschrieben und von den Nutzern realisiert wird (siehe Begleittext „verbesserter Wärmeschutz“, Kapitel 1.3). *

Zusätzliche Minderungen an CO₂-Emissionen Hessen: ca. 0,088 Mio. t CO₂ pro Jahr

Zusätzliche Einsparungen Hessen im Jahr 2012 : 0,62 Mio. t CO₂

*geringe Prognostizierbarkeit:

Die CO₂-Reduktion hängt von der Anzahl derjenigen Investoren ab, die die Maßnahme auch ohne das Förderprogramm durchgeführt hätten (Mitnahmeeffekte) und vom tatsächlichen Umfang der durchgeführten Maßnahmen. Die ökologische Treffsicherheit ist geringer als bei einer ordnungsrechtlichen Maßnahme, da es nicht sicher ist, ob durch die gewählte Förderhöhe (s.u.) die energetische Sanierungsrate auch tatsächlich auf 2,5 %/a erhöht werden kann.

Das Potential wurde auf Basis des Gesamtpotentials im hessischen Wohngebäudebestand (siehe Begleittext Kapitel 1.3 und Kapitel 1.4) ermittelt.

Finanzieller Aufwand

Investoren:

Der finanzielle Aufwand der Sanierungen wird durch die Investoren getragen. Die energetischen Investitionskosten betragen 294 €/m² Wohnfläche, davon sind durchschnittlich 66 €/m² Wohnfläche energiebedingte Mehrkosten zur Erreichung des verbesserten Wärmeschutzes.

Bundshaushalt:

Anmerkung: Die folgende Berechnung wurde für eine Sonderabschreibungsmöglichkeit für energetische Sanierungen im Rahmen der Einkommensteuer erstellt. Sie ist für die Möglichkeit einer direkten Steuererstattung analog durchführbar. Die Berechnungen gehen davon, dass der finanzielle Anreiz für die Investoren deutlich spürbar sein muss, um die

angenommene Steigerung der energetischen Sanierungsrate bei verbessertem Wärmeschutz zu bewirken. In der Tabelle unten werden die Ergebnisse der Berechnung zusätzlich für einen verminderten finanziellen Anreiz angegeben.

Annahme: Der Höchstbetrag für absetzbare Kosten ist auf 15.000 € pro Haushalt beschränkt. Pro Jahr ergibt sich bundesweit bei Annahme von 317.500 geförderten Fällen (einschließlich derjenigen, die auch ohne Förderung saniert hätten und nun auch die Förderung in Anspruch nehmen) ein Ausgangswert für steuerliche Absetzungen von 4,76 Mrd. €. Über 10 Jahre verteilt ergibt sich ein jährliches Absetzungsvolumen von 476 Mio. €. Bei Annahme eines durchschnittlichen Grenzsteuersatzes von 33 % ergeben sich über 10 Jahre jährliche Steuermindereinnahmen von 157 Mio. €. Der Barwert der über 10 Jahre auftretenden Steuermindereinnahmen beträgt 1,27 Mrd. €. Dies entspricht dem Betrag, den der Staat über die Programmlaufzeit jährlich alternativ als direkten Zuschuss gewähren müsste. Der Barwert der steuerlichen Förderung beträgt für den Investor 35,2 €/m² Wohnfläche. Alternativ ist in der folgenden Tabelle noch eine Variante mit deutlich reduzierter Förderung angegeben.

Förderung	Barwert der Förderung (Bund)	Barwert der Förderung (Investor)	
Höchstbetrag für absetzbare Kosten: 15.000 €		1,27 Mrd. €/a	35,2 €/m ² Wfl.
Höchstbetrag für absetzbare Kosten: 5.000 €		0,43 Mrd. €/a	11,7 €/m ² Wfl.

Wird die steuerliche Förderung z.B. 10 Jahre aufrecht erhalten, kumulieren sich die Steuermindereinnahmen bzw. die Steuererstattungen von Jahr zu Jahr durch das Hinzukommen neuer Fälle und erreichen nach 10 Jahren ihr Maximum. Erst nach 20 Jahren sind keine Belastungen des Haushalts aus dem Programm mehr zu erwarten.

Landeshaushalt:

Kein direkter finanzieller Aufwand, da die Maßnahme aus dem Bundeshaushalt finanziert wird. Flankierende Maßnahmen zur Information, Motivation und Qualifikation wie z.B. der Ausbau der „Hessischen Energiesparaktion“ sind zur Erschließung der genannten Potentiale erforderlich.

Treibhausgas-Minderungskosten

Die Treibhausgas-Minderungskosten (negativer Wert: Gewinn) des Wärmeschutzes betragen bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren: - 73 €/t CO₂

Wirkungstiefe

Die Wirkungstiefe der Maßnahme ist hoch, da sie an den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Investoren ansetzt und diese unmittelbar verbessert.

Begleitwirkungen

Die Förderung der energetischen Sanierung führt zu einer erheblichen Verbesserung der energetischen Qualität von baulichen und haustechnischen Maßnahmen im Gebäudebestand. Nachahmungseffekten bei weiteren Investoren (Ausstrahlungswirkung der Förderung, Vorzieheffekte) werden angeregt. Verstärkte Investitionen im Ausbaugewerbe führen zu einer Wertschöpfung im Handwerk und zu einer Steigerung der Beschäftigung in der regionalen Bauwirtschaft. Weitere Auswirkungen sind Wertsteigerungen der Gebäude, ein erhöhter Wohnkomfort durch zunehmende Behaglichkeit, ein Innovationsschub bei der mittelständischen Bauwirtschaft und eine verbesserte Versorgungssicherheit des Staates durch den verringerten Energieverbrauch.

Bund, Länder, Gemeinden und andere Institutionen der öffentlichen Hand partizipieren an Einkommensteuer, Mehrwertsteuer usw. entsprechend den untereinander vereinbarten Quoten.

Längerfristige Bedeutung

Die Veränderungen im Steueraufkommen laufen für den Staat zeitverzögert an. Die Steuermehreinnahmen (aus der Wertschöpfung im Handwerk) treten vor den Steuerausfällen (Steuerabzug der Investoren) ein. Bei Programmerfolg bzw. –misserfolg kann eine Anpassung durch Veränderung der Konditionen erfolgen. Langfristig sind die geförderten energetischen Qualitätsstandards anzuheben, damit die Klimaschutzziele erreicht werden können.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Frühere Untersuchungen zur Ökozulage im Rahmen der Eigenheimzulage zeigen, dass Informationsdefizite und andere Hemmnisse dazu führen können, dass auch an sich wirtschaftliche Maßnahmen nicht in erwartetem Umfang durchgeführt werden. Angesichts dessen erscheint es als notwendig, ein solches Programm mit Informationskampagnen („Hessische Energiesparaktion“) zu begleiten. Nur dann können die Klimaschutzziele effizient erreicht werden.

Die angespannte Haushaltslage des Bundes spricht im Moment gegen eine Wiedereinführung der steuerlichen Begünstigung von energetischen Sanierungsinvestitionen bzw. erschwert die politische Durchsetzbarkeit. Durch die im Koalitionsvertrag von CDU und SPD (November 2005) vorgesehene Ausweitung der Energiesparförderung ergeben sich allerdings neue Perspektiven.

Bei der Beendigung der Nutzungsmöglichkeiten des § 82a EStDV Ende der 1980er bzw. Anfang der 1990er Jahre war von der Finanzverwaltung vorgebracht worden, dass dieser Paragraph systemfremd sei. Politisch gewollte Verhaltensweisen sollten über direkte Förderprogramme und nicht indirekt über das Steuersystem beeinflusst werden. Tatsächlich hätte eine direkte Steuererstattung – wie sie z.B. auch schon von der Bundesinitiative „JETZT“ vorgeschlagen wurde - im Gegensatz zur steuerlichen Abschreibung den Charakter eines zeitlich gestreckten direkten Zuschusses. Die Abwicklung über das Finanzamt hat hier vor allem den Zweck, den Aufbau zusätzlicher Verwaltungsstellen zu vermeiden.

Die steuerliche Förderung ist bei einer Wiedereinführung des § 82a EStDV darüber hinaus abhängig vom Grenzsteuersatz des Investors. Gebäudeeigentümer mit nur geringer Steuerlast erhalten nicht den kompletten Umfang der Förderung. Für den Staatshaushalt sind die Belastungen aufgrund der unterschiedlichen Steuersätze schwerer zu kalkulieren. Es ist daher zu überlegen, ob nicht auch aus diesem Grund die Möglichkeit einer an der Energieeinsparung

orientierten direkten Steuererstattung die bessere Alternative einer steuerlichen Förderung ist.

Um eine ineffiziente Verwendung von knappen Haushaltsmitteln zu vermeiden, sollten öffentliche Finanzhilfen für Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand im Regelfall nur solche Investitionen unterstützen, die deutlich Maße zum Klimaschutz beitragen und die sich über einen 10-Jahreszeitraum hinweg nicht schon selbst rechnen.

Akteure

- Investoren (selbstnutzende Eigentümer)
- Bundesfinanzministerium/Finanzämter
- Steuerberater, Architekten, Handwerker, Energieberater als „Multiplikatoren“
- Land Hessen als Initiator einer Bundesratsinitiative
- Hessische Energiesparaktion

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Hauptakteur ist der Bund. Die Umsetzung erfolgt über eine Durchführungsverordnung im Einkommenssteuerrecht. Das Land Hessen kann über das Initiieren einer Bundesratsinitiative einen Impuls zur Realisierung der Maßnahme auf Bundesebene geben.

Das angegebene Potential kann nur bei gleichzeitiger Unterstützung durch flankierende „weiche“ Maßnahmen erschlossen werden (z.B. Energieberatung, Qualifikation).

Die Details der Ausgestaltung sind noch im Detail zu analysieren und festzulegen (Art der Förderung, Maßnahmenkatalog, Höhe der Förderung). Eine Evaluation des Programmerfolgs ist dringend zu empfehlen. Dazu gehört auch eine Verbesserung des Monitorings im Gebäudebestand (wie hoch sind die energetischen Modernisierungsraten vor und nach Programmeinführung?)

Ein Teil der Fördermittel sollte für die Markteinführung wirklich zukunftsweisender Gebäudekonzepte, die mit den langfristigen Klimaschutzziele im Einklang stehen, eingesetzt werden.

Das Programm greift nur bei selbstnutzenden Eigentümern. Um alle Potentiale auszuschöpfen sollte ein komplementäres Programm auch für Vermieter aufgelegt werden. Es bietet sich hier an, z. B. die bestehenden KfW-Programme auszuweiten. Grundsätzlich sollten die KfW-Programme aber weiterhin auch selbstnutzenden Eigentümern offen stehen. Sie sind dann aber mit einem Kumulationsverbot bezüglich der steuerlichen Förderung zu versehen.

Grundsätzlich ist es auch denkbar, Steuererleichterungen für den Mietwohnungsbereich und für KMU im Bereich der Nichtwohngebäude einzuführen.

Priorität

Steuerliche Vergünstigungen können als Breitenförderprogramm einen wesentlichen Beitrag zur CO₂-Reduktion leisten. Unterstützt durch weitere Fördermaßnahmen zur Behebung von Informationsdefiziten und zur Steigerung der Markttransparenz sollten sie eine hohe Priorität haben. (***** Sehr hoch. Die Maßnahme sollte auf jeden Fall vorgesehen werden).

Hinweis

Siehe dazu auch:

Bartholmai, Bernd: Energieeinsparung im Wohnungsbestand – Investitionen müssen verstärkt werden, Wochenbericht des DIW Berlin 31/00

Feist, Wolfgang: Energiekosten senken – Klimaschutz verbessern – neue Arbeitsplätze schaffen – Jetzt! Förderkonzept Gebäudebestands-Modernisierung, Studie im Auftrag der „jetzt“- Bundesinitiative zukunftsorientierte Gebäudemodernisierung, Darmstadt, 2000

BASF AG (Hrsg.): Im Dialog, Klimaschutz und Ressourcenschonung: CO₂-Minderung durch Wärmedämmmaßnahmen im Gebäudebestand, 2005

GS 9	Weiterentwicklung KfW-Gebäudesanierungsprogramm	Ansatzpunkt: Öffentliche Finanzhilfen für Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Wenn die Strategie einer deutlichen Ausweitung der Energiesparförderung für den Gebäudebestand verfolgt wird, ist auf ein abgestimmtes Vorgehen bei den verschiedenen Förderprogrammen zu achten. Beispielsweise können sich die steuerliche Förderung und die Kreditförderung ergänzen. Falls sich die erstere auf selbstnutzende Eigentümer konzentriert, könnte letztere vor allem Eigentümer von Mietwohngebäuden ansprechen. Unter diesen Voraussetzungen sind die folgenden Potentialabschätzungen durchgeführt worden. Eine strikte Trennung ist aber nicht unbedingt sinnvoll, z.B. werden auch bei Mietwohngebäuden weniger umfangreiche Modernisierungsmaßnahmen nicht unbedingt über Kredite abgewickelt. Grundsätzlich können immer beide Förderwege alternativ offengehalten werden. Auch die Programmbedingungen müssen aufeinander abgestimmt werden.</p> <p>Bei der Kreditförderung kann auf dem vom Bund finanzierten KfW-Gebäudesanierungsprogramm aufgebaut werden. Eine Ausweitung des Fördervolumens und der Zahl der Förderfälle würde neue Überlegungen über die Fördervoraussetzungen im KfW-Programm mit sich bringen, zum Beispiel wären anders als bisher auch Einzelmaßnahmen zu berücksichtigen, um mit der Förderung auch weniger umfangreiche Sanierungen zu erreichen.</p> <p>Grundsätzlich andere Voraussetzungen für die Ausgestaltung des KfW-Gebäudesanierungsprogramms liegen dann vor, wenn keine Ausweitung der Energiesparförderung stattfindet, d.h. die gegenwärtigen Voraussetzungen und Fördervolumina in etwa bestehen bleiben. Auch hier gibt es Weiterentwicklungsmöglichkeiten, die vom IWU in einem – gemeinsam mit dem ifeu-Institut durchgeführten – Projekt im Auftrag des Umweltbundesamtes differenziert untersucht wurden (N. Diefenbach et al., „Beiträge der EnEV und des KfW-CO₂-Gebäudesanierungsprogramms zum Nationalen Klimaschutzprogramm“, Juli 2005, bisher nicht veröffentlicht). Es wird dort vorgeschlagen, bei der Weiterentwicklung der Energiesparförderung im Gebäudebestand im Rahmen des KfW-Gebäudesanierungsprogramms die Ziele insbesondere auf die Verbreitung erhöhter Energiesparstandards (unter Berücksichtigung auch von Gebäudekonzepten mit zukunftsweisendem sehr niedrigem Energieverbrauch) und die Integration der Energieberatung in das Förderkonzept auszurichten. Diese Ziele können und sollten auch dann in Form ergänzender Förderangebote weiterverfolgt werden, wenn das Programm zu einem mit viel höheren Mitteln ausgestatteten Breitenprogramm umgearbeitet wird.</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Die Möglichkeiten des Vermieters die Mieten aufgrund der energetischen Maßnahmen zu erhöhen sind durch das Mietrecht begrenzt. Der 11%ige Modernisierungszuschlag (§ 559 BGB) sichert nicht in jedem Fall die Refinanzierung. Dies stellt insbesondere bei der energetischen Sanierung des Gebäudebestandes ein Hemmnis dar. Man spricht hier von dem sogenannten „Investor-Nutzer-Dilemma“.</p> <p>Durch die Kreditförderung für die energetischen Sanierungsmaßnahmen werden die Investoren zu zusätzlichen energetischen Sanierungsmaßnahmen angeregt, da sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen wesentlich verbessert. Zusätzliche CO₂-Einsparpotentiale werden erschlossen. Neben der inhaltlichen Konzeption des Programms sind die einfache Handhabbarkeit und der geringe Verwaltungsaufwand entscheidend. Grundsätzlich vorteilhaft sind Programme die bestehende Institutionen wie z.B. die KfW nutzen.</p>		

Anreiz angegeben.

Exemplarisch werden hier die folgenden Förderbedingungen angenommen: Die Förderung erfolgt über einen KfW-Kredit mit 20 Jahren Laufzeit (gefördert werden die Vollkosten der energiesparenden Maßnahmen) und einen Teilschulderlass nach drei Jahren in Höhe von 10 % der Investitionssumme. In den ersten 10 Jahren beträgt die Zinsverbilligung 0,9 %, danach wird für die Restlaufzeit des Kredits ein marktüblicher Zinssatz (4 %) angenommen. Durch die Höhe der Förderung und die angenommenen Mieterhöhungsmöglichkeiten (§ 559 BGB) ergibt sich für die Vermieter ein starker finanzieller Anreiz, um die energetischen Sanierungen zu realisieren. Pro Jahr ergibt sich bundesweit bei Annahme von 283.000 geförderten Fällen (einschließlich derjenigen, die auch ohne Förderung saniert hätten und nun auch die Förderung in Anspruch nehmen) ein Maximalwert für die Kreditvergabe von 4,67 Mrd. €. Der Barwert der Zinsverbilligung und des Teilschulderlasses beträgt ca. 0,705 Mrd. €. Dies entspricht dem Betrag, den der Staat über die Programmlaufzeit jährlich alternativ als direkten Zuschuss gewähren müsste. Der Barwert der Förderung beträgt für den Investor 35,2 €/m² Wohnfläche. Die Förderbedingungen wurden hier also so gewählt, dass der Barwert pro m² Wohnfläche genau so hoch ist wie bei den Beispielberechnungen zur steuerlichen Förderung. Dementsprechend wird hier auch eine zweite Variante mit reduzierter Förderung angegeben.

Förderung	Barwert der Förderung (Bund)	Barwert der Förderung (Investor)
Zinsverbilligung 0,9 %; Teilschulderlass 10 %	0,705 Mrd. €/a	35,2 €/m ² Wfl.
Zinsverbilligung 0,65 % Kein Teilschulderlass	0,224 Mrd. €/a	11,2 €/m ² Wfl.

Landeshaushalt:

Kein direkter finanzieller Aufwand, da die Maßnahme aus dem Bundeshaushalt finanziert wird. Die Maßnahme „Ausbau der Hessischen Energiesparaktion“ ist zur vollständigen Erschließung der genannten Potentiale erforderlich.

Treibhausgas-Minderungskosten

Die Treibhausgas-Minderungskosten (negativer Wert: Gewinn) des Wärmeschutzes betragen bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren: - 78 €/t CO₂ (ohne Förderung, ohne Bewertung des „Investor-Nutzer“-Dilemmas)

Wirkungstiefe

Die Wirkungstiefe der Maßnahme ist groß, da sie an den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Investoren ansetzt und diese unmittelbar verbessert.

Begleitwirkungen

Die Förderung der energetischen Sanierung führt zu einer erheblichen Verbesserung der energetischen Qualität von baulichen und haustechnischen Maßnahmen im Gebäudebestand. Verstärkte Investitionen im Ausbaugewerbe führen zu einer Wertschöpfung im Handwerk und zu einer Steigerung der Beschäftigung in der regionalen Bauwirtschaft. Weitere Auswirkungen sind Wertsteigerungen der Gebäude, ein erhöhter Wohnkomfort durch zunehmende Behaglichkeit, ein Innovationsschub bei der mittelständischen Bauwirtschaft und eine verbesserte Versorgungssicherheit des Staates durch den verringerten Energieverbrauch.

Längerfristige Bedeutung

Die vorgeschlagenen Förderprogramme sollten zeitlich begrenzt sein und bezüglich des zu erreichenden Standards während der Laufzeit angepasst werden können. Bei Programmerfolg bzw. -misserfolg kann bei allen Programmen eine Anpassung durch Veränderung der Konditionen erfolgen.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Informationsdefizite und andere Hemmnisse können dazu führen, dass auch an sich wirtschaftliche Maßnahmen nicht in erwartetem Umfang durchgeführt werden. Angesichts dessen ist es notwendig, solche Programme mit Informationskampagnen zu begleiten.

Der Weg über die Finanzierungsinstitute greift nicht, wenn das Vorhaben ganz oder teilweise aus Eigenmitteln finanziert wird. Zudem haben viele Hausbanken wenig Interesse öffentliche Förderungen abzuwickeln, da sie lieber die für sie lukrativeren eigenen Programme verkaufen. Durch die Vergabe direkter Zuschüsse, eine steuerliche Förderung oder ein Anreizsystem für Hausbanken könnte dieses Problem abgemildert werden.

Die Gewährung eines Teilschulderlasses hat sich bei KfW-Gebäudesanierungsprogramm als sehr attraktiv für die Investoren erwiesen, da der Teilschulderlass einem direkten Zuschuss entspricht.

Akteure

- Investoren (Private Vermieter, Wohnungsunternehmen)
- Bundesfinanzministerium
- KfW und Hausbanken
- Architekten, Handwerker, Energieberater als „Multiplikatoren“
- Land Hessen als Initiator einer Bundesratsinitiative
- Hessische Energiesparaktion

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Hauptakteure sind der Bund und die KfW. Das Land Hessen kann über das Initiieren einer Bundesratsinitiative einen Impuls zur Realisierung der Maßnahmen auf Bundesebene geben (Angesichts des vor kurzem fertiggestellten Koalitionsvertrages der Regierungsparteien ist anzunehmen, dass die Initiative direkt vom Bund ausgehen wird). Das angegebene Potential kann nur bei gleichzeitiger Unterstützung durch „weiche“ Maßnahmen erschlossen werden (siehe Maßnahmendatenblatt „Hessische Energiesparaktion“). Eine parallele Gültigkeit der im Rahmen von InKlim 2012 vorgeschlagenen öffentlichen Förderprogramme (steuerliche Förderung, KfW-Förderung) müsste geprüft werden. Es ist möglicherweise sinnvoll, auch für Eigentümer eine Kreditförderung anzubieten, diese dann aber mit einem

Kumulationsverbot zur steuerlichen Förderung zu versehen.

Wird hessenweit der ökologische Mietspiegel eingeführt (siehe Maßnahmendatenblatt „Ökologischer Mietspiegel“) kann die KfW-Förderung ergänzend weitergeführt werden. Anpassungen der Programmbedingungen müssten dann gegebenenfalls diskutiert werden.

Bisher ist das KfW-Gebäudesanierungsprogramm vom Volumen her relativ eng begrenzt. Falls über eine deutliche Ausweitung des Fördervolumens und damit auch der Zahl der Förderfälle nachgedacht wird, sind Vereinfachungen (z.B. Förderung einzelner Bauteile) angebracht.

Priorität

Öffentliche Finanzhilfen können als Breitenförderprogramme einen wesentlichen Beitrag zur CO₂-Reduktion leisten. Unterstützt durch weitere Fördermaßnahmen zur Behebung von Informationsdefiziten und zur Steigerung der Markttransparenz sollten sie eine hohe Priorität haben. (**** Hoch. Maßnahme sollte vorgesehen werden).

Hinweis

GS 10	Modellprojekte zur Unterstützung der Markteinführung von Energiespartechnologien bei Wärmeschutz und Wärmeversorgung	Ansatzpunkt: Verbreitung energieeffizienter Technologien und Gebäudekonzepte
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Es werden Modellvorhaben durchgeführt, in denen Energiespartechnologien, die ein hohes CO₂-Einsparpotential und gleichzeitig gute Marktchancen erwarten lassen, erprobt werden. Eine breite Öffentlichkeit wird über die Ergebnisse informiert, um eine Nachahmungswirkung zu erreichen. Gleichzeitig dienen die in den Projekten gewonnenen Praxiserfahrungen zur Verbesserung der Produkte. Der Begriff „Energiespartechnologien“ ist dabei in einem allgemeinen Sinne zu verstehen, es sind z.B. auch Gesamtkonzepte wie das Passivhaus gemeint.</p> <p>Das Land Hessen hat bereits eine langjährige Erfahrung mit der Förderung von Modellprojekten im Gebäudesektor. Diese Tradition wäre systematisch fortzuführen und auszuweiten.</p> <p>Die thematischen Schwerpunkte der Demonstrationsprojekte sowie der Umfang können jeweils nach aktuellem Stand der Entwicklung und der Notwendigkeiten ausgewählt und angepasst werden. Nur als Beispiel seien zwei mögliche Themen genannt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Passivhaus-Dienstleistungsgebäude Das in Hessen entwickelte und inzwischen beachtlich verbreitete Konzept eines energieminierten aber gleichzeitig ökonomisch tragfähigen Passivhaus-Wohngebäudes bedarf eines Pendant im Bereich der Dienstleistungsgebäude. Dabei stellt die Minimierung des Gesamtenergiebedarfs (einschließlich Klimatisierung, Beleuchtung und sonstigem elektrischem Energiebedarf, z.B. für die Büroausstattung) eine besondere Herausforderung dar. Studien und Einzelprojekte zeigen, dass auch hier Ansätze für Erfolg versprechende und verbreitungsfähige Lösungen existieren. Gerade mit Blick auf die hohe Bedeutung von Dienstleistungsgebäuden in Hessen und der damit verbundenen öffentlichen Aufmerksamkeit (Bankenzentrum Frankfurt) bietet sich eine entsprechende Landesinitiative an. • Innovative Heizsysteme für Niedrigenergiehäuser im Altbau Im Bestand ist eine allgemeine Einführung des Passivhausstandards, wie sie im Neubau zumindest denkbar wäre, auf absehbare Zeit kaum realisierbar, da bauliche Restriktionen einen so weitgehenden Wärmeschutz häufig verhindern. Wahrscheinlicher ist, dass bei konsequenter Umsetzung von Wärmeschutzmaßnahmen im Allgemeinen der Niedrigenergiehausstandard erreicht werden kann. Noch weitergehende Energieeinsparungen können dann nur noch durch das Wärmeversorgungssystem erreicht werden. Die Frage, wie ein möglichst gutes Zusammenspiel von energiesparenden Gebäuden und effizienten Heizsystemen (insbesondere KWK, Wärmepumpe, Biomasse, Solarwärme) erreicht werden kann, ist also gerade für den Gebäudebestand von erheblicher Bedeutung. In Hessen wurden bereits verschiedene Neubau-Modellprojekte zur Heizung im Niedrigenergiehaus durchgeführt. Eine weitere Fortführung dieses Ansatzes und seine Ausdehnung auf den Gebäudebestand können empfohlen werden. 		

<p>Es wird empfohlen, einmal gewählte Schwerpunkte konsequent über mehrere Jahre zu verfolgen und durch eine systematische Begleitforschung sowie Öffentlichkeitsarbeit zu flankieren. Das Beispiel des Passivhauses zeigt, dass auch sehr Erfolg versprechende Lösungen eine intensive und längerfristige Unterstützung durch begleitende Maßnahmen benötigen.</p>
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Neue Technologien bedürfen oft unterstützender Maßnahmen, damit die erwünschte und mögliche Marktdurchdringung ausreichend schnell erfolgt und somit die möglichen CO₂-Einsparungen frühzeitig realisiert werden können. Im Fall von Modellprojekten werden einerseits Praxiserfahrungen gewonnen, die zur Verbesserung der Technologien führen können, andererseits dienen die Projekte der Information einer breiten Öffentlichkeit (auch der Fachöffentlichkeit) über die neuen Produkte und Konzepte.</p>
<p>Zielgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwickler/Anbieter der neuen Technologien und Konzepte • Öffentlichkeit (Gebäudeeigentümer, Bauträger, Planer, Handwerker)
<p>Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem</p> <p>Modellprojekte sind als Einzelbausteine wichtiger Teil einer Strategie zur Einführung der langfristig erforderlichen Klimaschutztechnologien. Sie dienen damit gleichzeitig der Förderung technologischer Innovationen und der Stärkung der entsprechenden Wirtschaftszweige in Deutschland und Hessen. Im Fall der Gebäude-Energieeinsparung und Wärmeversorgung ist dies vor allem die mittelständische Wirtschaft.</p> <p>Auch wenn – aufgrund der Dauer der Markteinführung neuer Produkte - grundsätzlich eher mit einer mittel- bis langfristigen Wirkung zu rechnen ist, sind kurzfristige Impulse nicht ausgeschlossen (Beispiel: Die Wärmeschutzverglasung hat in relativ kurzen Zeiträumen den Markt erobert).</p> <p>Entscheidend ist letztlich die Multiplikatorwirkung der Demonstrationsprojekte. Diese kann nicht quantifiziert werden. Es ist grundsätzlich zu beachten, dass die Projekte ihre Wirkung nicht isoliert entfalten, sondern Teil eines Gesamtprozesses sind (Produktentwicklung, Erprobung, Markteinführung, Marktdurchdringung) und der Erfolg eines Ansatzes im Allgemeinen nicht vorhergesagt werden kann.</p>
<p>Treibhausgas-Minderungspotential / Einsparpotential</p> <p>Annahmen: Zur Entwicklung der CO₂-Emissionen und zu den Kosten der energetischen Sanierungsmaßnahmen siehe Begleittext Kapitel 1.3 und 1.4 sowie Anhang A und B.</p> <p>Der Einfluss von Modellprojekten und Demonstrationsvorhaben auf die Erschließung des Gesamtpotentials im hessischen Gebäudebereich kann aus oben genannten Gründen nicht quantifiziert werden.</p>
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Der finanzielle Aufwand ist im Verhältnis zur Bedeutung und zum möglichen Erfolg gering. Gleichzeitig kann der Erfolg nicht vorhergesehen und quantifiziert werden. Dies spricht dafür, gleichzeitig verschiedene thematische Ansätze zu verfolgen und dabei von vornherein einzukalkulieren, dass Modellprojekte häufig noch einen Versuchscharakter haben</p>

und eine erfolgreiche Markteinführung nicht in jedem Fall erreicht werden kann.

Grobe Abschätzung der Kosten:

Annahmen:

- Es werden gleichzeitig drei thematische Schwerpunkte verfolgt.
- Im Jahr werden zu jedem Thema Maßnahmen an ca. 50 Wohneinheiten unterstützt (d.h. insgesamt ca. 150 Wohneinheiten im Jahr bzw. entsprechender Umfang bei Dienstleistungsgebäuden)
- Pro Wohneinheit fallen jährlich Investitionszuschüsse von 5.000 bis 10.000 € an (Je nach Entwicklungsstand der jeweiligen Technologien). Damit ergeben sich jährliche Kosten von 750.000 € bis 1.500.000 €, bei zurückhaltender Handhabung also im Mittel etwas mehr als 1 Mio. € pro Jahr
- Weitere Kosten von überschlägig einem Drittel der Gesamtsumme (im vorliegenden Fall also ca. 0,5 Mio. €) sind für die Begleitforschung, Dokumentation und Öffentlichkeitsarbeit einzukalkulieren.

Unter diesen Annahmen belaufen sich die Gesamtkosten auf ca. 1,5 Mio. € pro Jahr.

Anmerkung: Natürlich besteht grundsätzlich ein erheblicher Spielraum im Hinblick auf den Umfang, die Laufzeit und die konkrete Ausgestaltung der Demonstrationsförderung.

Treibhausgas-Minderungskosten

Die Treibhausgas-Minderungskosten (negativer Wert: Gewinn) von Modellprojekten können nicht quantifiziert werden.

Wirkungstiefe

Die „Wirkungstiefe“ hängt von dem Themenschwerpunkt der geförderten Projekte ab. Gesamt-Gebäudekonzepte haben in diesem Sinne eine grundsätzlich größere Wirkungstiefe (d.h. sie stellen eine dauerhaftere und gründlichere Lösung dar) als Einzeltechnologien. Dies sollte allerdings nicht das einzig ausschlaggebende Kriterium für die Auswahl der Themenschwerpunkte sein. Von Bedeutung ist vor allem die Frage, an welcher Stelle durch Demonstrationsprojekte ein wesentlicher Impuls gegeben werden kann, um viel versprechende Technologien und Konzepte zur Praxisreife bzw. zur Markteinführung zu führen.

Begleitwirkungen

Die Maßnahme setzt in erster Linie nicht auf direkte Wirkung, d.h. auf die geförderten Projekte selbst, sondern auf ihre Multiplikatorwirkung (Verbreitung von Informationen über innovative marktfähige Energiesparttechnologien).

Längerfristige Bedeutung

Der Wirkung der Maßnahmen, eine erfolgreiche Markteinführung neuer Energiesparttechnologien und –konzepte, wird sich im allgemeinen mittel- und langfristig einstellen.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Die Unterstützung der Markteinführung einer neuen Technologie oder eines neuen Gebäudekonzepts hat immer ein

<p>Stück weit den Charakter von „Versuch und Irrtum“, d.h. vorhersehbar wird nur ein Teil der Initiativen zum Erfolg führen.</p> <p>Voraussetzung für den Erfolg ist sicherlich eine wachsende positive Einstellung der Gesellschaft zu Energieeinsparung. Diese muss aber, angesichts knapper werdender Ressourcen und der drängenden Klimaprobleme, ohnehin erreicht werden und kann daher hier vorausgesetzt werden.</p>
<p>Akteure</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anbieter von Energiespartechnologien und Konzepten • Gebäudeeigentümer, die Demonstrationsprojekte durchführen • Fachinstitute und Fachfirmen für Begleitforschung und Öffentlichkeitsarbeit • Land Hessen als Träger der Demonstrationsförderprogramme
<p>Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen</p> <p>Fachbeirat aus Vertretern des Landes Hessen, der Wirtschaft und Wissenschaft zur Abstimmung der Themenschwerpunkte, der Budgetverteilung, der Förderbedingungen sowie der Organisation von Begleitforschung und Öffentlichkeitsarbeit</p> <p>Mehrjährige finanzielle Absicherung eines einmal gewählten Themenschwerpunkts</p>
<p>Priorität</p> <p>**** Hohe Priorität, da das Instrument im Rahmen einer Klimaschutzstrategie eine wichtige Funktion zu überschaubaren Kosten übernimmt.</p>
<p>Hinweis</p>

GS 11	Förderprogramm zur Verbesserung des Wärmeschutzes und zur Heizungsmodernisierung bei bestehenden Nicht-Wohngebäuden	Ansatzpunkt: Öffentliche Finanzhilfen für Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Analog zu Wohngebäuden muss auch bei Nicht-Wohngebäuden der Zeitpunkt von ohnehin durchgeführten Sanierungen genutzt werden, um den Wärmeschutz der Gebäudehülle zu verbessern und eine effiziente Heizungstechnik zu installieren. Um die Anreize zu einer Kopplung von Sanierung und energetischer Modernisierung zu erhöhen und Wärmeschutzmaßnahmen zu induzieren, die über den gesetzlichen Mindestanforderungen liegen, ist ein Förderprogramm für Nicht-Wohngebäude erforderlich. Gefördert werden soll die Energieberatung und die Umsetzung von Einzelmaßnahmen, die gegebenenfalls zu einem Gesamtpaket kumuliert werden können. Die Laufzeit des Programms wird zunächst auf 10 Jahre begrenzt.</p> <p>Es bietet sich eine Förderung im Rahmen der KfW-Programme durch zinsgünstige Darlehen an. Die Förderung würde sich damit in die bestehenden Programme für der KfW eingliedern (ERP-Umwelt- und Energiesparprogramm). Da es sich im Bereich der Nicht-Wohngebäude häufig um professionelle Investoren handelt und in der Regel zur Finanzierung von Maßnahmen Fremdkapital hinzugezogen wird, ist die Bereitstellung zinsgünstiger Darlehen eine geeignete Form der Förderung. Das gleiche gilt für Gebäude der öffentlichen Hand. Zusätzlich zur Zinsverbilligung sollte auch ein Teilschulderlass bezogen auf die Kreditsumme gewährt werden, um die Attraktivität des Programms zu erhöhen.</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Durch die Förderung für die energetischen Sanierungsmaßnahmen werden die Investoren zur Umsetzung verbesserter Wärmeschutzstandards angeregt, da sich die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen durch die Förderung erhöht. Zusätzliche CO₂-Einsparpotentiale werden erschlossen. Neben der Konzeption des Programms ist die einfache Handhabbarkeit und der geringe Verwaltungsaufwand entscheidend. Vorteilhaft sind Programme die bestehende Institutionen (z.B. die KfW) nutzen.</p>		
<p>Zielgruppe</p> <p>Das Förderprogramm richtet sich an die öffentliche Hand und Selbstnutzer bzw. Vermieter von Nicht-Wohngebäuden.</p>		
<p>Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem</p> <p>Durch ein Förderprogramm kann ein zusätzliches CO₂-Minderungspotential im hessischen Nichtwohngebäudebereich erschlossen werden (angenommenes Gesamtpotential: Erhöhung der energetischen Sanierungsrate von 0,75 %/a auf 2,5 %/a).</p> <p>Beginn der Wirkung: 2006 Zielgröße: zusätzlich sanierte Nichtwohngebäudefläche</p> <p>Effekt Hessen: ca. 1,58 Mio. m² pro Jahr</p>		

Treibhausgas-Minderungspotential / Einsparpotential

Annahmen: Zur Entwicklung der CO₂-Emissionen und zu den Kosten der energetischen Sanierungsmaßnahmen siehe Begleittext Kapitel 1.3, 1.4 und 1.5 sowie Anhang A und B. Es wird angenommen, dass die Einhaltung von energetischen Mindestanforderung für das Förderprogramm festgeschrieben und von den Nutzern realisiert wird (siehe Begleittext „verbesserter Wärmeschutz“, Kapitel 1.3).

Zusätzliche Minderungen an CO₂-Emissionen Hessen: 0,059 Mio. t CO₂ pro Jahr

Zusätzliche Einsparungen Hessen im Jahr 2012 : 0,41 Mio. t CO₂

*geringe Prognostizierbarkeit

Über die Auswirkungen des Förderprogramms auf die Sanierungsrate von Nichtwohngebäuden und die Qualität der energetischen Sanierung besteht große Unsicherheit.

Finanzieller Aufwand

Investoren:

Der finanzielle Aufwand der Sanierungen wird durch die Investoren getragen. Die energetischen Investitionskosten betragen 192 €/m² Wohnfläche, davon sind durchschnittlich 44 €/m² Wohnfläche energiebedingten Mehrkosten zur Erreichung des verbesserten Wärmeschutzes.

Bundeshaushalt:

Anmerkung: Die folgenden Berechnungen gehen davon, dass der finanzielle Anreiz für die Investoren deutlich spürbar sein muss, um die angenommene Steigerung der energetischen Sanierungsrate bei verbessertem Wärmeschutz zu bewirken. In der Tabelle unten werden die Ergebnisse der Berechnung zusätzlich für einen verminderten finanziellen Anreiz angegeben.

Exemplarisch werden die folgenden Bedingungen angenommen: Die Förderung erfolgt über einen KfW-Kredit mit 20 Jahren Laufzeit. In den ersten 10 Jahren beträgt die Zinsverbilligung 0,9 %, danach wird für die Restlaufzeit des Kredits ein marktüblicher Zinssatz von 4 % angenommen. Zusätzlich kann nach drei Jahren ein Teilschulderlass von 10 % der Kreditsumme (Vollkosten der energiesparenden Maßnahmen) gewährt werden. Pro Jahr ergibt sich bundesweit ein Maximalwert für die Kreditvergabe von 5,7 Mrd. € (einschließlich derjenigen, die auch ohne Förderung saniert hätten und nun auch die Förderung in Anspruch nehmen). Der Barwert der Zinsverbilligung und des Teilschulderlass entspricht einem direkten staatlichen Zuschuss in Höhe von 0,863 Mrd. € jährlich. Der Barwert der Förderung beträgt für den Investor 29,03 €/m² Wohnfläche.

Förderung	Barwert der Förderung (Bund)	Barwert der Förderung (Investor)
Zinsverbilligung 0,9 %; Teilschulderlass 10 %	0,863 Mrd. €/a	29,03 €/m² Wfl.
Zinsverbilligung 0,65 % Kein Teilschulderlass	0,274 Mrd. €/a	9,23 €/m² Wfl.
<p>Die Höhe der Zinsen wird für gewerbliche Antragsteller bei der KfW derzeit durch ein „Risikogerechtes Zinssystem“ ermittelt, das die wirtschaftlichen Verhältnisse des Unternehmens und die gestellten Sicherheiten berücksichtigt. Die Zinsverbilligung fällt daher individuell unterschiedlich aus.</p> <p><i>Landeshaushalt:</i></p> <p>Kein direkter finanzieller Aufwand, da die Maßnahme aus dem Bundeshaushalt finanziert wird.</p>		
<p>Treibhausgas-Minderungskosten</p> <p>Die Treibhausgas-Minderungskosten (negativer Wert: Gewinn) des Wärmeschutzes betragen bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren: - 82 €/t CO₂</p>		
<p>Wirkungstiefe</p> <p>Die Wirkungstiefe der Maßnahme ist hoch, da sie an den wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Investoren ansetzt und diese unmittelbar verbessert.</p>		
<p>Begleitwirkungen</p> <p>Die Förderung der energetischen Sanierung führt zu einer erheblichen Verbesserung der energetischen Qualität von baulichen und haustechnischen Maßnahmen im Gebäudebestand. Nachahmungseffekten bei weiteren Investoren (Ausstrahlungswirkung der Förderung, Vorzieheffekte) werden angeregt. Verstärkte Investitionen im Ausbaugewerbe führen zu einer Wertschöpfung im Handwerk und zu einer Steigerung der Beschäftigung in der regionalen Bauwirtschaft. Weitere Auswirkungen sind Wertsteigerungen der Gebäude, ein erhöhter Komfort durch zunehmende Behaglichkeit, ein Innovationsschub bei der mittelständischen Bauwirtschaft und eine verbesserte Versorgungssicherheit des Staates durch den verringerten Energieverbrauch.</p>		
<p>Längerfristige Bedeutung</p> <p>Das vorgeschlagene Förderprogramm sollte zeitlich begrenzt sein und bezüglich des zu erreichenden Standards angepasst werden können. Nach Ablauf der vorgeschlagenen Laufzeit von 10 Jahren ist mit dann höheren Energiepreisen und geringer gewordener Belastung durch die Finanzierung eine weitere Förderung nicht mehr erforderlich.</p>		

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Frühere Untersuchungen zur Ökozulage im Rahmen der Eigenheimzulage zeigen, dass Informationsdefizite und andere Hemmnisse dazu führen können, dass auch an sich wirtschaftliche Maßnahmen nicht in erwartetem Umfang durchgeführt werden. Angesichts dessen ist es unbedingt notwendig, ein solches Programm mit Informationskampagnen zu begleiten (Hessische Energiesparaktion). Nur dann können die Klimaschutzziele effizient erreicht werden.

Akteure

- KfW als Fördermittelgeber
- Investoren
- Öffentliche Hand
- Architekten, Handwerker, Energieberater als „Multiplikatoren“
- Land Hessen als Initiator einer Bundesratsinitiative

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Hauptakteur ist die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) als Fördermittelgeber. Das Land Hessen kann über das Initiieren einer Bundesratsinitiative einen Impuls zur Realisierung der Maßnahme auf Bundesebene geben.

Auf Grund der hohen Komplexität von Dienstleistungsgebäuden kann, vor allem bei umfangreicheren Modernisierungen, darüber nachgedacht werden, den Nachweis eines Energieberatungsberichtes, in dem neben der Ist-Zustandsanalyse ein Gesamtkonzept für Modernisierung aufgezeigt wird, als Fördervoraussetzung einzuführen oder besonders zu honorieren. Dies gewährleistet, dass für einen späteren Zeitpunkt geplante Maßnahmen bereits bei der aktuellen energetische Modernisierungen berücksichtigt werden. Neben Heizung und Warmwasser ist der Stromverbrauch der Gebäude in dem Energieberatungsbericht ebenfalls zu beleuchten. Es ist anzustreben, dass parallel zu einer Verbesserung des Wärmeschutzes der Stromverbrauch von Beleuchtung und/oder Arbeitshilfen reduziert wird, um den sommerlichen Wärmeschutz nicht zu verschlechtern.

Die Festlegung der förderfähigen Maßnahmen sollte möglichst einfach und eindeutig sein. Hier bietet sich ein bauteilbezogenes Verfahren an, in dem die energetische Mindestqualität für die einzelnen Bauteile definiert wird.

Da Kommunalkredite bereits attraktive Zinssätze aufweisen, ist für Kommunen eine Wahlmöglichkeit zwischen zinsgünstigem Kredit (mit gesonderten Zinssätzen) und direktem Zuschuss sinnvoll. Grundsätzlich wäre es auch denkbar, Steuererleichterungen für KMU im Bereich der Nichtwohngebäude einzuführen.

Unterstützt werden sollten die Maßnahmen durch Öffentlichkeitsarbeit, um Informationsdefizite bei den Investoren und den „Multiplikatoren“ zu beseitigen.

Priorität

Das Breitenförderprogramm kann einen wesentlichen Beitrag zur CO₂-Reduktion leisten. Unterstützt durch weitere Maßnahmen zur Behebung von Informationsdefiziten und zur Steigerung der Markttransparenz sollten sie eine hohe Priorität haben

**** Hoch. Die Maßnahme sollte vorgesehen werden.

Hinweis

Ein Förderprogramm für bauliche Energiesparmaßnahmen im Gebäudebestand der Gemeinden und Gemeindeverbände wurde 1994 vom Land Hessen gestartet und bis 2000 mit Erfolg geführt.

GS 12	Energiepasseinführung bei öffentlichen Gebäuden unterstützen	Ansatzpunkt: Erhöhung der Markttransparenz
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die neue EU-Richtlinie „Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden“ fordert die breite Einführung von Energiepässen (-zertifikaten) in den Mitgliedsstaaten der EU bis zum Jahr 2006. Bei Verkauf eines Gebäudes sowie bei der Vermietung einer Wohnung wird der Energiepass obligatorisch. Bei öffentlichen Gebäuden mit großem Publikumsverkehr und einer Gesamtnutzfläche von über 1.000 m² muss ein Energiepass unabhängig von Vermietung oder Verkauf erstellt und gut sichtbar ausgehängt werden.</p> <p>In diesem Zusammenhang empfiehlt es sich, die Einführung des Energiepasses in Hessen mit unterschiedlichen Maßnahmen zu unterstützen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wahrnehmung der Vorbildfunktion des Landes Hessen durch Erstellung und Aushang von Energiepässen in Landesliegenschaften mit großem Publikumsverkehr 2. Unterstützung von hessischen Kommunen bei der Erstellung von Energiepässen für kommunale öffentliche Gebäude mit großem Publikumsverkehr (Information) 		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Eine Bedingung für die Erschließung der Energiesparpotenziale von Altbauten ist, dass deren energetische Qualität objektiv bestimmt und ausgewiesen wird. Die Aufgabe von Energiepässen ist, es mehr Transparenz in den Markt zu bringen. Der Energiepass ist für bestimmte Gebäude (s.o.) ab 2006 zwingend vorgeschrieben. Durch die über Energiepässe erhöhte Markttransparenz besteht für den Gebäudeeigentümer ein stärkerer Anreiz, energetische Verbesserungen durchzuführen, da sich diese dann auch in höheren Preisen bei Verkauf oder Vermietung niederschlagen. Zukünftige Käufer von Gebäuden und Mieter erhalten durch den Energiepass Informationen über die energetische Qualität des Gebäudes und einen Anhaltspunkt über die zukünftig zu tragenden Heizkosten und über mögliche Maßnahmen zur Reduktion der Heizkosten.</p>		
<p>Zielgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gebäudeeigentümer (Land, Kommunen) • Öffentlichkeit 		

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Die Unterstützung der Energiepasseinführung bei öffentlichen Gebäuden trägt unterstützend zur Erschließung des gesamten Potentials im hessischen Nichtwohngebäudebereich bei (Steigerung der allgemeinen energetischen Sanierungsrate in Hessen von 0,75 %/a auf 2,5 %/a).

Beginn der Wirkung: 2006

Zielgröße: zusätzlich energetisch sanierte WE p.a.

Gesamteffekt Hessen p.a.: 1,58 Mio. m² pro Jahr

Der Anteil der Maßnahme „Energiepasseinführung bei öffentlichen Gebäuden“ an der Erhöhung der energetischen Sanierungsrate bei Nichtwohngebäuden in Hessen kann nicht quantifiziert werden.

Treibhausgas-Minderungspotential / Einsparpotential

Annahmen: Zur Entwicklung der CO₂-Emissionen und zu den Kosten der energetischen Sanierungsmaßnahmen siehe Begleittext Kapitel 1.3, 1.4 und 1.5 sowie Anhang A und B.

Zusätzliche Minderungen an CO₂-Emissionen Hessen: 0,059 Mio. t CO₂ pro Jahr

Zusätzliche Einsparungen Hessen im Jahr 2012 : 0,41 Mio. t CO₂

*geringe Prognostizierbarkeit

Der Anteil der Maßnahme „Energiepasseinführung bei öffentlichen Gebäuden“ an der Erschließung des Gesamtpotentials bei Nichtwohngebäuden in Hessen kann nicht quantifiziert werden.

Finanzieller Aufwand

Der finanzielle Aufwand hängt von den Regelungen ab, die zur Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie getroffen werden. Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass die Kosten pro Gebäude für die Energiepasserstellung in Dienstleistungsgebäuden auf Grund der komplexeren Nutzungsstruktur und der höheren Bedeutung der elektrischen Anwendungen (Beleuchtung, ggf. auch Klimatisierung) deutlich über denjenigen von Wohngebäuden (s.o.) liegen. Allerdings sind die Gebäude im Durchschnitt auch deutlich größer als Wohngebäude.

Treibhausgas-Minderungskosten

Die Treibhausgas-Minderungskosten (negativer Wert: Gewinn) des Wärmeschutzes betragen bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren: - 82 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Die Wirkungstiefe der Maßnahme ist hoch, da sie die Markttransparenz erhöht und dadurch die Voraussetzungen für energetische Sanierungen im Gebäudebestand verbessert.

Begleitwirkungen

Der Energiepass soll die energetische Qualität eines Gebäudes objektiv beschreiben und dadurch die Markttransparenz erhöhen. Daneben können mit dem Energiepass auch noch andere Ziele verfolgt werden. Hier ist vor allem der Nachweis über die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben und die Nutzung des Energiepasses als Optimierungs- und Marketinginstrument im Rahmen der Energieberatung zu nennen. Darüber hinaus können Energiepässe als Werkzeug zur Qualitätssicherung und Dokumentation bei Neubauten und Modernisierungen genutzt werden.

Längerfristige Bedeutung

Der zukünftige Energiepass sollte neben dem Energiepassformular mit Gebäudedaten und Label auch weitere Informationen enthalten, wie z. B.:

- Daten zur energetischen Qualität von Gebäudehülle und Anlagentechnik,
- Rechnerische Bedarfswerte und CO₂-Emissionen,
- Modernisierungshinweise wenn sich für das Gebäude technisch und wirtschaftlich sinnvolle Lösungen ergeben,
- Erläuterungen für Eigentümer, Mieter und gesondert für Fachleute,
- Formular für Verbrauchserfassung durch Eigentümer oder Mieter.

Bei der langfristigen Betrachtung ist darauf zu achten, dass das Klassifizierungsraster des Energiepasses an die verbesserte energetische Qualität des Gebäudebestands angepasst werden kann bzw. von vornherein entsprechend zukunftsfähig ist.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Mit dem Energiepass allein wird zunächst (noch) kein CO₂ eingespart, es handelt sich in erster Linie um ein Instrument zur Information und zur Erhöhung der Markttransparenz.

Akteure

- Land Hessen
- Hessische Kommunen
- Energieberater
- Hessische Energiesparaktion

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Energiepässe sollen mittel- und langfristig mehr Transparenz in den Markt bringen. Dazu ist es erforderlich, die bestehende und zum Teil verwirrende Vielfalt bei Gebäudeenergiepässen zu beseitigen und einen bundeseinheitlichen Energiepass anzustreben. Entsprechende Bemühungen sind zur Zeit im Gange (Feldversuch der dena). Die derzeit anstehenden Aufgaben sind:

- Vereinheitlichung der Berechnung und Bewertung
- Entwicklung und Test von qualifizierten Kurzverfahren für die Erhebung der Gebäudedaten und die Bewertung der Anlagentechnik
- wissenschaftliche Auswertung der Genauigkeit der unterschiedlichen Levels
- wissenschaftliche Auswertung der Anwendbarkeit und Verbraucherakzeptanz
- Verbrauchskennwerte: Kongruenz zu Bedarfskennwerten bzw. Klassifizierung
- Geforderte Qualifikation der Energiepass-Aussteller auf den unterschiedlichen Levels

Priorität

**** Hoch. Maßnahme sollte vorgesehen werden.

Hinweis

GS 13	Energieberichte für landeseigene und kommunale Liegenschaften	Ansatzpunkt: Grundlage zur Umsetzung energiepolitischer Beschlüsse
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Der Begriff „Energiebericht“ wird allgemein sehr unterschiedlich interpretiert. Mit der hier dargestellten Maßnahme wird unter dem Begriff „Energiebericht“ eine Beschreibung und Bewertung des energetischen Zustands öffentlicher Liegenschaften verstanden. Dargestellt werden</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Entwicklung des Energieverbrauchs, der Energiekosten und –preise, • spezifische Kennwerte (Energie, Kosten, Emissionen) sowie • Maßnahmen zur Reduzierung des Verbrauchs und der –kosten für Wärme, Strom und Wasser. <p>Wesentliches Element ist es, auf Basis des Energieberichtswesens energiepolitische Ziele zu definieren und Wege zu deren Umsetzung aufzuzeigen (siehe auch Maßnahmenblatt „Eigenes Einsparziel für Landesliegenschaften definieren“).</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Das kontinuierliche Energieberichtswesen wirkt in fünf Zielrichtungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das Energieberichtswesen soll die Umsetzung energiepolitischer Beschlüsse (Wärmeschutz, Ausbau KWK, Nutzung regenerativer Energien, energiebedingte Emissionen, ...) dokumentierten. Entwicklungen werden quantifizierbar und nachweisbar. • Der Energiebericht soll ein Tätigkeitsnachweis gegenüber politischen Gremien sein und die Möglichkeit zur Ist-Analyse geben. Auf dieser fundierten Basis soll Ressourcenschutz aus ökologischen und wirtschaftlichen Gründen als wichtige Aufgabe der öffentlichen Verwaltung (Land, Stadt, Kreis) dargestellt werden. • Der Energiebericht soll als ein wichtiges Controlling-Instrument im Sinne der Planung und Steuerung des Energieeinsatzes (Verbrauch und Kosten) einsetzbar sein. • Der Energiebericht soll die zielgruppengenaue Ansprache zum sparsamen Umgang mit Energie und Wasser ermöglichen. • Die regelmäßige Energieberichterstattung soll als Instrument zur Öffentlichkeitsarbeit eingesetzt werden. Die Verwaltung soll dokumentieren, dass sie ihrer Vorbildrolle im Klimaschutz durch eine energie- und kosteneffiziente Bewirtschaftung ihrer Liegenschaften gerecht wird (Quervergleiche / Benchmarking wird ermöglicht). 		

Zielgruppe

Die Zielsetzungen der Energieberichte sind sehr eng verbunden mit den Gruppen von Menschen, die ein Interesse am Energieberichtswesen haben:

- Politische Gremien (z. B. Stadt- und Kreisparlamente),
- Verwaltungsspitze (Oberbürgermeister, Bürgermeister, Dezernenten),
- Vermögensträger (z. B. budgetierte Verwaltungseinheiten, Kämmerei, Eigenbetriebe zur Gebäudebewirtschaftung),
- Land und Kommunen,
- Verbände und Organisationen, lokale Agenda 21,
- interessierte Bürgerinnen und Bürger.

Die Interessen dieser Zielgruppen am Energiebericht unterscheiden sich jedoch teilweise erheblich. Die politischen Gremien haben Interesse an kumulierten Aussagen zur Entwicklung des Energieverbrauchs der städtisch genutzten Liegenschaften. Einzelne Gebäude oder Gebäudegruppen interessieren im Zusammenhang mit Investitionsentscheidungen. Die Verbrauchsentwicklung einzelner Verwaltungseinheiten ist für Budgetzuweisungen wichtig.

Um strategische Entscheidungen zu ermöglichen, sollte der Energiebericht für die Verwaltungsspitze zumindest nach Gebäudegruppen oder Verwaltungseinheiten differenzieren. Bei Vermögensträgern und Nutzern von Gebäuden sind neben Informationen zu Gebäudegruppen oder Verwaltungseinheiten insbesondere Informationen zu einzelnen Gebäuden gefragt. Hinzu kommen bestimmte fachlich orientierte Zielgruppen, die Wert auf Detailinformationen legen. So wird sich beispielsweise die Kämmerei auf Aussagen zu Bilanzen und Investitionen konzentrieren. Diese unterschiedlichen Interessen legen einen modularen Aufbau für den Energiebericht nahe.

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Der Aufbau eines Energieberichtswesens trägt unterstützend zur Erschließung des gesamten Potentials im hessischen Nichtwohngebäudebereich bei (Steigerung der allgemeinen energetischen Sanierungsrate in Hessen von 0,75 %/a auf 2,5 %/a).

Beginn der Wirkung: 2006

Zielgröße: zusätzlich energetisch sanierte WE p.a.

Gesamteffekt Hessen p.a.: 1,58 Mio. m² pro Jahr

Der Anteil der Maßnahme „Energieberichte für landeseigene und kommunale Liegenschaften“ an der Erhöhung der energetischen Sanierungsrate bei Nichtwohngebäuden in Hessen kann nicht quantifiziert werden.

Treibhausgas-Minderungspotential / Einsparpotential

Annahmen: Zur Entwicklung der CO₂-Emissionen und zu den Kosten der energetischen Sanierungsmaßnahmen siehe Begleittext Kapitel 1.3, 1.4 und 1.5 sowie Anhang A und B.

Zusätzliche Minderungen an CO₂-Emissionen Hessen: 0,059 Mio. t CO₂ pro Jahr

Zusätzliche Einsparungen Hessen im Jahr 2012 : 0,41 Mio. t CO₂

*geringe Prognostizierbarkeit

Der Anteil der Maßnahme „Energieberichte für landeseigene und kommunale Liegenschaften“ an der Erschließung des Gesamtpotentials bei Nichtwohngebäuden in Hessen kann nicht quantifiziert werden.

Finanzieller Aufwand

Der finanzielle Aufwand der Sanierungen wird durch das Land bzw. die Kommunen getragen. Der finanzielle Aufwand der Sanierungen wird durch die Investoren getragen. Die energetischen Investitionskosten betragen 192 €/m² Wohnfläche, davon sind durchschnittlich 44 €/m² Wohnfläche energiebedingten Mehrkosten zur Erreichung des verbesserten Wärmeschutzes.

Kosten entstehen dem Land bzw. den Kommunen daneben durch den organisatorischen Aufwand für den Aufbau eines Energieberichtswesens. Der Aufwand für die erstmalige Erstellung wird mit ca. 50.000 € abgeschätzt, danach entstehen jährliche Aufwendungen für die kontinuierliche Pflege des Energieberichtswesens (siehe Realisierungsvoraussetzungen).

Nach Angaben der hessenENERGIE können die entstehenden Aufwendungen komplett über die Energiekostensparnisse finanziert werden (siehe Angebot „Kommunales Energiemanagement“ der hessenENERGIE“).

Treibhausgas-Minderungskosten

Die Treibhausgas-Minderungskosten (negativer Wert: Gewinn) des Wärmeschutzes betragen bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren: - 82 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Die Wirkungstiefe ist hoch, da das Land über das Energieberichtswesen und die damit verbundene Öffentlichkeitsarbeit bzw. die öffentliche Diskussion sich seiner energie- und Klimaschutzpolitischen Aufgabe stellt. Die Vorbildfunktion des öffentlichen Entscheidungsträgers wird sichtbar. Die Themen „Klimaschutz“ und „Energieeffizienz“ werden verstärkt in das öffentliche Bewusstsein getragen.

Begleitwirkungen

Die langfristig orientierte politische energiepolitische Zielsetzung auf Basis des Energieberichtswesens sichert den Erhalt der hessischen Energieberatungsstruktur. Darüber werden durch Energiekosteneinsparungen in den Liegenschaften des Landes (und der Kommunen) zusätzliche finanzielle Mittel für energiesparende Investitionen frei.

Längerfristige Bedeutung

Durch die Definition energiepolitischer Ziele werden langfristige Entwicklungen angestoßen. Für die mit ihren Auswirkungen weit in die Zukunft reichenden Investitionsentscheidungen erhalten die Akteure aus Politik und Wirtschaft eine zuverlässige Entscheidungsgrundlage. Wie die Erfahrungen aus vielen Städten und Kommunen zeigen, sind Energie- und Kosteneinsparung um 30 % durch effektives Energiemanagement realistisch.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Um den Aufwand für das Energieberichtsessen zu begrenzen, sollte verwaltungsintern geklärt werden, mit welchen wesentlichen Zielsetzungen das Energieberichtsessen aufgebaut werden soll. Aus Gründen der Pragmatik sollten die Energieberichte zunächst auf diese Bestandteile fokussieren.

Die kontinuierlich wiederkehrenden Arbeiten können durch den Einsatz entsprechender Software wesentlich vereinfacht werden. Dies bezieht sich auf die automatische Datenerfassung, die Verwaltung der Stammdaten oder auch die Erfassung von Rechnungen bzw. Zahlungsanweisungen.

Akteure

Als zentraler Ansprechpartner auf Landesebene kann die hessenENERGIE fungieren, die eine entsprechende Dienstleistung für Kommunen bereits anbietet.

Gleichzeitig hat sich aber gezeigt, dass für die Akzeptanz und Nutzung von Angeboten der Energieagenturen eine Kommunikationsebene zu den Kommunen bestehen muss, beispielsweise in Form einer intensiven Öffentlichkeitsarbeit. Des Weiteren können die Landesenergieagenturen auf Grund ihrer zentralen Stellung eine Vermittlerrolle zwischen Landesregierung und Kommunen einnehmen. Dadurch können gezielte und vor allem am Bedarf der Kommunen orientierte Maßnahmen der Landesregierung zur Förderung des kommunalen Energiemanagements entwickelt werden.

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Ein weiterer Ausbau vernetzender Strukturen sowohl zwischen den Energiebeauftragten, der hessenENERGIE und der Landesregierung, innerhalb der Landesregierung sowie zwischen den Institutionen der Bundesländer könnte zahlreiche Vorteile mit sich bringen. Die Definition eines Energiesparziels für Landesliegenschaften wirkt unterstützend.

Priorität

*** Mittel. Die Maßnahme sollte in der Regel vorgesehen werden

Hinweis

Bestehendes Energiecontrolling für Landesliegenschaften: Mit Gründung des Landesbetriebes „Hessisches Baumanagement (hbm)“ wurde auch das Energiecontrolling und -management neu strukturiert und in den Competence-Centern mit energiebezogenen Querschnittsaufgaben neu gebündelt (siehe auch Energiebericht 2004 der Hessischen Landesregierung).

Die hessenENERGIE bietet eine entsprechende Dienstleistung für Kommunen an.

Erfahrungen aus landesweitem Energiemanagement mit dem Softwareprogramm „AKROPOLIS“ liegen vor.

GS 14	Energiesparziel für Landesliegenschaften	Ansatzpunkt: Vorbildfunktion des Landes Hessen; Kosteneffizienz
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Das CO₂-Minderungspotential ist für die landeseigenen Gebäude im Vergleich zum gesamten Bestand im Nichtwohnbereich zwar relativ niedrig. Vom Land wird allerdings erwartet, dass es bei den eigenen Gebäuden eine Vorreiterrolle einnimmt. Insofern ist unter Rücksichtnahme auf die knappen öffentlichen Investitionsmittel sicherzustellen, dass bei Neubau und Modernisierung von Landesliegenschaften energetisch anspruchsvolle Standards eingehalten werden. Es wird daher vorgeschlagen, die Tradition der Verbrauchsrichtlinien bei der Gebäudeverwaltung in Hessen wiederaufleben zu lassen und ein eigenes Energiesparziel für Landesliegenschaften zu definieren.</p> <p>Aufbauend auf den oben genannten Vorschlägen sollen die Wege zur energetischen Sanierung auch tatsächlich besritten werden, um der Vorbildfunktion des Landes gerecht zu werden.</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Wahrnehmung der Vorbildfunktion des Landes Hessen</p>		
<p>Zielgruppe</p> <p>Landesverwaltung, Öffentlichkeit</p>		
<p>Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem</p> <p>Durch ein Energiesparziel und die vorbildhafte Sanierung kann ein zusätzliches CO₂-Minderungspotential bei bestehenden hessischen Landesliegenschaften erschlossen werden (Erhöhung der energetischen Sanierungsrate von 0,75%/a auf 2,5 %/a).</p> <p>Beginn der Wirkung: 2006 Zielgröße: zusätzlich sanierte Nettogrundfläche Landesliegenschaften</p> <p>Effekt Hessen: ca. 0,085 Mio. m² pro Jahr</p>		
<p>Treibhausgas-Minderungspotential / Einsparpotential</p> <p>Annahmen: Zur Entwicklung der CO₂-Emissionen und zu den Kosten der energetischen Sanierungsmaßnahmen siehe Begleittext Kapitel 1.3,1.4 und 1.5 sowie Anhang A und B.</p> <p>Zusätzliche Minderungen an CO₂-Emissionen Hessen: ca. 3.200 t CO₂ pro Jahr</p> <p>*geringe Prognostizierbarkeit</p>		

Finanzieller Aufwand

Der finanzielle Aufwand bei der Formulierung eines „Energiesparziels für Landesliegenschaften“ ist gering: Das Einsparziel kann auf Basis der Energieberichte für landeseigene und kommunale Liegenschaften (siehe Maßnahmenblatt „Energieberichtswesen aufbauen“) ohne großen Aufwand abgeschätzt bzw. realistisch definiert werden.

Der finanzielle Aufwand der Sanierungen wird durch das Land getragen. Die energiebedingten Mehrkosten betragen durchschnittlich 44 €/m² Wohnfläche. Jährliche zusätzliche Investitionskosten für das Land Hessen ca. 3,76 Mio. €

Treibhausgas-Minderungskosten

Die Treibhausgas-Minderungskosten (negativer Wert: Gewinn) des Wärmeschutzes betragen bei einem Betrachtungszeitraum von 30 Jahren: - 82 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Die Wirkungstiefe der Maßnahme ist hoch, da sie zu direkten Kostenersparnissen für das Land führt.

Begleitwirkungen

Die Arbeit der Kommunen im Bereich der Energieeinsparung und Effizienzsteigerung wird durch das positive Signal eines energiepolitischen Ziels und die wahrgenommene Vorbildfunktion des Landes unterstützt.

Längerfristige Bedeutung

Eine konkret formulierte gesellschaftliche Zielorientierung macht das gesamte Energiesparpotential im Raumwärmesektor deutlich und vermittelt der heterogenen Gruppe der Gebäudebesitzer in Hessen, dass Energieeinsparung ein positiver und erwünschter gesellschaftlicher Wert ist.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Die Umsetzung des Energieeinsparziels ist abhängig vom zur Verfügung stehenden Budget im Landeshaushalt. Bei der Formulierung eines Einsparziels für Landesliegenschaften sollte ein realistischer Wert gesetzt und kommuniziert werden, um negative Öffentlichkeitswirkungen bei haushaltstechnisch begründeten Verfehlungen des Einsparziels zu vermeiden.

Akteure

Land Hessen

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und flankierende Maßnahmen

Das Land Hessen hat 1993 für den sozialen Wohnungsbau, die Bauten mit staatlichen Zuwendungen und die Bauten des Landes Hessen erhöhte Anforderungen an den energetischen Standard gestellt. Diese wurden im „Leitfaden Energiebewusste Gebäudeplanung“ (LEG / 1.-6. Auflage 1989-1999), definiert und umfassen Grenzwerte für den Heizwärmebedarf von 85 (Einfamilienhäuser sowie Gebäude mit erhöhten Raumtemperaturen bzw. Luftwechsel), 75 (Büro, Verwaltung) und 65 kWh pro m² Wohnfläche bzw. Nutzfläche. Ferner wurden Zielwerte festgeschrieben, die ca. 20 bis 25 kWh/(m²a) unter den damaligen Grenzwerten lagen. Auch für die Anlagentechnik wurden Anforderungen in Form von Heizzahlen (entspricht Jahresnutzungsgraden) gestellt.

Als Bestandteil des „Energiesparziels“ sollten entsprechende Standards wieder eingeführt werden, um die konkrete Umsetzung in Bauprojekten zu unterstützen.

Unterstützend bei der Erschließung der Potentiale wirken die Maßnahmen „Energiepasseinführung bei öffentlichen Gebäuden unterstützen“ und „Energieberichtswesen aufbauen“.

Priorität

*** Die Maßnahme sollte in der Regel vorgesehen werden (mittlere Priorität)

Hinweis

Siehe Energiebericht des Landes Hessen 2004

GS 15	Fortschreibung der Energieeinsparverordnung auf Bundesebene – Vollzug verbessern	Ansatzpunkt: Ordnungsrecht
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Hessen hat als Bundesland gestaltenden Einfluss auf die Energiespargesetzgebung des Bundes. Insbesondere gilt dies für die Energieeinsparverordnung EnEV. Eine kontinuierliche Weiterentwicklung dieser Verordnung ist notwendig, um die langfristig geforderten Qualitätsstandards schrittweise zu erreichen. Beispielsweise wäre aktuell eine Absenkung der Zielwerte im Neubau (Primärenergiebedarf, Transmissionswärmeverlust) um ca. 30 % denkbar.</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Für Neubauten und im Fall von Änderungen an bestehenden Gebäuden müssen bestimmte energetische Standards eingehalten werden. Eine Verschärfung dieser Anforderungen bewirkt auch unmittelbar eine Energieeinsparung in den davon betroffenen Anwendungsfällen – sofern die gesetzlichen Vorgaben eingehalten werden (vgl. Hemmnisse).</p>		
<p>Zielgruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> • Architekten, Ingenieure, insbes. Nachweisberechtigte für bautechnische Nachweise nach HBO • Handwerker • Anbieter von Bauprodukten 		
<p>Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem</p> <p>Durch die Anhebung der Standards der EnEV für den Neubau kann ein zusätzliches CO₂-Minderungspotential im hessischen Gebäudebereich erschlossen werden.</p> <p>Beginn der Wirkung: 2006 Zielgröße: neu errichtete Wohn- und Nichtwohngebäudefläche</p> <p>Effekt: Neubau bis 2010: 3,64 Mio. m² jährlich; ab 2010 - 2020: 3,22 Mio. m² jährlich</p>		
<p>Treibhausgas-Minderungspotential / Einsparpotential</p> <p>Annahmen: Zur Entwicklung der CO₂-Emissionen siehe Begleittext Kapitel 1.3 und 1.4 sowie Anhang A und B. Es wird angenommen, dass der zulässige Primärenergiebedarf für den Neubau um 30 % gegenüber den aktuellen Werten abgesenkt wird. Die neuen Standards gelten für den gesamten Gebäudebereich (Wohn- und Nichtwohngebäude).</p> <p>Zusätzliche Minderungen an CO₂-Emissionen Hessen: ca. 0,035 Mio. t CO₂ pro Jahr</p> <p>Zusätzliche Einsparungen Hessen im Jahr 2012 : 0,25 Mio. t CO₂</p> <p>*mittlere Prognostizierbarkeit</p> <p>Vollzugsdefizite können die erzielbaren CO₂-Minderungen verringern.</p>		

Finanzieller Aufwand*Investoren:*

Der finanzielle Aufwand wird durch die Investoren getragen.

Bundeshaushalt:

Die entstehenden Kosten des Gesetzgebungsprozesses sind nicht zu quantifizieren.

Landeshaushalt:

Kein direkter finanzieller Aufwand.

Treibhausgas-Minderungskosten

Es konnten hier keine detaillierten Wirtschaftlichkeitsberechnungen für Neubauten durchgeführt werden. Grundsätzlich gilt, dass bei einer Verschärfung der EnEV das Wirtschaftlichkeitsgebot des Energieeinspargesetzes zu beachten ist.

Wenn die Wirtschaftlichkeit genau erreicht wird, betragen die Treibhausgas-minderungskosten 0 €/t CO₂.

Wirkungstiefe

Durch die vorgeschlagene ordnungsrechtliche Maßnahme wird direkt in den Heizenergiebedarf von Neubauten eingegriffen. Neben dem Bestand liegen hier die größten Potentiale zur CO₂-Reduktion.

Begleitwirkungen

Eine Verbesserung der gesetzlich geforderten Standards wirkt auch in den Bereich der Bauprodukte hinein. So ist jeder Hersteller gehalten, Produkte anzubieten, die Planer benötigen, um die verschärften Anforderungen einzuhalten. Diese energetischen Standards halten dann Einzug in Informationsbroschüren von Herstellern sowie auch in die Aus- und Weiterbildung von Handwerkern und Planern. So wird das Bewusstsein dafür geschaffen, dass es sich um Standardmaßnahmen handelt.

Längerfristige Bedeutung

Da man davon ausgehen kann, dass heute errichtete oder modernisierte Gebäude mindestens 30 Jahre genutzt werden, bevor Instandsetzungen oder Modernisierungen an der Gebäudehülle anstehen, ist die längerfristige Bedeutung sehr hoch.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. -grenzen)

Allerdings ist ein erhebliches Vollzugsdefizit zu verzeichnen – besonders im Gebäudebestand. Oftmals sind die gesetzlichen Anforderungen nicht bekannt oder werden im Einvernehmen zwischen Gebäudeeigentümer und Handwerker umgangen. Um die Wirkung zu verbessern, sind daher flankierende Maßnahmen erforderlich (Information, Weiterbildung, ...).

Akteure

Bund, Länder, Verbände, Hessische Energiesparaktion

Erforderliche bzw. empfehlenswerte Handlungsschritte, Instrumente und

flankierende Maßnahmen

Wesentlichen Einfluss auf die CO₂-Minderungseffekte hat auch der konkrete Vollzug der EnEV. Für die Umsetzung und die Kontrolle der Anforderungen sind die Bundesländer zuständig. Hessen hat hier im Ländervergleich bereits frühzeitig sehr differenzierte Regelungen getroffen. Die Wirkung der Maßnahmen sollte geprüft werden, um eine Basis für mögliche Weiterentwicklungen zu schaffen. Die Möglichkeit stichprobenartiger Kontrollen der Bauausführung sollte grundsätzlich in Erwägung gezogen werden.

Ferner sollte der Energiebedarfsausweis verstärkt als Instrument zur Förderung des Selbstvollzugs genutzt werden. Hierzu müssten die bautechnischen Eigenschaften in einer für den Bauherren (d.h. Laien) nachprüfbarer Form dargestellt werden (statt U-Wert z.B. Dämmstärke und Wärmeleitfähigkeiten). Weiterhin ist eine Auftrennung in EnEV-Nachweis (für die Baueingabe) und Energiebedarfsausweis (zum Nachweis der tatsächlichen Einhaltung) zu empfehlen. Der in diesem Sinne nach Abschluss der Maßnahmen ausgestellte Energiebedarfsausweis müsste die energetische Qualität an Hand der verwendeten Produkte nachvollziehbar dokumentieren und vom Bauleiter abgezeichnet werden.

Priorität

**** Hoch. Die Maßnahme sollte vorgesehen werden.

Hinweis

Bereich Verkehr

Bearbeitung: ZIV Darmstadt

V1	Mobilität in Unternehmen und Einrichtungen integriert gestalten	Ansatzpunkt: Verhalten, Angebot, Steuerung + Organisation
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Bei der integrierten Gestaltung von Mobilitätsangebot und Mobilitätsverhalten wird in Unternehmen und Einrichtungen (z.B. Schulen und Kindertagesstätten) ein Bündel von Maßnahmen umgesetzt, das die ÖPNV-, Fahrrad- und Fußnutzung fördert und die Effizienz im motorisierten Verkehr verbessert. Grundsätzlich kann dabei das gesamte bekannte verkehrsplanerische Maßnahmenrepertoire zum Einsatz kommen (z.B. Bau von Radwegen und Fahrradabstellanlagen, JobTicket, Verbesserung der ÖPNV-Angebote, Fahrplaninformation, Vermittlung und Privilegierung von Fahrgemeinschaften, effizientes Fuhrpark- und Fahrzeugbeschaffungsmanagement).</p> <p>Entscheidender Erfolgsfaktor und Mehrwert gegenüber der klassischen Verkehrsplanung ist, dass</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mobilitätsberater proaktiv in Unternehmen und Einrichtungen die Gestaltungsprozesse initiieren und begleiten und • die Maßnahmen auf die konkrete Einrichtung und auf die Bedürfnisse ihrer Beschäftigten, Besucher und Lieferanten zugeschnitten sind. <p>Aufgabe des Landes Hessen sollte es sein, nach erfolgreichen Vorbildern in Großbritannien und den Niederlanden dafür zu sorgen, dass Mobilitätsberater tätig werden und Beratungszentren eingerichtet werden. In Unternehmen und Einrichtungen initiieren sie die integrierte Mobilitätsplanung und unterstützen sie durch Koordination, Moderation und Beratung. Die Umsetzung der integrierten Mobilitätsgestaltung in Landesverwaltung und angeschlossenen Behörden hat zusätzlich zum direkten Nutzen auch Vorbildcharakter und stärkt die Glaubwürdigkeit der Landespolitik. Analoge Maßnahmen in Schulen und Kindertagesstätten (z.B. „Walking Bus“, Elternhaltestelle) unterstützen ein umweltfreundliches Verkehrsverhalten von Kindesbeinen an.</p> <p>Die Maßnahme kann stark unterstützt werden durch die normative Verankerung von unternehmens- und einrichtungsbezogenen Mobilitätsplänen sowie durch die Befreiung von Stellplatzpflichten bei Umsetzung von Maßnahmen zur Förderung von ÖV und Rad- und Fußgängerverkehr.</p>		

Instrumente des Landes Hessen

- Normgebung: Entbindung von der Pflicht zur Erstellung von Stellplätzen bei guter ÖPNV-Anbindung, Pflicht zur Erstellung von Mobilitätsplänen bzw. einer jährlichen „Mobilitätsbilanz“ bei großen Betrieben (siehe Italien).
- Ökonomische Instrumente: Finanzielle Förderung von Maßnahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagements (z.B. aus GVFG-Mitteln).
- Unterstützung: Einsatz von Mobilitätsberatern in regionalen Beratungszentren zur Unterstützung der Unternehmen; Schaffung einer Koordinierungsstelle „Betriebliches Mobilitätsmanagement“, Initiierung von Modellprojekten, Unterstützung bei der Beantragung von Forschungsgeldern, Monitoring und Wirkungsanalyse aktueller Projekte.
- Motivation: Einführung betrieblichen Mobilitätsmanagements in den Landesverwaltungen und Schulen (Vorbildwirkung), Erstellung von Broschüren, Installation eines Internetportals „Betriebliches Mobilitätsmanagement in Hessen“, Wettbewerb/Auszeichnung vorbildlicher Unternehmen, Publikation von Best-Practice-Beispielen.

Zielgruppen

Unternehmen (Arbeitgeber und Beschäftigte): 2,7 Mio. Erwerbstätige in Hessen.

Schulen und Hochschulen: ca. 900.000 Schüler und ca. 160.000 Studierende.

Akteure

Land Hessen, Unternehmensleitungen und -verbände, Betriebsräte und Gewerkschaften, IVM, Verkehrsverbände, Kommunen.

Finanzieller Aufwand

Für das Land entstehen durch den Einsatz von 20 Beratern Kosten von ca. 2 Mio. Euro pro Jahr. Für weitere Fördermaßnahmen (z. B. Marketing, Wettbewerbe, Planungskostenzuschüsse) sollte ein jährliches Finanzvolumen von 1. Mio. Euro zur Verfügung stehen.

Der bei Unternehmen, öffentlichen Einrichtungen und Dritten (z.B. Verkehrsanbietern, Straßenbaulastträgern) entstehende Aufwand zur Maßnahmenumsetzung ist aufgrund der Bandbreite möglicher Maßnahmen und der unterschiedlichen Ausgangslage in jedem Einzelfall kaum abschätzbar. In der Literatur finden sich aus realen Beispielen Kostenwerte zwischen 70 €/Beschäftigtem und 1.000 €/Beschäftigtem.

Bei Annahme eines realistischen Korridors von 150 bis 500 €/Beschäftigtem und einer jährlichen Beteiligung von Unternehmen und Einrichtungen mit zusammen 50.000 Beschäftigten (ca. 2% aller Beschäftigten) liegen die Kosten zwischen 7,5 Mio. Euro und 25 Mio. Euro pro Jahr. Dieser Rechenweg gilt auch für Maßnahmen in der Landesverwaltung. Die typischen Maßnahmen in Schulen und Kindertagesstätten sind dagegen meist kostenneutral.

Durchweg übersteigt aber in den Literaturbeispielen der direkte Nutzen (z.B. durch entfallende Stellplatzkosten) die Kosten. Das gesamtwirtschaftliche Nutzen-Kostenverhältnis wird beispielsweise in Großbritannien mit 10:1 angegeben (Department for Transport, 2004).

Wirkungsansatz

Veränderung des Mobilitätsverhaltens in Richtung effizienterer Fahrzeugnutzung sowie zugunsten von ÖPNV, Fuß und Rad durch Angebots- und Organisationsmaßnahmen, die – im Unterschied zur klassischen Verkehrsplanung – in der konkreten Situation großer Verkehrserzeuger und der hier tätigen Menschen ansetzen.

Wirkungstiefe

Hoch

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Die Maßnahmen betreffen Arbeitgeber, Arbeitnehmer, Besucher und Kunden von Unternehmen und Einrichtungen.

Die Unternehmen können z.B. Stellplatzkosten einsparen, Unfallkosten und Ausfallzeiten verringern, Imagegewinne erzielen sowie die Effizienz von Dienstreisen erhöhen. Dem stehen je nach Maßnahmenbündel. z.B. Kosten für Mobilitätsmarketing, Jobtickets und Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur gegenüber. Veränderungen des Modal Split wirken sich auf die gesamte Mobilitätswirtschaft aus.

Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial bis 2012

Eine Abschätzung der Auswirkung der integrierten Mobilitätsgestaltung ist aufgrund der Bandbreite möglicher Maßnahmen und der unterschiedlichen Ausgangslage in jedem Einzelfall mit sehr großen Unsicherheiten behaftet.

In der Literatur sind Rückgänge der Pkw-Nutzung um 2% bis 25% in den beteiligten Unternehmen und Einrichtungen dokumentiert. Als realistischer Mittelwert bei der derzeitigen Maßnahmenintensität wird eine Reduzierung des unternehmensbezogenen Kfz-Verkehrs um 10% angegeben. Hochrechnungen in Großbritannien gehen sogar von einem erreichbaren Redzierungspotenzial von 11% des gesamten Pkw-Verkehrs aus.

Bei einem heutigen Pkw-Anteil am Berufsverkehr in Hessen von 73% und einer durchschnittlichen täglichen Wegelänge von 19 km pro Berufsweg mit Pkw (DIW/Infas, 2004) entspricht eine Reduzierung um 10% bei den o.g. 50.000 Beschäftigten einem jährlichen Minderungspotenzial von 21,9 Mio. Pkw-km, das sich von 2006 bis 2012 auf 153 Mio. Pkw-km/a aufsummiert. Dies entspricht gemäß dem Verkehrsgerüst für Hessen einer Emissionsminderung allein im Berufsverkehr um 61 kt CO₂/a als Untergrenze des erreichbaren Potenzials. Berücksichtigt man, dass Wirkungen auch im Wirtschafts- und Besucherverkehr entstehen und dass Mitmacheffekte bei anderen Unternehmen und Einrichtungen in Eigeninitiative induziert werden, erscheinen rund 100 kt CO₂/a Minderung realistisch.

Treibhausgas-Minderungskosten

Aus den oben genannten Ansätzen für Aufwände und Minderungspotenziale ergeben sich für das Zieljahr 2012 Minderungskosten von 500 bis 2.500 k€/kt CO₂; Der Anteil des Landes Hessen liegt zwischen 210 und 350 k€/kt CO₂.

Begleitwirkungen

Sensibilisierung der Adressaten für ihr Mobilitätsverhalten und Vermittlung nachhaltiger Mobilitätsmuster auch für Wege, die nicht auf ein Unternehmen oder eine Einrichtung bezogen sind.

Beitrag zur Lärminderung und Luftreinhaltung. Im Einzelfall Reduzierung des Flächenverbrauchs für Stellplätze.

Längerfristige Bedeutung

Hoch, da die integrierte Mobilitätsgestaltung in Unternehmen und Einrichtungen ein wichtiger Einstieg in eine mobilitätsbezogene Verkehrsplanung ist und zu einer dauerhaften und nachhaltig positiven Beeinflussung des Mobilitätsverhaltens führt.

Der Berufsverkehr ist für einen erheblichen Anteil des Verkehrsaufkommens verantwortlich. Er verursacht zudem überdurchschnittlich häufig Überlastungserscheinungen. Der Weg zur Arbeit ist zumeist der wichtigste Grund zur Anschaffung eines Pkw. Eine Änderung der Verkehrsmittelwahl im Berufsverkehr strahlt daher auch auf andere Wegezwecke aus.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

Die integrierte Mobilitätsgestaltung in Unternehmen und Einrichtungen ist zuallererst eine Überzeugungs- und Koordinationsaufgabe. So genannte „weiche“ Maßnahmen wie Marketing, Anreizsysteme und Organisation sind bislang in Deutschland im Vergleich zu Infrastrukturvorhaben und rein technologischen Lösungen wenig verbreitet. Zudem müssen bei unternehmensbezogenen Maßnahmen meist viele Akteure unter einen Hut gebracht werden (Unternehmensleitung, Arbeitnehmervertretungen, Verkehrsunternehmen, Kommune, ...).

Zentrale Herausforderung und zugleich potenzielles Hemmnis ist mithin, einen „Kümmerer“ zu finden, der neben der notwendigen Fachkenntnis auch die Überzeugungskraft und das Koordinationsgeschick besitzt, die Gestaltungsprozesse zu initiieren, zu begleiten und sie idealer Weise den konkret Beteiligten zur dauerhaften Pflege zu übertragen.

Priorität

Hoch

Hinweis

In einigen europäischen Ländern wie Großbritannien, Belgien und den Niederlanden sowie auch in den USA gibt es eine Reihe erfolgreicher Beispiele für integrierte Mobilitätsgestaltung in Unternehmen und Einrichtungen. Neben Initiativen von Wirtschaft und Verbänden finden sich dort auch Projekte mit staatlicher Unterstützung. Um die hinter Mobilitätsmanagement stehende Idee und ihre Lösungspotenziale zu vermitteln und zu veranschaulichen, sollten hessische Entscheidungsträger aus Politik und Verwaltung mit diesen ausländischen Beispielen vertraut gemacht werden.

V2	Effiziente Fahrweisen fördern	Ansatzpunkt: Verhalten
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Durch Schulungen und Kurse für Führerscheininhaber werden diese befähigt, ihr Kraftfahrzeug kraftstoffsparend zu betreiben. Die Lerninhalte umfassen Fahrzeugausstattung (z.B. Verwendung von Leichtlaufölen, richtiger Reifendruck) und das Führen des Fahrzeugs (niedrigtouriges und vorausschauendes Fahren). Die professionell und mit anerkannten Curricula durchgeführten Kurse umfassen sowohl die theoretische Vermittlung der Sachverhalte als auch praktische Fahrbegleitung.</p> <p>Zielgruppe sind sowohl Privatpersonen als auch Berufskraftfahrer und Vielfahrer. Die Kurse adressieren an das Kostenbewusstsein und vermitteln Fahrtechniken, welche nicht zu Komforteinbußen oder Minderungen der Reisegeschwindigkeiten führen.</p> <p>Aufgabe des Landes sollte es sein, die Zugangsschwelle für die Zielgruppen durch Marketing (u.a. Anerkennung als berufliche Fortbildung) und durch Bezuschussung der Kurse zu senken. Das Land könnte im Gesetzgebungsverfahren darauf hinwirken, das bei Teilnahmen an Kursen u.a. das Punktestrafkonto reduziert wird. Flankierende Maßnahmen in der Landesverwaltung können beispielsweise verpflichtende Kurse für Bedienstete mit dienstlichen Kfz-Fahrten oder interne Spritsparwettbewerbe sein.</p>		
<p>Instrumente des Landes Hessen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normgebung: Integration bzw. Ausbau der Ausbildung zu energieeffizienter Fahrweise bei der Fahrerausbildung, Einführung einer Schulungs- und Nachschulpflicht für bestimmte Berufskraftfahrer, Anrechnung der Kursteilnahme auf das Punktestrafkonto. • Ökonomische Instrumente: Direkte und Indirekte finanzielle Förderung von Spritsparkursen,... • Unterstützung: Anerkennung als berufliche Fortbildung, Einführung entsprechender Angebote für Mitarbeiter der Verwaltung, Spritsparwettbewerbe innerhalb der Landesverwaltung. • Motivation: Intensives Marketing der Spritsparkurse und von energieeffizienter Fahrweise über Fachzeitschriften, Fachjournalisten und Partner 		
<p>Zielgruppe</p> <p>Führerscheinbesitzer Pkw (ca. 4,2 Mio Hessen), insbesondere Personen mit regelmäßigen beruflichen Wegen (ca. 230.000 Hessen)</p>		
<p>Akteure</p> <p>Land Hessen</p> <p>Ausbilder, Fahrlehrer</p> <p>Fahrschulverbände, Automobilclubs, Verbände des Speditions- und Personenbeförderungsgewerbes.</p>		
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Als Zielgröße wird angesetzt, ab 2006 bis 2012 2,5% der ca. 4,0 Mio. Führerscheinbesitzer mit überwiegend</p>		

privaten Fahrtzwecken sowie 50% der ca. 230.000 beruflichen Fahrer von Pkw, Lieferwagen, Lkw und Bussen zu schulen. Bei angenommenen Schulungskosten-Zuschüssen von 35€ pro privatem Führerscheinbesitzer und 75€ pro beruflichem Kraftfahrer belaufen sich die jährlichen Kosten für das Land Hessen auf rund 1,75 Mio. €. Zusätzlich sollten für Marketing jährlich rund 250.000 € aufgewendet werden.

Wirkungsansatz

Durch theoretische und praktische Qualifikation von Führerscheininhabern werden diese zu energiesparendem Fahren befähigt und der Treibstoffverbrauch wird bei gleicher Verkehrsleistung und Mobilität verringert..

Wirkungstiefe

Mittel

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Die Maßnahme verringert den Treibstoffverbrauch mit entsprechenden Einnahmeminderungen in der Mineralölwirtschaft und Ausgabeminderungen bei den privaten und gewerblichen Treibstoffkonsumenten.

Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial bis 2012

Im Einzelfall werden durch effiziente Fahrweisen Minderungserfolge bis zu 30 % Treibstoff bzw. CO₂-Emissionen erreicht. Im Durchschnitt kann von ca. 10% Minderung ausgegangen werden, ohne dass die Mobilität eingeschränkt oder die Reisezeiten verlängert werden.

Bei der zurückhaltenden Annahme einer durchschnittlichen Treibstoffeinsparung von 8% bei durchschnittlich 10.000 km/Jahr ergibt sich (unter Annahme eines durchschnittlichen Emissionskoeffizienten von 160 g CO₂/km) eine Einsparung von rund 125 kg CO₂ pro geschultem privatem Pkw-Nutzer und Jahr. Dies entspricht bis 2012 in der Summe einem Minderungspotenzial von 12,5 kt CO₂/a

Legt man als Minderungspotenzial im Wirtschaftsverkehr (berufliche Fahrten) bis 2012 allein die Emissionen des Güterverkehrs (ca. 3.950 kt/ CO₂/a), eine Schulungsquote von 40% (hessische Fahrer 50%, pauschale Berücksichtigung der Fahrleistung nicht-hessischer Fahrer in Hessen) und ein Einsparpotenzial von 5% zu Grunde, so ergibt sich im Zieljahr 2012 ein Potenzial von weiteren 79 kt CO₂/a.

Treibhausgas-Minderungskosten

Unter den oben angegebenen Kosten- und Potenzialannahmen betragen die Minderungskosten für das Land Hessen bis 2012 153 k€/kt CO₂.

Begleitwirkungen

Neben den CO₂-Emissionen werden auch Lärmemissionen reduziert. Die vermittelte defensive Fahrweise leistet daneben einen Beitrag zur Sicherheit im Straßenverkehr.

Längerfristige Bedeutung

Es wird davon ausgegangen, dass die Maßnahme am Anfang einen größeren Effekt auf das Verhalten hat, sich dann aber abschwächt.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

Erfahrungsgemäß besteht bei vielen Kraftfahrern eine psychologische Barriere, Fahrschulungen jeglicher Art anzunehmen, da sie sich selbst als gute Fahrer ohne Verbesserungspotenzial einschätzen. Somit hängt es entscheidend von der Art des Marketings ab, welche Akzeptanz die Kurse finden. Die aktuellen Steigerungen der Kraftstoffkosten bieten aber gute Ansätze für ein erfolgreiches Marketing. Im gewerblichen Bereich wirken unternehmensinterne Sparwettbewerbe motivationsfördernd.

Priorität

***** hoch, diese Maßnahme sollte auf jeden Fall vorgesehen werden

Hinweis

–

V3	Landesforschung Mobilität	Ansatzpunkt: Technologie und Wissenschaft
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Durch Forschungsinitiativen und Forschungsförderung des Landes Hessen in den Feldern</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieeffiziente Antriebstechnologien und Betriebsweisen (z.B. marktfähige Kfz-Antriebstechniken, Flugverfahren), • Wirksame Verhaltensbeeinflussung (z.B. Längsschnittstudien zur Nachhaltigkeit verhaltensbeeinflussender Maßnahmen) und • Anwendung ökonomischer Instrumente (z.B. gesamtwirtschaftliche und politische Wirkungen monetärer Steuerungsinstrumente) <p>soll der wissenschaftliche und technologische Stand der Erkenntnis vorangetrieben und die Realisierung innovativer emissionsmindernder Maßnahmen beschleunigt werden. Hierzu sind bestehende Forschungsinitiativen beispielsweise der EU zu nutzen. Mit den genannten Forschungsfeldern werden jene Handlungsfelder adressiert, in denen gegenwärtig die höchsten Potenziale zu erwarten sind.</p>		
<p>Instrumente des Landes Hessen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normgebung: – • Ökonomische Instrumente: Finanzielle Förderung von Forschungsvorhaben, die Beiträge zur Minderung der THG-Emissionen liefern sollen. • Unterstützung: Vermittlung und Koordination von Forschungspartnerschaften. • Motivation: Öffentliche Darstellung des Forschungsstandortes Hessen auch in seiner Bedeutung für die Umweltforschung. 		
<p>Zielgruppe</p> <p>Zielgruppe der Forschungsergebnisse sind die Fahrzeugindustrie, die Betreiber von Fahrzeugen und Flotten sowie alle Beteiligten an Verkehrspolitik und Verkehrsplanung.</p>		
<p>Akteure</p> <p>Land Hessen</p> <p>Initiatoren von Forschungsprogrammen (Bund, EU, Stiftungen)</p> <p>Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen der hessischen Industrie und der hessischen Hochschulen.</p>		
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Forschungsmittel sollten in der Größenordnung von zunächst 2 bis 5 Mio. €/a bereit gestellt werden.</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Durch die Entwicklung und Verbesserung technologischer Lösungen können die Emissionen auf technischer Ebene gemindert werden. Die Verbesserung des Kenntnisstandes über die Wirkungen organisatorischer und fiskalischer Maßnahmen liefert die erforderliche Basis für die darüber hinaus zum Erreichen der Klimaschutzziele notwendigen verkehrspolitischen Maßnahmen.</p>		
<p>Wirkungstiefe</p> <p>Mittel bis hoch</p>		

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem
Positive Effekte für die Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen in Hessen und für den Forschungsstandort Hessen insgesamt.
Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial bis 2012
Den Forschungsvorhaben lassen sich keine unmittelbaren Emissionsminderungen zuordnen. Gleichwohl sind sie für die langfristige und nachhaltige Minderung der Emissionen unerlässlich.
Treibhausgas-Minderungskosten
Die Minderungskosten sind nicht zu benennen.
Begleitwirkungen
–
Längerfristige Bedeutung
Die kontinuierliche Forschung mit dem Ziel, THG-Emissionen zu mindern, ist wichtige Voraussetzung zum Erreichen der Minderungsziele und daher von höchster längerfristiger Bedeutung.
Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)
Zur Effizienzsicherung (Vermeidung von Parallelforschungen) ist eine Koordination der Forschungstätigkeit auf nationaler und internationaler Ebene unerlässlich. Die Mittel des Landes Hessen sollten in der Regel als zusätzliche Unterstützung in Vorhaben anderer Forschungsträger eingestellt werden.
Priorität
Hoch
Hinweis
–

V4	ÖPNV attraktiv gestalten	Ansatzpunkt: Infrastruktur, Steuerung+Organisation
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Fahrten im Öffentlichen Verkehr (ÖV) sind i. A. mit geringeren negativen Umweltwirkungen verbunden als Fahrten im motorisierten Individualverkehr (MIV). Klimapolitisches Ziel muss es daher sein, die Nutzung des ÖV zu stärken. Neben der Veränderung der Haltungen und Einstellungen der Verkehrsteilnehmer (vgl. Maßnahme V 1) ist ein attraktives ÖV-Angebot zwingende Voraussetzung für eine stabile ÖV-Nutzung als Alternative zum MIV.</p> <p>Zur Stärkung des ÖPNV und der Verringerung der negativen Umweltwirkungen im Verkehr werden bereits mit Erfolg folgende Maßnahmen mit Unterstützung des Landes Hessen in unterschiedlichem Maße umgesetzt bzw. sind geplant:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausbau der Infrastruktur und des Bedienungsangebotes (Neu- und Ausbau, Erneuerung von Strecken, Stationen, Verknüpfungsanlagen, Linien, Fahrtenfolge, Bedienungszeiträume). • Einsatz moderner, attraktiver und emissionsarmer Fahrzeuge, insbesondere Busse. • Landesweite Umsetzung des integralen Taktfahrplans. • Maßnahmen zur Steigerung von Effizienz und Zuverlässigkeit des Betriebs (Busspuren, Haltestellenkaps, LSA-Vorrangschaltungen, RBL-Systeme) • Zielgruppenorientierte Tarifgestaltung und niedrighschwelliges Vertriebssystem (z.B. Job-Tickets und Semester-Tickets, bedienungsfreundliche Automaten). • Zielgruppenorientierte und individuelle Information • Differenzierte und flexible Bedienungsformen in Zeiten und Räumen schwacher Nachfrage (z. B. AST, Ruf-Bus) <p>Diese Maßnahmen sind künftig fortzusetzen. Maßnahmenansätze, deren Realisierung noch am Anfang steht (z.B. integrierte RBL-Systeme, Ticketing und Vertrieb, differenzierte Bedienungsformen), sind verstärkt voranzutreiben.</p>		
<p>Instrumente des Landes Hessen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normgebung: Verankerung der Rolle des ÖPNV im ÖPNV-Gesetz, Landesentwicklungsplan und Regionalplänen. • Ökonomische Instrumente: Finanzielle Förderung des Ausbaus der Infrastruktur und des Bedienungsangebotes sowie der Modernisierung der Fahrzeuge (z. B. GVFG), Umstellung von Investitionszuschüssen im ÖPNV von der Aufwands- zur Erfolgsförderung, Förderung von Pilotprojekten zu flexiblen Bedienungsformen und innovativen Formen des Vertriebs und des Marketings (Direktmarketing, Mobilitätszentralen). • Unterstützung: – • Motivation: – 		
<p>Zielgruppe</p> <p>ÖPNV-Nutzer (als Kunden halten); MIV-Nutzer (als Neukunden gewinnen).</p>		

<p>Akteure</p> <ul style="list-style-type: none"> • Land Hessen • Aufgabenträger des ÖPNV (Verbünde, kommunale Gebietskörperschaften) • Verkehrsunternehmen
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Nach verbreiteter fachlicher Einschätzung ist eine Aufstockung der Mittel des Landes Hessen für den ÖPNV vor 2009 nicht realistisch. Die aus umweltpolitischer Sicht als Minimalbeitrag zu fordernden Aufwendungen beschränken sich daher auf den Erhalt des Status quo, der sich in 2002 wie folgt verteilte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Landesförderung an Verkehrsverbünde und Lokale Nahverkehrsgesellschaften insgesamt (Regionalisierungsgesetz und kommunaler Finanzausgleich): 500 Mio. €/a • ÖPNV-Investitionsfördermittel in Hessen insgesamt 2002 (Regionalisierungsgesetz, GVFG Landesprogramm, GVFG Bundesprogramm, FAG): 110 Mio. €/a <p>Die Umstellung von Investitionszuschüssen im ÖV von der Aufwands- zur Erfolgsförderung kann – bei geringem internem Umstellungsaufwand – kostenneutral erfolgen.</p>
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Durch Erhalt der Attraktivität des ÖPNV wird eine Abwanderung von Verkehrsströmen vom ÖPNV auf den MIV und damit der Anstieg von Emissionen vermieden.</p> <p>Zudem werden durch eine Erhöhung der Auslastung der Fahrzeuge im Öffentlichen Verkehr sowie eine Verbesserung des Fuhrparks die spezifischen Emissionen des Öffentlichen Verkehrs reduziert.</p>
<p>Wirkungstiefe</p> <p>Mittel bis hoch</p>
<p>Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem</p> <p>Stabilisierung der Situation der ÖPNV-Unternehmen und der abhängigen Industrie (z. B. Fahrzeughersteller).</p>
<p>Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial</p> <p>Wie oben bereits ausgeführt, wird lediglich der Status quo der für den ÖPNV von Seiten des Landes Hessen aufgewendeten Mittel erhalten werden können. In der jüngeren Vergangenheit haben bei größenordnungsmäßig konstanten Aufwendungen für den ÖPNV die Fahrgastzahlen stagniert oder geringfügig zugenommen.</p> <p>Es ist davon auszugehen, dass mit diesem Level des Mitteleinsatzes die Attraktivität des ÖPNV insgesamt gehalten werden kann. Die erzielbaren Modernisierungen, z.B. in den Bereichen Fahrzeuge und Stationen, werden erfahrungsgemäß rasch durch den allgemeinen Modernisierungsfortschritt, wie er beispielsweise auch im Automobilbau stattfindet, kompensiert und dadurch relativiert. Mithin ist nicht damit zu rechnen, dass der genannte Maßnahmenkatalog zu einer Steigerung der Nachfrage im ÖPNV führen kann. Umgekehrt können aber auch Abwanderungen zum MIV verhindert werden.</p> <p>Der Erhalt des Mitteleinsatzes ist Bestandteil des Status-quo-Szenarios zur Emissionsentwicklung in Hessen bis 2012. Ein Minderungspotenzial ist mithin nicht gegeben. Für eine Fiktivrechnung der THG-Veränderungen (-Zunahmen) im Falle eines Rückführens des Mitteleinsatzes besteht kein belastbares Szenario. Grob überschlägig könnte angesetzt werden, dass für vom ÖPNV zum MIV verlagerte Verkehrsleistungen die CO₂-Emissionen um den Faktor 7 steigen.</p>

Treibhausgas-Minderungskosten

Da keine Minderung angesetzt werden kann, bestehen im engeren Sinne keine Minderungskosten. Rein mathematisch gehen die Minderungskosten bei einer Minderung von Null gegen unendlich.

Begleitwirkungen

Neben den Kohlendioxidemissionen können auch andere Umweltwirkungen (Lärm, Schadstoffemissionen) und die Verkehrssicherheit konstant gehalten werden.

Längerfristige Bedeutung

Der Erhalt eines leistungsfähigen und attraktiven ÖPNV als Alternative zum MIV ist von außerordentlich hoher Bedeutung. Der Status quo der ÖPNV-Infrastruktur bildet dabei eine solide Basis für einen künftigen Ausbau des ÖPNV, wie er aus ökonomischen und ökologischen Gründen zum Erhalt der Mobilität erforderlich werden könnte.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen sind nicht erkennbar.

Priorität

Sehr hoch

Hinweis

Stärker noch als angebotsseitige Maßnahmen scheinen derzeit steigende Treibstoffpreise in der Lage, die Attraktivität des ÖPNV für mobile Menschen zu steigern. Nachfragezuwächse können hier unter Umständen dazu führen, dass ein Ausbau des ÖPNV-Angebotes erforderlich wird.

V5	Effiziente Fahrzeugnutzung fördern	Ansatzpunkt: Verhalten
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Charakteristisch für die Nutzung von Pkw sind vergleichsweise geringe Besetzungsgrade von ca. 1,3 Personen pro Pkw. Verkehrszweckabhängig liegt der Besetzungsgrad sogar darunter (im Berufsverkehr z.B. unter 1,1).</p> <p>Durch Maßnahmen zur Förderung von Fahrgemeinschaften kann die Effizienz der Pkw-Nutzung verbessert werden. Wesentliche Handlungsansätze sind</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Vermittlung von Fahrgemeinschaften (vgl. „Pendlernetz Rhein-Main“) • die Schaffung von Fahrgemeinschafts-Umsteigeparkplätzen („Parken + Mitfahren“, P+M). <p>Beide Ansätze werden bereits verfolgt. Insbesondere das „Pendlernetz“ kann in Kombination mit Maßnahme V1 enger geknüpft und gestärkt werden. Laufende Projekte zu „Parken + Mitfahren“ sind fortzuführen und zu ggf. auszuweiten.</p>		
<p>Instrumente des Landes Hessen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normgebung: Verankerung der Möglichkeit zur Begünstigung von Fahrgemeinschafts-Parkplätzen in der Hessischen Bauordnung, Aufnahme von P+M-Plätzen in Landesentwicklungsplanung und Regionalplanung. • Ökonomische Instrumente: Reduzierung der Parkentgelte für Pendlergemeinschaften auf landeseigenen Parkplätzen. • Unterstützung: Unterhalt der Plattform Pendlernetz; Schaffung von P+M-Plätzen; Einrichtung von „HOV-Lanes“ in besonders staugefährdeten Streckenabschnitten, die nur von vollbesetzten Pkw benutzt werden dürfen. • Motivation: Marketing des Pendlernetzes bei Unternehmen und Pendlern. 		
<p>Zielgruppe</p> <p>Berufs- und Ausbildungspendler</p>		
<p>Akteure</p> <ul style="list-style-type: none"> • Land Hessen (ivm) • Straßenbaulastträger, Straßenverkehrsbehörden • Unternehmen/Arbeitgeber 		
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Der finanzielle Aufwand zum laufenden technischen Betrieb des Pendlernetz-Portals beläuft sich auf rund 35.000 €/a. Die Marketingaufwendungen (2006 ca. 40.000 €) sollten nach den Erfahrungen in ähnlichen Projekten (UBA, 2003) deutlich erhöht werden auf ca. 265.000 €/a.</p> <p>Für straßenbauliche Vorhaben wie die Einrichtung von P+M-Plätzen an Autobahn-Anschlussstellen und die Schaffung von „HOV-Lanes“ finden 2005/06 eingehende Bedarfsanalysen statt, so dass konkrete Aufwandswerte noch nicht vorliegen. In erster Näherung werden 700.000 €/a für die Schaffung von rund 5.000 Stellplätzen und einzelne HOV-Lanes angesetzt.</p>		

<p>Wirkungsansatz</p> <p>Die Bereitstellung einer Informationsbörse und die Schaffung von Stellplätzen erleichtert die Bildung von Fahrgemeinschaften und fördert eine effizientere Nutzung der Individual-Verkehrsmittel (höhere Auslastung). Zugleich muss ein begleitendes Marketing dazu beitragen, bestehende Vorbehalte zu überwinden und das Ansehen kollektiver Nutzungsformen zu verbessern.</p>
<p>Wirkungstiefe</p> <p>Gering</p>
<p>Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem</p> <p>Möglichkeit zur Reduzierung von Parkraum in Pendler-Zielgebieten. Gefahr der Konkurrenz zum ÖPNV.</p>
<p>Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial</p> <p>Bereits wenn es gelingt, den fahrleistungsbezogenen Pkw-Besetzungsgrad im Berufsverkehr bis 2012 von derzeit 1,067 (DIW/Infas, 2004) auf 1,1 zu steigern, geht damit bei einem Anteil des Berufsverkehrs an der Pkw-Fahrleistung von rund 28% eine Minderung der Gesamt-Pkw-Fahrleistung um rund 0,8% einher. Dies entspricht einer Minderung der CO₂-Emissionen um 67,5 kt/a</p>
<p>Treibhausgas-Minderungskosten</p> <p>Unter den oben genannten Annahmen betragen die Minderungskosten für das Land Hessen rund 104 k€/kt CO₂</p>
<p>Begleitwirkungen</p> <p>In den Zielgebieten können Stellplätze eingespart oder anderweitig genutzt werden.</p>
<p>Längerfristige Bedeutung</p> <p>Die Steigerung der Akzeptanz kollektiver Nutzungsformen von Individual-Verkehrsmitteln ist langfristig für eine effiziente Fahrzeugnutzung von großer Bedeutung.</p>
<p>Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)</p> <p>Zur Bildung von Fahrgemeinschaften sind erfahrungsgemäß hohe psychologische Hemmschwellen zu überwinden. Dementsprechend ist es außerordentlich bedeutsam, Fahrgemeinschaften positiv zu vermarkten. Ein entscheidender Faktor ist dabei auch, die Fahrgemeinschaften aus dem bekannten Umfeld der Persoenn zusammenzuführen; eine Zusammenarbeit mit Unternehmen – beispielsweise im Rahmen eines betrieblichen Mobilitätsmanagements – ist daher unerlässlich.</p> <p>Wichtige Voraussetzungen sind auch die Knappheit von Parkraum im Zielgebiet und/oder hohe Treibstoffpreise, da andernfalls keine ökonomische Motivation zur Bildung von Fahrgemeinschaften besteht.</p>
<p>Priorität</p> <p>mittel</p>
<p>Hinweis</p> <p>Die Förderung der effizienten Fahrzeugnutzung steht in struktureller Konkurrenz zur Förderung der ÖPNV-Nutzung.</p>

V6	Verkehrslitsysteme ausbauen	Ansatzpunkt: Steuerung + Organisation
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Dynamische Leitsysteme, „intelligente“ Verkehrssteuerung und individuelle Dienste verbessern den Verkehrsfluss und tragen zu einer besseren Nutzung der Kapazitäten bei. Sie können aber auch zu einer Verringerung der Fahrleistungen (z. B. Vermeidung von Umwegfahrten und Parksuchverkehr) und zur Verlagerung auf den Öffentlichen Verkehr bzw. Schienenverkehr beitragen (Bessere Informationen über das ÖV-Angebot, Stauinformationen verbunden mit Informationen zum ÖPNV-Angebot).</p> <p>Bei einem Telematikdienst für Pkw-Besitzer besteht jedoch auch die Gefahr eines negativen Nettoeffekts für die Umwelt (z. B. kann Verflüssigung Stau reduzieren, aber zu verstärkter Nutzung des MIV führen), so dass sogar eine Erhöhung der CO2-Emissionen die Folge ist. Integrierte Verkehrsmanagementsysteme dagegen orientieren sich am Gesamtnutzen für die Gesellschaft und sind somit unter dieser Prämisse für die Lenkung, Steuerung und Navigation der gesamten Verkehrsströme optimiert.</p> <p>Die bestehenden Systeme (insbesondere Verkehrsbeeinflussungsanlagen, Wechselwegweisung) sind auszuweiten und die in Erprobung und Aufbau befindlichen Systeme (z.B. COX, Diana) sind verstärkt einzuführen.</p>		
<p>Instrumente des Landes Hessen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normgebung: Berücksichtigung von Diensten und Datenüberlassung bei der Ausschreibung von ÖPNV-Leistungen. • Ökonomische Instrumente: Finanzielle Förderung des Ausbaus von Telematiksystemen (z. B. GVFG), Förderung von Forschungsvorhaben und Pilotprojekten zu innovativen Verkehrsleit- und Informationssystemen • Unterstützung: Erstellung eines „Masterplan Verkehrsmanagement“, landesweites Informationsportal („hesseninfo“), Ausbau der Telematiksysteme im Aufgabenbereich des Landes (WWW und SBA auf Fernstraßen), Überlassung statischer und dynamischer Daten an private Anbieter. • Motivation: Umfangreiche Information und Werbeaktionen zu bestehenden Aktivitäten („Staufreies Hessen“), Initiierung eines Wettbewerbs „Telematik in Hessen“, Vermarktung der Telematik als Kernkompetenz Hessens... 		
<p>Zielgruppe</p> <p>Nutzer von motorisierten Verkehrsmitteln sowie auch andere Verkehrsteilnehmer</p>		
<p>Akteure</p> <ul style="list-style-type: none"> - Land Hessen, Kommunen, Verkehrsbetriebe - Firmen und Systembetreiber 		

Finanzieller Aufwand

Abgeleitet von den Investitionen für Telematik auf Bundesebene und den bekannten Investitionen in Hessen, die sich der Telematik zuordnen lassen, müssen jährlich ca. 7 Mio. € investiert werden, um das genannte Maßnahmen-Portfolio zu realisieren.

Wirkungsansatz

Verbesserung des Verkehrsflusses, Verlagerung auf emissionsärmere Verkehrsmittel, bessere Auslastung der Infrastruktur und der Fahrzeuge, Reduzierung der Verkehrsleistung.

Wirkungstiefe

Niedrig bis mittel

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Unterstützung innovativer Ansätze in der Informations- und Telekommunikationsindustrie. Erschließung eines neuen Marktes / Anschubfinanzierung (siehe Lkw-Maut).

Die Verkehrsteilnehmer erreichen günstiger, sicherer, komfortabler und/oder schneller ihr Ziel.

Verkehrsbetriebe gewinnen evtl. neue Kunden.

Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Auch wenn es bisher noch relativ wenig Erfahrungen über tatsächliche Wirkung großflächiger Verkehrsleitsysteme gibt, so wurden doch bereits zahlreiche Pilotversuche ausgewertet und Simulationen durchgeführt. Ergebnis dieser Studien ist es, dass sich ca. 1,4% aller Wege durch individuelle Verkehrsleitsysteme beeinflussen lassen. Das größte Potenzial liegt dabei in der zeitlichen und räumlichen Routenoptimierung. Doch bereits dabei ergibt sich im Schnitt eine Einsparung von 5% der Fahrleistung. Darüber hinaus gibt es zudem noch ein Potenzial für einen Wechsel des Verkehrsmittels und den Verzicht auf die Reise. Für Hessen ergeben sich folgende Zahlen:

- 20 km Fahrleistung pro Person und pro Tag → 120 Mio. Kilometer Fahrleistung pro Tag
- 1,4 % aller Wege beeinflussbar → 1,68 Mio. Kilometer beeinflussbar
- 35 % Routenänderung, 5 % Einsparung → 0,03 Mio. Kilometer pro Tag
- 16 % Wechsel von MIV auf ÖV (Saldo) → 0,26 Mio. Kilometer pro Tag
- 10 % Fahrtverzicht → 0,17 Mio. Kilometer pro Tag
- Einsparung Kilometer insgesamt: 0,46 Mio. Kilometer pro Tag bzw. 13 Mio. Liter Benzin/Diesel pro Jahr.

Daraus lässt sich wiederum ein Minderungspotenzial bei den CO₂-Emissionen bis 2012 von 25 kt CO₂ pro Jahr errechnen.

Treibhausgas-Minderungskosten

Aus den genannten Annahmen leiten sich Minderungskosten von 1.960 k€/kt CO₂ ab.

Begleitwirkungen

Telematikeinrichtungen haben den Hauptzweck, die vorhandene Verkehrsinfrastruktur optimal auszunutzen. Die daraus resultierenden Umwelteffekte sind als positive Begleiterscheinung einzuordnen.

Längerfristige Bedeutung

Aus Umweltsicht kommt der Verkehrstelematik nur dann eine längerfristige Bedeutung zu, wenn sie der umweltbezogenen Steuerung des Verkehrs bspw. durch emissionsabhängige Maut dienen kann.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

Es besteht die Gefahr des Anstiegs der Verkehrsleistung aufgrund frei gewordener und erhöhter Kapazitäten.

Priorität: Gering

Hinweis–

V7	Siedlungs- und Verkehrsplanung integrieren	Ansatzpunkt: Grundlagen der Mobilität
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die Verkehrsnachfrage und damit auch das Verkehrsaufkommen hängen stark von Art, Maß und Verteilung der Nutzungen im Raum ab. Desintegrierte Nutzungen (räumliche Trennung von Wohnen und Arbeiten) erfordern mehr Verkehr als integrierte Nutzungen. Disperse Siedlungsstrukturen in der Fläche erfordern eher Individual-Verkehrsmittel als punkt- und bandförmige Strukturen, die mit ÖPNV-Angeboten günstig bedient werden können.</p> <p>Die Siedlungsentwicklung in Hessen muss daher aus klimapolitischen Gründen stärker auf verkehrsarme und ÖPNV-affine Strukturen ausgerichtet werden.</p> <p>Die hierzu im Landesentwicklungsplan und in den Regionalplänen bereits bestehenden Ziele sind in der Praxis verstärkt durchzusetzen und als wesentlicher Abwägungsgegenstand heranzuziehen. Bei einigen Branchen ist die Verlagerung der Arbeitsplätze in die Wohnung als auch die Nutzung leer stehender Büro- und Gewerbeimmobilien zu Wohnzwecken in Zukunft verstärkt denkbar. Als Instrument kann die Berücksichtigung der durch neue und veränderte Nutzungen entstehenden Verkehrsaufwände in der Bauleitplanung herangezogen werden.</p>		
<p>Instrumente des Landes Hessen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normgebung: Höhere Gewichtung der Integrationsziele im Landesentwicklungsplan und in den Regionalplänen; Verpflichtung zur Erstellung von Verkehrsbilanzen in Bauleitplanverfahren. • Ökonomische Instrumente: Förderung von Nutzungsverdichtung sowie Umnutzung in der Nähe von Verkehrsachsen. • Unterstützung: Initiierung von Forschungsvorhaben zur Analyse und Beeinflussung von privaten Standortentscheidungen. Verstärkte Durchsetzung bestehender Siedlungsentwicklungsziele. • Motivation: – 		
<p>Zielgruppe</p> <p>Kommunen, Investoren, Bauherren</p>		
<p>Akteure</p> <p>Land Hessen,</p>		
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Zur Umsetzung dieser Maßnahme fallen im Wesentlichen Koordinationsaufwände beim Land an, die monetär nicht bezifferbar sind.</p>		

<p>Wirkungsansatz</p> <p>Durch eine Siedlungsentwicklung der Funktionsmischung werden die notwendigen Wege verkürzt. Dadurch wird die Nutzung emissionsarmer Verkehrsmittel (Fuß, Fahrrad) erleichtert und die Fahrleistungen des motorisierten Verkehrs können verringert werden.</p>
<p>Wirkungstiefe</p> <p>Hoch</p>
<p>Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem</p> <p>Die verstärkte Integration der Siedlungs- und Verkehrsplanung ist ein langfristiger Prozess, der auch Veränderungen im Wirtschaftssystem bedingt (Stichwort Regionalisierung von Einzelhandelsstrukturen). Es ist zu erwarten, dass sich in einem wechselseitigen Anpassungsprozess Siedlungsstruktur und Wirtschaftssystem verändern, ohne dass es zu nachhaltigen Brüchen kommt.</p>
<p>Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial</p> <p>Integrierte Siedlungs- und Verkehrsplanung hat eine hohe Vorlaufzeit und sehr langfristige Wirkungen in der Dimension von Generationen. Die Definition eines Referenzfalles ist schwierig, hohe Wechselwirkungen mit anderen Maßnahmen sind zu erwarten. Eine Quantifizierung der Minderungspotenziale kann daher nicht durchgeführt werden.</p> <p>Als Anhaltspunkt für die erzielbaren Größenordnungen lässt sich abschätzen, dass bereits eine Reduzierung der durchschnittlichen Wegelänge im Personenverkehr von heute 11,0 km (DIW/Infas, 2003) um 1 km durch Verringerung der Kfz-Fahrleistungen und durch Verlagerung auf emissionsfreie Verkehrsmittel zu einer Minderung der CO₂-Emissionen um mehr als 1.000 kt/a führt.</p>
<p>Treibhausgas-Minderungskosten: Kosten im engeren Sinne entstehen nicht.</p>
<p>Begleitwirkungen–</p>
<p>Längerfristige Bedeutung</p> <p>Die längerfristige Bedeutung ist außerordentlich hoch, da die Siedlungsstrukturen und die räumliche Verteilung von Funktionen die Grundlage des vorhandenen Verkehrsbedarfs und der Verkehrsbedürfnisse darstellen. Sie sind damit maßgebend für die in einem gesellschaftlichen System erforderlichen Verkehrsaufwände.</p>
<p>Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)</p> <p>Die Integration von Siedlungs- und Verkehrsplanung ist bereits eine alte Forderung. Sie hat sich in der Praxis gegen teilräumliche wirtschaftliche Interessen nicht durchsetzen können. Dieser Konflikt wird auch künftig weiter bestehen. Ohne eine starke staatliche Lenkung auf Ebene des Landes, der Regionen und der Kommunen ist nicht mit nachhaltigen Verbesserungen der Siedlungsstrukturen aus Verkehrs- und Umweltsicht zu rechnen.</p>
<p>Priorität: Hoch</p>
<p>Hinweis–</p>

V8	Güterverkehr optimieren	Ansatzpunkt: Angebot, Steuerung + Organisation
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Der Güterverkehr weist einen steigenden Anteil an den CO₂- wie auch an anderen Umweltbelastungen auf. Der Schienenverkehr hat in einigen Bereichen (Massengüter, größere Transportweiten) wesentliche Umweltvorteile gegenüber dem Lkw-Verkehr. Fehlende direkte Zugänge von Firmen zum Schienennetz als auch komplizierte kosten- und zeitaufwändige Umladevorgänge können u. a. dazu führen, dass auch Bahn-affine Güter nicht auf der Schiene transportiert werden. Um diese Nachteile zu verringern, wurden und werden folgende Maßnahmen des Landes ergriffen bzw. geplant:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufrechterhaltung bzw. Instandsetzung von Industrie-Gleisanschlüssen • Durchführung/Finanzierung von Modellprojekten des regionalen Schienenverkehrs • Durchführung/Finanzierung von Modellprojekten zum Kombinierten Verkehr, z.B. einfaches Umladen ohne Umladeeinrichtungen (Bsp.: ACTS-System, Cargo-Domino) • Unterstützung beim Aufbau verkehrsträgerübergreifender Logistikzentren (z.B. ländlicher Raum, Stadtlogistikzentren) <p>Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, dass das Wirtschaftsverkehrsgeschehen stark von den Interessen der verladenden Wirtschaft und des Transportgewerbes geprägt ist und verkehrs- und klimapolitisch erwünschte Maßnahmen nur mit hohem Koordinations- und Moderationsaufwand umzusetzen sind. Angesichts der erwarteten Wachstumsraten im Wirtschaftsverkehr und dessen hohen Anteils an den CO₂-Emissionen erscheint es aber unverzichtbar die Bemühungen fortzusetzen. Als neue Handlungsansätze kommen in Frage:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Initiierung und Unterstützung von Frachtbörsen • Berücksichtigung umweltfreundlicher Transportweisen (z.B. Abfallbeseitigungsanlagen, Baustofftransporte) bei öffentlichen Aufträgen und Genehmigungen 		
<p>Instrumente des Landes Hessen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normgebung: Ausbau von Engpässen im Schienennetz (Schieneninfrastrukturgesetz), Bindung öffentlicher Aufträge und Genehmigungen an umweltfreundlichen Transport (z. B. Abfallbeseitigungsanlagen), Ausweitung der Lkw-Maut auf Bundes- und Landstraßen,... • Ökonomische Instrumente: Förderung von Umschlaganlagen, Durchführung/Finanzierung von Modellprojekten des regionalen Schienengüterverkehrs, Durchführung/Finanzierung von Modellprojekten zum Kombinierten Verkehr, z. B. einfaches Umladen ohne Umladeeinrichtungen (Bsp.: ACTS-System, Cargo-Domino), ... • Unterstützung/Initiative: Aufrechterhaltung bzw. Instandsetzung von Industrie-Gleisanschlüssen, Unterstützung beim Aufbau verkehrsträgerübergreifender Logistikzentren (z. B. ländlicher Raum), Unterstützung regionaler Schienen-Carrier und Fahrzeugpools, Beratung der Kommunen beim Aufbau von Güterverteilzentren,... • Motivation: Wettbewerb/Auszeichnung vorbildhafter Unternehmen, vorbildhaftes Verhalten der öffentlichen Verwaltung (Quell- und Zielverkehr von Gütern),... 		

<p>Zielgruppe</p> <p>Kommunen, Güterverkehrsunternehmen, Verlader</p>
<p>Akteure</p> <ul style="list-style-type: none"> - Land Hessen - Kommunen - Eisenbahninfrastrukturunternehmen - Speditionen und Verlader - Grundstückseigentümer und Entwicklungsgesellschaften
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>In vielen Fällen existieren auf Arealen mit ehemaliger industrieller Nutzung noch Gleisanschlüsse, die heute nicht genutzt werden. Sie können unter besonderen Bedingungen für heutige und zukünftige Nutzungen interessant sein, wenn sie gut an das überregionale Schienennetz angebunden sind.</p> <p>Insgesamt muss für alle Maßnahmen von einem relativ hohem Aufwand ausgegangen werden. Im Güterverkehr liegt allerdings auch das höchste Potenzial für Energie- und THG-Einsparungen.</p> <p>Der VCD hat in einer Studie einen bundesweiten Investitionsbedarf von 11,6 Mill. Euro errechnet, damit sich selbst Schienengüterverkehr unter 200 Kilometer lohnt. Für die Kostenschätzung wurde von 10.000 Reaktivierungen und 5000 Neuanlagen ausgegangen.</p> <p>Der VDV fordert eine jährliche Förderung bei den Gleisanschlüssen von 80 Mio. Euro bundesweit. Der Bund hat inzwischen ein entsprechendes Gleisanschlussprogramm aufgelegt (prozentuale Förderung von Gewerbebetrieben bei der Anlage von Gleisanschlüssen). Über Volumen und erste Erfahrungen ist bisher noch nichts bekannt.</p> <p>Für Hessen sind insgesamt Kosten von rund 4 Mio. €/a Investitionszuschuss und 1 Mio. €/a Motivationskampagnen anzusetzen, wenn die notwendigen Investitionen über 10 Jahre verteilt werden.</p>
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Durch Verlagerung der Güterströme auf umweltfreundlichere Verkehrsträger Entlastungseffekte</p>
<p>Wirkungstiefe</p> <p>Mittel</p>
<p>Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem</p> <p>Ein umweltfreundlicherer Gütertransport erfordert nachhaltige Veränderungen der Warenströme und Transportsysteme. Im Allgemeinen ist von einer Kostensteigerung für den Warentransport auszugehen.</p>

Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Die Minderungen durch eine Verlagerung von der Straße auf die Schiene hängen z. B. von den konkreten Transportrelationen (Umwege) und den Auslastungen der Verkehrsträger ab. Zudem führt eine Verlagerung eines Gutes, wenn es im Fernverkehr transportiert wird, auch zu einer entsprechenden Minderung der Emissionen außerhalb von Hessen.

Das Umweltbundesamt hält es für möglich, dass durch ein ganzes Bündel von Maßnahmen, der Güterverkehr auf der Schiene um 50% erhöht werden kann (UBA, 2003). Bezogen auf Hessen würde dieses Szenario im Saldo zu einer Minderung um rund 6.200 kt CO₂/a führen (Zunahme Transportleistung Bahn um 50%, entsprechend ca. 480 kt CO₂, Minderung Transportleistung Lkw um 15%, entsprechend ca. 6680 kt CO₂/a.

Aber auch durch Optimierungen innerhalb des Straßengüterverkehrs ist eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz möglich. In einer empirischen Untersuchung von 200 Unternehmen schwankte die Effizienz der erfassten Fahrzeuge zwischen 0,8 und 26 tkm für 1 kg CO₂. Ein besonders hohes CO₂-Reduktionspotenzial von 20% wurde dabei bei Maßnahmen zur Verbesserung der Effizienz der Fahrzeugnutzung festgestellt (Auslastungsgrad, Fahrzeuggröße, Nutzlast/Eigenlast-Verhältnis). Weitere Reduktionspotenziale ergeben sich durch verstärkten Einsatz von Telematik (bis zu 10 %) und Speditionskooperationen (10-15 %) (MPI, 2004). Unter der Annahme, dass mit den oben angesprochenen Mitteln im Straßengüterverkehr lediglich 5% Fahrleistung bei gleicher Transportleistung eingespart werden können, beträgt die Minderung weitere 2.200 kt CO₂.

Als realistisch für das Zieljahr 2012 erscheint es angesichts der hohen erforderlichen Investitionen und der erforderlichen tiefgreifenden Veränderungen im gesamten Transportwesen und Wirtschaftssystem, etwa 5% der genannten Minderungspotenziale für Hessen tatsächlich auszuschöpfen. Dies entspricht 444 kt CO₂.

Treibhausgas-Minderungskosten

Unter den oben genannten Annahmen betragen die CO₂-Minderungskosten rund 79 k€/ kt CO₂.

Begleitwirkungen

Neben den CO₂-Emissionen werden auch Lärm- und Schadstoffemissionen reduziert und bei hoher Verlagerungsleistung auch Staus abgebaut.

Längerfristige Bedeutung

Hoch. Im Güterverkehr werden hohe Steigerungsraten prognostiziert. Es ist daher dringend erforderlich einen großen Teil davon über die Schiene abzuwickeln.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

- Ähnlich wie im Mobilitätsmanagement für Unternehmen ist bei Maßnahmen im Güterverkehr eine enge Abstimmung mit Speditionen und verladender Wirtschaft erforderlich. Erfahrungsgemäß sind hier die Widerstände gegen von außen angestoßene Veränderungen groß. Andererseits ist bei der aktuellen wirtschaftlichen Lage die Durchsetzungswahrscheinlichkeit staatlicher Lenkungsmaßnahmen hin zu einem umweltschonenderen Transport gering.
- Heute spielen besonders die Kostenstruktur, die Verlässlichkeit, die Zeitaufwendungen und Pünktlichkeit und Flexibilität beim Transport eine große Rolle. Damit muss im Einzelfall genau geprüft werden, ob für die umweltschonenden Logistikprodukte überhaupt ein Markt geschaffen werden kann.
- Gleisanschlüsse sind nur dann attraktiv, wenn sie gut in das Hauptnetz der Bahn integriert sind und nicht zu viele Umschlagvorgänge auf dem Weg zum Zielort erforderlich werden.
- Um die Straße spürbar vom Schwerlastverkehr zu entlasten, ist ein großes bahnaffines Güteraufkommen erforderlich, das nur bei wenigen großen Firmen vorhanden ist. Um mit mehreren kleineren Unternehmen den gleichen Effekt zu erzielen, ist eine gute Verbindung zum nächsten gut in das Netz integrierten Umschlagknoten bzw. zum nächsten Bahnhof, an dem Ganzzüge zusammengestellt werden, erforderlich.
- Die Hemmnisse für die Einrichtung von GVZ liegen weniger bei den Speditionsunternehmen, die wie in Frankfurt/RheinMain mitunter sogar Interessengemeinschaften zur Einrichtung eines GVZ gründen, sondern in der sehr defensiven Haltung der DB AG, von der in vielen Fällen keine verbindliche Zusage für eine Beteiligung zu erhalten ist, in Problemen der Flächenverfügbarkeit sowie in Vorbehalten der Kommunalpolitik und Nachbarn gegen eine Nutzung, die lokale Verkehrskonzentration und Lärmbelastung zur Folge hat.

Priorität

Hoch

Hinweis

Untersuchungen, die vor etwa zehn Jahren in verschiedenen Bundesländern durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass grundsätzlich ein Potenzial für ein Schienengüterverkehrsangebot vorhanden ist, das auf der Nutzung von Gleisanschlüssen basiert und ein engmaschigeres Schienengüterverkehrsangebot ermöglicht, als es die reine Verknüpfung der großen Bahnknoten darstellt. Für das Projekt HessenCargo, das eine Anbindung bis in den Raum Mannheim vorsah, wurde nach detaillierten Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen sogar eine Entwicklungsgesellschaft gegründet. Zur Einführung kam das System jedoch aufgrund ungünstiger angebotener Zeitlagen nicht. Auch das vorübergehend von privaten Unternehmen betriebene Angebot zwischen dem Gleisanschluss der Cargo-City-Süd am Frankfurter Flughafen und Norddeutschland wurde aus ähnlichen Gründen wieder eingestellt.

V9	Wettbewerbsvorteile des Luftverkehrs abbauen	Ansatzpunkt: Kosten
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Der Wettbewerb zwischen den Verkehrsmitteln ist durch die Freistellung der Flugscheine von der Umsatzsteuer sowie die Mineralölsteuerbefreiung von Kerosin verfälscht. Wegen der internationalen Ausrichtung des Flugverkehrs mit entsprechenden Wirkungen und Abkommen ist eine direkte Einflussnahme des Landes auf den Flugverkehr kaum möglich. Über die festgelegten Beteiligungsverfahren kann das Land Initiativen der EU, wie derzeit die Bestrebungen den Luftverkehr in den Emissionshandel einzubeziehen, unterstützen.</p>		
<p>Instrumente des Landes Hessen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normgebung: Bundesinitiative zur Änderung der aktuellen Gesetzgebung: Abschaffung der MWSt.-Befreiung im grenzüberschreitenden Flugverkehr, Aufhebung der Mineralölsteuerbefreiung auf Kerosin für EU-Binnenflüge, Erhebung einer CO₂-Abgabe bei Flügen ab/zu EU-Flughäfen • Ökonomische Instrumente: – • Unterstützung/Initiative: – • Motivation: – 		
<p>Zielgruppe</p> <p>Flugreisende (durch Umstieg auf andere Verkehrsmittel bzw. Verzicht auf die Reise/den Flug) mit mindestens einem Ziel/Start in der EU.</p>		
<p>Akteure</p> <p>Land Hessen, Bund, EU sowie internationale Organisationen im Flugverkehr (ICAO)</p>		
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Ggf. zusätzliche Einnahmen des Staates, wenn keine aufkommensneutralen Systeme etabliert werden.</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Die Erhöhung der Energiekosten führt zu einer Erhöhung der Reisekosten und könnte damit zu einer Verlagerung auf andere (sparsamere) Verkehrsmittel bzw. einer Reduktion der Verkehrsleistung führen. Zudem übt die Erhöhung der Energiepreise einen Anreiz zur Anschaffung sparsamerer Flugzeuge sowie einer Erhöhung der Auslastung aus.</p>		
<p>Wirkungstiefe</p> <p>Mittel bis hoch</p>		

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Geringeres Wachstum bzw. Stagnation im Luftverkehr. Innovationsanreiz (sparsamere Motoren) in der Luftverkehrsindustrie.

Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Nach einer Studie von CE Delft würde eine Abgabe von 30 Euro/t CO₂ und 3,6 Euro/kg NO_x zu einer Erhöhung des Ticketpreises um 3-5 Euro (one way) auf Kurzstreckenflügen (500 km) und 10 - 16 Euro auf Langstreckenflügen (6000 km) führen. Diese Abgabe führt nach den Berechnungen zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen des Flugverkehrs im Jahr 2010 um 9%, wobei die eine Hälfte aus technischen und operationellen Maßnahmen der Luftfahrtgesellschaften, die andere aus einer Verringerung der Nachfrage resultiert.

Würde sowohl die Mineralölsteuerbefreiung als auch die Umsatzsteuerbefreiung aufgehoben, kämen jedoch deutlich höhere Belastungen auf die Fluggesellschaften bzw. den Fluggast zu, so dass das Minderungspotenzial dieser Maßnahme noch höher ist.

Eine aktuelle Studie im Auftrag des Bundesumweltamtes zeigt zugleich auf, dass hinsichtlich der klimawirksamen Mechanismen im Luftverkehr und der Minderungspotenziale durch technische und organisatorische Maßnahmen noch große Unsicherheiten bestehen. Sie zeigt zugleich auf, wie vielfältige Handlungsansätze mit unterschiedlichen Wirkungsinterdependenzen gerade im Luftverkehr bestehen.

Angesichts der aktuell intensiviert geführten Diskussion um die Einbeziehung des Luftverkehrs in den Emissionshandel erscheint vor diesem Hintergrund eine auf Hessen bezogene Abschätzung der Minderungspotenziale spekulativ.

Treibhausgas-Minderungskosten

Erhebliche Mehreinnahmen an Mehrwertsteuern und Kerosinsteuer.

Begleitwirkungen

Neben den CO₂-Emissionen werden auch Lärmemissionen reduziert

Längerfristige Bedeutung

Hoch

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

Internationale Abkommen im Flugverkehr

Priorität

Mittel

Hinweis

–

V10	Zersiedlungsfördernde Subventionen abbauen	Ansatzpunkt: Kosten
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Die verkehrssteigernde Trennung von Wohn- und Arbeitsort wird z. T. unter anderem durch die steuerliche Begünstigung von Arbeitswegen („Pendlerpauschale“) begünstigt. Das Land Hessen soll darauf hin wirken, diese Subventionen insgesamt abzubauen oder aber sie zumindest an Bedingungen zu binden, welche zu einer klimaschonenderen Verkehrsabwicklung beitragen.</p>		
<p>Instrumente des Landes Hessen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normgebung: Initiative des Landes im Gesetzgebungsprozess zur Abschaffung zersiedlungsfördernder Subventionen. • Ökonomische Instrumente: – • Unterstützung/Initiative: Landes- und Regionalplanung (vgl. V7) • Motivation: – 		
<p>Zielgruppe</p> <p>Arbeitnehmer, Berufspendler</p>		
<p>Akteure</p> <p>Land Hessen, Bund</p>		
<p>Finanzieller Aufwand</p> <p>Die Steuermindereinnahmen des Bundes infolge der Pendlerpauschale betragen gegenwärtig rund 6 Mrd. € pro Jahr. Je nach Art des Subventionsabbaus kann dieses Einnahmepotenzial ausgeschöpft werden.</p>		
<p>Wirkungsansatz</p> <p>Durch den Wegfall der steuerlichen Subvention von Arbeitswegen wird es für Arbeitnehmer attraktiver, ihren Wohnsitz in größerer Nähe zum Arbeitsort zu nehmen. Zugleich wird für Arbeitgeber und Arbeitnehmer ein stärkerer Anreiz zur Einrichtung bzw. Annahme von Telearbeitsplätzen geschaffen. Beide Mechanismen tragen durch Verkürzung bzw. Unterlassen von Arbeitswegen zur Verringerung der Verkehrsleistung bei.</p>		
<p>Wirkungstiefe</p> <p>Hoch</p>		

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Ein steigender Druck auf arbeitsplatznahe Wohnorte führt zu erhöhter Wohnraumnachfrage mit entsprechenden Effekten auf den Wohnungsmarkt (Preisgefüge/Neubaunachfrage) in den Arbeitsplatzschwerpunkt-Regionen. Da die akzeptierten Pendelentfernungen bei Verteuerung des Pendelns sinken, nimmt die Flexibilität im Arbeitsmarkt sowohl anbieter- als auch nachfragerseitig ab.

Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Um durch Minderung der Verkehrsleistung klimawirksam zu werden, muss sich der Abbau der zersiedlungsfördernden Subventionen unmittelbar in der Arbeitsplatzwahl, in der Wohnortwahl oder aber in den Arbeitsplatzstrukturen (→ Telearbeit) nieder schlagen. Alle drei genannten Faktoren greifen nachhaltig in gewachsene individuelle oder raumnutzungsbezogene Strukturen ein. Inwieweit die theoretisch vorhandenen Minderungspotenziale erschlossen werden können, hängt somit stark von der individuellen Anpassungsbereitschaft ab wie auch von den Anpassungsmöglichkeiten (Wohnraum- und Arbeitsplatzangebot). Weder der Umfang noch der Zeitverlauf dieser Anpassungsprozesse kann belastbar abgeschätzt werden.

Hinsichtlich der theoretischen Minderungspotenziale sei auf die bei Maßnahme V7 ermittelten Größenordnungen verwiesen.

Die maximalen verkehrlichen Einsparungspotenziale durch Telearbeit betragen nach neueren Studien rund 4% der Verkehrsleistung der Erwerbstätigen. Hieraus resultieren für Hessen CO₂-Minderungspotenziale in der Größenordnung von 65 kt/a.

Treibhausgas-Minderungskosten

Aufgrund fehlender bezifferbarer Potenziale ist die Angabe von spezifischen Minderungskosten nicht möglich.

Begleitwirkungen

Wie bereits ausgeführt wirkt die Maßnahme auf den Wohnungs- und Immobilienmarkt sowie auf Arbeitsmarkt bzw. Arbeitsstrukturen.

Längerfristige Bedeutung

Hoch. Die Kostenwahrheit im Verkehr ist unabdingbare Voraussetzung für eine aufwandsärmere und damit klimaschonendere Mobilität.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

Der Entfall von Subventionen für den Arbeitsweg steht in strukturellem Widerspruch zum Paradigma der Flexibilität von Arbeitskräften. Er widerspricht ferner der raumordnerischen Strategie, schrumpfenden Regionen vor allem im ländlichen Raum dadurch ihre Lebensfähigkeit zu erhalten, dass sie eine Funktion als Wohnstandort für die entfernt liegenden Arbeitsplatzschwerpunkte haben. Die Maßnahme greift somit, wenn sie konsequent umgesetzt wird, tief in gewachsene Wohn-, Arbeitsmarkt- und Regionalstrukturen ein und dürfte auf entsprechenden Widerstand stoßen.

Priorität

Mittel

Hinweis

–

V11	Einsatz CO₂-emissionsarmer Fahrzeuge fördern	Ansatzpunkt: Kosten, Steuerung + Organisation
<p>Kurzbeschreibung</p> <p>Maßgebend für die CO₂-Emissionen ist die Flottenzusammensetzung der betriebenen Fahrzeuge. Klimapolitisches Ziel muss es sein, möglichst rasch eine Flottenerneuerung mit möglichst CO₂-emissionsarmen Fahrzeugen zu erreichen.</p> <p>Das Ziel einer emissionsarmen Neuwagenflotte wurde durch die Selbstverpflichtung der Automobilindustrie bislang nicht erreicht. Hier erscheint vor allem die Einführung von CO₂-Grenzwerten auf europäischer und nationaler Ebene als notwendiger Pfad zur Reduzierung der Flottenemissionen.</p> <p>Neben dem Marktangebot an Fahrzeugen müssen aber auch entsprechende Kaufanreize für die Endverbraucher geschaffen werden. Instrumente hierfür sind</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Herstellung des CO₂-Bezugs bei der Kfz-Steuer-Bemessung, • die Angleichung der Mineralölsteuer für Otto- und Dieselmotoren, • die finanzielle Förderung des Kaufs von emissionsarmen Fahrzeugen. <p>Während die beiden erstgenannten Punkte im Handlungsrepertoire des Bundes liegen, kann das Land selbständig bei der Förderung der Neuanschaffung von Fahrzeugen mit geringen CO₂-Emissionen tätig werden. Denkbar ist beispielsweise ein Kaufpreiszuschuss von bis zu 1.000 € in Abhängigkeit der Unterschreitung der CO₂-Emissionen des Flottendurchschnitts von Neuwagen.</p> <p>Flankierend muss durch interne Maßnahmen sicher gestellt werden, dass bei der Fahrzeugbeschaffung des Landes und der nachgeordneten Behörden die CO₂-Emissionen als maßgebendes Kriterium herangezogen werden und eine klimafreundliche Landes-Fahrzeugflotte nach außen Maßstäbe setzt.</p>		
<p>Instrumente des Landes Hessen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normgebung: Gesetzesinitiative zur Herstellung des CO₂-Bezugs bei der Kfz-Steuer-Bemessung und zur Angleichung der Mineralölsteuer für Otto- und Dieselmotoren. • Ökonomische Instrumente: finanzielle Förderung des Kaufs von emissionsarmen Fahrzeugen • Unterstützung/Initiative: Ausrichtung der Fahrzeug-Beschaffungsstrategie des Landes auf CO₂-arme Fahrzeuge. • Motivation: offensives Marketing für CO₂-arme Fahrzeugkonzepte. 		
<p>Zielgruppe</p> <p>Private und gewerbliche Käufer von Kraftfahrzeugen</p>		
<p>Akteure</p> <p>Land Hessen, Bund.</p>		

Finanzieller Aufwand

Hinsichtlich der steuerlichen Anpassungen ist um der politischen Durchsetzbarkeit Willen von Aufkommensneutralität auszugehen.

Der Aufwand des Landes für Kaufpreiszuschüsse hängt unmittelbar von den Zuschusskriterien und vom Marktangebot im Automobilssektor ab. Unter der Annahme eines Kaufpreiszuschusses von 500 € pro Fahrzeug und etwa 3.000 geförderten Fahrzeugen pro Jahr (dies entspricht ca. 1% der jährlichen Neuzulassungen) beläuft sich der Aufwand auf 1,5 Mio. €. Es ist davon auszugehen, dass vorrangig Pkw bezuschusst werden.

Wirkungsansatz

Die Herstellung des CO₂-Bezugs bei der Kfz-Steuer-Bemessung und die Gewährung von Kaufpreiszuschüssen schaffen einen finanziellen Anreiz zur Anschaffung CO₂-ärmerer Fahrzeuge. Damit soll auch das Tempo der Flottenerneuerung gesteigert werden.

Wirkungstiefe

Mittel

Auswirkungen im Energie- bzw. Wirtschaftssystem

Für die Automobilindustrie werden Anreize geschaffen, CO₂-arme Fahrzeuge zu entwickeln und auf dem Markt anzubieten.

Treibhausgas-Minderungspotenzial / Einsparpotenzial

Das Reduktionspotenzial durch die Herstellung des CO₂-Bezugs bei der Kfz-Steuer-Bemessung wird nach Literaturangaben in einer Größenordnung von 6% im Bereich der Pkw und der leichten Nutzfahrzeuge geschätzt (UBA, 2003). Dies entspricht für Hessen einer Emissionsminderung von etwa 569 kt CO₂ im Jahr 2012.

Dagegen können die Potenziale infolge einer Angleichung der Mineralölsteuer für Otto- und Dieselmotoren nicht verlässlich abgeschätzt werden, da sich hier Effekte der Fahrleistungsanpassung und der Erschließung technischer Minderungspotenziale überlagern.

Die Minderungspotenziale aus der Bezuschussung der Neuanschaffung emissionsarmer Fahrzeuge liegen unter der Annahme, dass ohne den Zuschuss „normale“ Fahrzeuge beschafft worden wären und dass die spezifischen CO₂-Emissionen um 30% unter dem Flottendurchschnitt liegen bei knapp 11 kt im Jahr 2012.

Treibhausgas-Minderungskosten

Für die Minderung durch die Herstellung des CO₂-Bezugs bei der Kfz-Steuer-Bemessung und für die Angleichung der Mineralölsteuer für Otto- und Dieselmotoren treten keine kalkulierbaren Kosten auf.

Die Minderungskosten des Landes bei der Bezuschussung emissionsarmer Fahrzeuge liegen bis 2012 bei 240 k€/kt.

Begleitwirkungen

–

Längerfristige Bedeutung

Gering. Die Maßnahme bewirkt lediglich befristete Anpassungsprozesse bei der Fahrzeugbeschaffung.

Hemmnisse und Realisierungsvoraussetzungen (bzw. – grenzen)

Kaufpreiszuschüsse des Landes können zu einer Wettbewerbsverzerrung führen, so lange nur wenige Hersteller Modelle anbieten, die die Zuschusskriterien erfüllen.

Priorität

Hoch

Hinweis

–

Anhang IV: Szenario Reporting Tabellen

Tabelle 35: TIMES-HS Ergebnisse Referenzszenario (REF)

Szenario Reporting Tabelle - Referenzszenario

Studie:	InKlim Hessen 2012
Autoren:	B. Rühle, U. Fahl
Institutionen:	IER Stuttgart
Region:	Hessen
Szenario:	REF- Referenz
Datum:	14.03.2006
Basisjahr:	2002

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellergebnisse				
1	Demographische Rahmenannahmen									
1.1	Bevölkerung (Jahresende)	Mio.	5,994	6,059	6,085	6,156	6,128	6,127	6,125	6,122
1.2	Anzahl der Haushalte	Mio.	2,708	2,799	2,840	2,930	2,950	2,970	3,000	3,000
1.3	Anzahl der Wohnflächen	Mio. m ²	230,7	246,5	251,2	256,0	260,0	264,0	264,0	264,0
1.4	Bewohnte Wohnfläche	Mio. m ²	230,7	246,5	251,2	256,0	260,0	264,0	270,0	280,0
1.5	Bewohnte Wohnfläche pro Kopf	m ² / EW	38,5	40,7	41,3	41,85	42,4	43,1	44,1	45,7
1.6	Personenkilometer	Mrd.			106,4	111,9	115,0	118,3	122,3	128,2
1.7	Personenverkehrs. pro Kopf	Pkm / EW			17480	18182	18763	19307	19961	20949
2	Ökonomische Rahmenannahmen									
2.1	Entwicklung des BIP	Mrd. Euro ₂₀₀₂	160,3	181,3	181,7	215,7	224,3	233,8	248,1	271,8
2.2	Industrieproduktion real	Mrd. Euro ₂₀₀₂	48,7	51,0	51,1	53,6	54,2	55,4	57,2	60,2
2.3	Erwerbstätige	Mio.	2,87	2,99	3,02	3,03	3,06	3,04	3,01	2,973
2.4	Tonnenkilometer (BIP abhängig)	Mrd.	40,6	40,6	40,6	45,0	46,5	48,6	51,7	57,1
2.5	Güterverkehrs. / Industrieprod.	tkm / T€ ₂₀₀₂	833	796	794	840	857	877	903	947
3	Energiepreise									
3.1	Importpreis Rohöl	€ ₂₀₀₂ /GJ	2,42	5,43	4,42	5,42	4,54	4,56	4,59	4,64
3.2	Importpreis Erdgas	€ ₂₀₀₂ /GJ	2,08	3,30	3,48	4,01	3,77	3,81	3,86	3,95
3.3	Importpreis Steinkohle	€ ₂₀₀₂ /GJ	1,42	1,44	1,47	1,89	1,82	1,83	1,84	1,86
3.4	CO ₂ -Preis	€ ₂₀₀₂ /t CO ₂				10,00	12,50	12,50	12,50	12,50
4	Endenergieverbrauch nach Energieträgern									
4.1	Kohlen	PJ	11,5	9,0	8,3	7,7	7,2	7,1	6,5	6,1
4.2	Mineralölprodukte	PJ	486,4	483,5	471,4	488,4	485,2	486,7	477,3	491,6
4.3	Gase	PJ	176,8	175,6	182,9	196,2	196,8	195,6	198,0	193,1
4.4	Kernenergie	PJ								
4.5	Strom	PJ	120,1	125,8	124,0	125,9	124,4	121,4	120,1	121,5
4.6	Fern-/Nahwärme	PJ	12,2	24,4	28,7	30,4	32,3	34,2	35,0	33,5
4.7	Erneuerbare	PJ	1,7	1,1	1,2	12,3	13,4	13,3	22,3	22,4
4.8	Sonstige (Methanol, Wasserstoff)	PJ								
4.9	Summe	PJ	808,7	819,5	816,4	860,9	859,3	858,3	859,2	868,2
5	Endenergieverbrauch nach Sektoren									
5.1	Industrie	PJ	132,5	117,4	116,7	111,0	109,4	108,1	106,4	105,4
5.2	GHD	PJ	128,2	123,9	132,4	130,9	126,7	125,0	118,6	112,6
5.3	Haushalte	PJ	207,5	196,1	199,1	222,5	220,9	216,6	217,9	215,4
5.4	Verkehr	PJ	340,6	382,0	368,2	396,5	402,3	408,6	416,3	434,8
6	Stromverbrauch nach Sektoren									
6.1	Industrie	TWh	11,4	11,4	11,4	11,2	11,0	10,8	10,7	10,7
6.2	GHD	TWh	9,9	11,5	11,6	12,6	11,9	11,4	10,8	10,6
6.3	Haushalte	TWh	10,0	10,2	10,3	10,3	10,6	10,5	10,7	11,3
6.4	Verkehr	TWh	2,0	1,9	1,1	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5
6.5	Endenergie	TWh	33,4	35,0	34,4	35,3	34,9	34,1	33,7	34,1
6.6										
6.7	Gewinnung, Umwandlung, Leitungsverluste	TWh	1,3	1,8	1,0	2,1	2,1	2,1	2,0	2,1
6.8	Pumpstromverbrauch	TWh	0,9	0,8	1,1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
6.9	Summe	TWh	35,5	37,5	36,6	38,1	37,8	36,9	36,4	37,0

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellergebnisse				
7	Netto-Stromerzeugung									
7.1	Steinkohle	TWh		7.2	6.1	7.9	7.9	9.4	13.8	14.0
7.2	Braunkohle	TWh								
7.3	Heizöl	TWh		0.1	0.1					
7.4	Erdgas	TWh		2.0	2.2	1.0	2.1	11.3	7.7	7.6
7.5	Kernenergie	TWh		16.9	16.3	15.2	8.4	1.0		
7.6	Wasserkraft	TWh		0.87	1.16	0.75	0.75	0.75	0.78	0.78
7.7	Wind	TWh		0.2	0.4	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
7.8	Photovoltaik	TWh								
7.9	Erneuerbare, Müll	TWh		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
7.10	Summe	TWh		27.6	26.5	25.5	19.8	23.2	22.9	23.1
7.11	dav. in Kraft-Wärme-Kopplung	TWh				5.0	5.8	6.6	6.5	7.4
8	Netto-Engpaßleistung									
8.1	Steinkohle	GW			1.7	1.6	1.6	1.5	2.1	2.1
8.2	Braunkohle	GW			0.0					
8.3	Heizöl	GW			0.0					
8.4	Erdgas	GW			1.0	1.2	1.2	1.8	1.8	1.7
8.5	Kernenergie	GW			2.4	2.4	1.2	1.2		
8.6	Wasserkraft	GW			0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
8.7	Wind	GW			0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
8.8	Photovoltaik	GW			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
8.9	Erneuerbare, Müll	GW			0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
8.10	Summe	GW			6.2	6.2	5.0	5.4	4.8	4.8
8.11	dav. in Kraft-Wärme-Kopplung	GW			k. A.	1.6	1.6	1.1	1.1	0.8
9	Energieeinsatz zur Stromerzeugung (Wirkungsgradmethode)									
9.1	Steinkohle	PJ	81.5	78.0	57.7	67.7	80.7	100.7	132.5	135.9
9.2	Braunkohle	PJ	1.6	1.4	0.8					
9.3	Heizöl	PJ	3.1	0.7	0.7					
9.4	Gase	PJ	23.5	29.2	21.5	4.7	9.1	75.9	42.7	45.5
9.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.8	176.2	97.1	11.9		
9.6	Wasserkraft	PJ	1.0	1.2	1.4	0.2	0.2	0.2	2.8	2.8
9.7	Wind	PJ	0.1	0.8	1.3	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
9.8	Photovoltaik	PJ	0.0	0.006	0.052					
9.9	Erneuerbare, Müll	PJ		5.3	4.9	3.3	3.3	3.3	1.3	1.3
9.10	Wasser-Pumpspeicher	PJ				1.9	1.9	1.9	2.0	2.0
9.11	Summe	PJ	231.3	281.8	277.2	255.6	193.9	195.6	183.0	189.2
10	KWK-Netto-Stromerzeugung									
10.1	Steinkohle	TWh			2.6	4.3	5.1	4.6	4.6	3.3
10.2	Braunkohle	TWh								
10.3	Mineralöle	TWh								
10.4	Erdgas	TWh			1.6	0.5	0.5	1.8	1.7	3.9
10.5	Sonstige Gase	TWh								
10.6	Kernenergie	TWh								
10.7	Erneuerbare, Müll	TWh			0.19	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
10.8	Erneuerbare	TWh								
10.9	Summe	TWh			4.5	5.0	5.8	6.6	6.5	7.4
11	Brennstoffeinsatz in Heizkraftwerken									
11.1	Steinkohle	PJ				53.9	55.7	42.7	42.7	31.1
11.2	Braunkohle	PJ								
11.3	Mineralöle	PJ								
11.4	Erdgas	PJ				7.5	14.5	25.0	24.7	21.2
11.5	Sonstige Gase	PJ								
11.6	Kernenergie	PJ								
11.7	Müll	PJ				4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
11.8	Biomasse	PJ				0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
11.9	Summe	PJ				66	75	72	72	57
12	Fernwärmebereitstellung									
12.1	Heizkraftwerke	PJ		23.9	24.3	30.6	35.3	37.5	37.2	29.7
12.2	Heizwerke	PJ		3.2	6.1	4.6	2.3	2.3	3.3	2.7
12.3	Abwärme	PJ								6.3
12.4	Summe Erzeugung	PJ		27.1	30.3	35.2	37.6	39.8	40.5	38.7
12.5	Import	PJ								
12.6	Summe Bereitstellung	PJ		27.1	30.3	35.2	37.6	39.8	40.5	38.7

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020	
			Statistische Werte			Modellergebnisse					
13a	Primärenergieverbrauch (Wirkungsgradmethode - WM)										
13a.1	Steinkohlen	PJ	87.5	82.8	69.4	92.1	91.4	94.9	127.6	124.0	
13a.2	Braunkohlen	PJ	7.1	5.6	5.6	3.7	3.4	3.4	3.3	3.2	
13a.3	Mineralöle	PJ	510.7	505.6	491.7	509.8	506.0	506.8	494.0	507.3	
13a.4	Gase	PJ	205.7	207.4	224.0	214.6	221.4	292.8	264.0	262.0	
13a.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.7	176.3	97.3	12.0			
13a.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	1.1	2.0	3.0	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	
13a.7	sonstige (Müll)	PJ	8.5	7.2	10.8	21.1	23.0	23.7	32.8	33.1	
13a.8	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	47.4	43.9	30.8	50.0	69.0	52.5	52.5	52.5	
13a.9	Summe	PJ	988.5	1019.8	1024.1	1070.2	1014.1	988.7	976.8	984.7	
13b	Primärenergieverbrauch (Substitutionsprinzip - SP)										
13b.1	Steinkohlen	PJ	88	83	69	92.1	91.4	94.9	127.6	124.0	
13b.2	Braunkohlen	PJ	7	6	6	4	3	3	3	3	
13b.3	Mineralöle	PJ	511	506	492	510	506	507	494	507	
13b.4	Naturgase	PJ	206	207	224	215	221	293	264	262	
13b.5	Kernenergie	PJ	104	143	163	150	80	10			
13b.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	3.0	5.3	7.8	6.7	6.5	6.4	6.3	6.1	
13b.7	sonstige (Müll)	PJ	8.5	7.2	10.8	21	23	24	33	33	
13b.8	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	124	115	80	129	172	128	127	123	
13b.9	Summe	PJ	1050	1071	1053	1128	1104	1066	1055	1058	
14	Nettoimporte (Wirkungsgradmethode - WM)										
14.1	Steinkohlen	PJ	87.5	82.8	69.4	92.1	91.4	94.8	127.6	124.0	
14.2	Braunkohlen	PJ	5.3	3.8	3.8	1.9	1.6	1.6	1.5	1.4	
14.3	Mineralöle	PJ	510.7	505.6	491.7	510	506	507	494	507	
14.4	Naturgase	PJ	205.7	207.4	224.0	215	221	293	264	262	
14.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.7	176	97	12			
14.6	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	47.4	43.9	30.8	50	69	53	53	53	
14.7	Wasserstoff	PJ									
14.8	Biokraftstoff	PJ									
14.9	Summe	PJ	977.1	1008.8	1008.5	1045	987	961	940	947	
15	Gewinnung im Inland										
15.1	Steinkohlen	PJ						0.1			
15.2	Braunkohlen	PJ	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	
15.3	Mineralöle	PJ									
15.4	Naturgase	PJ									
15.5	Kernenergie	PJ									
15.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	1.0	2.0	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	
15.7	sonst. Erneuerbare (incl. Müll)	PJ	8.5	6.7	10.1	21.1	23.0	23.7	32.8	33.1	
15.8	Summe	PJ	11.3	10.5	14.6	25.5	27.4	28.2	37.2	37.5	
16	CO₂-Emissionen										
16.1	Energiegewinnung, -umwandl.	Mio. t	9.3	9.4	8.8	9.3	9.7	13.9	15.1	15.0	
16.2	Industrie	Mio. t	5.8	4.3	3.8	3.5	3.4	3.4	3.3	3.4	
16.3	GHD	Mio. t	5.7	4.8	5.3	5.0	4.8	4.7	4.4	4.0	
16.3	Hausbrand	Mio. t	11.0	9.8	10.0	11.0	10.6	10.3	9.5	9.3	
16.4	Verkehr	Mio. t	16.1	17.3	16.7	16.6	16.4	16.3	16.1	16.0	
16.5	Summe	Mio. t	47.9	45.6	44.6	45.4	44.9	48.7	48.4	47.7	
	GHD, Hausbrand, Verkehr	Mio. t	32.8	31.9	32.0	32.6	31.8	31.3	30.0	29.3	
17	CH₄-Emissionen										
17.1	Energiegewinnung, -umwandl.	kt				18.4	15.2	12.9	13.1	12.5	
17.2	Industrie	kt									
17.3	GHD	kt									
17.4	Hausbrand	kt				1.7	1.6	1.4	3.8	3.8	
17.5	Verkehr	kt				1.5	1.4	1.4	1.2	1.3	
17.6	Summe	kt				21.6	18.2	15.7	18.1	17.6	
18	N₂O-Emissionen										
18.1	Energiegewinnung, -umwandl.	kt				1.3	1.2	1.6	1.6	1.5	
18.2	Industrie	kt									
18.3	GHD	kt									
18.4	Hausbrand	kt									
18.5	Verkehr	kt				1.0	1.1	1.0	1.1	1.2	
18.6	Summe	kt				2.3	2.3	2.6	2.7	2.7	

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellergebnisse				
19	THG- und Schadstoffemissionen									
19.1	THG-Emissionen	Mio. t CO2	47.9	45.6	44.6	46.5	46.0	49.8	49.7	48.9
19.2	NOx-Emissionen	kt				114	108	111	115	121
19.3	CO-Emissionen	kt				211	203	195	229	231
19.4	NMVOE-Emissionen	kt				30	29	28	32	33
19.5	Staub-Emissionen	kt				1.70	1.20	0.90	1.10	1.00
19.6	SO2-Emissionen	kt				16	15	15	17	17
19.7	NH3-Emissionen	kt				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
20	Effizienz- und CO2-Indikatoren									
20.1a	PEV (WM) pro Kopf	GJ / EW	164.92	168.31	168.31	173.8	165.5	161.4	159.5	160.9
20.1b	PEV (SP) pro Kopf	GJ / EW	175.24	176.81	173.01	183.2	180.2	174.0	172.2	172.9
20.2a	BIP / PEV (WM)	€ ₂₀₀₂ / GJ	162.2	177.8	177.4	201.6	221.2	236.5	253.9	276.0
20.2b	BIP / PEV (SP)	€ ₂₀₀₂ / GJ	152.6	169.2	172.6	191.3	203.2	219.3	235.1	256.8
20.3a	PEV (WM) / BIP	MJ / € ₂₀₀₂	6.17	5.62	5.64	4.96	4.52	4.23	3.94	3.62
20.3b	PEV (SP) / BIP	MJ / € ₂₀₀₂	6.55	5.91	5.79	5.23	4.92	4.56	4.25	3.89
20.4	Nutzungsgrad Stromerzeugung	% _{netto}		35.3	34.4	36.0	36.7	42.7	45.1	43.9
20.5a	EEV Ind. / Industrieprod.	MJ / € ₂₀₀₂	2.81	2.30	2.28	2.07	2.02	1.95	1.86	1.75
20.5b	Industrieprod. / EEV Ind.	€ ₂₀₀₂ / GJ	356.4	434.0	438.2	482.6	495.6	512.7	537.9	571.6
20.6	EEV GHD / Erwerbstätigem	GJ / Pers.	44.7	41.4	43.8	43.2	41.5	41.1	39.3	37.9
20.7	EEV HH / m ²	MJ / m ²	899	795	792	869	850	820	807	769
20.8	EEV PV / Pkm	kJ / Pkm	k.A.	k.A.	2889	3015	2982	2957	2924	2934
20.9	EEV GV / tkm	kJ / tkm	1381	1487	1379	1311	1322	1209	1137	1025
20.10	Energieimportabhängigkeit (WM)	%	98.8	98.9	98.5	97.6	97.3	97.1	96.2	96.2
20.11	Wert der Netto-Energieimporte	Mrd. € ₂₀₀₂	2.4	3.7	3.0	4.1	3.7	3.4	3.8	3.9
20.12	Netto-Energieimporte (WM) / BIP	%	1.5	2.1	1.7	1.9	1.7	1.5	1.5	1.4
20.13	THG / BIP	g / T€ ₂₀₀₂	298.8	251.3	245.7	215.8	205.2	213.0	200.2	179.9
20.14	THG / Kopf	t / EW	8.0	7.5	7.3	7.6	7.5	8.1	8.1	8.0
20.15	THG / PEV (WM)	t / GJ	48.5	44.7	43.6	43.5	45.4	50.4	50.8	49.7
20.15	THG / PEV (SP)	t / GJ	45.6	42.5	42.4	41.3	41.7	46.7	47.1	46.2
20.16	CO2 / BIP	g / T€ ₂₀₀₂	298.8	251.3	245.7	210.3	200.3	208.2	195.3	175.5
20.17	CO2 / Kopf	t / EW	8.0	7.5	7.3	7.4	7.3	7.9	7.9	7.8
20.18	CO2 / PEV (WM)	t / GJ	48.5	44.7	43.6	42.4	44.3	49.2	49.6	48.4
20.18	CO2 / PEV (SP)	t / GJ	45.6	42.5	42.4	40.2	40.7	45.7	45.9	45.1
21	Weitere Indikatoren									
21.1	Systemkosten im Bezugsjahr	Mrd. Euro ₀₂				29.50	29.55	28.57	28.65	27.43
21.2	Kumulierte Systemkosten	Mrd. Euro ₀₂				241.30	300.56	357.26	443.22	578.87
21.3	Auf 2000 abdiskontierte kumulierte Systemkosten	Mrd. Euro ₀₂				219.97	264.14	303.20	356.92	429.41

Tabelle 36: TIMES-HS Ergebnisse Szenario Klimaschutz Priorität (KSP) / Szenario A

Szenario Reporting Tabelle - Klimaschutz Priorität

Studie:	InKim Hessen 2012
Autoren:	B. Rühle, U. Fahl
Institutionen:	IER Stuttgart
Region:	Hessen
Szenario:	KSP- Klimaschutz Priorität
Datum:	14.03.2006
Basisjahr:	2002

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellergebnisse				
1	Demographische Rahmenannahmen									
1.1	Bevölkerung (Jahresende)	Mio.	5.994	6.059	6.085	6.156	6.128	6.127	6.125	6.122
1.2	Anzahl der Haushalte	Mio.	2.708	2.799	2.840	2.930	2.950	2.970	3.000	3.000
1.3	Anzahl der Wohnflächen	Mio. m ²	230.7	246.5	251.2	256.0	260.0	264.0	264.0	264.0
1.4	Bewohnte Wohnfläche	Mio. m ²	230.7	246.5	251.2	256.0	260.0	264.0	270.0	280.0
1.5	Bewohnte Wohnfläche pro Kopf	m ² / EW	38.5	40.7	41.3	41.85	42.4	43.1	44.1	45.7
1.6	Personenkilometer	Mrd.			106.4	111.9	115.0	118.3	122.3	128.2
1.7	Personenverkehrs. pro Kopf	Pkm / EW			17480	18182	18763	19307	19961	20949
2	Ökonomische Rahmenannahmen									
2.1	Entwicklung des BIP	Mrd. Euro ₂₀₀₂	160.3	181.3	181.7	215.7	224.3	233.8	248.1	271.8
2.2	Industrieproduktion real	Mrd. Euro ₂₀₀₂	48.7	51.0	51.1	53.6	54.2	55.4	57.2	60.2
2.3	Erwerbstätige	Mio.	2.87	2.99	3.02	3.03	3.06	3.04	3.01	2.973
2.4	Tonnenkilometer (BIP abhängig)	Mrd.	40.6	40.6	40.6	45.0	46.5	48.6	51.7	57.1
2.5	Güterverkehrs. / Industrieprod.	tkm / T€ ₂₀₀₂	833	796	794	840	857	877	903	947
3	Energiepreise									
3.1	Importpreis Rohöl	€ ₂₀₀₂ /GJ	2.42	5.43	4.42	5.42	4.54	4.56	4.59	4.64
3.2	Importpreis Erdgas	€ ₂₀₀₂ /GJ	2.08	3.30	3.48	4.01	3.77	3.81	3.86	3.95
3.3	Importpreis Steinkohle	€ ₂₀₀₂ /GJ	1.42	1.44	1.47	1.89	1.82	1.83	1.84	1.86
3.4	CO ₂ -Preis	€ ₂₀₀₂ /t CO ₂				10.00	12.50	12.50	12.50	12.50
4	Endenergieverbrauch nach Energieträgern									
4.1	Kohlen	PJ	11.5	9.0	8.3	7.8	7.2	7.0	8.3	6.0
4.2	Mineralölprodukte	PJ	486.4	483.5	471.4	487.1	482.1	481.6	456.6	477.9
4.3	Gase	PJ	176.8	175.6	182.9	184.3	179.5	172.9	179.0	171.1
4.4	Kernenergie	PJ								
4.5	Strom	PJ	120.1	125.8	124.0	125.0	122.4	120.1	122.7	118.5
4.6	Fern-/Nahwärme	PJ	12.2	24.4	28.7	29.6	31.5	33.5	33.5	34.8
4.7	Erneuerbare	PJ	1.7	1.1	1.2	15.4	22.7	27.8	38.3	49.7
4.8	Sonstige (Methanol, Wasserstoff)	PJ								
4.9	Summe	PJ	808.7	819.5	816.4	849.2	845.4	842.9	838.4	858.0
5	Endenergieverbrauch nach Sektoren									
5.1	Industrie	PJ	132.5	117.4	116.7	110.4	108.8	107.2	105.6	104.7
5.2	GHD	PJ	128.2	123.9	132.4	127.5	122.4	119.0	113.8	108.0
5.3	Haushalte	PJ	207.5	196.1	199.1	215.4	212.9	209.6	208.2	212.8
5.4	Verkehr	PJ	340.6	382.0	368.2	395.7	401.0	406.8	409.8	432.5
6	Stromverbrauch nach Sektoren									
6.1	Industrie	TWh	11.4	11.4	11.4	11.0	10.9	10.6	10.5	10.6
6.2	GHD	TWh	9.9	11.5	11.6	12.6	11.7	11.5	10.9	10.6
6.3	Haushalte	TWh	10.0	10.2	10.3	10.1	10.3	10.2	10.7	10.5
6.4	Verkehr	TWh	2.0	1.9	1.1	1.3	1.4	1.4	2.3	1.6
6.5	Endenergie	TWh	33.4	35.0	34.4	35.0	34.3	33.7	34.4	33.3
6.6										
6.7	Gewinnung, Umwandlung, Leitungsverluste	TWh	1.3	1.8	1.0	2.1	2.1	2.0	2.1	2.0
6.8	Pumpstromverbrauch	TWh	0.9	0.8	1.1	0.8	0.8	0.8	0.7	0.8
6.9	Summe	TWh	35.5	37.5	36.6	37.9	37.1	36.5	37.3	36.1

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellerggebnisse				
7	Netto-Stromerzeugung									
7.1	Steinkohle	TWh		7.2	6.1	7.8	7.9	3.5	3.0	2.1
7.2	Braunkohle	TWh								
7.3	Heizöl	TWh		0.1	0.1					
7.4	Erdgas	TWh		2.0	2.2	2.2	3.2	3.6	3.2	2.4
7.5	Kernenergie	TWh		16.9	16.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
7.6	Wasserkraft	TWh		0.87	1.16	0.75	0.75	0.78	0.75	0.75
7.7	Wind	TWh		0.2	0.4	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
7.8	Photovoltaik	TWh								
7.9	Erneuerbare, Müll	TWh		0.3	0.3	0.7	0.9	1.3	1.3	1.3
7.10	Summe	TWh		27.6	26.5	27.2	28.5	24.9	24.0	22.3
7.11	dav. in Kraft-Wärme-Kopplung	TWh				5.0	5.8	6.6	6.5	7.4
8	Netto-Engpaßleistung									
8.1	Steinkohle	GW			1.7	1.6	1.6	0.7	0.7	0.5
8.2	Braunkohle	GW			0.0					
8.3	Heizöl	GW			0.0					
8.4	Erdgas	GW			1.0	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5
8.5	Kernenergie	GW			2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
8.6	Wasserkraft	GW			0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
8.7	Wind	GW			0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
8.8	Photovoltaik	GW				0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
8.9	Erneuerbare, Müll	GW			0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5
8.10	Summe	GW			6.2	6.8	6.9	6.0	6.1	5.9
8.11	dav. in Kraft-Wärme-Kopplung	GW			k. A.	1.9	2.0	1.6	1.6	1.4
9	Energieeinsatz zur Stromerzeugung (Wirkungsgradmethode)									
9.1	Steinkohle	PJ	81.5	78.0	57.7	67.7	80.7	100.7	132.5	135.9
9.2	Braunkohle	PJ	1.6	1.4	0.8					
9.3	Heizöl	PJ	3.1	0.7	0.7					
9.4	Gase	PJ	23.5	29.2	21.5	4.7	9.1	75.9	42.7	45.5
9.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.8	176.2	97.1	11.9		
9.6	Wasserkraft	PJ	1.0	1.2	1.4	0.2	0.2	0.2	2.7	2.7
9.7	Wind	PJ	0.1	0.8	1.3	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
9.8	Photovoltaik	PJ	0.0	0.006	0.052					
9.9	Erneuerbare, Müll	PJ		5.3	4.9	3.3	3.3	3.3	1.4	1.4
9.10	Wasser-Pumpspeicher	PJ				1.9	1.9	2.0	1.9	1.9
9.11	Summe	PJ	231.3	281.8	277.2	255.6	193.9	195.7	182.9	189.1
10	KWK-Netto-Stromerzeugung									
10.1	Steinkohle	TWh			2.6	4.3	5.1	4.6	4.6	3.3
10.2	Braunkohle	TWh								
10.3	Mineralöle	TWh								
10.4	Erdgas	TWh			1.6	0.5	0.5	1.8	1.7	3.9
10.5	Sonstige Gase	TWh								
10.6	Kernenergie	TWh								
10.7	Erneuerbare, Müll	TWh			0.19	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
10.8	Erneuerbare	TWh								
10.9	Summe	TWh			4.5	5.0	5.8	6.6	6.5	7.4
11	Brennstoffeinsatz in Heizkraftwerken									
11.1	Steinkohle	PJ				53.1	54.1	40.4	34.5	25.8
11.2	Braunkohle	PJ								
11.3	Mineralöle	PJ								
11.4	Erdgas	PJ				7.6	14.4	17.4	14.4	9.8
11.5	Sonstige Gase	PJ								
11.6	Kernenergie	PJ								
11.7	Müll	PJ				4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
11.8	Biomasse	PJ				3.4	6.4	8.9	9.4	9.5
11.9	Summe	PJ				68	79	71	63	49
12	Fernwärmebereitstellung									
12.1	Heizkraftwerke	PJ		23.9	24.3	30.0	34.6	37.0	32.3	25.8
12.2	Heizwerke	PJ		3.2	6.1	4.6	2.1	1.6	6.3	13.8
12.3	Abwärme	PJ								
12.4	Summe Erzeugung	PJ		27.1	30.3	34.6	36.7	38.6	38.6	39.6
12.5	Import	PJ								
12.6	Summe Bereitstellung	PJ		27.1	30.3	34.6	36.7	38.6	38.6	39.6

Einheit		1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020	
		Statistische Werte			Modellerggebnisse					
13a	Primärenergieverbrauch (Wirkungsgradmethode - WM)									
13a.1	Steinkohlen	PJ	87.5	82.8	69.4	91.4	89.6	47.6	41.4	31.1
13a.2	Braunkohlen	PJ	7.1	5.6	5.6	3.8	3.4	3.4	6.5	3.2
13a.3	Mineralöle	PJ	510.7	505.6	491.7	509.8	504.3	502.2	475.4	493.4
13a.4	Gase	PJ	205.7	207.4	224.0	211.1	212.6	209.8	214.5	204.7
13a.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.7	176.4	176.4	176.4	176.4	176.4
13a.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	1.1	2.0	3.0	2.8	2.9	2.9	2.8	2.8
13a.7	sonstige (Müll)	PJ	8.5	7.2	10.8	28.0	39.6	47.2	63.0	82.6
13a.8	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	47.4	43.9	30.8	42.9	34.8	45.9	52.2	52.5
13a.9	Summe	PJ	988.5	1019.8	1024.1	1066.2	1063.6	1035.4	1032.2	1046.7
13b	Primärenergieverbrauch (Substitutionsprinzip - SP)									
13b.1	Steinkohlen	PJ	88	83	69	91.4	89.6	47.6	41.4	31.1
13b.2	Braunkohlen	PJ	7	6	6	4	3	3	7	3
13b.3	Mineralöle	PJ	511	506	492	510	504	502	475	493
13b.4	Naturgase	PJ	206	207	224	211	213	210	215	205
13b.5	Kernenergie	PJ	104	143	163	150	145	142	141	136
13b.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	3.0	5.3	7.8	7.2	7.2	7.1	6.8	6.5
13b.7	sonstige (Müll)	PJ	8.5	7.2	10.8	28	40	47	63	83
13b.8	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	124	115	80	111	87	112	126	123
13b.9	Summe	PJ	1050	1071	1053	1113	1089	1072	1075	1080
14	Nettoimporte (Wirkungsgradmethode - WM)									
14.1	Steinkohlen	PJ	87.5	82.8	69.4	91.3	89.6	47.6	41.4	31.1
14.2	Braunkohlen	PJ	5.3	3.8	3.8	2.0	1.6	1.6	4.7	1.4
14.3	Mineralöle	PJ	510.7	505.6	491.7	510	504	502	475	493
14.4	Naturgase	PJ	205.7	207.4	224.0	211	213	210	215	205
14.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.7	176	176	176	176	176
14.6	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	47.4	43.9	30.8	43	35	46	52	53
14.7	Wasserstoff	PJ								
14.8	Biokraftstoff	PJ								
14.9	Summe	PJ	977.1	1008.8	1008.5	1034	1019	984	965	960
15	Gewinnung im Inland									
15.1	Steinkohlen	PJ				0.1				
15.2	Braunkohlen	PJ	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
15.3	Mineralöle	PJ								
15.4	Naturgase	PJ								
15.5	Kernenergie	PJ								
15.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	1.0	2.0	2.7	2.8	2.9	2.9	2.8	2.8
15.7	sonst. Erneuerbare (incl. Müll)	PJ	8.5	6.7	10.1	28.0	39.6	47.2	63.0	82.6
15.8	Summe	PJ	11.3	10.5	14.6	32.7	44.3	51.9	67.6	87.2
16	CO₂-Emissionen									
16.1	Energiegewinnung, -umwandl.	Mio. t	9.3	9.4	8.8	9.8	10.0	6.3	5.8	4.6
16.2	Industrie	Mio. t	5.8	4.3	3.8	3.5	3.3	3.3	3.2	3.2
16.3	GHD	Mio. t	5.7	4.8	5.3	4.9	4.7	4.4	4.1	3.8
16.3	Hausbrand	Mio. t	11.0	9.8	10.0	10.5	9.8	9.2	8.2	7.6
16.4	Verkehr	Mio. t	16.1	17.3	16.7	16.5	16.3	16.2	15.4	15.8
16.5	Summe	Mio. t	47.9	45.6	44.6	45.1	44.2	39.4	36.8	35.0
	GHD, Hausbrand, Verkehr	Mio. t	32.8	31.9	32.0	31.9	30.8	29.8	27.8	27.2
17	CH₄-Emissionen									
17.1	Energiegewinnung, -umwandl.	kt				17.4	14.0	11.3	11.9	11.0
17.2	Industrie	kt								
17.3	GHD	kt								
17.4	Hausbrand	kt				1.6	2.5	3.1	5.0	6.5
17.5	Verkehr	kt				1.5	1.4	1.4	1.2	1.3
17.6	Summe	kt				20.5	17.9	15.8	18.1	18.8
18	N₂O-Emissionen									
18.1	Energiegewinnung, -umwandl.	kt				1.2	1.2	1.2	1.4	1.7
18.2	Industrie	kt								
18.3	GHD	kt								
18.4	Hausbrand	kt								
18.5	Verkehr	kt				1.0	1.0	0.9	1.0	1.2
18.6	Summe	kt				2.2	2.2	2.1	2.4	2.9

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellerggebnisse				
19	THG- und Schadstoffemissionen									
19.1	THG-Emissionen	Mio. t CO ₂	47.9	45.6	44.6	46.2	45.2	40.4	37.9	36.3
19.2	NOx-Emissionen	kt				113	108	105	107	114
19.3	CO-Emissionen	kt				211	218	224	249	279
19.4	NMVOE-Emissionen	kt				30	30	31	33	37
19.5	Staub-Emissionen	kt				1.70	1.30	1.00	1.80	1.10
19.6	SO ₂ -Emissionen	kt				15	15	11	10	9
19.7	NH ₃ -Emissionen	kt				0.1	0.1			
20	Effizienz- und CO₂-Indikatoren									
20.1a	PEV (WM) pro Kopf	GJ / EW	164.92	168.31	168.31	173.2	173.6	169.0	168.5	171.0
20.1b	PEV (SP) pro Kopf	GJ / EW	175.24	176.81	173.01	180.7	177.7	175.0	175.4	176.5
20.2a	BIP / PEV (WM)	€ ₂₀₀₂ / GJ	162.2	177.8	177.4	202.3	210.9	225.8	240.3	259.7
20.2b	BIP / PEV (SP)	€ ₂₀₀₂ / GJ	152.6	169.2	172.6	193.9	206.0	218.1	230.8	251.6
20.3a	PEV (WM) / BIP	MJ / € ₂₀₀₂	6.17	5.62	5.64	4.94	4.74	4.43	4.16	3.85
20.3b	PEV (SP) / BIP	MJ / € ₂₀₀₂	6.55	5.91	5.79	5.16	4.85	4.58	4.33	3.97
20.4	Nutzungsgrad Stromerzeugung	% _{netto}		35.3	34.4	38.3	53.0	45.8	47.2	42.5
20.5a	EEV Ind. / Industrieprod.	MJ / € ₂₀₀₂	2.81	2.30	2.28	2.06	2.01	1.93	1.85	1.74
20.5b	Industrieprod. / EEV Ind.	€ ₂₀₀₂ / GJ	356.4	434.0	438.2	485.2	498.3	517.0	542.0	575.4
20.6	EEV GHD / Erwerbstätigem	GJ / Pers.	44.7	41.4	43.8	42.1	40.1	39.2	37.8	36.3
20.7	EEV HH / m ²	MJ / m ²	899	795	792	841	819	820	807	769
20.8	EEV PV / Pkm	kJ / Pkm	k.A.	k.A.	2889	3008	2971	2942	2872	2916
20.9	EEV GV / tkm	kJ / tkm	1381	1493	1379	1311	1320	1209	1136	1025
20.10	Energieimportabhängigkeit (WM)	%	98.8	98.9	98.5	96.9	95.8	95.0	93.5	91.7
20.11	Wert der Netto-Energieimporte	Mrd. € ₂₀₀₂	2.4	3.7	3.0	4.0	3.4	3.1	3.5	3.6
20.12	Netto-Energieimporte (WM) / BIP	%	1.5	2.1	1.7	1.8	1.5	1.3	1.4	1.3
20.13	THG / BIP	g / T€ ₂₀₀₂	298.8	251.3	245.7	214.4	201.6	172.8	152.8	133.4
20.14	THG / Kopf	t / EW	8.0	7.5	7.3	7.5	7.4	6.6	6.2	5.9
20.15a	THG / PEV (WM)	t / GJ	48.5	44.7	43.6	43.4	42.5	39.0	36.7	34.6
20.15b	THG / PEV (SP)	t / GJ	45.6	42.5	42.4	41.6	41.5	37.7	35.3	33.6
20.16	CO ₂ / BIP	g / T€ ₂₀₀₂	298.8	251.3	245.7	209.2	196.8	168.6	148.2	128.6
20.17	CO ₂ / Kopf	t / EW	8.0	7.5	7.3	7.3	7.2	6.4	6.0	5.7
20.18a	CO ₂ / PEV (WM)	t / GJ	48.5	44.7	43.6	42.3	41.5	38.1	35.6	33.4
20.18b	CO ₂ / PEV (SP)	t / GJ	45.6	42.5	42.4	40.6	40.5	36.8	34.2	32.4
21	Weitere Indikatoren									
21.1	Systemkosten im Bezugsjahr	Mrd. Euro ₀₂				29.90	29.99	28.92	29.07	28.31
21.2	Kumulierte Systemkosten	Mrd. Euro ₀₂				242.85	302.87	360.47	447.66	586.78
21.3	Auf 2000 abdiskontierte kumulier-te Systemkosten	Mrd. Euro ₀₂				221.31	266.05	305.73	360.22	434.55

Tabelle 37: TIMES-HS Ergebnisse Szenario Klimaschutz Kernenergieausstieg (KKA) / Szenario B

Szenario Reporting Tabelle - Klimaschutz Kernenergieausstieg

Studie:	InKlim Hessen 2012
Autoren:	B. Rühle, U. Fahl
Institutionen:	IER Stuttgart
Region:	Hessen
Szenario:	KKA- Klimaschutz Kernenergieausstieg (B)
Datum:	14.03.2006
Basisjahr:	2002

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellergebnisse				
1	Demographische Rahmenannahmen									
1.1	Bevölkerung (Jahresende)	Mio.	5.994	6.059	6.085	6.156	6.128	6.127	6.125	6.122
1.2	Anzahl der Haushalte	Mio.	2.708	2.799	2.840	2.930	2.950	2.970	3.000	3.000
1.3	Anzahl der Wohnflächen	Mio. m ²	230.7	246.5	251.2	256.0	260.0	264.0	264.0	264.0
1.4	Bewohnte Wohnfläche	Mio. m ²	230.7	246.5	251.2	256.0	260.0	264.0	270.0	280.0
1.5	Bewohnte Wohnfläche pro Kopf	m ² / EW	38.5	40.7	41.3	41.85	42.4	43.1	44.1	45.7
1.6	Personenkilometer	Mrd.			106.4	111.9	115.0	118.3	122.3	128.2
1.7	Personenverkehrs. pro Kopf	Pkm / EW			17480	18182	18763	19307	19961	20949
2	Ökonomische Rahmenannahmen									
2.1	Entwicklung des BIP	Mrd. Euro ₂₀₀₂	160.3	181.3	181.7	215.7	224.3	233.8	248.1	271.8
2.2	Industrieproduktion real	Mrd. Euro ₂₀₀₂	48.7	51.0	51.1	53.6	54.2	55.4	57.2	60.2
2.3	Erwerbstätige	Mio.	2.87	2.99	3.02	3.03	3.06	3.04	3.01	2.973
2.4	Tonnenkilometer (BIP abhängig)	Mrd.	40.6	40.6	40.6	45.0	46.5	48.6	51.7	57.1
2.5	Güterverkehrs. / Industrieprod.	tkm / T _{€2002}	833	796	794	840	857	877	903	947
3	Energiepreise									
3.1	Importpreis Rohöl	€ ₂₀₀₂ /GJ	2.42	5.43	4.42	5.42	4.54	4.56	4.59	4.64
3.2	Importpreis Erdgas	€ ₂₀₀₂ /GJ	2.08	3.30	3.48	4.01	3.77	3.81	3.86	3.95
3.3	Importpreis Steinkohle	€ ₂₀₀₂ /GJ	1.42	1.44	1.47	1.89	1.82	1.83	1.84	1.86
3.4	CO ₂ -Preis	€ ₂₀₀₂ /t CO ₂				10.00	12.50	12.50	12.50	12.50
4	Endenergieverbrauch nach Energieträgern									
4.1	Kohlen	PJ	11.5	9.0	8.3	7.7	7.2	7.1	6.5	6.0
4.2	Mineralölprodukte	PJ	486.4	483.5	471.4	487.6	484.3	482.8	472.5	486.6
4.3	Gase	PJ	176.8	175.6	182.9	183.9	182.9	180.9	182.5	176.7
4.4	Kernenergie	PJ								
4.5	Strom	PJ	120.1	125.8	124.0	125.7	122.7	119.9	119.0	120.4
4.6	Fern-/Nahwärme	PJ	12.2	24.4	28.7	29.9	31.5	33.2	34.3	34.7
4.7	Erneuerbare	PJ	1.7	1.1	1.2	13.5	14.7	15.0	21.1	21.5
4.8	Sonstige (Methanol, Wasserstoff)	PJ								
4.9	Summe	PJ	808.7	819.5	816.4	848.3	843.3	838.9	835.9	845.9
5	Endenergieverbrauch nach Sektoren									
5.1	Industrie	PJ	132.5	117.4	116.7	110.8	109.3	107.0	105.4	104.6
5.2	GHD	PJ	128.2	123.9	132.4	127.5	122.4	120.1	113.9	108.0
5.3	Haushalte	PJ	207.5	196.1	199.1	214.0	210.0	204.3	201.4	199.3
5.4	Verkehr	PJ	340.6	382.0	368.2	396.0	401.6	407.5	415.2	434.0
6	Stromverbrauch nach Sektoren									
6.1	Industrie	TWh	11.4	11.4	11.4	11.1	10.9	10.5	10.4	10.5
6.2	GHD	TWh	9.9	11.5	11.6	12.6	11.7	11.3	10.8	10.6
6.3	Haushalte	TWh	10.0	10.2	10.3	10.2	10.4	10.4	10.7	11.2
6.4	Verkehr	TWh	2.0	1.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5
6.5	Endenergie	TWh	33.4	35.0	34.4	35.2	34.4	33.6	33.4	33.8
6.6										
6.7	Gewinnung, Umwandlung, Leitungsverluste	TWh	1.3	1.8	1.0	2.1	2.0	1.9	1.8	2.0
6.8	Pumpstromverbrauch	TWh	0.9	0.8	1.1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7
6.9	Summe	TWh	35.5	37.5	36.6	38.1	37.1	36.3	35.9	36.6

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellerggebnisse				
7	Netto-Stromerzeugung									
7.1	Steinkohle	TWh		7.2	6.1	7.8	7.9	9.4	13.7	14.1
7.2	Braunkohle	TWh								
7.3	Heizöl	TWh		0.1	0.1					
7.4	Erdgas	TWh		2.0	2.2	1.0	2.1	9.9	6.1	5.8
7.5	Kernenergie	TWh		16.9	16.3	15.2	8.4	1.0		
7.6	Wasserkraft	TWh		0.87	1.16	0.78	0.75	0.75	0.78	0.75
7.7	Wind	TWh		0.2	0.4	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
7.8	Photovoltaik	TWh								
7.9	Erneuerbare, Müll	TWh		0.3	0.3	0.7	0.9	1.2	1.5	1.6
7.10	Summe	TWh		27.6	26.5	25.9	20.4	22.8	22.6	22.6
7.11	dav. in Kraft-Wärme-Kopplung	TWh				5.0	5.8	6.4	6.2	5.4
8	Netto-Engpaßleistung									
8.1	Steinkohle	GW			1.7	1.6	1.6	1.5	2.1	2.1
8.2	Braunkohle	GW			0.0					
8.3	Heizöl	GW			0.0					
8.4	Erdgas	GW			1.0	1.2	1.2	1.6	1.6	1.5
8.5	Kernenergie	GW			2.4	2.4	1.2	1.2		
8.6	Wasserkraft	GW			0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
8.7	Wind	GW			0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
8.8	Photovoltaik	GW				0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
8.9	Erneuerbare, Müll	GW			0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
8.10	Summe	GW			6.2	6.3	5.2	5.5	5.0	5.1
8.11	dav. in Kraft-Wärme-Kopplung	GW			k. A.	1.7	1.8	1.4	1.5	1.3
9	Energieeinsatz zur Stromerzeugung (Wirkungsgradmethode)									
9.1	Steinkohle	PJ	81.5	78.0	57.7	67.3	80.0	100.6	131.1	135.9
9.2	Braunkohle	PJ	1.6	1.4	0.8					
9.3	Heizöl	PJ	3.1	0.7	0.7					
9.4	Gase	PJ	23.5	29.2	21.5	4.8	9.1	65.9	30.9	30.9
9.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.8	176.1	97.1	11.9		
9.6	Wasserkraft	PJ	1.0	1.2	1.4	0.2	0.2	0.2	2.8	2.7
9.7	Wind	PJ	0.1	0.8	1.3	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
9.8	Photovoltaik	PJ	0.0	0.006	0.052					
9.9	Erneuerbare, Müll	PJ		5.3	4.9	5.5	7.6	9.5	7.8	8.0
9.10	Wasser-Pumpspeicher	PJ				2.0	1.9	1.9	2.0	1.9
9.11	Summe	PJ	231.3	281.8	277.2	257.6	197.5	191.6	176.2	181.1
10	KWK-Netto-Stromerzeugung									
10.1	Steinkohle	TWh			2.6	4.0	4.5	4.5	4.3	3.3
10.2	Braunkohle	TWh								
10.3	Mineralöle	TWh								
10.4	Erdgas	TWh			1.6	0.2	0.3	0.6	0.2	0.4
10.5	Sonstige Gase	TWh								
10.6	Kernenergie	TWh								
10.7	Erneuerbare, Müll	TWh			0.19	0.69	0.98	1.28	1.64	1.64
10.8	Erneuerbare	TWh								
10.9	Summe	TWh			4.5	5.0	5.8	6.4	6.2	5.4
11	Brennstoffeinsatz in Heizkraftwerken									
11.1	Steinkohle	PJ				53.3	54.5	42.5	42.0	31.1
11.2	Braunkohle	PJ								
11.3	Mineralöle	PJ								
11.4	Erdgas	PJ				7.7	14.5	24.7	24.0	17.6
11.5	Sonstige Gase	PJ								
11.6	Kernenergie	PJ								
11.7	Müll	PJ				4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
11.8	Biomasse	PJ				3.4	6.3	8.8	9.3	9.4
11.9	Summe	PJ				69	80	80	80	62
12	Fernwärmebereitstellung									
12.1	Heizkraftwerke	PJ		23.9	24.3	30.6	35.6	38.3	36.5	30.3
12.2	Heizwerke	PJ		3.2	6.1	4.2	1.3	0.4	1.8	8.4
12.3	Abwärme	PJ							1.2	1.2
12.4	Summe Erzeugung	PJ		27.1	30.3	34.8	36.9	38.7	39.5	39.9
12.5	Import	PJ								
12.6	Summe Bereitstellung	PJ		27.1	30.3	34.8	36.9	38.7	39.5	39.9

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellerggebnisse				
13a	Primärenergieverbrauch (Wirkungsgradmethode - WM)									
13a.1	Steinkohlen	PJ	87.5	82.8	69.4	91.5	90.1	94.2	125.5	124.0
13a.2	Braunkohlen	PJ	7.1	5.6	5.6	3.7	3.4	3.4	3.3	3.2
13a.3	Mineralöle	PJ	510.7	505.6	491.7	508.9	505.0	502.7	488.7	502.2
13a.4	Gase	PJ	205.7	207.4	224.0	203.3	208.4	269.2	238.0	230.6
13a.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.7	176.3	97.3	12.0		
13a.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	1.1	2.0	3.0	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
13a.7	sonstige (Müll)	PJ	8.5	7.2	10.8	25.8	30.5	34.1	44.7	52.6
13a.8	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	47.4	43.9	30.8	47.5	64.1	52.5	52.5	52.5
13a.9	Summe	PJ	988.5	1019.8	1024.1	1059.6	1001.4	970.7	955.3	967.7
13b	Primärenergieverbrauch (Substitutionsprinzip - SP)									
13b.1	Steinkohlen	PJ	88	83	69	91.5	90.1	94.2	125.5	124.0
13b.2	Braunkohlen	PJ	7	6	6	4	3	3	3	3
13b.3	Mineralöle	PJ	511	506	492	509	505	503	489	502
13b.4	Naturgase	PJ	206	207	224	203	208	269	238	231
13b.5	Kernenergie	PJ	104	143	163	150	80	10		
13b.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	3.0	5.3	7.8	6.7	6.5	6.4	6.3	6.1
13b.7	sonstige (Müll)	PJ	8.5	7.2	10.8	26	31	34	45	53
13b.8	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	124	115	80	123	160	128	127	123
13b.9	Summe	PJ	1050	1071	1053	1113	1084	1048	1033	1041
14	Nettoimporte (Wirkungsgradmethode - WM)									
14.1	Steinkohlen	PJ	87.5	82.8	69.4	91.5	90.1	94.2	125.5	124.0
14.2	Braunkohlen	PJ	5.3	3.8	3.8	1.9	1.6	1.6	1.5	1.4
14.3	Mineralöle	PJ	510.7	505.6	491.7	509	505	503	489	502
14.4	Naturgase	PJ	205.7	207.4	224.0	203	208	269	238	231
14.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.7	176	97	12		
14.6	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	47.4	43.9	30.8	48	64	53	53	53
14.7	Wasserstoff	PJ								
14.8	Biokraftstoff	PJ								
14.9	Summe	PJ	977.1	1008.8	1008.5	1029	967	932	906	911
15	Gewinnung im Inland									
15.1	Steinkohlen	PJ								
15.2	Braunkohlen	PJ	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
15.3	Mineralöle	PJ								
15.4	Naturgase	PJ								
15.5	Kernenergie	PJ								
15.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	1.0	2.0	2.7	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
15.7	sonst. Erneuerbare (incl. Müll)	PJ	8.5	6.7	10.1	25.8	30.5	34.1	44.7	52.6
15.8	Summe	PJ	11.3	10.5	14.6	30.2	34.9	38.5	49.1	57.0
16	CO₂-Emissionen									
16.1	Energiegewinnung, -umwandl.	Mio. t	9.3	9.4	8.8	9.3	9.6	13.4	14.4	14.2
16.2	Industrie	Mio. t	5.8	4.3	3.8	3.4	3.4	3.3	3.2	3.2
16.3	GHD	Mio. t	5.7	4.8	5.3	4.9	4.7	4.5	4.2	3.8
16.3	Hausbrand	Mio. t	11.0	9.8	10.0	10.5	10.1	9.6	8.7	8.4
16.4	Verkehr	Mio. t	16.1	17.3	16.7	16.5	16.4	16.2	16.0	16.0
16.5	Summe	Mio. t	47.9	45.6	44.6	44.6	44.0	47.0	46.4	45.6
	GHD, Hausbrand, Verkehr	Mio. t	32.8	31.9	32.0	31.9	31.1	30.4	28.8	28.2
17	CH₄-Emissionen									
17.1	Energiegewinnung, -umwandl.	kt				17.4	14.3	12.1	12.4	11.7
17.2	Industrie	kt								
17.3	GHD	kt								
17.4	Hausbrand	kt				1.6	1.6	1.4	3.0	3.0
17.5	Verkehr	kt				1.5	1.4	1.4	1.2	1.3
17.6	Summe	kt				20.5	17.3	14.9	16.6	16.0
18	N₂O-Emissionen									
18.1	Energiegewinnung, -umwandl.	kt				1.2	1.2	1.4	1.6	1.8
18.2	Industrie	kt								
18.3	GHD	kt								
18.4	Hausbrand	kt								
18.5	Verkehr	kt				1.0	1.0	1.0	1.0	1.2
18.6	Summe	kt				2.2	2.2	2.4	2.6	3.0

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellerggebnisse				
19	THG- und Schadstoffemissionen									
19.1	THG-Emissionen	Mio. t CO ₂	47.9	45.6	44.6	45.8	45.1	48.1	47.6	46.8
19.2	NOx-Emissionen	kt				113	108	111	114	120
19.3	CO-Emissionen	kt				210	203	196	221	222
19.4	NMVOE-Emissionen	kt				29	29	28	31	32
19.5	Staub-Emissionen	kt				1.70	1.20	0.90	1.10	1.00
19.6	SO ₂ -Emissionen	kt				16	15	15	17	17
19.7	NH ₃ -Emissionen	kt				0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
20	Effizienz- und CO₂-Indikatoren									
20.1a	PEV (WM) pro Kopf	GJ / EW	164.92	168.31	168.31	172.1	163.4	158.4	156.0	158.1
20.1b	PEV (SP) pro Kopf	GJ / EW	175.24	176.81	173.01	180.8	176.9	171.1	168.7	170.1
20.2a	BIP / PEV (WM)	€ ₂₀₀₂ / GJ	162.2	177.8	177.4	203.6	224.0	240.9	259.7	280.9
20.2b	BIP / PEV (SP)	€ ₂₀₀₂ / GJ	152.6	169.2	172.6	193.8	206.9	223.1	240.0	261.0
20.3a	PEV (WM) / BIP	MJ / € ₂₀₀₂	6.17	5.62	5.64	4.91	4.46	4.15	3.85	3.56
20.3b	PEV (SP) / BIP	MJ / € ₂₀₀₂	6.55	5.91	5.79	5.16	4.83	4.48	4.17	3.83
20.4	Nutzungsgrad Stromerzeugung	% _{netto}		35.3	34.4	36.3	37.3	42.7	46.2	45.0
20.5a	EEV Ind. / Industrieprod.	MJ / € ₂₀₀₂	2.81	2.30	2.28	2.07	2.02	1.93	1.84	1.74
20.5b	Industrieprod. / EEV Ind.	€ ₂₀₀₂ / GJ	356.4	434.0	438.2	483.5	496.0	518.0	543.0	576.0
20.6	EEV GHD / Erwerbstätigem	GJ / Pers.	44.7	41.4	43.8	42.1	40.1	39.5	37.8	36.3
20.7	EEV HH / m ²	MJ / m ²	899	795	792	836	808	820	807	769
20.8	EEV PV / Pkm	kJ / Pkm	k.A.	k.A.	2889	3011	2975	2948	2916	2928
20.9	EEV GV / tkm	kJ / tkm	1381	1491	1379	1311	1322	1209	1136	1025
20.10	Energieimportabhängigkeit (WM)	%	98.8	98.9	98.5	97.1	96.5	96.0	94.9	94.1
20.11	Wert der Netto-Energieimporte	Mrd. € ₂₀₀₂	2.4	3.7	3.0	4.0	3.6	3.3	3.7	3.8
20.12	Netto-Energieimporte (WM) / BIP	%	1.5	2.1	1.7	1.8	1.6	1.4	1.5	1.4
20.13	THG / BIP	g / T€ ₂₀₀₂	298.8	251.3	245.7	212.1	200.9	205.6	191.9	172.3
20.14	THG / Kopf	t / EW	8.0	7.5	7.3	7.4	7.4	7.8	7.8	7.6
20.15a	THG / PEV (WM)	t / GJ	48.5	44.7	43.6	43.2	45.0	49.5	49.8	48.4
20.15b	THG / PEV (SP)	t / GJ	45.6	42.5	42.4	41.1	41.6	45.9	46.1	45.0
20.16	CO ₂ / BIP	g / T€ ₂₀₀₂	298.8	251.3	245.7	206.9	196.3	201.1	187.2	167.7
20.17	CO ₂ / Kopf	t / EW	8.0	7.5	7.3	7.2	7.2	7.7	7.6	7.4
20.18a	CO ₂ / PEV (WM)	t / GJ	48.5	44.7	43.6	42.1	44.0	48.4	48.6	47.1
20.18b	CO ₂ / PEV (SP)	t / GJ	45.6	42.5	42.4	40.1	40.6	44.9	44.9	43.8
21	Weitere Indikatoren									
21.1	Systemkosten im Bezugsjahr	Mrd. Euro ₀₂				29.48	29.54	28.60	28.69	27.55
21.2	Kumulierte Systemkosten	Mrd. Euro ₀₂				241.11	300.36	357.11	443.12	579.19
21.3	Auf 2000 abdiskontierte kumulier-te Systemkosten	Mrd. Euro ₀₂				219.80	263.96	303.06	356.81	429.52

Tabelle 38: TIMES-HS Ergebnisse Szenario Klimaschutz mit geringen Landesmitteln (KGL) / Szenario C

Szenario Reporting Tabelle - Klimaschutz mit geringen Landesmitteln

Studie:	InKlim Hessen 2012
Autoren:	B. Rühle, U. Fahl
Institutionen:	IER Stuttgart
Region:	Hessen
Szenario:	KGL- Klimaschutz mit geringen Landesmitteln
Datum:	14.03.2006
Basisjahr:	2002

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellergebnisse				
1	Demographische Rahmenannahmen									
1.1	Bevölkerung (Jahresende)	Mio.	5.994	6.059	6.085	6.156	6.128	6.127	6.125	6.122
1.2	Anzahl der Haushalte	Mio.	2.708	2.799	2.840	2.930	2.950	2.970	3.000	3.000
1.3	Anzahl der Wohnflächen	Mio. m ²	230.7	246.5	251.2	256.0	260.0	264.0	264.0	264.0
1.4	Bewohnte Wohnfläche	Mio. m ²	230.7	246.5	251.2	256.0	260.0	264.0	270.0	280.0
1.5	Bewohnte Wohnfläche pro Kopf	m ² / EW	38.5	40.7	41.3	41.85	42.4	43.1	44.1	45.7
1.6	Personenkilometer	Mrd.			106.4	111.9	115.0	118.3	122.3	128.2
1.7	Personenverkehrs. pro Kopf	Pkm / EW			17480	18182	18763	19307	19961	20949
2	Ökonomische Rahmenannahmen									
2.1	Entwicklung des BIP	Mrd. Euro ₂₀₀₂	160.3	181.3	181.7	215.7	224.3	233.8	248.1	271.8
2.2	Industrieproduktion real	Mrd. Euro ₂₀₀₂	48.7	51.0	51.1	53.6	54.2	55.4	57.2	60.2
2.3	Erwerbstätige	Mio.	2.87	2.99	3.02	3.03	3.06	3.04	3.01	2.973
2.4	Tonnenkilometer (BIP abhängig)	Mrd.	40.6	40.6	40.6	45.0	46.5	48.6	51.7	57.1
2.5	Güterverkehrs. / Industrieprod.	tkm / T€ ₂₀₀₂	833	796	794	840	857	877	903	947
2.3	Zinssatz (international)	% p. a.								
2.4	technischer Fortschritt	% p. a.								
3	Energiepreise									
3.1	Importpreis Rohöl	€ ₂₀₀₂ /GJ	2.42	5.43	4.42	5.42	4.54	4.56	4.59	4.64
3.2	Importpreis Erdgas	€ ₂₀₀₂ /GJ	2.08	3.30	3.48	4.01	3.77	3.81	3.86	3.95
3.3	Importpreis Steinkohle	€ ₂₀₀₂ /GJ	1.42	1.44	1.47	1.89	1.82	1.83	1.84	1.86
3.4	CO ₂ -Preis	€ ₂₀₀₂ /t CO ₂				10.00	10.00	12.50	12.50	12.50
4	Endenergieverbrauch nach Energieträgern									
4.1	Kohlen	PJ	11.5	9.0	8.3	7.6	7.2	7.1	6.5	6.1
4.2	Mineralölprodukte	PJ	486.4	483.5	471.4	487.5	484.2	484.5	464.6	479.0
4.3	Gase	PJ	176.8	175.6	182.9	183.7	182.5	177.5	182.0	177.7
4.4	Kernenergie	PJ								
4.5	Strom	PJ	120.1	125.8	124.0	125.3	122.5	121.2	122.8	124.0
4.6	Fern-/Nahwärme	PJ	12.2	24.4	28.7	29.9	31.9	32.4	34.2	32.7
4.7	Erneuerbare	PJ	1.7	1.1	1.2	13.5	14.6	15.0	21.5	22.1
4.8	Sonstige (Methanol, Wasserstoff)	PJ								
4.9	Summe	PJ	808.7	819.5	816.4	847.5	842.9	837.7	831.6	841.6
5	Endenergieverbrauch nach Sektoren									
5.1	Industrie	PJ	132.5	117.4	116.7	110.3	108.9	107.4	105.9	104.8
5.2	GHD	PJ	128.2	123.9	132.4	127.5	122.4	119.0	114.1	108.1
5.3	Haushalte	PJ	207.5	196.1	199.1	213.7	210.0	203.8	201.1	198.8
5.4	Verkehr	PJ	340.6	382.0	368.2	396.0	401.6	407.5	410.5	429.9
6	Stromverbrauch nach Sektoren									
6.1	Industrie	TWh	11.4	11.4	11.4	11.0	10.8	10.6	10.6	10.5
6.2	GHD	TWh	9.9	11.5	11.6	12.6	11.7	11.5	10.8	10.6
6.3	Haushalte	TWh	10.0	10.2	10.3	10.2	10.4	10.4	10.7	11.2
6.4	Verkehr	TWh	2.0	1.9	1.1	1.3	1.4	1.4	2.3	2.5
6.5	Endenergie	TWh	33.4	35.0	34.4	35.1	34.4	34.0	34.4	34.8
6.6										
6.7	Gewinnung, Umwandlung, Leitungsverluste	TWh	1.3	1.8	1.0	2.0	2.0	2.0	1.9	2.0
6.8	Pumpstromverbrauch	TWh	0.9	0.8	1.1	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8
6.9	Summe	TWh	35.5	37.5	36.6	37.9	37.1	36.9	37.2	37.6

	Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020	
		Statistische Werte			Modellerggebnisse					
7	Netto-Stromerzeugung									
7.1	Steinkohle	TWh		7.2	6.1	7.8	7.9	3.7	4.0	3.3
7.2	Braunkohle	TWh								
7.3	Heizöl	TWh		0.1	0.1					
7.4	Erdgas	TWh		2.0	2.2	2.2	3.3	4.1	3.7	3.7
7.5	Kernenergie	TWh		16.9	16.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
7.6	Wasserkraft	TWh		0.87	1.16	0.75	0.75	0.86	0.81	0.78
7.7	Wind	TWh		0.2	0.4	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
7.8	Photovoltaik	TWh								
7.9	Erneuerbare, Müll	TWh		0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6
7.10	Summe	TWh		27.6	26.5	26.9	28.1	24.9	24.8	24.1
7.11	dav. in Kraft-Wärme-Kopplung	TWh				5.0	5.9	6.5	6.8	7.5
8	Netto-Engpaßleistung									
8.1	Steinkohle	GW		1.7	1.6	1.6	0.7	0.8	0.7	
8.2	Braunkohle	GW		0.0						
8.3	Heizöl	GW		0.0						
8.4	Erdgas	GW		1.0	1.6	1.6	1.6	1.6	1.5	
8.5	Kernenergie	GW		2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	
8.6	Wasserkraft	GW		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
8.7	Wind	GW		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
8.8	Photovoltaik	GW			0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	
8.9	Erneuerbare, Müll	GW		0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	
8.10	Summe	GW		6.2	6.7	6.8	5.8	5.9	5.7	
8.11	dav. in Kraft-Wärme-Kopplung	GW		k. A.	1.8	1.8	1.4	1.4	1.1	
9	Energieeinsatz zur Stromerzeugung (Wirkungsgradmethode)									
9.1	Steinkohle	PJ	81.5	78.0	57.7	67.7	80.7	56.3	57.8	54.4
9.2	Braunkohle	PJ	1.6	1.4	0.8					
9.3	Heizöl	PJ	3.1	0.7	0.7					
9.4	Gase	PJ	23.5	29.2	21.5	13.3	17.4	23.2	21.1	23.2
9.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.8	176.3	176.3	176.3	176.3	176.3
9.6	Wasserkraft	PJ	1.0	1.2	1.4	0.2	0.2	0.2	2.9	2.8
9.7	Wind	PJ	0.1	0.8	1.3	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
9.8	Photovoltaik	PJ	0.0	0.006	0.052					
9.9	Erneuerbare, Müll	PJ		5.3	4.9	3.3	3.4	3.3	1.2	1.3
9.10	Wasser-Pumpspeicher	PJ				1.9	1.9	2.3	2.1	2.0
9.11	Summe	PJ	231.3	281.8	277.2	264.5	281.7	263.5	263.3	261.8
10	KWK-Netto-Stromerzeugung									
10.1	Steinkohle	TWh		2.6	4.3	5.1	4.6	4.6	3.3	
10.2	Braunkohle	TWh								
10.3	Mineralöle	TWh								
10.4	Erdgas	TWh		1.6	0.3	0.3	1.3	1.6	3.6	
10.5	Sonstige Gase	TWh								
10.6	Kernenergie	TWh								
10.7	Erneuerbare, Müll	TWh		0.19	0.39	0.44	0.55	0.55	0.57	
10.8	Erneuerbare	TWh								
10.9	Summe	TWh		4.5	5.0	5.9	6.5	6.8	7.5	
11	Brennstoffeinsatz in Heizkraftwerken									
11.1	Steinkohle	PJ			53.9	55.7	42.7	42.7	31.1	
11.2	Braunkohle	PJ								
11.3	Mineralöle	PJ								
11.4	Erdgas	PJ			7.6	14.2	20.4	20.1	22.9	
11.5	Sonstige Gase	PJ								
11.6	Kernenergie	PJ								
11.7	Müll	PJ			4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	
11.8	Biomasse	PJ			0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	
11.9	Summe	PJ			66	75	68	67	59	
12	Fernwärmebereitstellung									
12.1	Heizkraftwerke	PJ		23.9	24.3	30.7	35.8	36.8	37.9	30.6
12.2	Heizwerke	PJ		3.2	6.1	4.1	1.3	0.3	0.8	0.5
12.3	Abwärme	PJ						0.7	0.7	6.5
12.4	Summe Erzeugung	PJ		27.1	30.3	34.8	37.1	37.8	39.4	37.6
12.5	Import	PJ								
12.6	Summe Bereitstellung	PJ		27.1	30.3	34.8	37.1	37.8	39.4	37.6

Einheit		1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020	
		Statistische Werte			Modellerggebnisse					
13a	Primärenergieverbrauch (Wirkungsgradmethode - WM)									
13a.1	Steinkohlen	PJ	87.5	82.8	69.4	92.1	91.4	49.9	52.5	42.4
13a.2	Braunkohlen	PJ	7.1	5.6	5.6	3.7	3.4	3.4	3.3	3.2
13a.3	Mineralöle	PJ	510.7	505.6	491.7	508.9	504.9	503.6	481.1	494.6
13a.4	Gase	PJ	205.7	207.4	224.0	212.0	216.9	221.4	225.6	225.7
13a.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.7	176.4	176.4	176.4	176.4	176.4
13a.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	1.1	2.0	3.0	2.8	2.9	2.9	2.8	2.8
13a.7	sonstige (Müll)	PJ	8.5	7.2	10.8	22.1	24.6	25.6	31.5	32.2
13a.8	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	47.4	43.9	30.8	44.2	37.0	47.4	48.8	51.9
13a.9	Summe	PJ	988.5	1019.8	1024.1	1062.2	1057.5	1030.6	1022.0	1029.2
13b	Primärenergieverbrauch (Substitutionsprinzip - SP)									
13b.1	Steinkohlen	PJ	88	83	69	92.1	91.4	49.9	52.5	42.4
13b.2	Braunkohlen	PJ	7	6	6	4	3	3	3	3
13b.3	Mineralöle	PJ	511	506	492	509	505	504	481	495
13b.4	Naturgase	PJ	206	207	224	212	217	221	226	226
13b.5	Kernenergie	PJ	104	143	163	150	145	142	141	136
13b.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	3.0	5.3	7.8	7.2	7.2	7.1	6.8	6.5
13b.7	sonstige (Müll)	PJ	8.5	7.2	10.8	22	25	26	32	32
13b.8	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	124	115	80	114	92	116	118	121
13b.9	Summe	PJ	1050	1071	1053	1111	1086	1069	1060	1062
14	Nettoimporte (Wirkungsgradmethode - WM)									
14.1	Steinkohlen	PJ	87.5	82.8	69.4	92.1	91.4	49.9	52.5	42.4
14.2	Braunkohlen	PJ	5.3	3.8	3.8	1.9	1.6	1.6	1.5	1.4
14.3	Mineralöle	PJ	510.7	505.6	491.7	509	505	504	481	495
14.4	Naturgase	PJ	205.7	207.4	224.0	212	217	221	226	226
14.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.7	176	176	176	176	176
14.6	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	47.4	43.9	30.8	44	37	47	49	52
14.7	Wasserstoff	PJ								
14.8	Biokraftstoff	PJ								
14.9	Summe	PJ	977.1	1008.8	1008.5	1036	1028	1000	986	992
15	Gewinnung im Inland									
15.1	Steinkohlen	PJ								
15.2	Braunkohlen	PJ	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
15.3	Mineralöle	PJ								
15.4	Naturgase	PJ								
15.5	Kernenergie	PJ								
15.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	1.0	2.0	2.7	2.8	2.9	2.9	2.8	2.8
15.7	sonst. Erneuerbare (incl. Müll)	PJ	8.5	6.7	10.1	22.1	24.6	25.6	31.5	32.2
15.8	Summe	PJ	11.3	10.5	14.6	26.7	29.3	30.3	36.1	36.8
16	CO₂-Emissionen									
16.1	Energiegewinnung, -umwandl.	Mio. t	9.3	9.4	8.8	9.8	10.2	6.8	7.0	6.4
16.2	Industrie	Mio. t	5.8	4.3	3.8	3.4	3.4	3.3	3.2	3.3
16.3	GHD	Mio. t	5.7	4.8	5.3	4.9	4.7	4.4	4.2	3.8
16.3	Hausbrand	Mio. t	11.0	9.8	10.0	10.5	10.0	9.7	8.7	8.4
16.4	Verkehr	Mio. t	16.1	17.3	16.7	16.5	16.4	16.2	15.4	15.4
16.5	Summe	Mio. t	47.9	45.6	44.6	45.2	44.6	40.4	38.5	37.2
	GHD, Hausbrand, Verkehr	Mio. t	32.8	31.9	32.0	31.9	31.1	30.3	28.3	27.6
17	CH₄-Emissionen									
17.1	Energiegewinnung, -umwandl.	kt				17.5	14.2	11.7	12.1	11.6
17.2	Industrie	kt								
17.3	GHD	kt								
17.4	Hausbrand	kt				1.5	1.6	1.4	3.0	3.0
17.5	Verkehr	kt				1.5	1.4	1.4	1.2	1.3
17.6	Summe	kt				20.5	17.2	14.5	16.3	15.9
18	N₂O-Emissionen									
18.1	Energiegewinnung, -umwandl.	kt				1.2	1.2	1.1	1.1	0.9
18.2	Industrie	kt								
18.3	GHD	kt								
18.4	Hausbrand	kt								
18.5	Verkehr	kt				1.0	1.0	1.0	1.0	1.2
18.6	Summe	kt				2.2	2.2	2.1	2.1	2.1

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellerggebnisse				
19	THG- und Schadstoffemissionen									
19.1	THG-Emissionen	Mio. t CO ₂	47.9	45.6	44.6	46.3	45.6	41.3	39.5	38.2
19.2	NOx-Emissionen	kt				114	108	105	108	114
19.3	CO-Emissionen	kt				210	203	193	212	214
19.4	NMVOE-Emissionen	kt				29	29	28	31	32
19.5	Staub-Emissionen	kt				1.70	1.20	0.90	1.00	0.90
19.6	SO ₂ -Emissionen	kt				16	15	12	11	10
19.7	NH ₃ -Emissionen	kt				0.1	0.1			
20	Effizienz- und CO₂-Indikatoren									
20.1a	PEV (WM) pro Kopf	GJ / EW	164.92	168.31	168.31	172.5	172.6	168.2	166.9	168.1
20.1b	PEV (SP) pro Kopf	GJ / EW	175.24	176.81	173.01	180.4	177.2	174.5	173.0	173.5
20.2a	BIP / PEV (WM)	€ ₂₀₀₂ / GJ	162.2	177.8	177.4	203.1	212.1	226.9	242.7	264.1
20.2b	BIP / PEV (SP)	€ ₂₀₀₂ / GJ	152.6	169.2	172.6	194.2	206.5	218.6	234.1	256.0
20.3a	PEV (WM) / BIP	MJ / € ₂₀₀₂	6.17	5.62	5.64	4.92	4.71	4.41	4.12	3.79
20.3b	PEV (SP) / BIP	MJ / € ₂₀₀₂	6.55	5.91	5.79	5.15	4.84	4.57	4.27	3.91
20.4	Nutzungsgrad Stromerzeugung	% _{netto}		35.3	34.4	36.6	35.9	34.0	34.0	33.2
20.5a	EEV Ind. / Industrieprod.	MJ / € ₂₀₀₂	2.81	2.30	2.28	2.06	2.01	1.94	1.85	1.74
20.5b	Industrieprod. / EEV Ind.	€ ₂₀₀₂ / GJ	356.4	434.0	438.2	485.7	497.9	516.0	540.4	574.9
20.6	EEV GHD / Erwerbstätigem	GJ / Pers.	44.7	41.4	43.8	42.1	40.1	39.2	37.9	36.4
20.7	EEV HH / m ²	MJ / m ²	899	795	792	835	808	820	807	769
20.8	EEV PV / Pkm	kJ / Pkm	k.A.	k.A.	2889	3011	2975	2948	2878	2896
20.9	EEV GV / tkm	kJ / tkm	1381	1491	1379	1311	1322	1209	1136	1025
20.10	Energieimportabhängigkeit (WM)	%	98.8	98.9	98.5	97.5	97.2	97.1	96.5	96.4
20.11	Wert der Netto-Energieimporte	Mrd. € ₂₀₀₂	2.4	3.7	3.0	4.0	3.5	3.1	3.5	3.7
20.12	Netto-Energieimporte (WM) / BIP	%	1.5	2.1	1.7	1.9	1.5	1.3	1.4	1.4
20.13	THG / BIP	g / T€ ₂₀₀₂	298.8	251.3	245.7	214.5	203.5	176.8	159.2	140.7
20.14	THG / Kopf	t / EW	8.0	7.5	7.3	7.5	7.4	6.7	6.4	6.2
20.15a	THG / PEV (WM)	t / GJ	48.5	44.7	43.6	43.6	43.2	40.1	38.6	37.1
20.15b	THG / PEV (SP)	t / GJ	45.6	42.5	42.4	41.7	42.0	38.7	37.3	36.0
20.16	CO ₂ / BIP	g / T€ ₂₀₀₂	298.8	251.3	245.7	209.3	198.8	172.7	155.2	137.0
20.17	CO ₂ / Kopf	t / EW	8.0	7.5	7.3	7.3	7.3	6.6	6.3	6.1
20.18a	CO ₂ / PEV (WM)	t / GJ	48.5	44.7	43.6	42.5	42.2	39.2	37.7	36.2
20.18b	CO ₂ / PEV (SP)	t / GJ	45.6	42.5	42.4	40.7	41.1	37.8	36.3	35.1
21	Weitere Indikatoren									
21.1	Systemkosten im Bezugsjahr	Mrd. Euro ₀₂				29.47	29.40	28.11	28.18	26.97
21.2	Kumulierte Systemkosten	Mrd. Euro ₀₂				241.05	299.96	356.04	440.64	573.97
21.3	Auf 2000 abdiskontierte kumulier-te Systemkosten	Mrd. Euro ₀₂				219.74	263.65	302.30	355.16	426.41

Tabelle 39: TIMES-HS Ergebnisse Szenario Referenzentwicklung mit hohen Energiepreisen (PREIS)

Szenario Reporting Tabelle - Referenzentwicklung mit hohen Energiepreisen

Studie:	InKlim Hessen 2012
Autoren:	B. Rühle, U. Fahl
Institutionen:	IER Stuttgart
Region:	Hessen
Szenario:	PREIS - Referenzentwicklung mit hohen Energiepreisen
Datum:	14.03.2006
Basisjahr:	2002

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellergebnisse				
1	Demographische Rahmenannahmen									
1.1	Bevölkerung (Jahresende)	Mio.	5.994	6.059	6.085	6.156	6.128	6.127	6.125	6.122
1.2	Anzahl der Haushalte	Mio.	2.708	2.799	2.840	2.930	2.950	2.970	3.000	3.000
1.3	Anzahl der Wohnflächen	Mio. m ²	230.7	246.5	251.2	256.0	260.0	264.0	264.0	264.0
1.4	Bewohnte Wohnfläche	Mio. m ²	230.7	246.5	251.2	256.0	260.0	264.0	270.0	280.0
1.5	Bewohnte Wohnfläche pro Kopf	m ² / EW	38.5	40.7	41.3	41.85	42.4	43.1	44.1	45.7
1.6	Personenkilometer	Mrd.			106.4	111.9	115.0	118.3	122.3	128.2
1.7	Personenverkehrs. pro Kopf	Pkm / EW			17480	18182	18763	19307	19961	20949
2	Ökonomische Rahmenannahmen									
2.1	Entwicklung des BIP	Mrd. Euro ₂₀₀₂	160.3	181.3	181.7	215.7	224.3	233.8	248.1	271.8
2.2	Industrieproduktion real	Mrd. Euro ₂₀₀₂	48.7	51.0	51.1	53.6	54.2	55.4	57.2	60.2
2.3	Erwerbstätige	Mio.	2.87	2.99	3.02	3.03	3.06	3.04	3.01	2.973
2.4	Tonnenkilometer (BIP abhängig)	Mrd.	40.6	40.6	40.6	45.0	46.5	48.6	51.7	57.1
2.5	Güterverkehrs. / Industrieprod.	tkm / T _{€2002}	833	796	794	840	857	877	903	947
3	Energiepreise									
3.1	Importpreis Rohöl	€ ₂₀₀₂ /GJ	2.42	5.43	4.42	7.44	7.91	7.91	7.91	7.93
3.2	Importpreis Erdgas	€ ₂₀₀₂ /GJ	2.08	3.30	3.48	5.69	6.56	6.56	6.56	6.58
3.3	Importpreis Steinkohle	€ ₂₀₀₂ /GJ	1.42	1.44	1.47	2.33	2.56	2.46	2.31	1.86
3.4	CO ₂ -Preis	€ ₂₀₀₂ /t CO ₂				28.25	30.42	32.90	37.00	45.00
4	Endenergieverbrauch nach Energieträgern									
4.1	Kohlen	PJ	11.5	9.0	8.3	7.7	7.3	7.1	6.4	6.1
4.2	Mineralölprodukte	PJ	486.4	483.5	471.4	488.3	481.4	475.2	449.0	464.6
4.3	Gase	PJ	176.8	175.6	182.9	192.4	191.6	201.7	207.6	206.9
4.4	Kernenergie	PJ								
4.5	Strom	PJ	120.1	125.8	124.0	125.9	124.3	120.4	124.3	121.8
4.6	Fern-/Nahwärme	PJ	12.2	24.4	28.7	30.2	32.0	33.9	34.4	34.4
4.7	Erneuerbare	PJ	1.7	1.1	1.2	11.0	12.5	12.6	26.2	28.1
4.8	Sonstige (Methanol, Wasserstoff)	PJ								
4.9	Summe	PJ	808.7	819.5	816.4	855.5	849.1	850.9	847.9	859.9
5	Endenergieverbrauch nach Sektoren									
5.1	Industrie	PJ	132.5	117.4	116.7	111.1	109.2	107.9	106.4	105.2
5.2	GHD	PJ	128.2	123.9	132.4	129.2	124.9	122.1	116.5	110.8
5.3	Haushalte	PJ	207.5	196.1	199.1	218.7	215.4	210.0	210.2	209.6
5.4	Verkehr	PJ	340.6	382.0	368.2	396.5	399.6	410.9	414.8	434.3
6	Stromverbrauch nach Sektoren									
6.1	Industrie	TWh	11.4	11.4	11.4	11.2	10.9	10.8	10.8	10.7
6.2	GHD	TWh	9.9	11.5	11.6	12.6	11.8	11.2	10.8	10.6
6.3	Haushalte	TWh	10.0	10.2	10.3	10.3	10.4	10.4	11.0	10.6
6.4	Verkehr	TWh	2.0	1.9	1.1	1.3	1.7	1.4	2.3	2.4
6.5	Endenergie	TWh	33.4	35.0	34.4	35.3	34.9	33.8	34.9	34.2
6.6										
6.7	Gewinnung, Umwandlung, Leitungsverluste	TWh	1.3	1.8	1.0	2.2	2.2	2.0	2.0	2.1
6.8	Pumpstromverbrauch	TWh	0.9	0.8	1.1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
6.9	Summe	TWh	35.5	37.5	36.6	38.2	37.8	36.5	37.6	37.1

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellerggebnisse				
7	Netto-Stromerzeugung									
7.1	Steinkohle	TWh		7.2	6.1	5.3	5.6	9.4	15.2	14.1
7.2	Braunkohle	TWh								
7.3	Heizöl	TWh		0.1	0.1					
7.4	Erdgas	TWh		2.0	2.2	2.5	1.2	11.0	7.4	7.4
7.5	Kernenergie	TWh		16.9	16.3	15.2	8.4	1.0		
7.6	Wasserkraft	TWh		0.87	1.16	0.69	0.69	0.69	0.72	0.72
7.7	Wind	TWh		0.2	0.4	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
7.8	Photovoltaik	TWh								
7.9	Erneuerbare, Müll	TWh		0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
7.10	Summe	TWh		27.6	26.5	24.4	16.6	22.9	24.1	23.0
7.11	dav. in Kraft-Wärme-Kopplung	TWh				5.0	5.9	6.9	7.1	8.1
8	Netto-Engpaßleistung									
8.1	Steinkohle	GW			1.7	1.6	1.6	1.5	2.3	2.1
8.2	Braunkohle	GW			0.0					
8.3	Heizöl	GW			0.0					
8.4	Erdgas	GW			1.0	1.2	1.2	1.8	1.8	1.8
8.5	Kernenergie	GW			2.4	2.4	1.2	1.2		
8.6	Wasserkraft	GW			0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
8.7	Wind	GW			0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
8.8	Photovoltaik	GW				0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
8.9	Erneuerbare, Müll	GW			0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
8.10	Summe	GW			6.2	6.2	5.0	5.5	5.1	5.0
8.11	dav. in Kraft-Wärme-Kopplung	GW			k. A.	1.6	1.6	1.2	1.2	1.0
9	Energieeinsatz zur Stromerzeugung (Wirkungsgradmethode)									
9.1	Steinkohle	PJ	81.5	78.0	57.7	43.9	60.4	100.7	142.8	135.7
9.2	Braunkohle	PJ	1.6	1.4	0.8					
9.3	Heizöl	PJ	3.1	0.7	0.7					
9.4	Gase	PJ	23.5	29.2	21.5	11.0	5.5	72.6	39.9	44.0
9.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.8	176.1	97.1	11.9		
9.6	Wasserkraft	PJ	1.0	1.2	1.4	0.2	0.2	0.2	2.6	2.6
9.7	Wind	PJ	0.1	0.8	1.3	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
9.8	Photovoltaik	PJ	0.0	0.006	0.052					
9.9	Erneuerbare, Müll	PJ		5.3	4.9	3.3	3.3	3.8	2.5	2.7
9.10	Wasser-Pumpspeicher	PJ				1.9	1.9	1.9	2.0	2.0
9.11	Summe	PJ	231.3	281.8	277.2	238.0	170.0	192.7	191.5	188.6
10	KWK-Netto-Stromerzeugung									
10.1	Steinkohle	TWh			2.6	4.3	5.2	4.6	4.6	3.3
10.2	Braunkohle	TWh								
10.3	Mineralöle	TWh								
10.4	Erdgas	TWh			1.6	0.4	0.4	2.0	2.1	4.4
10.5	Sonstige Gase	TWh								
10.6	Kernenergie	TWh								
10.7	Erneuerbare, Müll	TWh			0.19	0.27	0.27	0.32	0.41	0.41
10.8	Erneuerbare	TWh								
10.9	Summe	TWh			4.5	5.0	5.9	6.9	7.1	8.1
11	Brennstoffeinsatz in Heizkraftwerken									
11.1	Steinkohle	PJ				54.1	55.1	42.7	42.7	31.1
11.2	Braunkohle	PJ								
11.3	Mineralöle	PJ								
11.4	Erdgas	PJ				17.6	8.8	27.1	26.0	24.8
11.5	Sonstige Gase	PJ								
11.6	Kernenergie	PJ								
11.7	Müll	PJ				4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
11.8	Biomasse	PJ				0.4	0.4	1.0	1.9	1.9
11.9	Summe	PJ				76	69	75	75	62
12	Fernwärmebereitstellung									
12.1	Heizkraftwerke	PJ		23.9	24.3	31.2	35.7	38.1	39.0	32.1
12.2	Heizwerke	PJ		3.2	6.1	4.1	1.6	0.7	0.7	0.7
12.3	Abwärme	PJ						0.6	0.6	6.9
12.4	Summe Erzeugung	PJ		27.1	30.3	35.3	37.3	39.4	40.3	39.7
12.5	Import	PJ								
12.6	Summe Bereitstellung	PJ		27.1	30.3	35.3	37.3	39.4	40.3	39.7

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellerggebnisse				
13a	Primärenergieverbrauch (Wirkungsgradmethode - WM)									
13a.1	Steinkohlen	PJ	87.5	82.8	69.4	68.2	70.6	94.4	137.5	124.0
13a.2	Braunkohlen	PJ	7.1	5.6	5.6	3.7	3.5	3.4	3.3	3.2
13a.3	Mineralöle	PJ	510.7	505.6	491.7	509.7	501.8	494.3	465.1	480.0
13a.4	Gase	PJ	205.7	207.4	224.0	221.4	210.7	300.0	274.6	279.2
13a.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.7	176.3	97.3	12.0		
13a.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	1.1	2.0	3.0	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
13a.7	sonstige (Müll)	PJ	8.5	7.2	10.8	19.7	22.4	22.9	37.5	37.7
13a.8	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	47.4	43.9	30.8	52.5	80.7	52.5	52.5	52.5
13a.9	Summe	PJ	988.5	1019.8	1024.1	1053.9	989.4	981.9	972.9	979.0
13b	Primärenergieverbrauch (Substitutionsprinzip - SP)									
13b.1	Steinkohlen	PJ	88	83	69	68.2	70.6	94.4	137.5	124.0
13b.2	Braunkohlen	PJ	7	6	6	4	4	3	3	3
13b.3	Mineralöle	PJ	511	506	492	510	502	494	465	480
13b.4	Naturgase	PJ	206	207	224	221	211	300	275	279
13b.5	Kernenergie	PJ	104	143	163	150	80	10		
13b.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	3.0	5.3	7.8	6.2	6.0	5.9	5.8	5.6
13b.7	sonstige (Müll)	PJ	8.5	7.2	10.8	20	22	23	38	38
13b.8	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	124	115	80	136	201	128	127	123
13b.9	Summe	PJ	1050	1071	1053	1115	1097	1059	1051	1052
14	Nettoimporte (Wirkungsgradmethode - WM)									
14.1	Steinkohlen	PJ	87.5	82.8	69.4	68.1	70.5	94.4	137.4	123.9
14.2	Braunkohlen	PJ	5.3	3.8	3.8	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4
14.3	Mineralöle	PJ	510.7	505.6	491.7	510	502	494	465	480
14.4	Naturgase	PJ	205.7	207.4	224.0	221	211	300	275	279
14.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.7	176	97	12		
14.6	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	47.4	43.9	30.8	53	81	53	53	53
14.7	Wasserstoff	PJ								
14.8	Biokraftstoff	PJ								
14.9	Summe	PJ	977.1	1008.8	1008.5	1030	963	955	931	937
15	Gewinnung im Inland									
15.1	Steinkohlen	PJ				0.1	0.1		0.1	0.1
15.2	Braunkohlen	PJ	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
15.3	Mineralöle	PJ								
15.4	Naturgase	PJ								
15.5	Kernenergie	PJ								
15.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	1.0	2.0	2.7	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
15.7	sonst. Erneuerbare (incl. Müll)	PJ	8.5	6.7	10.1	19.7	22.4	22.9	37.5	37.7
15.8	Summe	PJ	11.3	10.5	14.6	24.0	26.7	27.1	41.8	42.0
16	CO₂-Emissionen									
16.1	Energiegewinnung, -umwandl.	Mio. t	9.3	9.4	8.8	7.6	7.4	13.8	16.0	15.1
16.2	Industrie	Mio. t	5.8	4.3	3.8	3.5	3.4	3.4	3.3	3.2
16.3	GHD	Mio. t	5.7	4.8	5.3	5.0	4.8	4.6	4.3	3.9
16.3	Hausbrand	Mio. t	11.0	9.8	10.0	10.9	10.4	10.1	8.8	8.9
16.4	Verkehr	Mio. t	16.1	17.3	16.7	16.6	16.1	15.3	14.1	14.2
16.5	Summe	Mio. t	47.9	45.6	44.6	43.5	42.1	47.2	46.5	45.3
	GHD, Hausbrand, Verkehr	Mio. t	32.8	31.9	32.0	32.4	31.4	30.0	27.2	27.0
17	CH₄-Emissionen									
17.1	Energiegewinnung, -umwandl.	kt				18.3	14.8	12.4	12.7	12.4
17.2	Industrie	kt								
17.3	GHD	kt								
17.4	Hausbrand	kt				1.4	1.3	1.2	2.8	2.9
17.5	Verkehr	kt				1.5	1.4	1.3	1.1	1.2
17.6	Summe	kt				21.2	17.5	14.9	16.6	16.5
18	N₂O-Emissionen									
18.1	Energiegewinnung, -umwandl.	kt				1.1	1.1	1.4	1.4	1.3
18.2	Industrie	kt								
18.3	GHD	kt								
18.4	Hausbrand	kt								
18.5	Verkehr	kt				1.0	1.0	1.0	1.0	1.1
18.6	Summe	kt				2.1	2.1	2.4	2.4	2.4

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellerggebnisse				
19	THG- und Schadstoffemissionen									
19.1	THG-Emissionen	Mio. t CO ₂	47.9	45.6	44.6	44.6	43.1	48.2	47.6	46.4
19.2	NOx-Emissionen	kt				113	106	110	114	119
19.3	CO-Emissionen	kt				203	195	183	199	202
19.4	NMVOE-Emissionen	kt				29	28	28	30	31
19.5	Staub-Emissionen	kt				1.50	1.00	0.90	1.10	1.00
19.6	SO ₂ -Emissionen	kt				14	14	15	18	17
19.7	NH ₃ -Emissionen	kt				0.1		0.1	0.1	0.1
20	Effizienz- und CO₂-Indikatoren									
20.1a	PEV (WM) pro Kopf	GJ / EW	164.92	168.31	168.31	171.2	161.5	160.3	158.8	159.9
20.1b	PEV (SP) pro Kopf	GJ / EW	175.24	176.81	173.01	181.1	179.0	172.9	171.6	171.9
20.2a	BIP / PEV (WM)	€ ₂₀₀₂ / GJ	162.2	177.8	177.4	204.7	226.7	238.1	255.0	277.6
20.2b	BIP / PEV (SP)	€ ₂₀₀₂ / GJ	152.6	169.2	172.6	193.5	204.5	220.8	236.1	258.3
20.3a	PEV (WM) / BIP	MJ / € ₂₀₀₂	6.17	5.62	5.64	4.89	4.41	4.20	3.92	3.60
20.3b	PEV (SP) / BIP	MJ / € ₂₀₀₂	6.55	5.91	5.79	5.17	4.89	4.53	4.24	3.87
20.4	Nutzungsgrad Stromerzeugung	% _{netto}		35.3	34.4	37.0	35.1	42.8	45.4	44.0
20.5a	EEV Ind. / Industrieprod.	MJ / € ₂₀₀₂	2.81	2.30	2.28	2.07	2.01	1.95	1.86	1.75
20.5b	Industrieprod. / EEV Ind.	€ ₂₀₀₂ / GJ	356.4	434.0	438.2	482.2	496.5	513.6	537.9	572.7
20.6	EEV GHD / Erwerbstätigem	GJ / Pers.	44.7	41.4	43.8	42.6	40.9	40.2	38.6	37.3
20.7	EEV HH / m ²	MJ / m ²	899	795	792	854	828	820	807	769
20.8	EEV PV / Pkm	kJ / Pkm	k.A.	k.A.	2889	3015	2958	2977	2912	2930
20.9	EEV GV / tkm	kJ / tkm	1381	1487	1379	1311	1322	1209	1137	1025
20.10	Energieimportabhängigkeit (WM)	%	98.8	98.9	98.5	97.7	97.3	97.2	95.7	95.7
20.11	Wert der Netto-Energieimporte	Mrd. € ₂₀₀₂	2.4	3.7	3.0	5.4	5.9	5.8	6.0	6.1
20.12	Netto-Energieimporte (WM) / BIP	%	1.5	2.1	1.7	2.5	2.6	2.5	2.4	2.2
20.13	THG / BIP	g / T€ ₂₀₀₂	298.8	251.3	245.7	206.9	192.3	206.4	191.9	170.7
20.14	THG / Kopf	t / EW	8.0	7.5	7.3	7.2	7.0	7.9	7.8	7.6
20.15a	THG / PEV (WM)	t / GJ	48.5	44.7	43.6	42.3	43.6	49.1	48.9	47.4
20.15b	THG / PEV (SP)	t / GJ	45.6	42.5	42.4	40.0	39.3	45.6	45.3	44.1
20.16	CO ₂ / BIP	g / T€ ₂₀₀₂	298.8	251.3	245.7	201.7	187.7	201.9	187.5	166.7
20.17	CO ₂ / Kopf	t / EW	8.0	7.5	7.3	7.1	6.9	7.7	7.6	7.4
20.18a	CO ₂ / PEV (WM)	t / GJ	48.5	44.7	43.6	41.3	42.6	48.1	47.8	46.3
20.18b	CO ₂ / PEV (SP)	t / GJ	45.6	42.5	42.4	39.0	38.4	44.6	44.3	43.1
21	Weitere Indikatoren									
21.1	Systemkosten im Bezugsjahr	Mrd. Euro ₀₂				31.71	32.79	32.23	32.21	31.31
21.2	Kumulierte Systemkosten	Mrd. Euro ₀₂				248.29	313.51	377.16	473.68	628.11
21.3	Auf 2000 abdiskontierte kumulier-te Systemkosten	Mrd. Euro ₀₂				225.93	274.53	318.38	378.70	461.22

Tabelle 40: TIMES-HS Ergebnisse Szenario Erneuerbaren Energien Quote 15 % (Anteil EE 15 % am EEV ohne Verkehr)

Szenario Reporting Tabelle - Erneuerbare Energien Quote 15%

Studie:	InKlim Hessen 2012
Autoren:	B. Rühle, U. Fahl
Institutionen:	IER Stuttgart
Region:	Hessen
Szenario:	EE15-Variante Erneuerbare Energien Quote 15 %
Datum:	14.03.2006
Basisjahr:	2002

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellergebnisse				
1	Demographische Rahmenannahmen									
1.1	Bevölkerung (Jahresende)	Mio.	5.994	6.059	6.085	6.156	6.128	6.127	6.125	6.122
1.2	Anzahl der Haushalte	Mio.	2.708	2.799	2.840	2.930	2.950	2.970	3.000	3.000
1.3	Anzahl der Wohnflächen	Mio. m ²	230.7	246.5	251.2	256.0	260.0	264.0	264.0	264.0
1.4	Bewohnte Wohnfläche	Mio. m ²	230.7	246.5	251.2	256.0	260.0	264.0	270.0	280.0
1.5	Bewohnte Wohnfläche pro Kopf	m ² / EW	38.5	40.7	41.3	41.85	42.4	43.1	44.1	45.7
1.6	Personenkilometer	Mrd.			106.4	111.9	115.0	118.3	122.3	128.2
1.7	Personenverkehrs. pro Kopf	Pkm / EW			17480	18182	18763	19307	19961	20949
2	Ökonomische Rahmenannahmen									
2.1	Entwicklung des BIP	Mrd. Euro ₂₀₀₂	160.3	181.3	181.7	215.7	224.3	233.8	248.1	271.8
2.2	Industrieproduktion real	Mrd. Euro ₂₀₀₂	48.7	51.0	51.1	53.6	54.2	55.4	57.2	60.2
2.3	Erwerbstätige	Mio.	2.87	2.99	3.02	3.03	3.06	3.04	3.01	2.973
2.4	Tonnenkilometer (BIP abhängig)	Mrd.	40.6	40.6	40.6	45.0	46.5	48.6	51.7	57.1
2.5	Güterverkehrs. / Industrieprod.	tkm / T _{€2002}	833	796	794	840	857	877	903	947
3	Energiepreise									
3.1	Importpreis Rohöl	€ ₂₀₀₂ /GJ	2.42	5.43	4.42	5.42	4.54	4.56	4.59	4.64
3.2	Importpreis Erdgas	€ ₂₀₀₂ /GJ	2.08	3.30	3.48	4.01	3.77	3.81	3.86	3.95
3.3	Importpreis Steinkohle	€ ₂₀₀₂ /GJ	1.42	1.44	1.47	1.89	1.82	1.83	1.84	1.86
3.4	CO ₂ -Preis	€ ₂₀₀₂ /t CO ₂				10.00	12.50	12.50	12.50	12.50
4	Endenergieverbrauch nach Energieträgern									
4.1	Kohlen	PJ	11.5	9.0	8.3	7.6	7.3	7.0	6.4	6.0
4.2	Mineralölprodukte	PJ	486.4	483.5	471.4	488.5	484.2	484.6	477.4	491.4
4.3	Gase	PJ	176.8	175.6	182.9	188.9	185.9	174.6	169.9	163.5
4.4	Kernenergie	PJ								
4.5	Strom	PJ	120.1	125.8	124.0	126.1	124.2	121.7	121.5	122.4
4.6	Fern-/Nahwärme	PJ	12.2	24.4	28.7	30.3	31.9	33.9	34.7	34.9
4.7	Erneuerbare	PJ	1.7	1.1	1.2	22.6	29.6	46.8	50.3	50.3
4.8	Sonstige (Methanol, Wasserstoff)	PJ								
4.9	Summe	PJ	808.7	819.5	816.4	864.0	863.1	868.6	860.2	868.5
5	Endenergieverbrauch nach Sektoren									
5.1	Industrie	PJ	132.5	117.4	116.7	111.2	109.5	108.0	106.7	105.3
5.2	GHD	PJ	128.2	123.9	132.4	130.9	126.7	125.0	118.5	112.5
5.3	Haushalte	PJ	207.5	196.1	199.1	225.4	224.6	219.2	218.7	216.2
5.4	Verkehr	PJ	340.6	382.0	368.2	396.5	402.3	408.6	416.3	434.8
6	Stromverbrauch nach Sektoren									
6.1	Industrie	TWh	11.4	11.4	11.4	11.2	11.0	10.8	10.8	10.7
6.2	GHD	TWh	9.9	11.5	11.6	12.6	11.9	11.4	10.8	10.6
6.3	Haushalte	TWh	10.0	10.2	10.3	10.3	10.5	10.6	11.0	11.6
6.4	Verkehr	TWh	2.0	1.9	1.1	1.3	1.4	1.4	1.5	1.5
6.5	Endenergie	TWh	33.4	35.0	34.4	35.3	34.8	34.1	34.1	34.4
6.6										
6.7	Gewinnung, Umwandlung, Leitungsverluste	TWh	1.3	1.8	1.0	2.2	2.1	2.1	2.0	2.1
6.8	Pumpstromverbrauch	TWh	0.9	0.8	1.1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
6.9	Summe	TWh	35.5	37.5	36.6	38.3	37.7	36.9	36.9	37.3

	Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020	
		Statistische Werte			Modellerggebnisse					
7	Netto-Stromerzeugung									
7.1	Steinkohle	TWh		7.2	6.1	7.9	7.6	9.4	13.7	14.0
7.2	Braunkohle	TWh								
7.3	Heizöl	TWh		0.1	0.1					
7.4	Erdgas	TWh		2.0	2.2	1.0	2.0	11.0	7.5	7.4
7.5	Kernenergie	TWh		16.9	16.3	15.2	8.4	1.0		
7.6	Wasserkraft	TWh		0.87	1.16	0.75	0.75	0.75	0.78	0.78
7.7	Wind	TWh		0.2	0.4	0.44	0.44	0.44	0.64	0.44
7.8	Photovoltaik	TWh								
7.9	Erneuerbare, Müll	TWh		0.3	0.3	0.1	0.1	0.7	0.7	0.6
7.10	Summe	TWh		27.6	26.5	25.3	19.3	23.3	23.3	23.3
7.11	dav. in Kraft-Wärme-Kopplung	TWh				5.1	5.4	4.7	4.6	5.0
8	Netto-Engpaßleistung									
8.1	Steinkohle	GW		1.7	1.6	1.6	1.5	2.1	2.1	
8.2	Braunkohle	GW		0.0						
8.3	Heizöl	GW		0.0						
8.4	Erdgas	GW		1.0	1.2	1.2	1.7	1.7	1.7	
8.5	Kernenergie	GW		2.4	2.4	2.4	1.2			
8.6	Wasserkraft	GW		0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
8.7	Wind	GW		0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	
8.8	Photovoltaik	GW			0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	
8.9	Erneuerbare, Müll	GW		0.1	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3	
8.10	Summe	GW		6.2	6.3	5.1	5.6	5.0	5.0	
8.11	dav. in Kraft-Wärme-Kopplung	GW		k. A.	1.6	1.6	1.3	1.3	1.0	
9	Energieeinsatz zur Stromerzeugung (Wirkungsgradmethode)									
9.1	Steinkohle	PJ	81.5	78.0	57.7	67.9	77.7	99.1	129.9	135.5
9.2	Braunkohle	PJ	1.6	1.4	0.8					
9.3	Heizöl	PJ	3.1	0.7	0.7					
9.4	Gase	PJ	23.5	29.2	21.5	4.6	9.0	72.9	40.5	42.3
9.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.8	176.1	97.1	11.9		
9.6	Wasserkraft	PJ	1.0	1.2	1.4	0.2	0.2	0.2	2.8	2.8
9.7	Wind	PJ	0.1	0.8	1.3	1.6	1.6	1.6	2.3	1.6
9.8	Photovoltaik	PJ	0.0	0.006	0.052					
9.9	Erneuerbare, Müll	PJ		5.3	4.9	1.0	1.0	0.7	-1.2	-1.0
9.10	Wasser-Pumpspeicher	PJ				1.9	1.9	1.9	2.0	2.0
9.11	Summe	PJ	231.3	281.8	277.2	253.4	188.5	188.3	176.3	183.2
10	KWK-Netto-Stromerzeugung									
10.1	Steinkohle	TWh		2.6	4.5	4.7	3.4	3.3	3.1	
10.2	Braunkohle	TWh								
10.3	Mineralöle	TWh								
10.4	Erdgas	TWh		1.6	0.4	0.4	0.5	0.4	1.1	
10.5	Sonstige Gase	TWh								
10.6	Kernenergie	TWh								
10.7	Erneuerbare, Müll	TWh		0.19	0.18	0.22	0.83	0.83	0.80	
10.8	Erneuerbare	TWh								
10.9	Summe	TWh		4.5	5.1	5.4	4.7	4.6	5.0	
11	Brennstoffeinsatz in Heizkraftwerken									
11.1	Steinkohle	PJ			54.4	55.0	39.9	39.8	30.4	
11.2	Braunkohle	PJ								
11.3	Mineralöle	PJ								
11.4	Erdgas	PJ			7.3	14.3	22.8	22.8	17.1	
11.5	Sonstige Gase	PJ								
11.6	Kernenergie	PJ								
11.7	Müll	PJ			1.0	1.0	0.5	0.5	0.5	
11.8	Biomasse	PJ			0.4	1.4	14.2	14.4	13.3	
11.9	Summe	PJ			63	72	77	78	61	
12	Fernwärmebereitstellung									
12.1	Heizkraftwerke	PJ	23.9	24.3	31.3	33.0	33.0	32.9	32.8	
12.2	Heizwerke	PJ	3.2	6.1	4.0	4.1	6.1	7.4	7.3	
12.3	Abwärme	PJ								
12.4	Summe Erzeugung	PJ	27.1	30.3	35.3	37.1	39.1	40.3	40.1	
12.5	Import	PJ								
12.6	Summe Bereitstellung	PJ	27.1	30.3	35.3	37.1	39.1	40.3	40.1	

Einheit		1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020	
		Statistische Werte			Modellerggebnisse					
13a	Primärenergieverbrauch (Wirkungsgradmethode - WM)									
13a.1	Steinkohlen	PJ	87.5	82.8	69.4	92.4	87.8	91.4	122.8	123.3
13a.2	Braunkohlen	PJ	7.1	5.6	5.6	3.5	3.3	3.2	3.2	3.2
13a.3	Mineralöle	PJ	510.7	505.6	491.7	509.1	505.0	502.3	493.7	507.2
13a.4	Gase	PJ	205.7	207.4	224.0	207.5	210.1	269.9	232.1	226.7
13a.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.7	176.3	97.3	12.0		
13a.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	1.1	2.0	3.0	2.6	2.6	2.6	3.2	2.6
13a.7	sonstige (Müll)	PJ	8.5	7.2	10.8	28.4	40.8	66.0	78.4	77.5
13a.8	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	47.4	43.9	30.8	50.6	70.1	52.5	52.5	52.5
13a.9	Summe	PJ	988.5	1019.8	1024.1	1070.4	1017.0	999.9	985.9	993.0
13b	Primärenergieverbrauch (Substitutionsprinzip - SP)									
13b.1	Steinkohlen	PJ	88	83	69	92.4	87.8	91.4	122.8	123.3
13b.2	Braunkohlen	PJ	7	6	6	4	3	3	3	3
13b.3	Mineralöle	PJ	511	506	492	509	505	502	494	507
13b.4	Naturgase	PJ	206	207	224	208	210	270	232	227
13b.5	Kernenergie	PJ	104	143	163	150	80	10		
13b.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	3.0	5.3	7.8	6.7	6.5	6.4	7.7	6.1
13b.7	sonstige (Müll)	PJ	8.5	7.2	10.8	28	41	66	78	78
13b.8	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	124	115	80	131	175	128	127	123
13b.9	Summe	PJ	1050	1071	1053	1129	1109	1077	1065	1067
14	Nettoimporte (Wirkungsgradmethode - WM)									
14.1	Steinkohlen	PJ	87.5	82.8	69.4	92.4	87.8	91.4	122.8	123.3
14.2	Braunkohlen	PJ	5.3	3.8	3.8	1.7	1.5	1.4	1.4	1.4
14.3	Mineralöle	PJ	510.7	505.6	491.7	509	505	502	494	507
14.4	Naturgase	PJ	205.7	207.4	224.0	208	210	270	232	227
14.5	Kernenergie	PJ	120.5	165.2	188.7	176	97	12		
14.6	Importsaldo Strom, Fernwärme	PJ	47.4	43.9	30.8	51	70	53	53	53
14.7	Wasserstoff	PJ								
14.8	Biokraftstoff	PJ								
14.9	Summe	PJ	977.1	1008.8	1008.5	1038	972	930	903	911
15	Gewinnung im Inland									
15.1	Steinkohlen	PJ								
15.2	Braunkohlen	PJ	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
15.3	Mineralöle	PJ								
15.4	Naturgase	PJ								
15.5	Kernenergie	PJ								
15.6	Wasser-/Windkraft, Photovolt.	PJ	1.0	2.0	2.7	2.6	2.6	2.6	3.2	2.6
15.7	sonst. Erneuerbare (incl. Müll)	PJ	8.5	6.7	10.1	28.4	40.8	66.0	78.4	77.5
15.8	Summe	PJ	11.3	10.5	14.6	32.8	45.2	70.4	83.4	81.9
16	CO₂-Emissionen									
16.1	Energiegewinnung, -umwandl.	Mio. t	9.3	9.4	8.8	9.2	9.3	13.4	14.5	14.7
16.2	Industrie	Mio. t	5.8	4.3	3.8	3.5	3.4	3.4	3.3	3.2
16.3	GHD	Mio. t	5.7	4.8	5.3	5.0	4.8	4.7	4.4	4.0
16.3	Hausbrand	Mio. t	11.0	9.8	10.0	10.6	10.0	9.0	8.0	7.7
16.4	Verkehr	Mio. t	16.1	17.3	16.7	16.6	16.4	16.3	16.1	16.0
16.5	Summe	Mio. t	47.9	45.6	44.6	44.9	43.9	46.7	46.2	45.6
	GHD, Hausbrand, Verkehr	Mio. t	32.8	31.9	32.0	32.2	31.2	30.0	28.4	27.7
17	CH₄-Emissionen									
17.1	Energiegewinnung, -umwandl.	kt				17.9	14.7	11.8	11.6	11.0
17.2	Industrie	kt								
17.3	GHD	kt								
17.4	Hausbrand	kt				4.1	5.5	6.6	6.6	6.6
17.5	Verkehr	kt				1.5	1.4	1.4	1.2	1.3
17.6	Summe	kt				23.5	21.6	19.8	19.4	18.9
18	N₂O-Emissionen									
18.1	Energiegewinnung, -umwandl.	kt				1.2	1.2	1.7	1.7	1.6
18.2	Industrie	kt								
18.3	GHD	kt								
18.4	Hausbrand	kt								
18.5	Verkehr	kt				1.0	1.1	1.0	1.1	1.2
18.6	Summe	kt				2.2	2.3	2.7	2.8	2.8

		Einheit	1995	2000	2002	2008	2010	2012	2015	2020
			Statistische Werte			Modellerggebnisse				
19	THG- und Schadstoffemissionen									
19.1	THG-Emissionen	Mio. t CO ₂	47.9	45.6	44.6	46.1	45.1	48.0	47.4	46.9
19.2	NOx-Emissionen	kt				114	108	114	117	123
19.3	CO-Emissionen	kt				253	272	286	283	285
19.4	NMVOE-Emissionen	kt				33	35	37	37	38
19.5	Staub-Emissionen	kt				1.70	1.40	1.10	1.30	1.20
19.6	SO ₂ -Emissionen	kt				16	15	15	17	17
19.7	NH ₃ -Emissionen	kt					0.1	0.1	0.1	0.1
20	Effizienz- und CO₂-Indikatoren									
20.1a	PEV (WM) pro Kopf	GJ / EW	164.92	168.31	168.31	173.9	166.0	163.2	161.0	162.2
20.1b	PEV (SP) pro Kopf	GJ / EW	175.24	176.81	173.01	183.4	180.9	175.8	173.9	174.2
20.2a	BIP / PEV (WM)	€ ₂₀₀₂ / GJ	162.2	177.8	177.4	201.5	220.6	233.8	251.6	273.7
20.2b	BIP / PEV (SP)	€ ₂₀₀₂ / GJ	152.6	169.2	172.6	191.1	202.3	217.0	232.9	254.8
20.3a	PEV (WM) / BIP	MJ / € ₂₀₀₂	6.17	5.62	5.64	4.96	4.53	4.28	3.97	3.65
20.3b	PEV (SP) / BIP	MJ / € ₂₀₀₂	6.55	5.91	5.79	5.23	4.94	4.61	4.29	3.92
20.4	Nutzungsgrad Stromerzeugung	% _{netto}		35.3	34.4	36.0	36.8	44.6	47.5	45.8
20.5a	EEV Ind. / Industrieprod.	MJ / € ₂₀₀₂	2.81	2.30	2.28	2.08	2.02	1.95	1.86	1.75
20.5b	Industrieprod. / EEV Ind.	€ ₂₀₀₂ / GJ	356.4	434.0	438.2	481.7	495.1	513.2	536.4	572.1
20.6	EEV GHD / Erwerbstätigem	GJ / Pers.	44.7	41.4	43.8	43.2	41.5	41.1	39.3	37.8
20.7	EEV HH / m ²	MJ / m ²	899	795	792	880	864	820	807	769
20.8	EEV PV / Pkm	kJ / Pkm	k.A.	k.A.	2889	3015	2982	2957	2924	2934
20.9	EEV GV / tkm	kJ / tkm	1381	1487	1379	1311	1322	1209	1137	1025
20.10	Energieimportabhängigkeit (WM)	%	98.8	98.9	98.5	96.9	95.6	93.0	91.5	91.8
20.11	Wert der Netto-Energieimporte	Mrd. € ₂₀₀₂	2.4	3.7	3.0	4.0	3.7	3.3	3.7	3.8
20.12	Netto-Energieimporte (WM) / BIP	%	1.5	2.1	1.7	1.9	1.6	1.4	1.5	1.4
20.13	THG / BIP	g / T€ ₂₀₀₂	298.8	251.3	245.7	213.7	200.9	205.3	191.3	172.5
20.14	THG / Kopf	t / EW	8.0	7.5	7.3	7.5	7.4	7.8	7.7	7.7
20.15a	THG / PEV (WM)	t / GJ	48.5	44.7	43.6	43.1	44.3	48.0	48.1	47.2
20.15b	THG / PEV (SP)	t / GJ	45.6	42.5	42.4	40.8	40.6	44.5	44.6	43.9
20.16	CO ₂ / BIP	g / T€ ₂₀₀₂	298.8	251.3	245.7	208.1	195.6	199.9	186.1	167.8
20.17	CO ₂ / Kopf	t / EW	8.0	7.5	7.3	7.3	7.2	7.6	7.5	7.5
20.18a	CO ₂ / PEV (WM)	t / GJ	48.5	44.7	43.6	41.9	43.1	46.7	46.8	45.9
20.18b	CO ₂ / PEV (SP)	t / GJ	45.6	42.5	42.4	39.8	39.6	43.4	43.4	42.8
21	Weitere Indikatoren									
21.1	Systemkosten im Bezugsjahr	Mrd. Euro ₀₂				29.52	29.59	28.85	28.92	27.65
21.2	Kumulierte Systemkosten	Mrd. Euro ₀₂				241.33	300.64	357.74	444.43	581.26
21.3	Auf 2000 abdiskontierte kumulier-te Systemkosten	Mrd. Euro ₀₂				219.99	264.20	303.54	357.71	430.84

Tabelle 41: Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Bruttoproduktion und Bruttobeschäftigung im Jahr 2010 (ohne Gegenfinanzierung der Maßnahmen)

Szenario A (Jahr 2010)

Sektor	Nachfrageimpulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	23.51	23.81	0.73	24.54	379	12	390
Energie, Mineralölzerzeugnisse	2	-56.39	-58.93	2.43	-56.50	-130	5	-125
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	-0.30	19.29	2.14	21.43	46	5	51
Eisen und Metalle	4	0.47	8.36	1.04	9.40	20	2	22
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	17.73	25.65	1.47	27.12	147	8	155
Fahrzeugbau	6	-0.64	-0.63	2.55	1.92	-2	9	6
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	0.28	0.58	0.90	1.49	3	5	8
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	-0.06	6.50	3.49	9.99	35	19	54
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-2.01	-0.43	4.86	4.42	-2	19	18
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	108.05	110.39	1.39	111.77	887	11	898
Groß- und Einzelhandel	11	-1.05	8.02	13.48	21.49	123	207	330
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-2.83	1.17	7.04	8.21	5	31	37
Kreditinstitute, Versicherungen	13	1.87	8.54	8.54	17.08	6	6	11
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	-0.05	16.74	16.99	33.73	102	103	205
Gastgewerbe	15	0.05	0.34	1.99	2.33	4	22	25
Kultur, Gesundheit	16	0.00	2.46	3.95	6.41	41	65	106
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	64.64	86.13	9.78	95.92	1,390	158	1,547
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	-0.35	-1.17	0.78	-0.38	-20	13	-7
Summe		152.91	256.82	83.53	340.35	3,032	701	3,733

Szenario B (Jahr 2010)

Sektor	Nachfrageimpulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	19.27	19.44	-0.03	19.41	309	0	309
Energie, Mineralölzerzeugnisse	2	-31.74	-34.20	-0.09	-34.29	-76	0	-76
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	0.09	2.74	-0.08	2.66	7	0	6
Eisen und Metalle	4	0.60	1.74	-0.04	1.70	4	0	4
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	13.53	15.19	-0.05	15.13	87	0	87
Fahrzeugbau	6	-1.22	-1.51	-0.09	-1.60	-5	0	-5
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	0.28	0.27	-0.03	0.24	1	0	1
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	-0.01	0.32	-0.13	0.19	2	-1	1
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-1.62	-0.49	-0.18	-0.67	-2	-1	-3
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	9.91	9.61	-0.05	9.56	77	0	77
Groß- und Einzelhandel	11	-0.45	1.17	-0.49	0.68	18	-8	10
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-2.98	-3.73	-0.26	-3.99	-17	-1	-18
Kreditinstitute, Versicherungen	13	-0.63	-2.05	-0.31	-2.36	-1	0	-2
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	0.25	1.01	-0.62	0.39	6	-4	2
Gastgewerbe	15	0.12	0.10	-0.07	0.03	1	-1	0
Kultur, Gesundheit	16	0.08	0.17	-0.14	0.03	3	-2	0
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-13.58	-15.04	-0.36	-15.39	-243	-6	-248
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	-0.10	-1.13	-0.03	-1.16	-19	0	-20
Summe		-8.21	-6.40	-3.04	-9.44	152	-26	127

Fortsetzung Tabelle 41

Szenario C (Jahr 2010)

Sektor	Nachfrage-Impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	3.89	4.59	-0.24	4.35	73	-4	69
Energie, Mineralölzerzeugnisse	2	-50.98	-91.88	-0.79	-92.67	-203	-2	-205
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	0.40	1.71	-0.70	1.01	4	-2	2
Eisen und Metalle	4	0.15	-0.89	-0.34	-1.23	-2	-1	-3
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	7.57	7.75	-0.48	7.27	44	-3	42
Fahrzeugbau	6	-1.37	-2.58	-0.83	-3.41	-9	-3	-11
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	0.07	0.01	-0.29	-0.28	0	-2	-1
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	0.04	-0.33	-1.13	-1.47	-2	-6	-8
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-0.30	-0.16	-1.58	-1.74	-1	-6	-7
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	9.10	8.76	-0.45	8.31	70	-4	67
Groß- und Einzelhandel	11	-0.08	-1.26	-4.39	-5.65	-19	-67	-87
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-2.45	-5.87	-2.29	-8.16	-26	-10	-36
Kreditinstitute, Versicherungen	13	-0.69	-4.96	-2.78	-7.73	-3	-2	-5
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	-0.01	-3.28	-5.53	-8.81	-20	-34	-53
Gastgewerbe	15	0.06	-0.03	-0.65	-0.67	0	-7	-7
Kultur, Gesundheit	16	0.02	-0.46	-1.29	-1.74	-8	-21	-29
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-14.28	-24.95	-3.19	-28.14	-403	-51	-454
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	-0.20	-3.26	-0.25	-3.52	-56	-4	-61
Summe		-49.07	-117.09	-27.19	-144.28	-560	-228	-788

Tabelle 42: Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Bruttoproduktion und Bruttobeschäftigung im Jahr 2020 (ohne Gegenfinanzierung der Maßnahmen)

Szenario A (Jahr 2020)

Sektor	Nachfrage-Impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	91.98	92.86	0.37	93.23	1477	6	1483
Energie, Mineralölzerzeugnisse	2	-187.51	-201.56	1.23	-200.33	-446	3	-443
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	-0.91	18.82	1.09	19.91	45	3	48
Eisen und Metalle	4	2.80	9.66	0.53	10.19	23	1	24
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	50.07	57.59	0.75	58.34	330	4	334
Fahrzeugbau	6	-2.95	-3.47	1.30	-2.17	-12	4	-7
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	1.05	1.25	0.46	1.71	7	2	9
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	-0.10	4.99	1.77	6.76	27	10	37
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-7.85	-2.37	2.47	0.11	-9	10	0
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	91.06	90.99	0.71	91.70	731	6	737
Groß- und Einzelhandel	11	-2.35	8.07	6.86	14.93	124	105	229
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-8.87	-8.86	3.58	-5.28	-40	16	-24
Kreditinstitute, Versicherungen	13	0.56	1.16	4.35	5.51	1	3	4
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	1.32	13.26	8.65	21.91	80	53	133
Gastgewerbe	15	0.49	0.62	1.01	1.63	7	11	18
Kultur, Gesundheit	16	0.44	3.20	2.01	5.21	53	33	86
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	24.34	33.71	4.98	38.69	544	80	624
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.18	-5.27	0.40	-4.87	-91	7	-84
Summe		53.76	114.66	42.52	157.18	2851	357	3207

Fortsetzung Tabelle 42

Szenario B (Jahr 2020)

Sektor	Nachfrage- Impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	55.91	56.43	0.17	56.60	897	3	900
Energie, Mineralölzeugnisse	2	-58.37	-61.72	0.56	-61.16	-137	1	-135
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	-0.43	7.93	0.50	8.42	19	1	20
Eisen und Metalle	4	2.34	7.68	0.24	7.92	18	1	19
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	44.94	52.63	0.34	52.97	301	2	303
Fahrzeugbau	6	-1.29	-1.44	0.59	-0.85	-5	2	-3
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	1.02	1.11	0.21	1.32	6	1	7
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	-0.01	1.88	0.81	2.69	10	4	15
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-4.77	-1.47	1.12	-0.35	-6	4	-1
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	27.18	27.38	0.32	27.70	220	3	223
Groß- und Einzelhandel	11	-1.49	5.04	3.12	8.16	77	48	125
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-6.27	-5.75	1.63	-4.12	-26	7	-18
Kreditinstitute, Versicherungen	13	-0.81	-1.52	1.97	0.45	-1	1	0
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	0.76	6.23	3.93	10.16	38	24	62
Gastgewerbe	15	0.30	0.35	0.46	0.81	4	5	9
Kultur, Gesundheit	16	0.26	1.24	0.91	2.15	20	15	36
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-16.91	-12.57	2.26	-10.31	-203	37	-166
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.09	-1.49	0.18	-1.31	-26	3	-22
Summe		42.45	81.94	19.31	101.26	1209	162	1371

Szenario C (Jahr 2020)

Sektor	Nachfrage- Impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	-5.40	-5.49	-0.36	-5.84	-87	-6	-93
Energie, Mineralölzeugnisse	2	-149.93	-165.01	-1.19	-166.19	-365	-3	-368
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	0.66	1.82	-1.05	0.77	4	-3	2
Eisen und Metalle	4	0.94	-1.32	-0.51	-1.83	-3	-1	-4
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	11.01	6.89	-0.72	6.17	39	-4	35
Fahrzeugbau	6	-1.00	-1.33	-1.25	-2.58	-4	-4	-9
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	0.11	0.04	-0.44	-0.40	0	-2	-2
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	0.12	-0.35	-1.70	-2.06	-2	-9	-11
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	0.48	0.15	-2.37	-2.22	1	-9	-9
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	15.80	13.02	-0.68	12.34	105	-5	99
Groß- und Einzelhandel	11	1.04	-1.81	-6.59	-8.40	-28	-101	-129
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-0.90	-5.07	-3.44	-8.52	-23	-15	-38
Kreditinstitute, Versicherungen	13	-0.33	-5.78	-4.18	-9.96	-4	-3	-7
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	0.63	-5.30	-8.31	-13.61	-32	-50	-83
Gastgewerbe	15	0.15	0.01	-0.97	-0.96	0	-11	-10
Kultur, Gesundheit	16	0.20	-0.50	-1.93	-2.43	-8	-32	-40
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-11.10	-24.27	-4.79	-29.06	-392	-77	-469
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.60	-4.81	-0.38	-5.19	-83	-7	-89
Summe		-136.89	-199.09	-40.86	-239.95	-881	-343	-1224

Tabelle 43: Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Bruttoproduktion und Bruttobeschäftigung im Jahr 2025 (ohne Gegenfinanzierung der Maßnahmen)

Szenario A (Jahr 2025)

Sektor	Nachfrage- Impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	96.56	97.43	-0.02	97.41	1549	0	1549
Energie, Mineralölzerzeugnisse	2	-170.23	-183.78	-0.06	-183.84	-407	0	-407
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	-1.28	9.24	-0.05	9.19	22	0	22
Eisen und Metalle	4	1.53	3.84	-0.03	3.81	9	0	9
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	38.13	40.97	-0.04	40.93	235	0	234
Fahrzeugbau	6	-2.41	-2.86	-0.06	-2.92	-10	0	-10
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	0.92	0.97	-0.02	0.94	5	0	5
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	-0.26	1.44	-0.09	1.36	8	0	7
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-8.28	-2.66	-0.12	-2.78	-11	0	-11
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	37.86	36.54	-0.03	36.50	294	0	293
Groß- und Einzelhandel	11	-2.74	3.66	-0.33	3.33	56	-5	51
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-8.16	-10.53	-0.17	-10.71	-47	-1	-48
Kreditinstitute, Versicherungen	13	-0.64	-3.93	-0.21	-4.14	-3	0	-3
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	1.24	5.06	-0.42	4.65	31	-3	28
Gastgewerbe	15	0.44	0.40	-0.05	0.35	4	-1	4
Kultur, Gesundheit	16	0.40	2.23	-0.10	2.13	37	-2	35
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-9.02	-11.18	-0.24	-11.42	-180	-4	-184
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.24	-5.15	-0.02	-5.17	-89	0	-89
Summe		-25.71	-18.32	-2.05	-20.37	1504	-17	1487

Szenario B (Jahr 2025)

Sektor	Nachfrage- Impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	54.56	55.06	0.10	55.16	876	2	877
Energie, Mineralölzerzeugnisse	2	-53.24	-56.43	0.34	-56.08	-125	1	-124
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	-0.58	5.45	0.30	5.76	13	1	14
Eisen und Metalle	4	1.70	5.49	0.15	5.63	13	0	13
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	36.39	42.13	0.21	42.34	241	1	242
Fahrzeugbau	6	-0.86	-0.92	0.36	-0.56	-3	1	-2
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	0.93	0.99	0.13	1.12	5	1	6
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	-0.10	1.10	0.49	1.59	6	3	9
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-4.68	-1.48	0.69	-0.79	-6	3	-3
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	15.29	15.30	0.20	15.50	123	2	125
Groß- und Einzelhandel	11	-1.47	3.83	1.91	5.73	59	29	88
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-5.41	-5.28	0.99	-4.29	-24	4	-19
Kreditinstitute, Versicherungen	13	-0.68	-1.57	1.21	-0.36	-1	1	0
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	0.82	4.63	2.40	7.03	28	15	43
Gastgewerbe	15	0.28	0.31	0.28	0.59	3	3	6
Kultur, Gesundheit	16	0.27	1.20	0.56	1.76	20	9	29
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-15.34	-12.70	1.38	-11.32	-205	22	-183
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.26	-1.23	0.11	-1.12	-21	2	-19
Summe		28.15	55.86	11.81	67.67	1002	99	1101

Fortsetzung Tabelle 43

Szenario C (Jahr 2025)

Sektor	Nachfrage- Impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	54.56	-3.83	-0.34	-4.17	-61	-5	-66
Energie, Mineralölzerzeugnisse	2	-53.24	-137.49	-1.13	-138.62	-304	-3	-307
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	-0.58	0.44	-1.00	-0.56	1	-2	-1
Eisen und Metalle	4	1.70	-2.27	-0.48	-2.75	-5	-1	-6
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	36.39	2.48	-0.69	1.79	14	-4	10
Fahrzeugbau	6	-0.86	-1.41	-1.19	-2.60	-5	-4	-9
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	0.93	0.00	-0.42	-0.42	0	-2	-2
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	-0.10	-0.71	-1.63	-2.34	-4	-9	-13
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-4.68	0.08	-2.27	-2.18	0	-9	-9
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	15.29	4.73	-0.65	4.08	38	-5	33
Groß- und Einzelhandel	11	-1.47	-2.05	-6.30	-8.35	-31	-97	-128
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-5.41	-5.14	-3.29	-8.43	-23	-15	-38
Kreditinstitute, Versicherungen	13	-0.68	-5.02	-3.99	-9.01	-3	-3	-6
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	0.82	-5.22	-7.94	-13.16	-32	-48	-80
Gastgewerbe	15	0.28	0.02	-0.93	-0.91	0	-10	-10
Kultur, Gesundheit	16	0.27	-0.42	-1.85	-2.26	-7	-30	-37
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-15.34	-22.74	-4.57	-27.32	-367	-74	-441
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.26	-3.90	-0.36	-4.27	-67	-6	-73
Summe		28.15	-182.44	-39.02	-221.46	-856	-327	-1183

Tabelle 44: Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Nettoproduktion und Nettobeschäftigung im Jahr 2010 (mit Gegenfinanzierung der Maßnahmen)

Szenario A (Jahr 2010)

Sektor	Nachfrage- Impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	23.08	22.69	0.33	23.02	361	5	366
Energie, Mineralölzerzeugnisse	2	-58.11	-62.13	1.11	-61.02	-137	2	-135
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	-1.82	16.02	0.98	17.01	38	2	41
Eisen und Metalle	4	0.26	6.84	0.47	7.31	16	1	17
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	16.94	23.36	0.67	24.04	134	4	138
Fahrzeugbau	6	-3.05	-4.06	1.17	-2.90	-14	4	-10
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	-0.88	-0.76	0.41	-0.34	-4	2	-2
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	-2.86	1.26	1.60	2.85	7	9	15
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-7.87	-7.59	2.22	-5.36	-30	9	-21
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	107.74	107.97	0.63	108.60	868	5	873
Groß- und Einzelhandel	11	-22.01	-16.26	6.17	-10.09	-250	95	-155
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-9.45	-10.40	3.22	-7.18	-46	14	-32
Kreditinstitute, Versicherungen	13	-2.59	-4.97	3.91	-1.06	-3	3	-1
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	-24.88	-14.54	7.78	-6.76	-88	47	-41
Gastgewerbe	15	-2.86	-2.75	0.91	-1.84	-30	10	-20
Kultur, Gesundheit	16	-5.89	-4.18	1.81	-2.37	-69	30	-39
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	60.31	69.80	4.48	74.28	1126	72	1198
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	-1.04	-2.48	0.36	-2.12	-43	6	-37
Summe		65.02	117.84	38.23	156.08	1835	321	2156

Fortsetzung Tabelle 44

Szenario B (Jahr 2010)

Sektor	Nachfrage-impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	19.34	19.62	0.04	19.65	312	1	313
Energie, Mineralölzeugnisse	2	-31.47	-33.70	0.12	-33.58	-75	0	-74
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	0.33	3.25	0.10	3.35	8	0	8
Eisen und Metalle	4	0.63	1.98	0.05	2.03	5	0	5
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	13.66	15.55	0.07	15.62	89	0	89
Fahrzeugbau	6	-0.84	-0.97	0.12	-0.85	-3	0	-3
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	0.47	0.48	0.04	0.52	3	0	3
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	0.43	1.14	0.17	1.31	6	1	7
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-0.70	0.63	0.24	0.87	3	1	3
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	9.96	9.99	0.07	10.06	80	1	81
Groß- und Einzelhandel	11	2.84	4.98	0.66	5.64	76	10	87
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-1.94	-1.92	0.34	-1.58	-9	2	-7
Kreditinstitute, Versicherungen	13	0.07	0.07	0.42	0.49	0	0	0
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	4.14	5.92	0.83	6.74	36	5	41
Gastgewerbe	15	0.58	0.59	0.10	0.68	6	1	7
Kultur, Gesundheit	16	1.00	1.21	0.19	1.41	20	3	23
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-12.90	-12.48	0.48	-12.00	-201	8	-194
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.01	-0.92	0.04	-0.88	-16	1	-15
Summe		5.58	15.40	4.06	19.47	340	34	374

Szenario C (Jahr 2010)

Sektor	Nachfrage-impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	4.12	4.52	0.07	4.59	72	1	73
Energie, Mineralölzeugnisse	2	-50.05	-54.26	0.22	-54.04	-120	0	-120
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	1.22	3.44	0.19	3.63	8	0	9
Eisen und Metalle	4	0.26	0.61	0.09	0.71	1	0	2
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	8.00	8.16	0.13	8.30	47	1	48
Fahrzeugbau	6	-0.07	0.09	0.23	0.32	0	1	1
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	0.70	0.74	0.08	0.83	4	0	4
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	1.55	2.72	0.32	3.04	15	2	16
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	2.87	3.79	0.44	4.23	15	2	17
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	9.27	9.44	0.13	9.57	76	1	77
Groß- und Einzelhandel	11	11.28	12.62	1.22	13.84	194	19	213
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	1.14	1.84	0.64	2.48	8	3	11
Kreditinstitute, Versicherungen	13	1.73	3.90	0.77	4.67	3	1	3
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	13.45	15.20	1.54	16.74	92	9	102
Gastgewerbe	15	1.64	1.67	0.18	1.85	18	2	20
Kultur, Gesundheit	16	3.21	3.25	0.36	3.61	54	6	60
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-11.93	-10.98	0.89	-10.10	-177	14	-163
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.18	-1.34	0.07	-1.27	-23	1	-22
Summe		-1.42	5.41	7.57	12.99	287	64	350

Tabelle 45: Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Nettoproduktion und Nettobeschäftigung im Jahr 2020 (mit Gegenfinanzierung der Maßnahmen)

Szenario A (Jahr 2020)

Sektor	Nachfrage- Impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	92.05	93.04	0.44	93.48	1,480	7	1,487
Energie, Mineralölzeugnisse	2	-187.23	-201.04	1.45	-199.59	-445	3	-442
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	-0.66	19.35	1.28	20.63	46	3	50
Eisen und Metalle	4	2.83	9.91	0.62	10.53	23	1	25
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	50.20	57.96	0.88	58.84	332	5	337
Fahrzeugbau	6	-2.56	-2.91	1.52	-1.39	-10	5	-5
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	1.24	1.47	0.54	2.01	8	3	11
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	0.35	5.84	2.08	7.92	32	11	43
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-6.89	-1.20	2.90	1.70	-5	12	7
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	91.11	91.39	0.83	92.22	734	7	741
Groß- und Einzelhandel	11	1.07	12.04	8.05	20.09	185	124	309
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-7.79	-6.98	4.21	-2.77	-31	19	-12
Kreditinstitute, Versicherungen	13	1.29	3.37	5.10	8.47	2	3	6
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	5.37	18.36	10.15	28.52	111	62	173
Gastgewerbe	15	0.97	1.12	1.19	2.31	12	13	25
Kultur, Gesundheit	16	1.40	4.28	2.36	6.65	71	39	110
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	25.05	36.37	5.85	42.22	587	94	681
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.30	-5.05	0.47	-4.59	-87	8	-79
Summe		68.11	137.35	49.91	187.26	3046	419	3465

Szenario B (Jahr 2020)

Sektor	Nachfrage- Impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	55.83	56.23	0.10	56.33	894	2	896
Energie, Mineralölzeugnisse	2	-58.67	-62.28	0.33	-61.95	-138	1	-137
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	-0.70	7.36	0.29	7.65	18	1	18
Eisen und Metalle	4	2.30	7.42	0.14	7.56	17	0	18
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	44.80	52.23	0.20	52.43	299	1	300
Fahrzeugbau	6	-1.71	-2.04	0.35	-1.70	-7	1	-6
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	0.82	0.87	0.12	1.00	5	1	5
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	-0.50	0.96	0.47	1.44	5	3	8
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-5.80	-2.72	0.66	-2.06	-11	3	-8
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	27.12	26.95	0.19	27.14	217	2	218
Groß- und Einzelhandel	11	-5.17	0.78	1.83	2.61	12	28	40
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-7.43	-7.78	0.96	-6.82	-35	4	-30
Kreditinstitute, Versicherungen	13	-1.60	-3.90	1.16	-2.74	-3	1	-2
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	-3.59	0.74	2.31	3.05	4	14	19
Gastgewerbe	15	-0.21	-0.19	0.27	0.08	-2	3	1
Kultur, Gesundheit	16	-0.77	0.08	0.54	0.61	1	9	10
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-17.67	-15.44	1.33	-14.11	-249	21	-228
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	-0.03	-1.72	0.11	-1.61	-30	2	-28
Summe		27.03	57.55	11.36	68.91	999	95	1094

Fortsetzung Tabelle 45

Szenario C (Jahr 2020)

Sektor	Nachfrageimpulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	-4.74	-3.76	0.25	-3.50	-60	4	-56
Energie, Mineralölzeugnisse	2	-147.29	-160.07	0.84	-159.23	-354	2	-352
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	3.00	6.85	0.74	7.60	16	2	18
Eisen und Metalle	4	1.26	1.03	0.36	1.39	2	1	3
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	12.24	10.42	0.51	10.93	60	3	63
Fahrzeugbau	6	2.72	3.96	0.89	4.85	13	3	16
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	1.90	2.11	0.31	2.43	11	2	13
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	4.43	7.74	1.21	8.95	42	7	49
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	9.53	11.19	1.69	12.87	45	7	51
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	16.28	16.75	0.48	17.23	135	4	138
Groß- und Einzelhandel	11	33.37	35.63	4.68	40.31	547	72	619
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	9.31	12.77	2.44	15.21	57	11	68
Kreditinstitute, Versicherungen	13	6.55	15.06	2.96	18.03	10	2	12
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	38.93	42.94	5.90	48.84	261	36	297
Gastgewerbe	15	4.64	4.78	0.69	5.47	52	7	59
Kultur, Gesundheit	16	9.28	9.73	1.37	11.11	161	23	183
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-4.42	0.91	3.40	4.31	15	55	69
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	1.68	-2.78	0.27	-2.51	-48	5	-43
Summe		-1.34	15.26	29.00	44.27	964	243	1208

Tabelle 46: Auswirkungen der Szenarien A, B und C auf die sektorale Nettoproduktion und Nettobeschäftigung im Jahr 2025 (mit Gegenfinanzierung der Maßnahmen)

Szenario A (Jahr 2025)

Sektor	Nachfrageimpulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	96.87	98.24	0.27	98.51	1,562	4	1,567
Energie, Mineralölzeugnisse	2	-168.99	-181.46	0.89	-180.56	-402	2	-400
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	-0.18	11.60	0.79	12.39	28	2	30
Eisen und Metalle	4	1.68	4.94	0.38	5.32	12	1	13
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	38.70	42.63	0.54	43.17	244	3	247
Fahrzeugbau	6	-0.66	-0.37	0.94	0.57	-1	3	2
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	1.77	1.94	0.33	2.27	10	2	12
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	1.76	5.25	1.28	6.53	28	7	35
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-4.02	2.53	1.79	4.32	10	7	17
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	38.08	38.29	0.51	38.80	308	4	312
Groß- und Einzelhandel	11	12.46	21.26	4.97	26.23	326	76	403
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-3.36	-2.15	2.59	0.45	-10	12	2
Kreditinstitute, Versicherungen	13	2.59	5.87	3.15	9.02	4	2	6
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	19.24	27.74	6.26	34.01	168	38	206
Gastgewerbe	15	2.55	2.64	0.73	3.37	29	8	37
Kultur, Gesundheit	16	4.67	7.04	1.46	8.49	116	24	140
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-5.88	0.66	3.61	4.27	11	58	69
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.75	-4.20	0.29	-3.91	-72	5	-67
Summe		38.02	82.46	30.79	113.25	2372	258	2630

Fortsetzung Tabelle 46

Szenario B (Jahr 2025)

Sektor	Nachfrage-impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	54.52	54.97	0.07	55.05	874	1	875
Energie, Mineralölzeugnisse	2	-53.37	-56.67	0.24	-56.42	-125	1	-125
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	-0.70	5.21	0.22	5.42	13	1	13
Eisen und Metalle	4	1.68	5.37	0.10	5.48	13	0	13
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	36.33	41.96	0.15	42.10	240	1	241
Fahrzeugbau	6	-1.04	-1.18	0.26	-0.92	-4	1	-3
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	0.84	0.89	0.09	0.98	5	0	5
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	-0.31	0.70	0.35	1.05	4	2	6
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	-5.12	-2.02	0.49	-1.53	-8	2	-6
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	15.27	15.12	0.14	15.26	121	1	123
Groß- und Einzelhandel	11	-3.05	2.00	1.35	3.35	31	21	52
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	-5.91	-6.16	0.71	-5.45	-27	3	-24
Kreditinstitute, Versicherungen	13	-1.02	-2.59	0.86	-1.73	-2	1	-1
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	-1.05	2.27	1.71	3.98	14	10	24
Gastgewerbe	15	0.06	0.07	0.20	0.27	1	2	3
Kultur, Gesundheit	16	-0.18	0.70	0.40	1.10	12	7	18
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-15.66	-13.93	0.98	-12.95	-225	16	-209
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	0.21	-1.33	0.08	-1.25	-23	1	-22
Summe		21.52	45.39	8.40	53.79	912	70	983

Szenario C (Jahr 2025)

Sektor	Nachfrage-impulse (in Mio. € ₂₀₀₀)	Produktionseffekte (in Mio. € ₂₀₀₀)			Beschäftigte (in Personen)			
		Indirekt	Induziert	Gesamt	Indirekt	Induziert	Gesamt	
Land- u. Forstw., Fischerei	1	-3.17	-2.30	0.20	-2.10	-37	3	-33
Energie, Mineralölzeugnisse	2	-122.32	-132.99	0.66	-132.33	-294	1	-293
Wasser, Steine und Erden, Chemische Erzeugnisse, Kunststoffe, Gummi, Glas, Feinkeramische Erzeugnisse	3	2.63	4.88	0.58	5.46	12	1	13
Eisen und Metalle	4	0.65	-0.20	0.28	0.08	0	1	0
Maschinenbau, EDV, Büromaschinen, Elektrotechnik, Feinmechanik	5	7.80	5.59	0.40	5.99	32	2	34
Fahrzeugbau	6	2.23	3.26	0.69	3.95	11	2	13
BM-Waren, Musikinstrumente, Spielwaren, Schmuck	7	1.66	1.83	0.24	2.07	10	1	11
Holz, Papier, Druckerzeugnisse, Leder, Textilien, Bekleidung	8	3.86	6.43	0.94	7.37	35	5	40
Nahrungsmittel, Getränke, Tabak	9	8.31	9.82	1.32	11.13	39	5	44
Hoch-, Tief- und Ausbauleistungen	10	7.62	8.02	0.38	8.39	64	3	67
Groß- und Einzelhandel	11	29.40	30.98	3.65	34.63	476	56	532
Verkehr, Nachrichtenübermittlung	12	7.82	10.60	1.91	12.51	47	9	56
Kreditinstitute, Versicherungen	13	5.83	13.37	2.31	15.68	9	2	10
Gebäude- und Wohnungsvermietung	14	34.42	37.34	4.61	41.94	227	28	255
Gastgewerbe	15	4.11	4.22	0.54	4.76	46	6	52
Kultur, Gesundheit	16	8.22	8.61	1.07	9.68	142	18	160
Sonstige marktbestimmte Dienstleistungen	17	-4.67	-0.51	2.65	2.14	-8	43	35
Gebietskörperschaften, Sozialversicherungen, Organisationen ohne Erwerbszweck	18	1.61	-2.11	0.21	-1.90	-36	4	-33
Summe		-4.01	6.84	22.64	29.48	773	190	963