

Wissenschaftliche Analysen zu klimapolitischen Fragestellungen

Quantifizierung der Maßnahmen für das
Aktionsprogramm Klimaschutz 2020

Berlin, 1.12.2014

Autorinnen und Autoren

Ruth Blanck
Veit Bürger
Günter Dehoust
Lukas Emele
Klaus Henneberg
Hauke Hermann
Tilman Hesse
Wolfram Jörß
Charlotte Loreck
Julia Repenning
Margarethe Scheffler
Kirsten Wiegmann
Carina Zell
Wiebke Zimmer

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

info@oeko.de
www.oeko.de

Inhaltsverzeichnis

1.	Gesamtüberblick	7
1.1.	Reform des Emissionshandels	7
2.	Klimaschutz in der Energiewirtschaft	8
2.1.	Überblick	8
2.2.	Maßnahmen	8
3.	Strategie „Klimafreundliches Bauen und Wohnen“	9
3.1.	Überblick	9
3.2.	Maßnahmen: NAPE – Sofortmaßnahmen	11
3.3.	Maßnahmen: NAPE – Weitere Arbeitsprozesse	11
3.4.	Maßnahmen: Maßnahmen seit Oktober 2012	13
3.5.	Maßnahmen: Aktionsprogramm BMUB	14
4.	Klimaschutz im Verkehr	20
4.1.	Überblick	20
4.2.	Maßnahmen	21
5.	Minderung von nicht-energiebedingten Emissionen in den Sektoren Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	37
5.1.	Überblick	37
5.2.	Maßnahmen	38
6.	Abfall und Kreislaufwirtschaft und übrige Emissionen	43
6.1.	Überblick	43
6.2.	Maßnahmen	43
7.	Landwirtschaft	44
7.1.	Überblick	44
7.2.	Maßnahmen	45
9.	Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	47
9.1.	Überblick	47
9.2.	Maßnahmen	47
10.	Vorbildfunktion des Bundes	49
10.1.	Überblick	49

10.2.	Maßnahmen	50
11.	Forschung und Entwicklung	50
12.	Beratung, Aufklärung und Eigeninitiative für mehr Klimaschutz	50
12.1.	Überblick	50
12.2.	Maßnahmen	50
13.	Literaturverzeichnis	53

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4-1:	Minderungspotenzial durch Verlagerung auf den Radverkehr	30
Abbildung 4-2:	Diskrepanz zwischen Realemissionen und Fahrzyklus (NEFZ)	32
Abbildung 4-3:	WTW-Emissionen der Antriebsarten im Vergleich (typische Pkw 2012)	35

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1-1:	Überblick der Maßnahmenwirkung insgesamt	7
Tabelle 2-1:	Überblick der Maßnahmenwirkung Energiewirtschaft	8
Tabelle 3-1:	Überblick der Maßnahmenwirkung: Strategie „Klimafreundliches Bauen und Wohnen“	9
Tabelle 3-2:	Emissionsfaktoren zur Abschätzung der CO ₂ -Einsparung	17
Tabelle 3-3:	Kennzahlen des Mini-KWK-Impulsprogramms bei Fortführung und Aufstockung des Fördervolumens von 10 Mio. Euro/a auf 20 Mio.Euro/a	18
Tabelle 4-1:	Überblick der Maßnahmenwirkung: Klimaschutz im Verkehr	20
Tabelle 4-2:	Basisdaten für die Maßnahmenbewertung im Sektor Verkehr	21
Tabelle 4-3:	THG-Emissionen im Straßengüterverkehr 2020	22
Tabelle 4-4:	Abschätzung des Minderungspotenzials durch Fortentwicklung Lkw-Maut	22
Tabelle 5:	CO ₂ - Minderung der Maßnahme in verschiedenen Szenarien	24
Tabelle 4-6:	Minderungspotenzial durch Verlagerung auf den ÖV	29
Tabelle 4-7:	Annahmen zur Verlagerung auf den Radverkehr nach Entfernungsklassen	30
Tabelle 4-8:	Minderungspotenzial durch kraftstoffsparende Fahrweise	31
Tabelle 4-9:	WTW-Emissionen, spezifischer Energieverbrauch und Kraftstoffkosten der Antriebsarten im Vergleich (typische Pkw 2012)	35
Tabelle 4-10:	Berechnung des Minderungspotenzials von Erdgas- und LPG-Fahrzeugen bei reduzierten Steuersätzen	36
Tabelle 5-1:	Überblick der Maßnahmenwirkung: Minderung von nicht-energiebedingten Emissionen in der Industrie und im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	37
Tabelle 6-1:	Überblick der Maßnahmenwirkung: Abfall und Kreislaufwirtschaft und übrige Emissionen	43
Tabelle 7-1:	Überblick der Maßnahmenwirkung: Landwirtschaft	44
Tabelle 9-1:	Überblick der Maßnahmenwirkung: Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft	47
Tabelle 10-1:	Überblick der Maßnahmenwirkung: Vorbildfunktion des Bundes	49
Tabelle 12-1:	Überblick der Maßnahmenwirkung: Beratung, Aufklärung und Eigeninitiative für mehr Klimaschutz	50

1. Gesamtüberblick

Tabelle 1-1: Überblick der Maßnahmenwirkung insgesamt

	Netto-Einsparung Mio. t CO ₂ p.a. in 2020	
	Min	Max
Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz (Quantifizierung BMWi) Strategie "Klimafreundliches Bauen und Wohnen" (<i>enthält NAPE Energieeffizienz Gebäude</i>)	25,0	30,0
Davon zusätzlich zu NAPE	5,7	10
Klimaschutz im Verkehr	1,5	4,7
Minderung von nicht-energiebedingten Emissionen in der Industrie und im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)	7,0	10,4
Abfall und Kreislaufwirtschaft und übrige Emissionen	2,5	5,2
Landwirtschaft	0,5	2,5
Energiewirtschaft (v.a. LED)	3,6	3,6
Weitere Minderungsbeiträge Energiewirtschaft, insbesondere in der Stromerzeugung ¹	0,01	0,01
Summe	62,11	78,41

Quelle: Berechnungen Öko-Institut

1.1. Reform des Emissionshandels

Den Berechnungen des Projektionsberichts 2013 liegt die Annahme zu Grunde, dass der Preis für Zertifikate im EU-ETS in 2015 und 2020 bei jeweils 14 € pro Tonne liegen würde. Ohne Reformmaßnahmen, die über das bereits beschlossene „Backloading“ hinaus gehen, ist davon auszugehen, dass der Preis bis 2020 nicht nennenswert über das gegenwärtig zu verzeichnende Niveau von etwa 6 € pro Tonne steigen dürfte. Dies liegt daran, dass die bis 2020 im Markt zu erwartenden Überschüsse an Zertifikaten im Umfang von mehr als 2 Mrd. Tonnen CO₂ in der Projektion nicht als solche hinterlegt wurden.

Die Bundesregierung setzt sich dafür ein, dass die von der Kommission für 2021 vorgeschlagene Einführung einer Marktstabilitätsreserve deutlich vorgezogen wird (Start bereits 2017) und die im Rahmen des Backloading aus dem Markt genommene Menge von 900 Mio Zertifikaten direkt in diese Reserve überführt wird. Dadurch könnten bis 2020 insgesamt etwa 2/3 der Überschüsse aus dem Markt – wenn auch zunächst nur vorübergehend – zurückgehalten werden.

Es kann davon ausgegangen werden, dass bei vollumfänglicher Durchsetzung dieser Reformposition der Bundesregierung das Preisniveau im EU-ETS bis 2020 in etwa wieder in der Größenordnung von 15 € liegen dürfte. Dies würde entscheidend dazu beitragen, dass die Emissionen der Energiewirtschaft und Industrie bis 2020 nicht deutlich höher ausfallen, als in der Projektion unterstellt. Ein über die im Projektionsbericht angenommene Wirkung hinausgehender Minderungsbeitrag ist insgesamt abhängig von der Ausgestaltung der Reform auf EU-Ebene und derzeit nicht quantifizierbar.

¹ Minderungsbeitrag aus Aktionsprogramm übernommen. Ein konkreter Maßnahmenvorschlag steht aus, daher konnte dieser Beitrag im Rahmen dieses Gutachtens nicht geprüft werden.

2. Klimaschutz in der Energiewirtschaft

2.1. Überblick

Tabelle 2-1: Überblick der Maßnahmenwirkung Energiewirtschaft

	Brutto-Einsparung Mio. t CO ₂ p.a. in 2020	
	Min	Max
LED-Leitmarktinitiative	0,01	0,01
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)	0,01	0,01
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (unter Berücksichtigung von Überlagerungseffekten)	0,01	0,01

Quelle: Berechnungen Öko-Institut

2.2. Maßnahmen

2.2.1. Erneuerbare Energien

Auf Basis der Ausbaupfade im derzeitigen EEG (2014 novellierte Fassung) ergibt sich im Jahr 2020 eine Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien, die in etwa der des Projektionsberichts entspricht (dort waren es 227,6 TWh). Daher ist hieraus nicht mit einer zusätzlichen Einsparung gegenüber dem Projektionsbericht zu rechnen.

2.2.2. Weitere Minderungen, insbesondere in der Stromerzeugung

Hierdurch sollen laut Aktionsprogramm zusätzlich 22 Mio. t an Minderung, insbesondere im Stromsektor erbracht werden. Dieser Minderungsbeitrag ist derzeit nicht überprüfbar, da ein konkreter Maßnahmenvorschlag noch nicht vorliegt.

2.2.3. LED-Leitmarktinitiative

Im Rahmen der LED Leitmarktinitiative in Zusammenarbeit mit Kommunen und Verbänden mit Informations- und Öffentlichkeitsarbeit Potenziale aufzeigen, Kommunen motivieren und Modellprojekte umsetzen

Im Endbericht zur Evaluierung des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit wird in Tabelle 20 ausgewiesen, dass im Zeitraum 2008-2011 451 Stromprojekte bewilligt wurden. Die hochgerechnete THG-Einsparung betrug 34.000 t CO₂. Dies entspricht einer THG-Einsparung pro Stromprojekt und Jahr von 18,8 t CO₂.

Für die Quantifizierung der LED-Leitmarktinitiative wird geschätzt, dass auch in Zukunft pro Jahr 100 Stromprojekte hinzukommen, denen Emissionsminderungen von höchstens 7 Jahren zugeschrieben werden können. Insgesamt wären dies bis 2020 700 Stromprojekte, die einen Beitrag von 0,01 Mio. t CO₂ leisten würden.

3. Strategie „Klimafreundliches Bauen und Wohnen“

3.1. Überblick

Die ausgewiesenen CO₂-Einsparwerte beziehen sich auf das Jahr 2020. Erfasst wird die Wirkung der Instrumente zwischen dem angenommenen Zeitpunkt ihres Inkrafttretens und 2020. Für die meisten Instrumente wird ein Inkrafttreten zum 01.01.2016 angenommen.

Bei einigen Instrumenten kam zur Wirkungsabschätzung ein Gebäudemodell des Öko-Instituts zum Einsatz. Dabei handelt es sich um ein Stock Exchange Modell, das den heutigen Gebäudebestand abbildet und unter exogener Vorgabe einiger Wirkgrößen (z.B. der energetischen Sanierungsrate) den Gebäudebestand in die Zukunft fortschreibt.

Die ausgewiesenen CO₂-Einsparungen resultieren im Wesentlichen aus der Reduktion fossiler Brennstoffe. Bei den Instrumenten, die nicht explizit auf die Substitution eines bestimmten Energieträgers hinwirken, wird deswegen ein Emissionsfaktor angesetzt, der einer Energieträgeraufteilung zwischen Heizöl und Erdgas von 50/50 entspricht. Anwendung finden die Emissionsfaktoren der DEHSt

(http://www.dehst.de/SharedDocs/Downloads/Archiv/Zuteilung_2005-2007/Emissionsfaktoren_C-Gehalte.html).

Einige Instrumente wirken auf eine Ausweitung der gebäudenahen Stromerzeugung (v.a. KWK und PV). Im Rahmen der Bilanzierungsmethodik der EnEV lässt sich die gebäudenaher Stromerzeugung positiv anrechnen. In der hier durchgeführten Wirkungsabschätzung wird jedoch eine Zuordnung der Wirkungsbeiträge gemäß der Abgrenzung der Energiebilanz vorgenommen. Wirkungsbeiträge aus der gebäudenahen Stromerzeugung werden deshalb im Zweifel getrennt ausgewiesen.

Bei einigen Instrumenten ist es nicht möglich, eine Wirkungsabschätzung vorzunehmen. Viele dieser Instrumente sind eine Grundvoraussetzung dafür, die Wirkung der ordnungsrechtlichen Instrumente und Förderinstrumente überhaupt erst sicherzustellen. Einige dieser Instrumente (z.B. im Bereich Ausbildung und Qualifizierung) werden ihre volle Wirkung auch erst nach 2020 entfalten können.

Tabelle 3-1: Überblick der Maßnahmenwirkung: Strategie „Klimafreundliches Bauen und Wohnen“

	Brutto-Einsparung Mio. t CO ₂ p.a. in 2020	
	Min	Max
NAPE - Sofortmaßnahmen		
Qualitätssicherung und Optimierung / Weiterentwicklung der bestehenden Energieberatung	0,2	0,2
Steuerliche Abschreibung von energetischen Sanierungen	2,1	2,1
Weiterentwicklung des CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramms bis 2018 (Aufstockung um 200 Mio. €)	0,7	0,7
Heizungsscheck	0,05	0,11
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)	3,05	3,11

Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (unter Berücksichtigung von Überlagerungseffekten)	2,6	2,7
NAPE - Weitere Arbeitsprozesse		
Energieeinsparrecht		
Abgleich EnEV und EEWärmeG	--	--
Niedrigstenergie-Standard ab 2016	--	--
Stärkung Vollzug	0,7	0,7
Verbesserte Verbrauchsinformation	--	--
Mietrecht	--	--
Gebäudeindividuelle Sanierungsfahrpläne	0,5	0,5
Fortentwicklung Marktanreizprogramm für erneuerbare Energien	0,4	0,4
Schnelle Etablierung neuer technischer Standards	--	--
Energieforschung	--	--
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)	1,6	1,6
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (unter Berücksichtigung von Überlagerungseffekten)	0,9	0,9
NAPE - Maßnahmen seit Oktober 2012		
CO ₂ -Gebäudesanierungsprogramms (Aufstockung um 300 Mio €)	0,5	1,3
EnEV 2013	0,4	0,8
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)	0,9	2,1
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (unter Berücksichtigung von Überlagerungseffekten)	0,7	1,7
Aktionsprogramm BMUB		
Langfristziel klimaneutraler Gebäudebestand	--	--
Bildungsinitiative für Gebäudeeffizienz	--	--
Klimafreundliches Wohnen für einkommensschwache Haushalte	0,4	0,4
Energetische Mietspiegel	--	--
Energetische Stadtsanierung und Klimaschutz in Kommunen		
KfW-Programm „Energetische Stadtsanierung“	0,6	1,2
Aufstockung der Kommunalrichtlinie der NKI	0,3	2,0
Klimafreundliche Wärmeerzeugung		
Mini-KWK-RL	0,2	0,2
Klimafreundliche Wärmeerzeugung - Beseitigung von steuerlichen Hemmnissen für Wohnungsunternehmen, die Strom aus erneuerbaren Energien oder in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugen (möchten)	0,23	0,23
Ideenwettbewerb: Klimafreundliches Bauen begehrllich machen	--	--
Erstellung energetischer Sanierungsfahrpläne für die öffentliche Hand	0,1	1,7
Umsetzung von Nachhaltigkeits-Bewertungssystemen neben dem Bund auch bei Länder und Kommunen	--	--
Angewandte Forschung im Städte- und Baubereich stärken	--	--
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)	1,83	5,73
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (unter Berücksichtigung von Überlagerungseffekten)	1,5	4,7

Quelle: Berechnungen Öko-Institut

3.2. Maßnahmen: NAPE – Sofortmaßnahmen

3.2.1. Qualitätssicherung und Optimierung / Weiterentwicklung der bestehenden Energieberatung

Quantifizierung erfolgte im Rahmen des NAPE.

3.2.2. Steuerliche Abschreibung von energetischen Sanierungen

Quantifizierung erfolgte im Rahmen des NAPE

3.2.3. Weiterentwicklung des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms bis 2018 (Aufstockung um 200 Mio. €)

Quantifizierung erfolgte im Rahmen des NAPE.

3.2.4. Heizungscheck

Auflegen eines Förder- und Informationsprogramms zur Heizungsoptimierung:

- Weiterentwicklung des Heizungschecks
 - Förderung von niedriginvestiven Maßnahmen zur Heizungsoptimierung, z.B. hydraulischer Abgleich, Einstellung der Regelung
-

Die Abschätzung der CO₂-Wirkung des Instruments basiert auf folgenden zentralen Annahmen:

- Programm zur finanziellen Förderung einer Optimierung der Heizungsanlagen mit insgesamt 400.000 Förderfällen im Zeitraum 2016-2020.
- Einsparung von durchschnittlich 8 kWh pro m² Wohnfläche und Jahr (BBSR 2012).

Für das Jahr 2020 ergeben die Abschätzungen je nach angenommener Wohnfläche einen Einsparwert zwischen 0,05-0,11 Mio. t CO₂.

3.3. Maßnahmen: NAPE – Weitere Arbeitsprozesse

3.3.1. Energieeinsparrecht

3.3.1.1. Abgleich EnEV und EEWärmeG

Der Abgleich beider Rechtsnormen zur Beseitigung bestehender Inkonsistenzen führt nicht automatisch zu CO₂-Einsparungen. Eine Quantifizierung ist deshalb nicht möglich.

3.3.1.2. Niedrigstenergie-Standard ab 2016

Die Wirkung des Instruments beschränkt sich auf Neubauten der öffentlichen Hand im Zeitraum 2019-2020, die Wirkung ist damit sehr beschränkt.

3.3.1.3. Stärkung Vollzug

Stärkung des Vollzugs von EnEV und EEWärmeG

Bei Beschränkung der Verbesserung des Vollzugs auf Neubauten sind die Wirkungen des Instruments marginal. Im Gebäudebestand wirkt ein verbesserter Vollzug darauf hin, dass bei Renovierungen, die bisher ohne energetische Maßnahmen durchgeführt wurden, nun auch eine energetische Sanierung erfolgt. Nach IWU (2010) lag in der Periode 2005-2009 der Anteil an Renovierungsmaßnahmen ohne gleichzeitige Dämmung bei der Außenwand bei rund 50% der Dämmmaßnahmen, beim Dach hingegen fällt dieser Effekt kaum ins Gewicht (wenn am Dach Renovierungsmaßnahmen durchgeführt werden, wurde hier bisher in der Regel energetisch saniert – ein verstärkter Vollzug ist also hier nicht nötig/zielführend). Hinzu kommt, dass nicht alle

diese Renovierungsmaßnahmen der EnEV unterliegen. Bei Außenwänden greift die EnEV nur, wenn der Außenputz erneuert wird. Wird der Putz nur ausgebessert, muss hingegen nicht gedämmt werden. Ergo handelt es sich nicht bei allen dieser „verpassten“ Chancen um Verstöße gegen die EnEV.

Vollzugsdefizite liegen auch dann vor, wenn bestimmte Bauteile an der Gebäudehülle nachträglich gedämmt werden, dabei aber Dämmdicken gewählt werden, mit denen die Anforderungen der EnEV verfehlt werden; oder wenn die Dämmmaßnahme nicht fachgerecht ausgeführt wird, so dass aufgrund handwerklicher Mängel die geplanten Einsparungen nicht erreicht werden können. Es wird zwar vermutet, dass sich mit diesen „Verfehlungen“ ein nicht unerhebliches Einsparpotenzial verbindet. Mangels einer empirischen Basis können hierzu jedoch keine verlässlichen Abschätzungen vorgenommen werden.

Weitere Vollzugsdefizite werden bei den Nachrüstverpflichtungen vermutet. Dies gilt insbesondere für a) den Austausch alter Heizkessel, b) die nachträgliche Dämmung ungedämmter Heizverteilungen sowie c) die nachträgliche Dämmung bisher ungedämmter oberer Geschossdecken. Für die Fälle b) und c) mangelt es an empirischen Daten. Erschwerend kommt hinzu, dass in den genannten Fällen nur dann ein Vollzugsverstoß vorliegt, wenn die Heizverteilungen bzw. die obersten Geschossdecken vollkommen ungedämmt sind. Ist eine Dämmung vorhanden, liegt selbst dann kein Verstoß gegen die EnEV vor, wenn die Dämmung nicht ausreichend ist.

Eine Verbesserung des Vollzugs wirkt auf eine Erhöhung der energetischen Modernisierungsrate der jeweiligen Bauteile.

Die CO₂-Wirkung des Instruments wurde unter Verwendung des Gebäudemodells des Öko-Instituts abgeschätzt. Die Abschätzung basiert auf folgenden zentralen Annahmen:

- Inkrafttreten des Instruments am 01.01.2016.
- Sukzessive Erhöhung der energetischen Vollsanierungsrate (bezogen auf die Gebäudehülle) von heute 0,9% (IWU 2010) auf 1,15% in 2020.
- Bis 2020 sukzessiver (ausnahmsloser) Austausch aller Gas- und Ölkessel mit Baujahr vor 1979 bis 2020 (2013: rund 126.000 Gas- und rund 250.000 Ölkessel, ZIV 2014).
- Durchschnittliche Effizienzsteigerung der Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung infolge eines verbesserten Nutzungsgrads von 20%.

Für das Jahr 2020 ergeben die Abschätzungen einen Einsparwert von rund 0,7 Mio. t CO₂.

3.3.1.4. Verbesserte Verbrauchsinformation

Prüfung einer Weiterentwicklung der Vorschriften im Bereich Abrechnungs- und Verbrauchsinformation

Die Abschätzung der CO₂-Wirkung des Instruments basiert auf folgenden zentralen Annahmen:

- Inkrafttreten des Instruments am 01.01.2016.
- Marktdurchdringung fernauslesbarer Messtechnik bei Mehrfamilienhäusern (MFH/GMH) in 2020 von 30%.

- Einsparpotenzial aus einer Umstellung auf eine unterjährig Verbrauchsinformation von 5% (ITG 2014).²

Für das Jahr 2020 ergeben die Abschätzungen einen Einsparwert von rund 0,7 Mio. t CO₂. Da es sich jedoch um einen Prüfauftrag handelt, werden die abgeschätzten Einsparungen nicht mit aufsummiert.

3.3.2. Gebäudeindividuelle Sanierungsfahrpläne

Entwicklung eines standardisierten Verfahrens, Prüfung des Verfahrens im Praxistest, Breitenförderung der gebäudeindividuellen Sanierungsfahrpläne

Die Abschätzung der CO₂-Wirkung des Instruments basiert auf folgenden zentralen Annahmen:

- Finanzielle Förderung von 500.000 Sanierungsfahrplänen bis 2020.
- Unterstellte Erfolgsquote (induzierte Sanierung) von 25%, d.h. jeder vierte Sanierungsfahrplan mündet in eine zusätzliche energetische Vollsanierung.
- Unterstellung einer um 50% erhöhten Wahrscheinlichkeit, dass die energetische Sanierung nach KfW-55 oder 70 geschieht (die Verschiebung hin zu KfW-55/70 geht zu Lasten der Standards KfW-100/115).

Für das Jahr 2020 ergeben die Abschätzungen einen Einsparwert von rund 0,5 Mio. t CO₂.

3.3.3. Fortentwicklung Marktanzreizprogramm für erneuerbare Energien

Verstetigung des MAP auf 290 Mio. Euro jährlich.

Die Abschätzung der CO₂-Wirkung des Instruments basiert auf folgenden zentralen Annahmen:

- Verstetigung des MAP-Volumens auf 290 Mio. EUR pro Jahr (ab 2016).
- Übertragung der im Rahmen von Fichtner et al. (2011 und 2012) evaluierten Fördereffizienz auf die Jahre 2016-2020.
- Bilanzierung der CO₂-Wirkung gegenüber einer Baseline mit einem Fördervolumen von 250 Mio. EUR/a (dies entspricht dem im Rahmen des Projektionsberichts angesetzten Programmvolumens).

Für das Jahr 2020 ergeben die Abschätzungen einen Einsparwert von rund 0,4 Mio. t CO₂.

3.3.4. Schnelle Etablierung neuer technischer Standards

In der Bilanzierung wird das Instrument den flankierenden Instrumenten zugeordnet.

3.3.5. Energieforschung

In der Bilanzierung wird das Instrument den flankierenden Instrumenten zugeordnet.

3.4. Maßnahmen: Maßnahmen seit Oktober 2012

3.4.1. CO₂-Gebäudesanierungsprogramms (Aufstockung um 300 Mio €)

Aufstockung der Programme zur energetischen Sanierung von Wohngebäuden, dem energieeffizienten Neubau von Wohngebäuden sowie der energetischen Sanierung von Gebäuden

² Andere Quellen berichten von einem wesentlich höheren Einsparpotenzial (z.B. http://www.ista.de/ista_infothek/newsletter_ista_aktuell/messbare_steigerung_der_energieeffizienz_dank_edm/index.html), die CO₂-Einsparung wäre entsprechend linear hochzukalieren.

der kommunalen und sozialen Infrastruktur um 300 Mio. EUR jährlich.

Die Abschätzung der CO₂-Wirkung des Instruments basiert auf folgenden zentralen Annahmen:

- Aufstockung der KfW-Programme um ein Volumen von 300 Mio. EUR/a, wobei die komplette Aufstockung in den Programmtitel „Energieeffizient Sanieren“ fließt.
- Fortbestand der heutigen Förderarithmetik (Effizienzhaus-Standards) sowie Fördermittelverteilung auf die entsprechenden Standards.
- Untere Variante: Annahme einer im Vergleich zu den vergangenen Jahren etwas geringeren Fördereffizienz (CO₂-Einsparung pro Fördereuro), da aufgrund der Aufstockung des Programms verstärkt Gebäudeeigentümer mit einer geringeren Zahlungsbereitschaft erreicht werden müssen, entsprechend müssten sich die Förderkonditionen (z.B. Höhe des Tilgungszuschusses) verbessern. Die unterstellte Fördereffizienz liegt bei 0,56 kg CO₂-Einsparung pro Fördereuro (abgeleitet aus der durchschnittlichen Fördereffizienz des Programms „Energieeffizient Sanieren“ in den Jahren 2009-2012 (BEI/IWU 2010-2013) sowie der Annahme eines Reduktionsfaktors von 0,8).
- Obere Variante: Annahme einer im Vergleich zu den vergangenen Jahren identischen Fördereffizienz.
- Bisher hälftige Aufteilung der Programmkosten des Bundes auf die beiden Programmteile „Effizient Sanieren“ und „Effizient Bauen“ (abgeleitet aus der Abschätzung des Förderäquivalents der seitens der KfW in den Jahren 2011-2013 verausgabten Kredite und Zuschüsse in den beiden Programmteilen).
- Bilanzierung der CO₂-Einsparung gegenüber einem unsanierten Gebäude.

Für das Jahr 2020 ergeben die Abschätzungen einen Einsparwert zwischen 0,5 und 1,3 Mio. t CO₂.

3.4.2. EnEV 2013

EnEV 2013 (in der Fassung vom 18.11.2013).

Die CO₂-Wirkung des Instruments wurde unter Verwendung des Gebäudemodells des Öko-Instituts abgeschätzt. Die Abschätzung basiert auf folgenden zentralen Annahmen:

- Neubaurate 2015-2020 von 0,6%/a.
- Verschärfung der Anforderungen an Q_P im Neubau ab 01.01.2016 um 25% (Wohn- und Nichtwohngebäude).

Für das Jahr 2020 ergeben die Abschätzungen einen Einsparwert von rund 0,4 Mio. t CO₂ (untere Grenze). Aus der Meldung zu Art.7 der EED ergibt sich ein Einsparwert von 0,8 Mio. t CO₂ (obere Grenze)

3.5. Maßnahmen: Aktionsprogramm BMUB

3.5.1. Langfristziel klimaneutraler Gebäudebestand

Es handelt sich um ein Dachinstrument, das den Rahmen für die die notwendige Transformation induzierenden Politikinstrumente absteckt. Das Instrument selber hat keine direkte Wirkung auf die sektorbezogenen CO₂-Emissionen.

3.5.2. Bildungsinitiative für Gebäudeeffizienz

Unterstützung der beruflichen Aus- und Weiterbildung; Einrichtung einer nationalen Qualifikationsplattform; informelle, außerschulische und praktische Angebote für Auszubildende/Ausbildungspersonal im Rahmen des europäischen Sozialfonds.

Eine Wirkung von Qualifizierungsmaßnahmen stellt sich erst nach einer gewissen Vorlaufzeit ein. Bis zum Jahr 2020 werden deswegen keine spürbaren CO₂-Effekte erwartet. Das Erreichen des langfristigen Klimaschutzziels im Gebäudebereich erfordert jedoch eine Vervielfachung der Zahl an sehr ambitionierten energetischen Modernisierungsmaßnahmen. Zur Sicherstellung der rechnerischen Einsparungen ist ausreichend qualifiziertes Personal von Nöten. Hinsichtlich dieser Herausforderung ist das Instrument extrem wichtig.

In der Bilanzierung wird das Instrument den flankierenden Instrumenten zugeordnet.

3.5.3. Klimafreundliches Wohnen für einkommensschwache Haushalte

Anpassung von SGB II und XII, so dass Kommunen bei der Übernahme der Unterkunftskosten (KdU) im Rahmen der Grundsicherung die Mietobergrenzen auf Basis der Bruttowarmmiete festlegen können.

Ergänzung des Wohngelds um eine Klima-Komponente, z.B. durch eine Differenzierung der Höchstbeträge nach energetischer Gebäudequalität.

Teil 1 des Instruments setzt möglicherweise bei Hauseigentümern einen Anreiz zur energetischen Sanierung, da ihr Gebäude dann auch nach der Sanierung noch an KdU-Haushalte vermietbar ist. Teil 2 soll bei Hauseigentümern von überwiegend von Wohngeldempfängern bewohnten Gebäuden einen Anreiz zur energetischen Modernisierung setzen. Der Anreiz besteht in besseren Refinanzierungsbedingungen der Sanierungskosten (über das erhöhte Wohngeld).

Die Abschätzung der CO₂-Wirkung des Instruments basiert auf folgenden zentralen Annahmen:

- Inkrafttreten des Instruments am 01.01.2016.
- Bei den durchschnittlich 860.000 Wohngeldempfängerhaushalten sowie rund 4 Mio. KdU-Haushalten (Angabe des BMUB) induziert das Instrument im Zeitraum 2016-2020 eine Anhebung der Sanierungsrate um 1%.

Für das Jahr 2020 ergeben die Abschätzungen einen Einsparwert von rund 0,4 Mio. t CO₂.

3.5.4. Energetische Mietspiegel

Überprüfung der gesetzlichen Vorgaben zur ortsüblichen Vergleichsmiete mit dem Ziel einer stärkeren Berücksichtigung der energetischen Ausstattung und Beschaffenheit im Mietspiegel.

In der Bilanzierung wird das Instrument den flankierenden Instrumenten zugeordnet.

3.5.5. Energetische Stadtsanierung und Klimaschutz in Kommunen

3.5.5.1. KfW-Programm „Energetische Stadtsanierung“

Fortentwicklung des KfW-Programms „Energetische Stadtsanierung“ zur Stärkung der Förderung von Quartierskonzepten; ferner ab 2016 Aufstockung des Programms um weitere 50 Mio. EUR pro Jahr.

Unter der Annahme, dass sich infolge der Programmverbesserungen in geeigneten Gemeindestrukturen die Sanierungsrate um 10% erhöht, ergeben sich für das Jahr 2020 CO₂-

Einsparungen in Höhe von rund 0,1 Mio. t. Hinzu kommen die Einsparungen aus der Programmaufstockung. Die Abschätzung der entsprechenden Einsparwirkung basiert auf folgenden zentralen Annahmen:

- Aufstockung Programmvolumen um weitere 50 Mio. EUR/a (ab 2016).
- Anteil der Aufstockung für investive Maßnahmen: 90%
- Förderung effizienter Versorgungstechnik (z.B. Konventionelle und Biogas KWK-Anlagen zur Wärmeversorgung von Quartieren, Neu-/Ausbau von Wärmenetzen zur Wärmeversorgung von Quartieren, Effizienzsteigerung bei Lüftungsanlagen, Wärmerückgewinnung)
- Förderanteil: 15% der Investitionskosten (analog MAP)
- Durchschnittlich versorgte Gebäudefläche pro Förderfall: 400 m²
- Spez. Endenergieeinsparung durch effizientere Versorgungstechnik: 25%

Für das Jahr 2020 ergeben die Abschätzungen einen Einsparwert von insgesamt rund 0,6 Mio. t CO₂. Bei einer Aufstockung des Programmvolumens auf 100 Mio. EUR/a (ab 2016) ist entsprechend von einem Einsparwert von 1,2 Mio. t CO₂ auszugehen.

3.5.5.2. Kommunalrichtlinie der NKI

Für den Zeitraum 2015-2017 soll es neue Antragsfenster im Rahmen der Kommunalrichtlinie geben. Auch für den Zeitraum 2017-2019 ist ein erneutes Antragsfenster vorgesehen, ferner Aufstockung des Programms um weitere 10 – 100 Mio. EUR pro Jahr.

Bei einem zusätzlichen Finanzvolumen von 10/100 Mio. €/a zur Förderung von Sanierungsmaßnahmen im Rahmen der Kommunalrichtlinie, werden in 2020 ca. 0,15/1 Mio. t CO₂ eingespart, wobei davon ausgegangen wird, dass sich die Maßnahmen hauptsächlich auf den Wärmebedarf konzentrieren.

Als Grundlage der Schätzung wurden die Minderungseffekte herangezogen, wie sie sich bei Umsetzung eines Ausschreibungsmodells ergeben. Alternativumsetzungen/-Berechnungen wurden nicht betrachtet. Das Modell basiert auf einer entsprechenden Ausgestaltung des MAP und bezieht sich damit in erster Linie auf wärmebasierte Maßnahmen. Bei einem etwa hälftigen Anteil von strombezogenen Einsparmaßnahmen, liegt die Einsparung etwa doppelt so hoch bei 0,3 bis 2 Mio. t CO₂-Minderung in 2020. Zugrunde gelegt wurde ferner eine Degression der Fördereffizienz von 15 %; die vermiedene CO₂-Menge je eingesetztem Fördermittel ergibt sich aus dem Evaluierungsbericht zum MAP.

3.5.6. Klimafreundliche Wärmeerzeugung

3.5.6.1. Mini-KWK-RL

Fortentwicklung bzw. Ausweitung des bestehenden Mini-KWK-Programms, z.B. durch Einführung eines Fördermerkmals für besonders stromeffiziente Anlagen (Brennstoffzellen).

Die folgende Quantifizierung der Effekte einer Novelle des Mini-KWK-Programms wurde nicht vom Öko-Institut vorgenommen, sondern wurde aus der wissenschaftlichen

Begleitforschung im Rahmen der Wiederaufnahme des Mini-KWK-Impulsprogramms übernommen (Prognos 2014)³.

Mit dem Mini-KWK-Impulsprogramm werden KWK-Anlagen bis zu einer elektrischen Leistung von 20 kW gefördert. Das Programm ist im nationalen Teil der Klimaschutzinitiative angesiedelt. Ein zentrales Ziel des Programms ist, den Einsatz hocheffizienter und flexibler KWK-Anlagen im Leistungsbereich bis 20 kW deutlich zu steigern und zusätzliche Anreize für die Marktentwicklung zu geben. Die geförderten Anlagen müssen hohen Anforderungen hinsichtlich der Primärenergieeinsparung gerecht werden und darüber hinaus auf die Flexibilitätsanforderungen eines Strommarktes mit wachsenden Anteilen fluktuierender erneuerbarer Energien vorbereitet sein. Hierfür sind Vorrichtungen zur externen Steuerung und Regelung ebenso wie ein ausreichend groß dimensionierter Speicher notwendig. Die Anforderungen des Programms führen im Vergleich zu „Standardkonfigurationen“ zum Zusatznutzen der Flexibilität der geförderten Anlagen aber auch zu leicht erhöhten Investitionskosten.

Die Abschätzungen zum zusätzlichen CO₂-Einsparung durch eine Vordoppelung des Volumens des Impulsprogramms basieren auf der Förderstatistik, die im Rahmen der Begleitforschung (Prognos, ifeu, BHKW-Consult) regelmäßig aktualisiert wird, auf den methodischen Festlegungen der Zwischenevaluation der Vorläuferrichtlinie aus den Jahr 2009 (Öko-Institut et. al. 2012) und eigenen Annahmen. Der sich aus der geforderten Flexibilität ergebende Zusatznutzen der geförderten Mini-KWK-Anlagen wird dabei nicht berücksichtigt.

Die CO₂-Einsparung je Fall berechnet sich aus der Differenz der CO₂-Emissionen aus dem Mini-KWK-Betrieb und der getrennten Bereitstellung der identischen Strom- und Wärmemenge über den Stromnetzbezug und einem Brennwertkessel.

Knapp 95% der geförderten Anlagen werden mit Erdgas betrieben, weshalb die CO₂-Berechnungen vereinfachend nur mit Erdgas als Brennstoff und Referenzsystem für die Wärme durchgeführt wurde. Folgende CO₂-Emissionsfaktoren wurden aus der Zwischenevaluation übernommen.

Tabelle 3-2: Emissionsfaktoren zur Abschätzung der CO₂-Einsparung

Energieträger	Emissionsfaktor	
Gas	g/kWh	209
Strommix	g/kWh	770

Quelle: Öko-Institut et. al. (2012)

Als Referenzsystem wurde wärmeseitig ein Erdgas-Brennwertkessel mit einem Jahresnutzungsgrad von 95% angenommen. Stromseitig wurde ein CO₂-Emissionsfaktor von 770 g CO₂/kWhel übernommen. Dieser basiert auf der Annahme, dass alternativ anteilig ein modernes Steinkohlekraftwerk neu errichtet und betrieben würde, während Mini-KWK-Anlagen Wärme und damit gleichzeitig Strom produzieren. Dies trägt den Vereinbarungen zur KWK-Monitoring Rechnung (RWI 2010).

Die Annahmen zu den Vollbenutzungsstunden der Mini-KWK-Anlagen wurden entsprechend typischer, in den Programmzahlen häufig vorzufindender Förderfälle sinnvoll gesetzt⁴.

Die jährlichen Fallzahlen und ihre Verteilung auf Ein- und Zweifamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser und Nichtwohngebäude wurden auf Basis der Programmzahlen abgeschätzt und auf ein Volumen

³ Prognos 2014: Persönliche Mitteilung von Nils Thamling, Prognos AG, 25.9.2014

⁴ Die Auswertung der Programmzahlen hat insgesamt 11 häufig vorkommende Kombinationen aus Anlagengrößenklasse und Einsatzort ergeben.

von 10 Mio. Euro normiert⁵. Für die Aufstockung (wirksam ab 2016) wurde angenommen, dass eine Anhebung der Fördersätze um pauschal 25% notwendig ist, um eine höhere Anzahl von Förderfällen zu generieren und eine Verdoppelung des Volumens auf 20 Mio. Euro/a zu erreichen.

Anhand dieser Datengrundlagen und Annahmen ergibt sich für die aktuelle Förderung ein Fördermitteleinsatz von etwa 159 Euro je jährlich eingesparter t CO₂. Für die Aufstockung liegt dieser Wert bei etwa 263 Euro je jährlich eingesparter t CO₂. Im Mittel liegt der Fördermitteleinsatz bei Aufstockung bei 198 Euro je jährlich eingesparter t CO₂.⁶

Damit ergibt sich für die Verdoppelung des Fördervolumens des Mini-KWK-Impulsprogramms das in Tabelle 3-3 dargestellte Bild. Unter der Konvention, die Wirkung der Förderfälle des Jahres 2020 nur hälftig einzubeziehen, ergibt sich durch die Aufstockung eine zusätzliche CO₂-Minderung von 0,21 Mio. t CO₂/a bis 2020. Der sich aus der geforderten Flexibilität ergebende Zusatznutzen bleibt hier unberücksichtigt.

Tabelle 3-3: Kennzahlen des Mini-KWK-Impulsprogramms bei Fortführung und Aufstockung des Fördervolumens von 10 Mio. Euro/a auf 20 Mio.Euro/a

Mini KWK-Impulsprogramm								
aktuelles Volumen	10 Mio. Euro / a							
CO₂-Einsparung pro Jahr	63 Tsd. t / a							
<hr/>								
Aufstockung	10 Mio. Euro / a							
CO₂-Einsparung pro Jahr	38 Tsd. t / a							
<hr/>								
CO₂-Einsparung im Jahr		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
bisherige Ausstattung	Tsd. t / a	63	126	189	252	315	378	440
Aufstockung	Tsd. t / a			38	77	115	153	192
Gesamt im Jahr 2020	Tsd. t / a							632

Quelle: Prognos, ifeu, BHKW-Consult (2014)

3.5.6.2. Beseitigung von steuerlichen Hemmnissen für Wohnungsunternehmen, die Strom aus erneuerbaren Energien oder in Kraft-Wärme-Kopplung erzeugen (möchten)

Vermeidung des Verlusts von Steuervorteilen für Wohnungsunternehmen und -genossenschaften wenn diese zu hohe Erlöse aus KWK oder PV Anlagen erzielen; Gestaltung über Körperschafts- oder Gewerbesteuerrecht, alternativ über BMF-Anwendungsschreiben.

Verstärkter Einsatz von KWK und PV bei Wohnungsunternehmen und -genossenschaften könnte den EE Anteil im Strom- bzw. Wärmemix erhöhen und entsprechend fossile Energieträger verdrängen. Die Abschätzung der CO₂-Wirkung erfasst dabei die zusätzliche Wärme aus KWK sofern auf der Basis von Erdgas oder EE erzeugt wird.

Die Abschätzung der CO₂-Wirkung des Instruments basiert auf folgenden zentralen Annahmen:

- Inkrafttreten des Instruments am 01.01.2016.

⁵ Aktuelle erreicht die Richtlinie dieses Volumen nicht. Gründe hierfür liegen in der Verunsicherung des Marktes durch die Diskussionen um die Belastung der Eigenstromversorgung mit EEG-Umlage seit Ende 2013 sowie einen potenziellen Förderstopp Anfang 2013.

⁶ Über die Lebensdauer einer Mini-KWK-Anlage von 15 Jahren betrachtet liegt der Fördermitteleinsatz bei 11 Euro / t CO₂ für die aktuelle Förderrung respektive 18 Euro / t CO₂. Im Mittel liegt der Fördermitteleinsatz dann bei 13 Euro / t CO₂.

- Das Instrument induziert den Einsatz von KWK (Erdgas) bei 5% aller Mehrfamilienhäuser, die von Wohnungsunternehmen/ -genossenschaften bewirtschaftet werden und bei denen die Heizanlage ausgetauscht wird (Kesseltauschrate in diesem Gebäude/Eigentümer-Segment: 3,3%).
- Durchschnittliche Effizienzsteigerung der Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung infolge des KWK-Einsatzes von 20%.

Für das Jahr 2020 ergeben die Abschätzungen einen Einsparwert von rund 0,03 Mio. t CO₂. Zusätzlich werden durch die Erzeugung erneuerbaren Stroms 0,2 Mio. t CO₂ gemindert, die dem Sektor Energiewirtschaft zugerechnet werden.

3.5.7. Ideenwettbewerb: Energiesparendes Bauen begehrllich machen

Initiierung eines innovativen Ideenwettbewerbs, bei dem Vertreter verschiedener Fachdisziplinen (Werbung, Psychologie, Bauen, etc.) nach kommunikativen Lösungsansätzen suchen, die das energiesparende Bauen ansprechend machen.

In der Bilanzierung wird das Instrument den flankierenden Instrumenten zugeordnet.

3.5.8. Erstellung energetischer Sanierungsfahrpläne für die öffentliche Hand

Entwicklung eines energetischen Sanierungsfahrplans Bundesliegenschaften (ESB) zur vorbildhaften Verbesserung des baulichen und energetischen Zustands von Dienstliegenschaften des Bundes; Ausweitung des Sanierungsfahrplans auf alle öffentlichen Gebäude.

Die Abschätzung der CO₂-Wirkung des Instruments basiert auf folgenden zentralen Annahmen:

- Nettogrundfläche öffentlicher Gebäude von Bund, Ländern und Kommunen nach Bürger/Steinbach (2010) ca. 540 Mio. m².
- Sukzessiver Anstieg der energetischen Sanierungsrate bei Gebäuden der öffentlichen Hand bis 2020 auf 2%/a bei einer Einsparung pro Sanierung von rund 40% (Öko-Institut/ISE 2014).
- Ferner Förderung von Maßnahmen zur Betriebsoptimierung bei öffentlichen Gebäuden: Es wird angenommen, dass bis 2020 jede fünfte öffentliche Liegenschaft optimiert wird bei einem sich mit der optimierten Betriebsführung verbundenen Einsparpotenzial in Höhe von 10%.

Für das Jahr 2020 ergeben die Abschätzungen einen Einsparwert von rund 0,1 Mio. t CO₂ (nur Liegenschaften des Bundes); bei Ausweitung auf die Liegenschaften von Ländern und Kommunen bis zu 1,2 Mio. t CO₂.

Zusätzlich wurde untersucht, welche Minderungswirkung sich aus einem Mitteleinsatz von 100 Mio € /a für die energetische Sanierung von Bundesbauten ab 2016 bis 2020 ergeben würde. Dazu wurde von Kosten zwischen 1.000 – 2.000 € / t CO₂ ausgegangen (Angaben des BMUB aus anderen Gutachten). Insgesamt kann dadurch von 0,25 bis 0,5 Mio. t zusätzlicher Minderung in 2020 ausgegangen werden. Zusammen mit den oben veranschlagten 1,2 Mio. t beläuft sich die maximale Einsparwirkung in diesem Bereich auf bis zu 1,7 Mio. t.

Da es jedoch Überschneidungen zwischen den Sanierungsfahrplänen sowie dem zusätzlichen Mitteleinsatz für die energetische Sanierung der entsprechenden Gebäude kommen dürfte, dürften die Gesamteinsparungen auf einem niedrigeren Niveau liegen.

3.5.9. Umsetzung von Nachhaltigkeits-Bewertungssystemen neben dem Bund auch bei Ländern und Kommunen

In der Bilanzierung wird das Instrument den flankierenden Instrumenten zugeordnet.

3.5.10. Angewandte Forschung im Städte- und Baubereich stärken

In der Bilanzierung wird das Instrument den flankierenden Instrumenten zugeordnet.

4. Klimaschutz im Verkehr

4.1. Überblick

Tabelle 4-1: Überblick der Maßnahmenwirkung: Klimaschutz im Verkehr

	Brutto-Einsparung Mio. t CO₂ p.a. in 2020	
	Min	Max
Klimafreundliche Gestaltung des Güterverkehrs	4,28	6,64
Absenkung Lkw-Maut auf 7,5 t und Ausdehnung auf alle Bundesstraßen	0,25	0,50
Ausdehnung Lkw-Maut auf Lkw ab 3,5 t	0,10	0,20
Umstellung der LKW-Maut auf Energieeffizienzklassen	1,50	2,30
Programm Hybrid LKWs	1,00	1,50
Stärkung Schienenverkehr (GV)	1,20	1,50
Stärkung Wasserstraße	flankierend	flankierend
Förderung regionaler Wirtschaftskreisläufe	0,50	1,10
Kraftstoffsparendes Fahren (Lkw)	0,20	0,40
Klimafreundliche Gestaltung des Personenverkehrs	1,59	2,48
Stärkung des Öffentlichen Personenverkehrs	0,70	1,00
Stärkung Schienenverkehr (PV)	0,20	0,30
Stärkung des Fahrrad- und Fußverkehrs	0,50	0,80
Betriebliches Mobilitätsmanagement	flankierend	flankierend
Carsharing-Gesetz	flankierend	flankierend
Kraftstoffsparendes Fahren (Pkw)	0,20	0,40
Verstärkter Einsatz elektrischer Antriebe bei Kraftfahrzeugen	0,70	0,70
Verstärkter Einsatz elektrischer Antriebe bei Kraftfahrzeugen	0,70	0,70
Übergreifende und steuerliche Maßnahmen im Verkehrsbereich	0,40	0,55
Novelle Bundesreisekostengesetz	0,15	0,30
Steuerliche Förderung von Erdgasfahrzeugen	0,25	0,25
Klimaschutzmaßnahmen im Luft- und Seeverkehr	0,60	0,60
Single European Sky	in Projektion	in Projektion
Unterstützung von Klimaschutzmaßnahmen im internationalen Seeverkehr	0,60	0,60
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte, ohne internat. Verkehr)	7,45	11,25
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (unter Berücksichtigung von Überlagerungseffekten, ohne internat. Verkehr)	7,0	10,4

Quelle: Berechnungen Öko-Institut

4.2. Maßnahmen

Für die Quantifizierung der Maßnahmen wurde auf die Verkehrsleistungsentwicklung der Verkehrsverflechtungsprognose 2030 zurückgegriffen (Schubert 2014). Für die Ermittlung der Verkehrsleistung im Jahr 2020 wurde zwischen den Jahren 2010 und 2020 interpoliert. Ferner wurden die im MMS-Szenario des Projektionsberichts angenommenen Effizienzsteigerungen und Technologien hinterlegt sowie ein Biokraftstoffanteil von 7% angenommen. Zusätzlich wurde die wachsende Diskrepanz zwischen Normverbrauch und Realverbrauch der Pkw berücksichtigt. Die sich daraus ergebenden zentralen Basisdaten hinsichtlich Verkehrsleistung und Emissionen (ohne Luft- und Seeverkehr) sind in Tabelle 4-2 dargestellt.

Tabelle 4-2: Basisdaten für die Maßnahmenbewertung im Sektor Verkehr

	Verkehrsleistung Mrd. pkm / Mrd. tkm	Mio. t CO₂
MIV	947	90,8
ÖV	173	3,8
Schienengüterverkehr	131	0,4
Straßengüterverkehr	522	52,4
Binnenschiff	69	0,9
gesamt		148

Quelle: Eigene Berechnungen (siehe Text)

Die gesamten CO₂-Emissionen der zu Grunde gelegten Basisentwicklung liegen damit in der Größenordnung des MMS-Szenarios des Projektionsberichtes. Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich Effekte in Richtung niedrigerer direkter Emissionen (niedrigere Verkehrsleistung) und höherer direkter Emissionen (niedrigerer Anteil Biokraftstoffe, wachsende Diskrepanz zwischen Normverbrauch und Realverbrauch bei Pkw) in etwa aufheben.

Im Folgenden werden zu jeder Maßnahme in Kürze die Annahmen und Ergebnisse dargestellt.

4.2.1. Weiterentwicklung der Lkw-Maut

Erweiterung der Lkw-Maut auf alle Fahrzeuge ab 7,5 t, Erweiterung auf alle Bundesstraßen und das nachgeordnete Straßennetz, Einbeziehung einer eigenen Schadstoffklasse Euro VI und der externen Kosten.

Die Ausweitung der Lkw-Maut kann auf Grund der höheren Kilometerkosten zu einer Reduktion der Lkw-Fahrleistung führen, z.B. durch Verlagerung auf Binnenschiff und Schiene, höhere Auslastung, verbesserte Tourenplanung etc.

Für die Berechnung möglicher Emissionsminderungen durch die Ausweitung der Lkw-Maut wurden folgende Basisdaten verwendet:

- die nach Größenklassen differenzierte Fahrleistung der Lkw für das Jahr 2010 sowie die Energieverbräuche basierend auf dem Projektionsbericht; die Aufteilung auf die Straßenkategorien (IO, AO, AB) entstammt TREMOD.
- die Lkw-Fahrleistung nimmt bis 2020 gemäß der Steigerungsraten aus der VP 2030 zu

Auf dieser Basis ergeben sich für das Jahr 2020 folgende THG-Emissionen differenziert nach Größenklasse und Straßenkategorie:

Tabelle 4-3: THG-Emissionen im Straßengüterverkehr 2020

	Lkw 3,5-7,5 t	Lkw 7,5-12t	Lkw >12 t und Sattelzüge	
AB	1,1	0,4	22,6	
AO	1,1	0,4	9,1	
IO	1,1	0,5	5,5	
gesamt	3,3	1,4	37,2	

Quelle: Eigene Berechnungen (siehe Text)

Für die Abschätzung der Maßnahmenwirkung wurde angenommen, dass die Lkw-Maut auf den Straßenkategorien „Autobahn“ und „Außerorts“ Wirkung entfaltet, dass jedoch nur 67% der Fahrleistung Außerorts von der Ausweitung der Lkw-Maut auf Bundesstraßen und das nachgeordnete Straßennetz betroffen sind. Hier liegt die Annahme zu Grunde, dass alle Bundesstraßen und 50% der Landes/Staatsstraßen erfasst werden. Die 67% leiten sich auf der Basis von Verkehrszählungen und Streckenlängen ab (Bericht der Daehre-Kommission „Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung“).

Weiterhin wurde ein Mautsatz von durchschnittlich 14 Cent/km für die Lkw mit 3,5t – 12 t zGG bei durchschnittlichen Fahrzeugbetriebskosten von 90 Cent/km (für Kraftstoff, Versicherung, Wartung, Abschreibung, Fahrerkosten) angenommen, was zu einer Erhöhung der Kilometerkosten um 16% durch die Maut führt. Auch für die Wegekosten der Lkw>12t auf Bundesstraßen- und im nachgeordneten Straßennetz wurde eine Erhöhung um 16% angenommen.

Dagegen reduzieren sich für Lkw >12t zGG die Mautsätze auf Autobahnen in Folge des neuen Wegekostengutachtens um durchschnittlich rd. 8% und die Wegekosten um rd. 1%: Legt man auf Basis von (Jong et al. 2010) eine Elastizität von -0,6 zu Grunde (wobei 50% davon durch eine Verlagerung auf Binnenschiff und Schiene realisiert werden), so ergeben sich die in Tabelle 4-4 dargestellten Minderungen. Dabei ist auch die Zunahme der Emissionen von Lkw>12t durch die reduzierten Wegekostensätze berücksichtigt.

Tabelle 4-4: Abschätzung des Minderungspotenzials durch Fortentwicklung Lkw-Maut

		3,5-7,5t	7,5 t - 12 t	>12t	3,5-7,5t	7,5 t - 12 t	>12t
		Autobahn	Autobahn	Autobahn	außerorts	außerorts	außerorts
Änderung Wegekosten	in Prozent	16%	16%	-1%	16%	16%	16%
Änderung Fahrleistung	in Prozent	-10%	-10%	0,6%	-9,6%	-9,6%	-9,4%
Emissionen 2020 ohne Maßnahme	Mio. t CO ₂	1,1	0,4	22,6	0,7	0,3	6,1
Reduktion durch Maßnahme	Mio. t CO₂	-0,11	-0,04	0,14	-0,07	-0,03	-0,57

Quelle: eigene Berechnungen (Quellen siehe Text)

Insgesamt ergibt sich ein Minderungspotenzial von 0,5 Mio. t CO₂ für die Ausdehnung der LKW-Maut auf LKW ab 7,5t und Ausweitung auf Bundesfernstraßen. Die Wirkung einer Ausdehnung auf LKW ab 3,5t wurde in der Summe nicht berücksichtigt, da dies im Aktionsprogramm nur als Prüfauftrag enthalten ist. Mögliche Ausweicheffekte auf das von der Maut ausgenommene Straßennetz sind bei dieser Berechnung nicht berücksichtigt. Wesentlich ist auch die parallele Förderung von Schiene und Wasserstraße, da sich sonst nicht das volle Minderungspotenzial entfalten kann. Es wird davon ausgegangen, dass auf Grund der in Maßnahme 8 und 13 beschriebenen Förderung von Schiene und Binnenschiff keine zusätzlichen Emissionen durch die Verlagerung entstehen. Würde die Wegekostenelastizität aufgrund fehlender Optionen zur Verlagerung auf Schiene und Binnenschiff nur bei -0,3 liegen, so würde sich jedoch auch das Minderungspotenzial halbieren.

4.2.2. Umstellung der LKW-Maut auf Energieeffizienzklassen

Lkw-Maut wird entsprechend dem Energieverbrauch der Fahrzeuge gestaffelt.

Voraussetzungen

Wichtige generelle Voraussetzungen der Maßnahmen-Umsetzung sind:

- Die Eurovignettenrichtlinie muss angepasst werden
- Es braucht einen fahrzeugbezogenen Normverbrauchswert – auch für Bestandsfahrzeuge
- Es braucht ein nachprüfbares bzw. empirisch belegtes Monitoring des Kraftstoffverbrauchs der mautpflichtigen Fahrzeuge mit (im Idealfall) Realverbrauchsmessung („Realverbrauchsschreiber“) oder Zertifizierung der Normverbrauchsabsenkung von Energiesparmaßnahmen

Nur wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, kann das Potenzial der Maßnahme gehoben werden.

Minderungspotenzial

Die Einschätzung der CO₂-Einsparpotenziale durch die Maßnahme „Mautsatzspreizung nach dem Energieverbrauch“ hat zwei entscheidende Einflussbereiche:

erstens das Maßnahmenpotenzial auf Fahrzeugebene, d.h.

- das technische Reduktionspotenzial gegenüber der Ausgangssituation („Trend“)
- der Anteil des technischen Reduktionspotenzials, welches durch den verstärkten ökonomischen Anreiz durch die Maßnahme zusätzlich gehoben wird

zweitens das Umsetzungs- bzw. Fahrleistungspotenzial, d.h.

- die Umsetzungsgeschwindigkeit im Hinblick auf die gesetzliche Regulierung (Eurovignettenrichtlinie), die Bestimmung des Normverbrauchswertes (VECTO) und das Monitoring des Kraftstoffverbrauchs
- die durch die Maßnahme erreichbaren mautpflichtigen Fahrleistungen von Neu- und Altfahrzeugen im Jahr 2020

Bereits heute werden kraftstoffsparende Maßnahmen an Lkw umgesetzt, sofern sie a) auf dem Markt angeboten werden, b) sich während der kalkulatorischen Lebensdauer amortisieren und c) für den vorgesehenen Einsatzzweck auch anwendbar sind. Eine effizienzabhängige Mautspreizung könnte hier verstärkend wirken. Der grundsätzliche Wirkmechanismus der Maßnahme entspricht einer Erhöhung des Kraftstoffpreises (z.B. durch höhere Mineralölsteuern). Im Gegensatz zur Erhöhung der Mineralölsteuern besitzt die effizienzabhängige Lkw-Maut den Vorteil, dass keine Gefahr von Tanktourismus besteht. Allerdings besitzt sie den Nachteil des deutlich höheren Aufwandes sowie die Gefahr, dass die tatsächliche Effizienz der Lkw nicht akkurat abgebildet wird (wenn die in den Fahrzeugbriefen ausgewiesene Effizienz von dem realen Verbrauch abweicht).

Bei der Bewertung des Einsparpotenzials auf Fahrzeugebene ist zu beachten, dass die Maßnahme TPMS bereits im Trend enthalten ist und die Maßnahme kraftstoffsparendes Fahren bereits im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 berücksichtigt ist. Daraus ergibt sich in

Abhängigkeit des Umsetzungsgrades und der Minderung auf Fahrzeugebene folgendes Minderungspotenzial der Maßnahme:

Tabelle 5: CO₂- Minderung der Maßnahme in verschiedenen Szenarien

Minderung (Mio. t CO ₂)	Minderung auf Fahrzeugebene durch Maßnahme			
	ggü Ref+	4%	7%	15%
	ggü 2010	11%	15%	22%
Umsetzungsgrad	25%	0,3	0,6	1,2
(Fahrleistungsanteil	50%	0,6	1,2	2,4
effizienter Fahrzeuge)	75%	0,9	1,8	3,7

Zur Einordnung der Minderungspotenziale auf Fahrzeugebene können die resultierenden spezifischen Verbräuche herangezogen werden: Die mittlere Spalte – eine Minderung auf Fahrzeugebene von 15% gegenüber 2010 - entspricht der Größenordnung, welche die Nutzfahrzeugindustrie für Neufahrzeuge bis 2020 für machbar hält⁷.

Aufgrund der o.g. Hemmnisse und Voraussetzungen scheint ein Umsetzungsgrad (d.h. Fahrleistungsanteil effizienter Fahrzeuge) von mehr als 25% bis 2020 wenig realistisch. Zwar ist die durchschnittliche Lebensdauer von Lkw deutlich niedriger als von Pkw (etwa 4 Jahre im „ersten Leben“ mit hohen Fahrleistungen, danach meist ein „zweites Leben“ mit geringeren Fahrleistungen oder im Ausland). Nach Einführung der Maßnahme und einer daraus resultierenden höheren Nachfrage nach verbrauchsarmen Lkw müssten jedoch zunächst die Hersteller mit einer entsprechenden Anpassung des Fahrzeugangebotes reagieren. Dies gilt insbesondere für Maßnahmen, welche deutliche Änderungen am Fahrzeugkonzept bedingen (z.B. Aerodynamik). Es ist daher selbst bei einer zügigen Umsetzung der Maßnahme davon auszugehen, dass bis 2020 nur ein Teil des gesamten Minderungspotenzials im Fahrzeugbestand realisiert würde. Zudem stellt sich die Frage, ob sich für Lkw im grenzüberschreitenden Verkehr und im Transitverkehr welche einen relevanten Anteil des gesamten Lkw-Verkehrs ausmachen, aber nur Teile ihrer Fahrleistung in Deutschland erbringen, sich die Umsetzung zusätzlicher Energieeinsparpotenziale als ebenso kosteneffizient darstellt wie für die Lkw, die hauptsächlich in Deutschland unterwegs sind.

Geht man also davon aus, dass die zusätzliche Minderung auf Fahrzeugebene durch die Maßnahme 7% beträgt (d.h. die Gesamtminderung rund 15% gegenüber 2010) und sich bis 2020 in 50% des Bestandes widerspiegelt, so ergibt sich im Jahr 2020 eine Minderung 1,2 Mio. t. Bei einer Gesamtminderung von 15% gegenüber der Referenz (entspricht 22% gegenüber 2010) und einem Umsetzungsgrad von 50% läge die Einsparung bei 2,4 Mio. t. Insgesamt wird deshalb bei anspruchsvoller Ausgestaltung der Maßnahme von einer Minderung von etwa 1,5 bis 2,3 Mio. t ausgegangen.

Kommentar zur Ausgestaltung der Spreizung

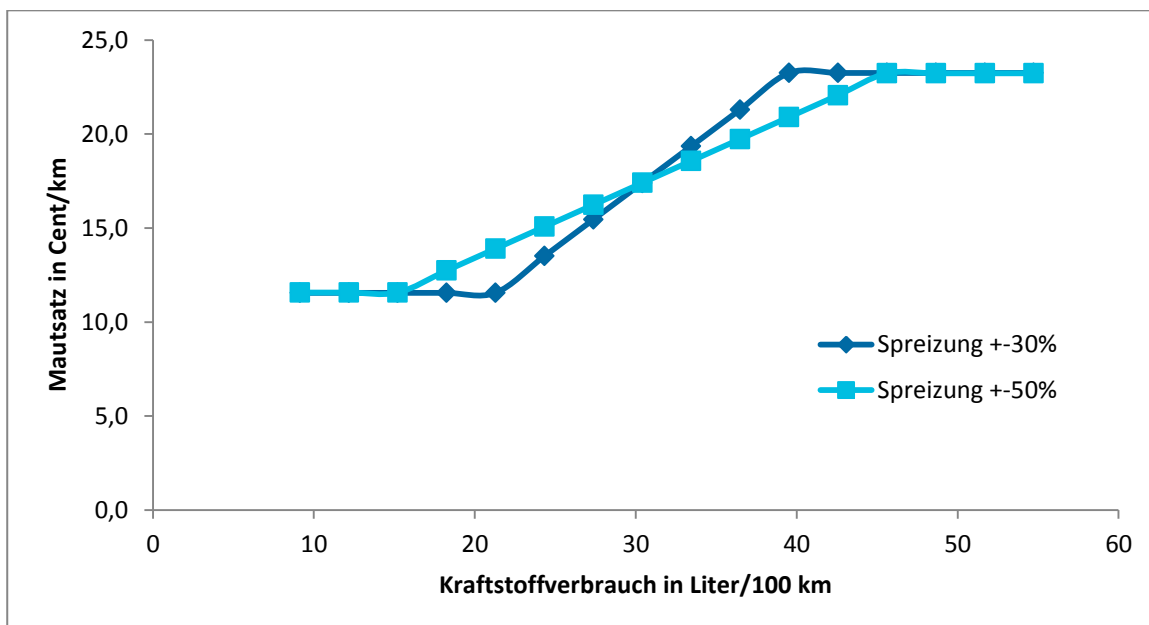
Das Gutachten von prognos schlägt eine lineare Spreizung des Mautsatzes um die durchschnittlichen Wegekosten vor, welche so auszugestalten ist, dass sich die maximal zulässige Spreizung von 100% zwischen niedrigstem und höchstem Mautsatz ergibt und gleichzeitig die Wegekosten gedeckt werden.

Würde man wie in dem Gutachten vorgeschlagen, eine vollständig lineare Spreizung der Mautsätze vornehmen, so müsste der verbrauchsstärkste Lkw des Bestandes den höchsten

⁷ siehe Vortrag von Herrn Schuckert im Rahmen der MKS; Download unter <http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/UI-MKS/mks-referentenmaterialien-veranstaltung4-strasse.html?nn=35602>

Mautsatz bezahlen. Es gibt jedoch Fahrzeuge, welche aufgrund von Bauart oder Einsatzprofil einen deutlich höheren Verbrauch aufweisen als der durchschnittliche Sattelzug im Güterfernverkehr (z.B. Baufahrzeuge). Eine solche Ausgestaltung würde demnach dazu führen, dass die Spreizung der Maut im „relevanten Bereich“, d.h. für die Lkw mit hoher Fahrleistung, deren Verbrauch näher am Durchschnitt liegt, verhältnismäßig gering ausfallen würde und damit auch der Anreiz zur Effizienzsteigerung gering wäre.

Um die Effektivität der Maßnahme zu erhöhen, sollte daher die Mautspreizung z.B. nur in einem gewissen Bereich um den Durchschnittsverbrauch erfolgen. Beispielhaft sind dazu in der folgenden Abbildung zwei Varianten für das Referenzfahrzeug 3 (Durchschnittsverbrauch 30,4 Liter im Jahr 2020) dargestellt. Die maximale Mautspreizung von 100% wird hier auf die Fahrzeuge angewendet, deren Verbrauch bis zu 30% (Variante 1) bzw. bis zu 50% (Variante 2) vom Durchschnittsverbrauch abweicht.



Alternativ zu dieser Option, bei der alle Fahrzeuge über oder unter einem bestimmten Verbrauch denselben (höchsten oder niedrigsten) Mautsatz bezahlen, wäre auch eine „S-Kurve“ denkbar, welche sich asymptotisch dem minimalen bzw. maximalen Mautsatz annähert. Es ist jedoch zu prüfen, inwiefern diese Ausgestaltung umsetzbar ist.

Bei einer entsprechenden Ausgestaltung lässt sich mit der Maßnahme allerdings tatsächlich eine Hebelwirkung auf die kraftstoffabhängigen Kosten erzielen: Geht man für das Referenzfahrzeug 3 von einer linearen Spreizung der Maut von 10 Cent für Fahrzeuge mit einem Verbrauch von +/- 30% gegenüber dem Durchschnittsverbrauch aus, so entspricht dies einer Erhöhung der kraftstoffabhängigen Kosten um etwa 30%.

Mautspreizung in Höhe von	10 Cent/km
für Abweichung des Kraftstoffverbrauchs (ggü. dem mittleren Fahrzeug) i. H. v.	30%
bei einem Durchschnittsverbrauch des mittleren Fahrzeuges von	30,4 Liter/100 km
und einem Anteil der mautpflichtigen Kilometer von	71%
ergibt zusätzliche kraftstoffabhängige Kosten in Höhe von	0,39 Euro / Liter
entspricht bei einem Kraftstoffpreis von	1,28 Euro / Liter
einer Erhöhung der kraftstoffabhängigen Kosten um	30% Euro / Liter

4.2.3. Programm Hybrid LKWs

- Förderung des Kaufs von Hybrid-Lkw durch das Lkw-Innovationsprogramm aus Mautmitteln im Rahmen der Mautharmonisierung

Hybridisierung von Lkw kann je nach Einsatzprofil 5%-7% Minderung bewirken. Durch ein Förderprogramm kann die Markteinführung von Hybrid-Lkw – von der Hersteller v.a. für den Zeitraum nach 2020 ausgehen – vorgezogen werden. Bis 2020 scheinen im besten Fall 25%-50% der Fahrleistung denkbar. Daraus ergeben sich folgende Minderungspotenziale:

		Minderung durch Hybridisierung	
		5%	7%
Anteil Hybrid-Lkw an der Lkw-Fahrleistung in 2020	25%	0,5	0,7
	50%	0,9	1,3

Es ist zu beachten, dass es sich um eine Maßnahme mit einem kurzfristigen Minderungsbeitrag, aber ohne langfristig nachhaltige Wirkung handelt: Durch die Maßnahme wird eine Effizienzsteigerung zeitlich vorgezogen, welche sich nach 2020 ohnehin als kosteneffizient darstellen dürfte und sich daher auch ohne gezielte Förderung etablieren könnte. Zudem ist zu beachten, dass eine verstärkte Effizienzsteigerung im Straßenverkehr zu einer Transportkostensenkung und damit zu einer Attraktivitätssteigerung der Straße gegenüber der Schiene führen könnte. Insgesamt ist somit von einem Minderungspotential der Maßnahme von etwa 1 bis 1,5 Mio. t bis 2020 auszugehen.

4.2.4. Stärkung Schienengüterverkehr

- Behebung von Kapazitätsengpässen im Schienennetz durch Erhöhung der Mittel für den Ausbau des Bestandsnetzes Schiene um 1 Mrd. Euro im Jahr 2016-2018

Derzeit bestehen im Schienennetz an vielen Strecken Kapazitätsengpässe, insbesondere in den Knoten. Die Bereitstellung zusätzlicher investiver Mittel kann zeitnah Kapazitätsengpässe beheben und dazu führen, dass Verkehre auf der Schiene statt auf der Straße abgewickelt werden.

Die Verkehrsverflechtungsprognose geht von einer Zunahme der Verkehrsleistung im Schienengüterverkehr von 107 Mrd. tkm im Jahr 2010 um 43% auf 153,7 Mrd. tkm im Jahr 2030 aus. Es ist jedoch fraglich, ob die rd. 154 Mrd. tkm mit einem Schienennetz, welches die bereits finanzierten Maßnahmen enthält, im Netz darstellbar sind (vermutlich eher rund 140 Mrd. tkm). Darüber hinaus gehende Mittel sind dann bereits notwendig, um den in der Verkehrsverflechtungsprognose dargestellten Pfad bis 2030 zu erreichen. Auch die DB AG geht davon aus, dass das Mengenszenario 2030 auf dem Netz nicht fahrbar ist.

Von essenzieller Bedeutung bei der Bereitstellung finanzieller Mittel ist, dass die Mittel nur für den **Ausbau des Bestandsnetzes** verwendet werden (z.B. Netzertüchtigung, Erhöhung Blockverdichtung), um die Kapazität im Bestandsnetz zu steigern. Hier können Maßnahmen in relativ kurzer Frist umgesetzt werden und zügige Wirkung entfalten (was wichtig ist angesichts eines dynamisch wachsenden Güterverkehrs), bei gleichzeitig gutem Verhältnis von Investitionsaufwand und zusätzlich gewonnener Kapazität im Schienennetz. Sowohl der Güterverkehr als auch der öffentliche Personennahverkehr können davon profitieren. Ein positives Beispiel dafür ist etwa das jüngst abgeschlossene 1. Seehafenhinterland-Sofortprogramm.

Die Abschätzung der Minderungswirkung auf CO₂-Emissionen ist – bei gut 40.000 Kilometer Schienennetz - mit Unsicherheiten verbunden. Im Folgenden wird die mögliche zusätzliche Kapazität überschlägig anhand eines aktuellen Beispiels berechnet (Streckenertüchtigung auf der Strecke Rotenburg-Bremerhaven). Die Zuladung von 1.400 t entspricht dabei einem Containerzug mit 100 Containern à 14 Tonnen; bei voller Auslastung könnte man auch von 1.600 t ausgehen.

Beispielrechnung: Streckenertüchtigung Rotenburg-Bremerhaven

Kosten der Maßnahme	120 Mio. Euro
zusätzliche Güterzüge pro Werktag	50
zusätzliche Güterzüge pro Jahr	13.050
Zuladung pro Güterzug	1.400 t
Distanz	90 km
zusätzlich mögliche Verkehrsleistung auf der Schiene	1,6 Mrd. tkm

Quelle: HTC; eigene Berechnungen

Unter den (vereinfachten) Annahmen, dass sich diese zusätzliche Kapazität in begrenztem Maße hochskalieren lässt, ergibt sich bei zusätzlichen Investitionen von 1 Mrd. Euro eine zusätzlich auf der Schiene mögliche Verkehrsleistung in Höhe von knapp 17 Mrd. tkm. Geht man davon aus, dass sich dadurch der Straßenverkehr um 70% dieses Wertes reduziert, entspricht dies einem Minderungspotenzial von 1 Mio. t. CO₂. Bei der Reduktion des Straßenverkehrs gegenüber der Basis muss es sich dabei nicht ausschließlich um eine „aktive Verlagerung“ von der Straße auf die Schiene handeln. Vielmehr ist es auch möglich, dass das Güterverkehrswachstum von der Schiene statt von der Straße absorbiert wird, d.h. dass schienenaffine Verkehre, welche aufgrund von Kapazitätsengpässen im Schienennetz auf die Straße ausweichen müssten, auf der Schiene abgewickelt werden können.

Es ist jedoch zu beachten, dass es sich gegenüber der in der Verkehrsverflechtungsprognose dargestellten Basis nicht vollständig um ein zusätzliches Minderungspotenzial handelt, denn die Behebung von Kapazitätsengpässen ist bereits notwendig, um den in der Verkehrsverflechtungsprognose dargestellten Pfad erreichen zu können.

CO₂-Minderungspotenzial durch Stärkung des Schienengüterverkehrs

Investition	1 Mrd. Euro
zusätzlich mögliche Verkehrsleistung auf der Schiene	14 Mrd. tkm
Anteil, der von der Straße verlagert wird	70%
Reduktion Straßengüterverkehr	1,8%
Minderungspotenzial	1,0 Mio. t

Quelle: eigene Berechnungen

Das Hochskalieren des Minderungseffektes ist jedoch nur in engen Grenzen einigermaßen plausibel. So geht z.B. (Holzhey, 2010) davon aus, dass sich mit „kleineren infrastrukturellen Maßnahmen“ zusätzlich insgesamt 32 Mrd. tkm auf der Schiene realisieren ließen.⁸ Für darüber hinaus gehende Steigerungen der Verkehrsleistung durch infrastrukturelle Maßnahmen wird der Aus- und Neubau notwendig; hier stellt sich das Verhältnis zwischen Investition und zusätzlicher Kapazität nicht mehr ganz so vorteilhaft dar.

⁸ Neben infrastrukturellen Maßnahmen betrachtet (Holzhey, 2010) auch betriebliche Optimierungen auf Seiten des Netzbetreibers, denen ein Potenzial von 35 Mrd. tkm zugeschrieben wird.

Weiterer positiver Effekt von Maßnahmen für den Güterverkehr ist die gleichzeitige Stärkung des Schienenpersonennahverkehrs. Hier ist eine zusätzliche CO₂ –Minderung möglich. Am Beispiel Rothenburg-Bremerhaven: Hier reicht die Trassenkapazität aus, um auch noch zusätzliche Nahverkehrszüge einzusetzen.⁹

Insgesamt wird für die Maßnahme ein Minderungspotenzial von 1,2 – 1,5 Mio. Tonnen im Güterverkehr und 0,2 – 0,3 Mio. Tonnen im Personenverkehr angenommen.

4.2.5. Förderung regionaler Wirtschaftskreisläufe

- gemeindeübergreifende Gewerbeflächenentwicklung und gezielte Ansiedlung von Unternehmen, Stärkung des sektorspezifischen Entwicklungspotenzials von Regionen
 - Unterstützung regionaler Märkte z.B. durch Regionalvermarktung; Einführung eines Transport- oder CO₂-Labels
-

Es handelt sich um eine empfehlenswerte Maßnahme; die Wirkungsabschätzung ist jedoch schwierig und mit hoher Unsicherheit verbunden.

Angenommen wird, dass sich durch die Maßnahme eine Reduktion der Transportweiten im Güterverkehr um 0,5%-2% erzielen lässt. Dies entspricht einer Emissionsminderung in Höhe von 0,3-1,1 Mio. t.

4.2.6. Stärkung des Öffentlichen Personenverkehrs

- Steigerung der Regionalisierungsmittel um 2,5% p. a. statt 1,5% ab 2016, -; gekoppelt an Entwicklung der Fahrgastzahlen und an Senkung der CO₂-Emissionen
 - Förderung über das GVFG wird auch nach 2019 mit Bindung für verkehrliche Zwecke fortgesetzt und einer Neuausrichtung mit klaren Umweltzielen wie bspw. der Umstellung auf Projekte mit ÖPNV-Vorrang
 - Steigerung der Bundesmittel für Personenfernverkehr
 - Verstärkung ÖPNV-Förderung alternativer Antriebe
-

Ein qualitativ hochwertiges ÖV-Angebot ist eine entscheidende Voraussetzung für die Verlagerung vom MIV auf den ÖPV.

In Politiksszenarien IV wurde unter der Maßnahme „Attraktiver ÖPNV“ eine Verbesserung der Fahrzeiten um 20% und Reduktion der Kosten um 20% bis 2020 angenommen. Die Modellierung in ASTRA ergab ein Minderungspotenzial von 3,8 Mio. t. Dies zeigt das generell hohe Minderungspotenzial durch die Verlagerung auf den ÖV auf.

Die Annahmen in den Politiksszenarien (insbesondere zur Kostensenkung im ÖV) sind jedoch ambitioniert und mit dem oben angegebenen Maßnahmen voraussichtlich nicht realisierbar. Eine Reduktion um 3,8 Mio. Tonnen bedeutet, dass sich die MIV-Fahrleistung um rund 4% gegenüber der Referenz reduziert. Bezogen auf die Fahrleistung des MIV in der VP 2030 hieße das, dass sich der MIV auf dem Niveau von 2010 stabilisiert.

⁹ Der Abschnitt Bremerhaven-Bremerförde ist bereits ertüchtigt und der SPNV fährt dort bereits ohne Bahnübergänge und (viele Anrainer störende) Läutsignale.

Daher wurde für die Maßnahmenabschätzung davon ausgegangen, dass sich durch die vorgeschlagenen Maßnahmen der MIV um 1 – 1,5 % reduzieren lässt und dieser auf den ÖV verlagert wird. Insgesamt ergibt sich damit ein Minderungspotenzial von ca. 0,7 – 1,0 Mio. t CO₂.

Die Förderung des ÖV ist eine Maßnahme, die die Voraussetzung dafür bildet, dass der Verkehrssektor über die Verlagerung vom MIV auf effizientere Verkehrsträger auch langfristig und über das Jahr 2020 hinaus zum Klimaschutz beitragen kann.

Tabelle 4-6: Minderungspotenzial durch Verlagerung auf den ÖV

Emissionen MIV	Mio. t CO ₂	91
Verkehrsleistung MIV	Mrd. pkm	947
Emissionsfaktor MIV	g CO ₂ /pkm	96
Emissionsfaktor ÖV	g CO ₂ /pkm	22
Reduktion Fahrleistung	Annahme	1,0%
Reduktion durch Maßnahme	Mio. t CO ₂	0,7

Quelle: Eigene Berechnungen (siehe Text)

4.2.7. Stärkung des Fahrrad- und Fußverkehrs

- Förderprogramme für Rad- und Fußverkehr sowie Konditionierung von Bundesmitteln, ggf. mit Entwicklung neuer Finanzierungsinstrumente
- Ausbau der Radwege an Bundesstraßen und Bundeswasserstraßen
- Förderung der Intermodalität sowie Stärkung des Umweltverbunds (inkl. Aufteilung Straßenraum zugunsten Umweltverbund)
- Erhöhung der Verkehrssicherheit durch Einführung einer Basisgeschwindigkeit Tempo 30 innerorts

Es handelt sich um eine sehr empfehlenswerte Maßnahme mit Zusatznutzen (Gesundheit, Lärm- und Schadstoffminderung).

Die Verlagerung kurzer Pkw-Wege aufs Fahrrad wurde bereits in mehreren Studien untersucht; für eine Übersicht siehe z.B. (Ahrens, Becker, Böhmer, Richter, & Wittwer, 2013). Häufig wird dabei die Annahme getroffen, dass Wege unter 5 Kilometern verlagerbar sind. Der Klimaschutzbeitrag aus der Verlagerung dieser Wege ist jedoch begrenzt, da zwar ein großer Teil der Pkw-Wege kürzer als 5 Kilometer ist, jedoch etwa 90% der Pkw-Emissionen auf Strecken über 5 Kilometer entsteht.

Die neuen Optionen Pedelecs und Lastenfahrräder erhöhen jedoch die Potenziale des Radverkehrs. Pedelecs können auch zur Überwindung längerer Distanzen oder für Berufspendler ein attraktives Verkehrsmittel sein. Lastenfahrräder (ggf. mit elektronischer Unterstützung) können für Einkaufsfahrten oder für Bring- und Holddienste von Kindern eingesetzt werden.

Daher kann auch für längere Wege ein Verlagerungspotenzial angenommen werden.

In Tabelle 4-7 sind die Annahmen zu der durch die Maßnahmen erzielbaren Verlagerung in drei Entfernungsklassen sowie der Anteil dieser Entfernungsklassen am Energieverbrauch der Pkw (nach MiD 2008) dargestellt.

Tabelle 4-7: Annahmen zur Verlagerung auf den Radverkehr nach Entfernungsklassen

	0-5 km	5-10 km	10-20 km
Anteil am Energieverbrauch Pkw	10%	11%	18%
Annahme zum Verlagerungspotenzial	5%	2%	1%

Quelle: MiD 2008, eigene Annahmen

Insgesamt ergibt sich unter diesen Annahmen ein Potenzial zur Reduktion des Energieverbrauchs der Pkw um 0,9%. Dies entspricht einer CO₂-Minderung in Höhe von 0,8 Mio.t.

Abbildung 4-1: Minderungspotenzial durch Verlagerung auf den Radverkehr

Emissionen MIV	Mio. t CO ₂	91
Minderung durch Verlagerung aufs Rad	%	0,9%
Reduktion durch Maßnahme	Mio. t CO ₂	0,8

Quelle: Eigene Berechnungen (siehe Text).

Diese Verlagerung auf das Rad entspricht einer Zunahme des Radverkehrs um etwa 8 Mrd. Kilometer im Jahr, was gegenüber dem Jahr 2010 eine Zunahme von rund 25% bedeuten würde.

Bei einer weniger ambitionierten Ausgestaltung der Maßnahme (niedrigere finanzielle Mittel, weniger personelle Ressourcen, weniger Tempo-30-Zonen) ist das Minderungspotenzial entsprechend geringer, so dass in Abhängigkeit der Ausgestaltung von 0,5 – 0,8 Mio. Tonnen ausgegangen wird.

4.2.8. Kraftstoffsparendes Fahren (Pkw/Lkw)

- Förderung kraftstoffsparenden Fahrens durch Gutscheine für Sprit-Spar-Trainings beim Kauf eines Neuwagens
- günstigere Versicherungsprämien für Absolventen eines Sprit-Spar-Trainings
- Verbrauchs- und Schaltpunktanzeigen im Fahrzeug sowie entsprechende Förder- und Investitionsprogramme

Es handelt sich im Prinzip um eine Maßnahme mit Minderungspotential. Relevantes Hemmnis stellt jedoch die Freiwilligkeit bei der Umsetzung der Maßnahme dar, so dass der Grad der Umsetzung sich schwer abschätzen lässt. Während bei Privatbesitz des Pkw eine kraftstoffsparende Fahrweise mit (finanziellen) Vorteilen verbunden ist, gilt dies nicht für Dienstwagen und im gewerblichen Kraftverkehr. Bei Pkw könnte jedoch auch ein reduzierter Einsatz der Klimaanlage zu Reduktion des Energieverbrauchs beitragen.

In der Studie Renewbility II wurde angenommen, dass sich bei einer kraftstoffsparenden Fahrweise der Kraftstoffverbrauch um 8% bei SNF und um 7% bei Pkw reduzieren lässt und eine bestimmte Anzahl von Fahrten kraftstoffsparend durchgeführt wird, so dass sich der spezifische

Kraftstoffverbrauch von Pkw um 1,0 % und für Lkw um 5,6 % reduziert. Diese Annahmen beziehen sich jedoch auf das Jahr 2030 und sind zudem relativ ambitioniert.

Daher wird für die Bewertung der Maßnahme von einer moderateren Umsetzungsrate ausgegangen und ein Anteil kraftstoffsparender Fahrten von 5% bei Pkw/LNF und 12,5% bei SNF angenommen in Kombination mit einem Minderungspotenzial von 8% bei kraftstoffsparender Fahrweise. Hieraus ergibt sich eine Reduktion des Kraftstoffverbrauchs bei Pkw und LNF um 0,4% und bei SNF um 2% und daraus eine Minderung von 0,8 Mio t.

Ob dieser Grad der Umsetzung mit den oben genannten Instrumenten bis 2020 erreichbar ist, ist schwer zu beurteilen. Bei nur halb so hohem Umsetzungsgrad läge das Minderungspotenzial bei 0,4 Mio. t.

Tabelle 4-8: Minderungspotenzial durch kraftstoffsparende Fahrweise

	Minderungspotenzial	
	% Kraftstoffverbrauch	Mio. t CO ₂
Pkw	0,40%	0,36
LNF	0,40%	0,04
SNF	1,0%	0,42
gesamt		0,8

Quelle: Eigene Berechnungen (siehe Text)

4.2.9. Einführung von Reifenfülldrucküberwachungssystemen

- Gemäß Verordnung (EG) Nr. 661/2009 müssen Neufahrzeuge der Kategorie M1 seit dem 1. November 2012 bei der Erstzulassung mit Reifendrucküberwachungssystemen (TPMS) ausgerüstet sein.
- TPMS ist ein im Fahrzeug eingebautes System, das den Reifendruck oder seine Veränderung über der Zeit erfasst und bei fahrendem Fahrzeug entsprechende Informationen an den Fahrer übermittelt.

Die Maßnahme kann potenziell zu einer Reduktion der Emissionen im realen Fahrbetrieb führen.

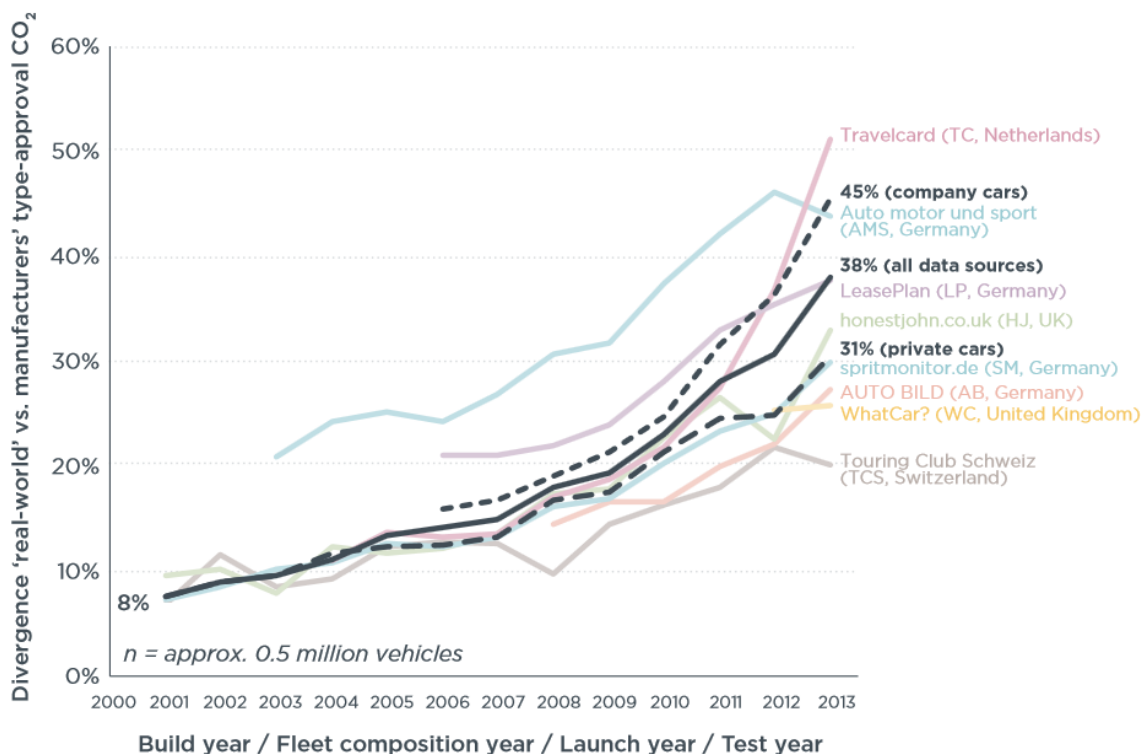
Nach einer Folgenabschätzung der Europäischen Kommission aus dem Jahr 2008 liegt das CO₂-Einsparpotential durch den Einsatz von TPMS bei Pkw (Kategorie M1) bei 2,5% pro Fahrzeug. (EC 2008).

Eine Evaluation in den USA kam auf Basis einer empirischen Datenerhebung zu dem Ergebnis, dass sich bei Fahrzeugen mit TPMS die Wahrscheinlichkeit von „severely underinflated tyres“ um 50% reduzierte, und berechnet eine Erhöhung der Kraftstoffeffizienz von Pkw um 0,22% durch TPMS.

Der Minderungsbeitrag ist jedoch in der Projektion bereits berücksichtigt. Daher wurde diese Maßnahme nicht ins Aktionsprogramm übernommen. In der Projektion hinterlegt sind zum einen die Testzyklus (NEFZ)-Verbräuche gemäß Technologiedatenbasis und darüber hinaus die realen Energieverbräuche, welche aufgrund der Diskrepanz zwischen dem idealisierten Testzyklus und der realen Fahrsituation – z.B. auch durch zu wenig aufgepumpte Reifen - höher liegen als der NEFZ-Wert. In der Projektion beträgt dieser Unterschied für alle ab dem Jahr 2010 neu zugelassenen Fahrzeuge 15%.

Eine aktuelle Analyse des ICCT (Mock et al. 2014) zeigt jedoch, dass diese Annahme zu optimistisch ist: Demnach ist die Diskrepanz zwischen den NEFZ-Emissionen und den Realemissionen von neu zugelassenen Pkw auf 38% im Jahr 2013 angestiegen (siehe Abbildung). Auch in 2013 – d.h. *nach* der Einführung von TPMS – war nicht etwa ein Rückgang, sondern ein Anstieg der Diskrepanz um 7 Prozentpunkte zu verzeichnen. (Es ist natürlich dennoch möglich, dass durch TPMS ein Minderungsbeitrag erzielt wurde – in diesem Fall wurde dieser Minderungsbeitrag jedoch durch gegenläufige Trends überkompensiert).

Abbildung 4-2: Diskrepanz zwischen Realemissionen und Fahrzyklus (NEFZ)



Quelle: (Mock et al. 2014)

4.2.10. Verstärkter Einsatz elektrischer Antriebe bei Kraftfahrzeugen

- Förderung der Elektromobilität zur Erreichung des Ziels von 1 Mio. Fahrzeugen in 2020

Es wurde die Quantifizierung aus dem Projektionsbericht übernommen. Diese basiert darauf, dass durch zusätzliche Maßnahmen das Ziel von 1 Mio. elektrischer Fahrzeuge im Jahr 2020 erreicht wird. Das Minderungspotenzial ergibt sich aus der Differenz zum „Mit-Maßnahmen-Szenario“ des Projektionsberichts, in dem im Jahr 2020 rund 600.000 elektrische Fahrzeuge im Bestand sind. Hieraus ergibt sich ein Minderungspotenzial in Höhe von 0,7 Mio. t. Hierbei sind nur die direkten Emissionsminderungen im Verkehrssektor berücksichtigt, nicht aber mögliche zusätzliche Emissionen im Stromsektor.

Das tatsächliche Minderungspotenzial kann somit niedriger liegen als das theoretische Potenzial, welches sich aus einer Substitution verbrennungsmotorischer Fahrzeuge durch elektrische Fahrzeuge ergibt, denn:

- a) bei einer höheren Anzahl elektrischer Fahrzeuge müssen konventionelle Pkw weniger stark mindern, um den EU-Grenzwert von 95 g in 2021 einzuhalten
- b) es können zusätzliche Emissionen im Stromsektor entstehen.

Wenn keine zusätzlichen erneuerbaren Energien eingesetzt werden, entstehen zusätzliche Emissionen im Stromsektor von 0,65 Mio. t, so dass in diesem Fall das Minderungspotenzial bei lediglich 0,05 Mio. Tonnen liegt.

4.2.11. Carsharing-Gesetz

u.a. Ermöglichung der Bevorrechtigung von Carsharing-Fahrzeugen / Ausweisung von Stellplätzen

Die Maßnahme wirkt flankierend zur Verlagerung auf den Umweltverbund.

Eine explizite Quantifizierung ist auf Basis des derzeitigen Forschungsstandes kaum möglich. Insbesondere fehlen noch Daten zur langfristigen Änderung des Mobilitätsverhaltens durch die neuen flexiblen Carsharing-Angebote.

Um den Klimaschutzbeitrag der Maßnahme zu erhöhen, könnte geprüft werden, die Bevorrechtigung von Carsharingfahrzeugen an bestimmte Umweltauflagen der Carsharing-Flotte zu koppeln. Diese Umweltauflagen könnten sich zum Beispiel an den Kriterien des „Blauen Engel“ für Carsharing orientieren. Damit könnte sichergestellt werden, dass im Carsharing möglichst effiziente Fahrzeuge zum Einsatz kommen.

Insbesondere sollten Carsharing-Flotten den EU-Grenzwert einhalten, d.h. es sollte gelten $\text{CO}_2\text{-Emissionen} < \text{Grenzwert} + 0,0457 \cdot (\text{Leergewicht} - 1372 \text{ kg})$, wobei der Grenzwert ein jahresabhängiger, an der EU-Gesetzgebung orientierter Wert ist (130g für 2015, 95g ab 2021, für die Jahre 2016-2020 z.B. linear interpoliert). Möglicherweise könnte dieses Kriterium sogar auf Fahrzeugebene statt auf Flottenebene angewendet werden. Wenn das Kriterium auf Flottenebene umgesetzt wird, sollten elektrische Fahrzeuge – wie in den Kriterien des „Blauen Engel“ vorgeschlagen – nicht auf den Flottenschnitt angerechnet werden.

4.2.12. Novelle Bundesreisekostengesetz

Das Bundesreisekostengesetz (BRKG), an dem sich neben den Bundes- auch Landes- sowie private und gemeinnützige Institutionen orientieren, beinhaltet bisher keinerlei Anreiz zur klimafreundlichen Mobilität.

Anreize zu umweltfreundlichem Verhalten könnten gesetzt werden.

Unterschiedliche Möglichkeiten wären zu prüfen. Denkbar ist eine Reduzierung der km-Pauschale für die Pkw-Nutzung.

Grundsätzlich bietet sich eine Neuausrichtung des Bundesreisekostengesetzes hinsichtlich der Förderung umweltfreundlicher Verkehrsträger an, deren Ausgestaltung grundsätzlich geprüft werden müsste. Denkbar wäre z.B. eine Absenkung der Kilometerpauschale für Pkw auf 15 Cent/km. Diese Pauschale könnte unabhängig vom genutzten Verkehrsmittel gelten. Wenn

öffentliche Verkehrsmittel genutzt werden und die Kosten höher liegen als die Pauschale, sollten die höheren Kosten abgerechnet werden dürfen.

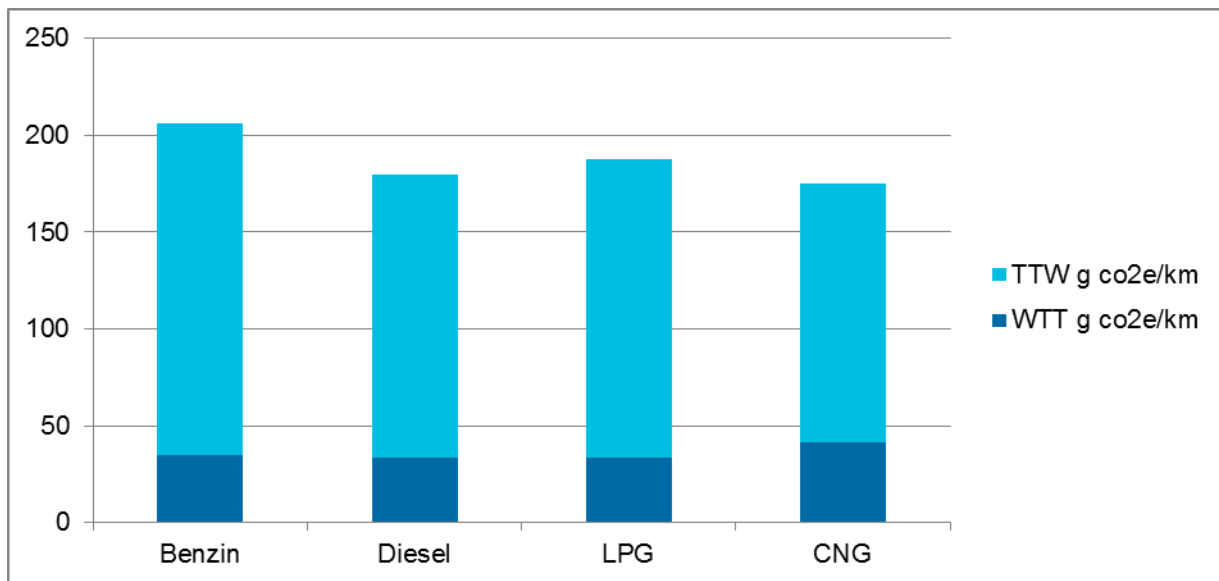
Die Wirkung dieser Maßnahme ist nur schwer zu quantifizieren, zumal zunächst die konkrete Ausgestaltung geprüft werden müsste. Nach destatis „Personal des öffentlichen Dienstes“ Fachserie 14 Reihe 6 – 2013 sind im Jahr 2013 4,635 Mio. Beschäftigte im öffentlichen Dienst tätig gewesen und damit 16% der insgesamt in Deutschland Erwerbstätigen, die damit beeinflusst werden könnten. Wenn sich bei diesen Erwerbstätigen die Pkw-Dienstreisen um 5% bis 15% zugunsten der Schiene reduzieren, könnten die CO₂-Emissionen um 0,15 – 0,3 Mio. t reduziert werden.

4.2.13. Verlängerung des Steuerprivilegs für Erdgasfahrzeuge über 2018 hinaus

- Die derzeit bis 2018 geltenden ermäßigten Energiesteuersätze für Erdgas (13,9 Euro/MWh statt 31,8 Euro/MWh) und Autogas (180,32 Euro/t statt 409 Euro/t) werden auch nach 2018 beibehalten
-

Erdgas und Autogas haben im Vergleich zu Benzin und Diesel einen niedrigeren CO₂-Gehalt je MJ Kraftstoff.

Für die Ermittlung der spezifischen CO₂-Minderung ist jedoch eine Well-to-Wheel-Betrachtung notwendig, d.h. die Berücksichtigung des spezifischen Verbrauchs der Fahrzeuge. Auch mögliche Rückwirkungen auf die Verkehrsnachfrage (Rebound-Effekte) sind zu berücksichtigen. Im Vergleich für einen typischen Pkw 2012 stellen sich spezifischer Energieverbrauch und Tank-to-Wheel (TTW) bzw. Well-to-Wheel (WTW)- Emissionen nach einer im Rahmen der MKS erstellten Kurzstudie wie folgt dar:

Abbildung 4-3: WTW-Emissionen der Antriebsarten im Vergleich (typische Pkw 2012)

Quelle: eigene Darstellung auf Basis von (Heidt & Lambrecht 2013)

Durch die Steuermäßigung liegen die Kraftstoffkosten je Kilometer von Autogasfahrzeugen und insbesondere von Erdgasfahrzeugen deutlich niedriger als die von Dieselfahrzeugen und insbesondere von Benzinfahrzeugen.

Tabelle 4-9: WTW-Emissionen, spezifischer Energieverbrauch und Kraftstoffkosten der Antriebsarten im Vergleich (typische Pkw 2012)

	WTT g CO2e/km	TTW g CO2e/km	WTW g CO2e/km	Energie MJ / km	Kraftstoffkosten Cent / Km
Benzin	35	171	206	2,38	10,4
Diesel	33	147	180	1,98	6,8
LPG	33	155	188	2,38	6,0
CNG	42	133	175	2,38	4,6

Quelle: (Heidt & Lambrecht 2013), eigene Berechnungen

LPG-Fahrzeuge im Bestand sind oft Umrüstungen von Ottofahrzeugen. Die Umrüstung führt zu einer Reduktion der Leistung; der Energieverbrauch (in MJ/km) bleibt bei einer Umrüstung jedoch in etwa gleich. Auf Grund des niedrigeren CO₂-Gehaltes kommt es zu einer Reduktion der spezifischen Emissionen von knapp 9%. Zu diesem Ergebnis kommt auch der aktuelle Well-To-Wheels-Bericht von JEC (Edwards & Hass 2014). Allerdings ist davon auszugehen, dass die Umrüstung auf LPG vor allem eine Alternative zur Anschaffung eines Diesel-Pkw darstellt, denn die Umrüstung auf LPG lohnt sich insbesondere bei hohen Fahrleistungen. Gegenüber einem Diesel-Pkw weist ein typisches LPG-Fahrzeug jedoch Mehremissionen auf. Zudem schafft die Umrüstung auf LPG erst einen Anreiz, den Pkw möglichst viel zu nutzen, um die Investition schnell zu amortisieren (Rebound-Effekt). Neue LPG-Fahrzeuge können zudem auch bis zu 15% höhere Emissionen aufweisen als äquivalente Ottofahrzeuge, wie ein Modellvergleich in (Heidt & Lambrecht 2013) zeigt.

Gasfahrzeuge erzielen bei gleichem Energieverbrauch eine Minderung von 22% der direkten CO₂-Emissionen gegenüber einem Benzinfahrzeug. Dies ist allerdings eine reine Tank-to-Wheel-

Betrachtung ohne Berücksichtigung von Vorkettenemissionen. Bei Berücksichtigung der Well-to-Wheel-Emissionen liegt die Minderung für einen typischen Pkw bei 15% gegenüber Benzin-Pkw und bei 3% gegenüber Diesel-Pkw (siehe obige Abbildung). Im Gegensatz zu LPG-Fahrzeugen weisen Gasfahrzeuge die Vorteile auf, dass zum einen Schadstoffemissionen reduziert werden und zum anderen perspektivisch auch der Einsatz von Biomethan möglich ist.

Beim Vergleich der spezifischen Emissionen je Kilometer ist jedoch nicht berücksichtigt, dass niedrigere Kilometerkosten durch geringere Steuern zu höheren Fahrleistungen führen können. Für die Berechnung des gesamten Minderungspotenzials durch den Ersatz von Benzin- bzw. Dieselfahrzeugen durch Erdgasfahrzeuge bzw. Autogasfahrzeuge sind diese Rebound-Effekte zu berücksichtigen.

Für die Berechnung wird eine Kraftstoffpreiselastizität der Fahrleistung von -0,3 zu Grunde gelegt. Auf dieser Basis und mit den obigen Daten zu Emissionen und Kilometerkosten ergibt sich gemäß der in Tabelle 4-10 dargestellten Berechnung, dass die Reduktion der spezifischen Emissionen in praktisch allen Fällen durch den Rebound-Effekt überkompensiert wird. Außer beim Ersatz eines Benzinfahrzeuges durch ein Erdgasfahrzeug, wo sich die Emissionen um 1% reduzieren, ergibt sich somit in allen Fällen ein Anstieg der Emissionen. Ursache hierfür sind die niedrigen Kilometerkosten, u.a. auf Grund der steuerlichen Förderung.

Tabelle 4-10: Berechnung des Minderungspotenzials von Erdgas- und LPG-Fahrzeugen bei reduzierten Steuersätzen

	ersetztes Fahrzeug	
	Diesel	Benzin
A) Ersatz durch Erdgasfahrzeug		
Reduktion Kilometerkosten	-32%	-56%
Erhöhung Fahrleistung (Rebound)	10%	17%
Änderung Emissionen je km (WTW)	-3%	-15%
Änderung Emissionen je Fahrzeug (WTW)	7%	-1%
B) Ersatz durch LPG-Fahrzeug		
Änderung Kilometerkosten	-12%	-42%
Erhöhung Fahrleistung (Rebound)	3%	13%
Änderung Emissionen je km (WTW)	4%	-9%
Änderung Emissionen je Fahrzeug (WTW)	8%	3%

Quelle: eigene Berechnungen

Insgesamt ist daher nicht von einem Klimaschutzbeitrag durch die steuerliche Förderung von Erdgas und Autogas auszugehen. Dies gilt in besonderem Maß für Autogas – hier ist auch die Gefahr von Rebound-Effekten höher („psychologischer Rebound“ bei Umrüstung von Fahrzeugen d.h. hohe Fahrleistungen, um die Anfangsinvestition möglichst schnell zu amortisieren).

4.2.14. Single European Sky

- Die europäische Verordnungsinitiative zur Schaffung eines einheitlichen europäischen Luftraums (Single European Sky, SES) befindet sich seit 2012 in der Umsetzung.

Ziel der Maßnahme ist es, Umwege reduzieren und so zur Umwelteffizienz beitragen.

Nach Auskunft der deutschen Flugsicherung (Christian Zwiener) liegt die Differenz zwischen „tatsächlich geflogener Strecke“ und dem „Großkreis“ außerhalb eines Kreises um den Flughafen mit einem Radius von 40 nautischen Meilen derzeit bei ca. 1,3 %. Aufgrund von Wetter oder anderen unvorhergesehenen Parametern ließe sich dieser Wert jedoch nicht wesentlich verbessern.

In der Projektion wurde (im MMS-Szenario) bereits eine Effizienzsteigerung von 2% p.a. im Luftverkehr hinterlegt. Diese kann nicht allein durch technische Weiterentwicklung erreicht werden, sondern nur durch eine gleichzeitige Optimierung im Betrieb, wozu sowohl eine höhere Auslastung als auch eine Optimierung der Flugrouten durch SES zählen. Die Maßnahme ist somit in der Projektion bereits berücksichtigt.

4.2.15. Unterstützung von Klimaschutzmaßnahmen im internationalen Seeverkehr

- Einführung eines EU-Systems zur Erfassung und Berichterstattung von CO₂-Emissionen aus dem Seeverkehr EU/ International und Voranbringen des IMO-Prozesses zur Verminderung der CO₂-Emissionen
- Ausbau der LNG-Infrastruktur an Land und LNG-Nutzung durch Schiffe unter Verwendung bester verfügbarer Technik zur Minimierung des Methanschlupfes

Im Projektionsbericht 2013 wurde für die Maßnahme „Effizienzsteigerung Seeschifffahrt“ ein Minderungspotenzial von 0,6 Mio. t bestimmt. Es ist allerdings zu beachten, dass die Minderung in den Bereich des internationalen Verkehrs fällt und nicht auf das 40%-Ziel anzurechnen ist. Zudem ist es fraglich, ob mit den angegebenen Instrumenten (Monitoring, Reporting) die im Projektionsbericht angenommene Effizienzsteigerung bis 2020 tatsächlich erreicht werden kann.

Die Minderung durch die Landstromversorgung in Häfen lässt sich nicht in absoluten Zahlen bestimmen, da der Bedarf an Strom der Schiffe, wenn diese im Hafen angelandet sind, nicht bekannt ist. Nimmt man den Emissionsfaktor der gesamten Stromerzeugung für das Jahr 2020 aus der Studie Klimaschutzszenario 2050, kann für den Strombedarf der Schiffe im Hafen eine relative Minderung um ca. 25% erreicht werden. Bei der Landstromversorgung werden die Emissionen insgesamt also vermindert. Mit Bezug auf die Erreichung des 40%-Ziels steigen sie allerdings leicht an. Die Emissionen werden nämlich von der Seeschifffahrt (nicht Bestandteil des Emissionsziels) in den Stromsektor verlagert (Bestandteil des Emissionsziels).

5. Minderung von nicht-energiebedingten Emissionen in den Sektoren Industrie und Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)

5.1. Überblick

Tabelle 5-1: Überblick der Maßnahmenwirkung: Minderung von nicht-energiebedingten Emissionen in der Industrie und im Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)

	Brutto-Einsparung Mio. t CO ₂ p.a. in 2020	
	Min	Max
Stärkung von Abfallvermeidung, Recycling sowie der Vorbereitung zur Wiederverwertung	1,85	1,85

Reduktion von F-Gasen	0,60	0,60
Stärkung der Ressourceneffizienz	-	-
Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft, die im Industriesektor zu bilanzieren sind	0	2,75
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)	2,50	5,20
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (unter Berücksichtigung von Überlagerungseffekten)	2,50	5,20

Quelle: Berechnungen Öko-Institut

5.2. Maßnahmen

5.2.1. Stärkung von Abfallvermeidung, Recycling sowie der Vorbereitung zur Wiederverwertung

Grundsätzlich ist zu beachten, dass bei Bilanzen zu den Effekten von Recyclingmaßnahmen in der Abfallwirtschaft neben den direkten Emissionen (fast) immer auch die Vorketten berücksichtigt mitbilanziert werden. Der genaue Anteil der direkten Emissionen wird i.d.R. nicht ausgewiesen und kann nicht pauschal festgelegt werden. Darüber hinaus sind auch die eingesparten direkten Emissionen nicht zu 100 % innerhalb von Deutschland gut zu schreiben.

Weiterentwicklung der Verpackungsverordnung zu einem Wertstoffgesetz

Nach Dehoust/Christiani et al. 2012 kann durch die Weiterentwicklung der Verpackungsverordnung zu einem Wertstoffgesetz, bei gleichzeitiger Fortschreibung der Verwertungsquoten und der Monitoringvorgaben eine Treibhausgasminderung von 0,72 Mio. t CO₂-Äqu. je Jahr erreicht werden. Betrachtet wurden ausschließlich die Mengen die in den Haushalten gesammelt werden. Dabei wurden keine Optimierungen der Sammelquoten unterstellt, sondern lediglich die zusätzlichen Mengen an Nichtverpackungen bilanziert. Daraus wurde eine Steigerung der Sammelmenge von 2,27 Mio. t CO₂-Äqu./a auf 2,84 Mio. t CO₂-Äqu./a unterstellt. Nach Dehoust/Harthan et al. 2014 könnte bei Intensivierung der Erfassung und durch das Einbeziehen anderer Sammelstellen, die heute teilweise von Ausnahmeregelungen der Verpackungsverordnung profitieren, insgesamt etwa eine Steigerung der heutigen Mengen um 1,3 Mio. t CO₂-Äqu. erreicht werden. Damit wäre eine Treibhausgasreduktion um etwa 3,3 Mio. t CO₂-Äqu. je Jahr erreichbar.

Dies zeigt, dass die ermittelte THG-Minderung in Dehoust/Christiani et al. 2012 sehr konservativ angesetzt ist.

Novellierung der Gewerbeabfallverordnung

Nach Oetjen-Dehne et al. 2014 kann durch eine optimierte Nutzung von gemischten Abfällen aus dem Gewerbe, inklusive gemischter Verpackungsabfälle aus dem Gewerbe, eine THG-Minderung von insgesamt 2,37 Mio. t CO₂-Äqu. je Jahr erreicht werden. Unterstellt sind eine Sortierpflicht und eine Sortierung nach dem Stand der Technik. Dadurch würde sichergestellt, dass alle Wertstoffpotenziale aus Gewerbeabfällen genutzt werden.

Gegenüber dem in Dehoust/Christiani et al. 2012 ausgewiesenen Potenzial handelt es sich dabei nicht um Doppelzählungen.

Prüfung von Indikatoren und der Vorgabe von qualitativen Zielen

sowie

Maßnahmen zur Förderung der mehrfachen Verwendbarkeit, technischen Langlebigkeit sowie zur Wiederverwendung und gemeinschaftlichen Nutzung von Produkten; Unterstützung von gesellschaftlichen Initiativen hierzu

Durch diese Maßnahmen werden weitere Potenziale zur Reduzierung von THG-Emissionen realisiert, die allerdings nicht quantifizierbar sind.

Das quantifizierbare Gesamtpotenzial - inklusive Berücksichtigung der Vorketten und direkten Emissionen die außerhalb von Deutschland eingespart werden - ist 3,09 Mio. t CO₂-Äqu. je Jahr. Unterstellt man einen Beitrag der Vorketten und direkter Emissionen außerhalb von Deutschland von 40 % resultiert daraus eine anzurechnende THG-Minderung von 1,85 Mio. t CO₂-Äqu. je Jahr.

5.2.2. Reduktion von F-Gasen

Im Maßnahmenpaket zu den F-Gas-Emissionen werden folgende Maßnahmen betrachtet, die in Summe zu einer Emissionsminderung von etwa 0,6 Mio. t CO₂-Äqu. führen.

1. Umsetzung der EU F-Gas-Verordnung 417/2014
2. Paket von nationalen Begleitmaßnahmen zur EU F-Gas Verordnung zur Reduktion der Emission fluoriertes Treibhausgase durch den Einsatz energieeffizienter und klimafreundlicher Kältemittel
3. Förderung von Kälte- und Klimaanlageanlagen in Unternehmen
4. Förderung des verstärkten Einsatzes von nicht-halogenierten Kältemitteln in Fahrzeugklimaanlagen

Alle Emissionsreduktionspotenziale von fluorierten Treibhausgasen werden in CO₂-Äquivalenten mit Treibhausgasemissionsminderungspotenzialen (GWPs) des 2. IPCC Assessment Report berechnet wie sie bis 2014 in der Emissionsberichterstattung verwendet werden.

Umsetzung der EU F-Gas-Verordnung 417/2014

Die neue Verordnung enthält folgende wesentliche Regelungen:

1. Phase-down von Einfuhr und Inverkehrbringen von halogenierten Fluorkohlenwasserstoffen (HFKW) (Artikel 16 i.V.m. Anhang V): Ab dem 1.1.2015 wird die zulässige Höchstmenge auf der Basis der Referenzjahre 2009 bis 2012 begrenzt und in den Folgejahren in Dreijahresabständen bis 2030 auf 21% dieser Menge begrenzt (Staffelung gemäß Anhang V: 2016-2017=93%, 2018-2020=63%, 2021-2023= 45%, 2024-2026= 31%, 2027-2029= 24%, 2029= 21%). Marktteilnehmer benötigen hierfür grundsätzlich Quoten (allerdings sind bestimmte Verwendungszwecke von der Quotierung ausgenommen, vgl. Art. 15 Abs. 2).
2. Ergänzende Regelungen: Neben dem Phase-Down enthält die Verordnung eine Vielzahl ergänzender Vorgaben, zur Reduktion von F-Gasen, insbesondere Dichtheits- und Kontrollpflichten sowie Sachkundeforderungen für den emissionsarmen Umgang mit F-Gasen bzw. den entsprechenden Einrichtungen (Art. 4), Rückgewinnungspflichten (Art. 8), Verwendungsverbote Art. 13) sowie Inverkehrbringensverbote für bestimmte Einrichtungen (Art. 11 i.V.m. Anhang III sowie Art. 14).

Das wesentliche emissionsrelevante Element der VO 517/2014 ist der HFKW-Phase down. Die Berechnung der Effekte basiert auf dem Forschungsvorhaben „Maßnahmen zur Verbesserung der Marktdurchdringung klimafreundlicher Technologien ohne halogenierte Stoffe vor dem Hintergrund der Revision der Verordnung (EG) Nr. 842/2006“ (FKZ 3711 43 324) (Öko-Institut mit Öko-

Recherche für UBA, 2012 -2014)¹⁰: In dieser Studie wurden ein Referenzszenario und ein Minimalszenario für die Emissionsentwicklung von HFKW von 2010 bis 2030 berechnet sowie zusätzlich für 2030 die Emissionsminderungswirkung für den Phase-Down quantifiziert. Diese beträgt demnach 93% des Minderungspotenzials zwischen Referenzszenario und Minimalszenario.

Zur Abschätzung der Wirkung des Phase-Down in 2020 wird angesichts der zu erwartenden Anlaufschwierigkeiten und erst nach 2020 zu erwartenden substanziellen Verknappung von HFKW eine Wirkung von 10% des Minderungspotenzials des Minimalszenarios gegenüber dem Referenzszenario angenommen.

Die HFKW-Emissionen in der genannten Studie werden in CO₂-Äquivalenten nach dem 4. IPCC Assessment Report angegeben, wie sie ab 2015 in der Emissionsberichterstattung verwendet werden. Ein gemittelter Umrechnungsfaktor in CO₂-Äquivalente nach dem 2. IPCC Assessment (Grundlage der Emissionsinventare bis 2014 und des Projektionsbericht 2013 sowie für die die vorliegende Abschätzung) wurde auf Basis der Anteile der einzelnen HFKW im deutschen Emissionsinventar von 2014 abgeschätzt und beträgt 14% (Aufschlag auf GWP 2.AR zur Abschätzung von GWP 4.AR).

Im Ergebnis ergibt sich eine Emissionsminderung in 2020 von 0,2 Mio. t CO₂-Äqu. (GWP 2.AR).

Paket von nationalen Begleitmaßnahmen zur EU F-Gas Verordnung zur Reduktion der Emission fluoriertes Treibhausgase durch den Einsatz energieeffizienter und klimafreundlicher Kältemittel

Alternative Technologien (z.B. Kälte- und Klimaanlage und -geräte mit natürlichen Kältemitteln wie CO₂) existieren in bestimmten Anwendungen bereits in marktreifer Form. Momentan bestehen im Hauptanwendungsgebiet der HFKW, dem Kälte- Klimasektor, allerdings noch verbreitet Vorbehalte gegen halogenfreie Kältemittel. Es ist daher zu befürchten, dass Handwerk und Investoren zunächst abwarten. Dieses Verhalten kann die erreichbaren Emissionsminderungen verzögern und zum Einsatz von Übergangslösungen mit geringerer Energieeffizienz und erhöhten Kosten, z.B. durch Preissteigerungen bei den sich verknappenden Kältemitteln, führen.

Folgende Maßnahmen werden vorgeschlagen (priorisierte Reihenfolge), die wegen der vielfältigen Einsatzbereiche von fluorierten Treibhausgasen teilweise auch in anderen Sektoren zum Tragen kommen (siehe Anmerkungen):

	Maßnahme	Beschreibung	Zeitraum
1.	Kompetenz- und Beratungsstelle für natürliche Kältemittel	<ul style="list-style-type: none"> - Einrichtung einer fachlichen Anlaufstelle für natürliche Kältemittel; - Koordination von Öffentlichkeitsarbeit - Portal mit Referenzanlagen 	10-15 Jahre
2.	Unterstützung von Handwerk/KMU beim Einstieg in natürliche Kältemittel	- Fortbildungsseminare (Teilfinanzierung) für Klima- und Kältetechniker)	Wenige Jahre
3.	Anpassung der Ausbildungsinhalte und Ausbildungsverordnungen an die Vorgaben und Sachkundeerfordernisse der neuen EU-F-Gas-VO	- Verbindliche Integration von Kenntnissen Alternativtechnologien	1-3 Jahre

¹⁰ Bis September 2014 noch unveröffentlicht.

4.	Leuchtturmprojekte öffentliche Beschaffung	<ul style="list-style-type: none"> - Stärkere Berücksichtigung von klimafreundlichen Alternativtechnologien bei der öffentlichen Beschaffung - Anpassung des Bewertungssystems „nachhaltiges Bauen für Bundesgebäude (BNB)“ 	
5.	Handlungsleitfaden zum Einsatz von Kohlenwasserstoffen in Wärmepumpen	<ul style="list-style-type: none"> - Integration bislang nicht für alternative Kältemittel zertifizierter Komponenten - Liste mit Positivbeispielen für Produzenten - Juristische Klärung von Produkthaftungsfragen beim Einsatz von brennbaren Alternativen 	Einmalig
6.	Berücksichtigung neuer technischer Optionen in DIN/CEN-Normen	Verstärkte Mitwirkung erforderlich, um technische Neuentwicklungen durch Standards zu stützen	3-10 Jahre
7.	Förderung von Busklimaanlagen mit CO ₂ als alternativem Kältemittel	Vorrangige Förderung von Hybrid- und Elektrobussen mit CO ₂ -Klimaanlagen	5-10 Jahre ab 2016

Für die Begleitmaßnahmen zur F-Gas Verordnung wird bis 2020 pauschal eine Verdopplung¹¹ des Emissionsminderungseffektes der F-Gas Verordnung selbst (siehe Abschnitt 0) angenommen, also eine zusätzliche Emissionsminderung in 2020 von 0,2 Mio. t CO₂-Äqu. (GWP 2.AR).

Förderung von Kälte- und Klimaanlagen in Unternehmen

Seit 2009 werden im Rahmen einer Richtlinie Maßnahmen an Kälte- und Klimaanlagen gefördert. Die Novellierung ist am 01.01.2014 in Kraft getreten. Sie wurde wesentlich vereinfacht. An die Stelle einer umfangreichen Berechnung ist der Mindesteinsatz von Effizienzkomponenten getreten. Die Förderschwelle (Energiebedarf) wurde deutlich abgesenkt und eine Obergrenze eingeführt. Natürliche Kältemittel erhalten einen Bonus. Es deutet sich an, dass die neue Programmstruktur zu einer steigenden Zahl von Anträgen führt. Aus der Durchführung des Programms liegen zunehmend gemessene Verbrauchsdaten vor, die weitere Rückschlüsse für die nächste Novellierung liefern sollen.

Ausgehend von den Ergebnissen des Monitorings erfolgt eine Fortentwicklung der Förderkriterien.

Außerdem sollen künftig durch Einbeziehung von Kaltwasser- oder Eisspeichern sowie Einrichtung einer Fernsteuerung die Anlagen lastabhängig gefahren werden können.

Eine mögliche Aufstockung der Richtlinie soll geprüft werden

Eine Ergänzung um eine stärkere Beratungskomponente zum Abbau von Hemmnissen bei der Nutzung von Anlagen mit natürlichen Kältemitteln wird geprüft.

Zur Abschätzung der Minderungswirkung der Fortführung der Förderrichtlinie für gewerbliche Kälte- und Klimaanlagen wird ein Fördervolumen des Programms von 20 Mio. € pro Jahr angenommen. In der Zwischenevaluierung des Förderprogramms von 2012¹² war bei einer Fördersumme von 26,8 Mio. € eine Emissionsminderung von 0,05 Mio. t CO₂-Äqu./a (GWP 2.AR) berechnet worden, davon ca. 75% durch Steigerung der Energieeffizienz (Stromeinsparung) und

¹¹ Hintergrund ist, dass durch die Begleitmaßnahmen die Schwelle für den Einsatz von HFKW-Alternativen herabgesetzt wird, dies in einem Zeithorizont, wo voraussichtlich noch wenig Knappheit an HFKW-Quote unter dem Phase down herrschen wird.

¹² Wolfram Jörß und Sophie Klose: „Einzelprojektevaluierung Impulsprogramm „Gewerbliche Kälteanlagen“; Anhang A-6 zum Endbericht im Vorhaben „Evaluierung des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit“; Arbeitsgemeinschaft Öko-Institut, Arepo Consult, FFU, Ecologic Institut, FiFo Köln und Dr. Hans-Joachim Ziesing; August 2012

ca. 25% durch Reduktion der direkten Emissionen von Kältemitteln mit hohem GWP. In der Zwischenevaluierung war ein Emissionsfaktor für eingesparten Strom von 628 g/kWh angesetzt worden, für die aktuelle Abschätzung wird für 2020 mit einem Emissionsfaktor von 700 g/kWh für einen verdrängten fossilen Strommix angenommen.

Unter Berücksichtigung dieser Umrechnung ergibt sich aus der Zwischenevaluierung ein Kennwert für jährliche Emissionsreduktion pro Fördermitteleinsatz von 2,06 kt CO₂-Äqu. / (a * Mio. €).

Bei angenommenen 5 Jahren Förderung à 20 Mio. € bis 2019¹³, also 100 Mio. € Fördermitteleinsatz, die in 2020 zusätzlich in Form dann betriebener modernisierter/neuer Anlagen wirksam werden, errechnet sich eine zusätzliche Emissionsminderung in 2020 von 0,2 Mio. t CO₂-Äqu. (GWP 2.AR).

Förderung des verstärkten Einsatzes von nichthalogenierten Kältemitteln in Fahrzeugklimaanlagen

Die Ausstattung der Fahrzeug-Klimaanlagen mit dem Kältemittel CO₂ wird bis 2017 nicht in allen Fahrzeuge gelingen.

Eine Ausstattung von Klimaanlagen von neuen Pkw-Modellen muss ab 2017 gemäß EU-Richtlinie 2006/40/EG mit Kältemitteln mit einem GWP < 150 erfolgen. Als technische Optionen stehen im Moment CO₂ (GWP: 1) und HFO-1234yf (GWP: 4) zur Verfügung.

Basierend auf dem AnaFGas-Modell (Öko-Recherche und Öko-Institut für die Europäische Kommission, 2011) schätzen wir kumuliert bis 2019¹⁴ maximale Emissionen von knapp 1000 t HFO-1234yf aus solchen Neuwagen in Deutschland. Zusätzlich schätzen wir, dass 25%¹⁵ des zugehörigen HFO-1234yf-Einsatzes könnten durch CO₂ ersetzbar sein könnten. Weiterhin schätzen wir, dass 75% der so vermeidbaren HFO-1234yf-Emissionen statt durch HFO-1234yf durch das billigere HFKW-134a (GWP 2.AR: 1300) nachgefüllt worden wären¹⁶, und dass von dieser Nachfüllmenge 10% in 2020 emittiert würde. Dies entspräche einer Menge von 0,02 Mio. t CO₂-Äqu. (GWP 2.AR) HFKW-134a, deren Emission in 2020 durch den Ersatz von HFO-1234yf durch CO₂ als Kältemittel in neuen Pkw vermieden werden könnte.

Zusätzlich ist aber zu berücksichtigen, dass unter den Rahmenbedingungen des EU-weiten HFKW-Phase-Down jeder vermiedene Einsatz von HFKW-134a in Pkw durch zusätzlichen Einsatz von HFKW in anderen Anwendungsfeldern konterkariert werden kann. Angesichts der relativ hohen Leckageraten von HFKW aus Pkw-Klimaanlagen im Vergleich zu anderen Einsatzfeldern von HFKW schätzen wir, dass angesichts dessen 50% der so bei Pkw-Klimaanlagen eingesparten Emissionen an andere Stelle in Deutschland auftreten.

Im Ergebnis ergibt sich eine Emissionsminderung in 2020 von 0,01 Mio. t CO₂-Äqu. (GWP 2.AR).

5.2.3. Stärkung der Ressourceneffizienz

- [Anreize und bestehende Aktivitäten für die Schaffung von Ressourceneffizienznetzwerken](#)

¹³ Eine volle Berücksichtigung von Anlagen, die erst 2020 in Betrieb gehen, für Emissionsreduktionen in 2020 wäre systematisch eine Überschätzung des Minderungspotenzials.

¹⁴ Eine volle Berücksichtigung von Fahrzeugen, die erst 2020 in Betrieb gehen, für Emissionsreduktionen in 2020 wäre systematisch eine Überschätzung des Minderungspotenzials.

¹⁵ Diese Quote ist begrenzt, weil CO₂ und HFO-1234yf nur in deutlich verschiedenen Anlagenkonfigurationen eingesetzt werden können. HFO-1234yf und HFKW-134a hingegen können relativ problemlos in dieselben Anlagen gefüllt werden.

¹⁶ Mit dieser Annahme setzen wir die Nachfüllung von HFO-1234yf-Anlagen mit HFKW-134a als Referenzfall. Der Einsatz von CO₂ statt HFO-1234yf vermeidet Emissionen im wesentlichen dadurch, dass Emissionen aus dem nachgefüllten HFKW-134a vermieden werden. Eine Emissionsminderung an HFO-1234yf hat angesichts des niedrigen GWP von HFO-1234yf keine Bedeutung in der Bilanz von Treibhausgasemissionen.

werden verstetigt und ausgebaut. Im Kontext der Initiative Energieeffizienznetzwerke (vgl. NAPE) wird geprüft, auch Materialflüsse und damit verbundene Umweltwirkungen mit zu betrachten.

- Bereitstellung von Informationen für Unternehmen zur Stärkung der Diffusion ressourceneffizienter Technologien und Verfahren
- Verstetigung bestehender Forschungsprogramme mit Bezug zur Ressourceneffizienz und Prüfung von Ausweitung und Aufstockung

Bei diesem Maßnahmenbündel bestehen deutliche Überschneidungen zu NAPE-Maßnahmen, wie beispielsweise den Energieeffizienznetzwerken. Daher ist eine Quantifizierung nicht möglich.

Die durch das Aktionsprogramm angesprochenen Einzelmaßnahmen zur Stärkung der Ressourceneffizienz leisten wichtige Beiträge zur Verbreitung aktuellen Wissens über ressourceneffiziente Technologien sowie zur weiteren Potenzialerschließung durch Fortführung und Verstetigung von F&E-Maßnahmen. Die Maßnahmen haben flankierenden Charakter, ihr konkreter Minderungsbeitrag für das Jahr 2020 ist derzeit nicht zu beziffern.

Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft, die im Industriesektor zu bilanzieren sind

Die Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft, die im Industriesektor zu bilanzieren sind, werden in Abschnitt 7 beschrieben.

6. Abfall und Kreislaufwirtschaft und übrige Emissionen

6.1. Überblick

Tabelle 6-1: Überblick der Maßnahmenwirkung: Abfall und Kreislaufwirtschaft und übrige Emissionen

	Brutto-Einsparung Mio. t CO₂ p.a. in 2020	
	Min	Max
Minderung der Methanemissionen aus Deponien durch Belüftung	2,00	2,50
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)	2,00	2,50
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (unter Berücksichtigung von Überlagerungseffekten)	2,00	2,50

Quelle: Berechnungen Öko-Institut

6.2. Maßnahmen

6.2.1. Minderung der Methanemissionen aus Deponien durch Belüftung

Nach NIR 2013 sind 2020 noch mit Emissionen von 350.000 Mg CH₄ aus Deponien zu rechnen. Das entspricht bei einem GWP Faktor von 25 für Methan einer THG-Emission von 8,75 Mio. Mg CO₂/Jahr. Wenn es gelingt die Belüftungsmaßnahme an den größten Deponien effizient einzurichten, kann das Programm etwa die Hälfte der Emissionen betreffen, also 4,375 Mio. Mg CO₂/Jahr (Bei deutlich weniger als der Hälfte der Deponien). Die Effizienz liegt etwa bei 80 – 90 % Reduktion der Restemissionen. Bei Annahme 85 % also 3,72 Mio. Mg CO₂/Jahr.

Die Belüftung dauert i.d.R. 1 bis 5 Jahre. Bei den großen Deponien, die im Fokus stehen sollten eher gegen 5 Jahre. Wenn das Programm schnell greift können bis 2020 von dem theoretischen Potenzial etwa 50 %, also 1,86 Mio. Mg CO₂/Jahr realisiert werden. Ergänzend würde die Förderung einer Intensivierung der Absaugung nach Maßnahme A 12 auf den restlichen Deponien angreifen können. Das Gesamtpotenzial ist schwer einzuschätzen und würde teilweise mit dem Potenzial der Belüftung deckungsgleich sein. In der Summe wird es auf jeden Fall eine Steigerung des Potenzials ergeben, das grob geschätzt dann 2 bis 2,5 Mio. Mg CO₂/Jahr beträgt!

Das geplante Projekt zur Information und Motivation der betroffenen Akteure sollte dazu beide Maßnahmen umfassen.

7. Landwirtschaft

7.1. Überblick

Im Landwirtschaftssektor wurden die Novellierung der Düngeverordnung und die Erhöhung der Ökolandbaufläche als relevante Maßnahmen zur Treibhausgasminderung identifiziert.

Vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft wurde als konkrete Maßnahme eine Evaluierung der Düngeverordnung vorgeschlagen, deren Ergebnisse anschließend als Empfehlung für die Novellierung der Düngeverordnung in Erwägung gezogen werden können. Weiterhin haben die Bundesländer Niedersachsen und Thüringen und die Organisation Greenpeace haben Vorschläge zur Reduktion von Stickstoffüberschüssen in landwirtschaftlichen Böden eingereicht. Für die Berechnungen des Reduktionspotenzials wird auf die aktuelle vTI Studie von Flessa et al. (2012) verwiesen. Durch die Novellierung der Düngeverordnung wird von einer Verbesserung der N-Produktivität um 5% ausgegangen was in etwa einer Einsparung von 20 kg N/ha entspricht. Dieses Reduktionspotenzial ist bei den derzeitigen hohen Düngeeesätzen durchaus realistisch.

Das Bundesamt für Naturschutz und das Bundesland Hessen haben Vorschläge zur Förderung des Ökolandbaus eingereicht. Das BfN fordert eine Erhöhung des Flächenanteils des ökologischen Landbaus und nennt Emissionsreduktionen von ca. 60% gegenüber dem konventionellen Landbau pro Jahr¹⁷. Durch den Verzicht auf Mineraldünger und chemische Pflanzenschutzmittel, durch geringere Bodenbearbeitung und die Aufrechterhaltung der organischen Substanz in den Böden ist die Klimabilanz eines Ökolandbaubetriebes auf der Schlag- und Betriebsebene gegenüber einem konventionellen Betrieb wesentlich günstiger.

Tabelle 7-1: Überblick der Maßnahmenwirkung: Landwirtschaft

	Brutto-Einsparung Mio. t CO ₂ p.a. in 2020	
	Min	Max
Novelle der Düngeverordnung	2,90	5,80
<i>im Landwirtschaftssektor</i>	1,60	3,30
<i>in anderen Sektoren</i>	1,30	2,50
Erhöhung des Flächenanteils des ökologischen Landbaus	0,55	0,55
<i>im Landwirtschaftssektor</i>	0,30	0,30
<i>in anderen Sektoren</i>	0,25	0,25

¹⁷ Dieser Wert bezieht sich wahrscheinlich nur auf den direkten Vergleich von Weizen aus ökologischem und konventionellen Anbau. Der Systemvergleich kommt angesichts der geringeren Erträge und geringeren Leistungsniveaus in der Tierhaltung zu geringeren Einsparpotenzialen.

Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (mit Emissionsreduktionen in anderen Sektoren)	3,45	6,35
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Emissionsreduktionen in anderen Sektoren)	1,90	3,60

Quelle: Berechnungen Öko-Institut

7.2. Maßnahmen

7.2.1. Novelle der Düngeverordnung

Annahmen für die Berechnung des Reduktionspotenzials durch die Novellierung der Düngeverordnung.

- Um die Obergrenzen für Stickstoffüberschüsse nach § 6 der Düngeverordnung von 60 kg N/ha im Dreijahresdurchschnitt einzuhalten ist eine Reduzierung des Mineraldüngereinsatzes von ca. 10 kg N/ha und Jahr erforderlich.
- Verbesserte Ausbringungstechniken führen zu einer Erhöhung der organischen Substanz im Boden und können daher zu weiteren Einsparungen von Mineraldünger führen.
- Die Anrechnung der Düngewirkung von Gärresten aus nachwachsenden Rohstoffen und die Bilanzierung der Gärreste bei der Berechnung der Stickstoffüberschüsse sollten zur weiteren Substituierung von Mineraldünger führen.

Da die Novellierung der Düngeverordnung noch nicht abgeschlossen ist und der Entwurf nicht veröffentlicht wurde, kann hier nur eine vorläufige Abschätzung erfolgen. Für die Berechnungen wurden Mineraldüngereinsparungen von 10 – 20 kg pro Hektar und Jahr angenommen.

Landwirtschaftliche Nutzfläche	16.721.000	ha
Einsparungen	10-20	kg N/ha
Jährlich Gesamteinsparung Mineraldünger	167-334	kt N/a
Emissionsfaktor (direkte und indirekte Lachgasemissionen)	9,74	kg CO ₂ Äqu/ kg N
Emissionsfaktor (für die Bereitstellung von synthetischen Stickstoffdünger)	7,5	kg CO ₂ Äqu/ kg N
Jährliche Emissionsminderung	2,9-5,8	Mt CO₂Äqu/a
Im Landwirtschaftssektor	1,6-3,3	Mt CO ₂ Äqu/a
In anderen Sektoren	bis zu 1,3-2,5	Mt CO ₂ Äqu/a

Quelle: Eigene Berechnungen, Flessa et al. 2012, Statistisches Jahrbuch 2012

Bei einer anspruchsvollen Umsetzung der Düngeverordnung ist somit insgesamt von einer Minderung von etwa 3,3 Mio. t im Landwirtschaftssektor auszugehen.

7.2.2. Erhöhung des Flächenanteils des ökologischen Landbaus

Wesentliches Reduktionspotenzial im Ökolandbau besteht durch die Einsparung von Mineraldünger, der im Ökolandbau nicht eingesetzt werden darf. Die Bodenfruchtbarkeit muss durch die Aufbringung von Wirtschaftsdüngern, Ernteresten, Anbau von Leguminosen, Zwischenfrüchten und geringerer Bodenbearbeitung aufrechterhalten werden. Dabei sollen überwiegend innerbetrieblich anfallende Wirtschaftsdünger und Erntereste genutzt werden, um

einen geschlossenen Betriebskreislauf zu gewährleisten. Der Verzicht von Mineraldünger und die Beschränkungen des geschlossenen Betriebskreislaufes verhindern einen übermäßigen Stickstoffeintrag in die Böden und führen gleichzeitig zu geringeren Erträgen von ca. 20% (Informationsportal Ökolandbau 2014).

Die Berechnung des Reduktionspotenzials durch die Erhöhung der ökologisch bewirtschafteten landwirtschaftlichen Nutzfläche, erfolgt vereinfacht durch die Berechnung des Reduktionspotenzials, welches durch den Verzicht des Mineraldüngereinsatzes erfolgt. Folgende Annahmen wurden getroffen:

- Erhöhung der ökologisch bewirtschafteten Fläche um 2% (334.420 ha) bis zum Jahr 2020.
- Einsparung von mineralischen Stickstoffdüngern von 94 kg N pro Hektar (Durchschnittlicher Mineraldüngereinsatz pro Hektar im Jahr 2012)
- Die durchschnittlichen Hektarwerte für den Wirtschaftsdüngereinsatz und die Erntereste werden beibehalten und nicht weiter erhöht, da sich der Tierbesatz bei mehr Ökolandbau, aufgrund der Obergrenzen für die Tierbesatzdichte pro Hektar eher noch verringern wird und damit kein weiterer Wirtschaftsdünger anfällt.
- Der Stickstoffeintrag durch Erntereste wird nicht weiter erhöht, da durch geringere Erträge auf den Ökolandbauflächen die Erntereste auch reduziert werden.

Landwirtschaftliche Nutzfläche	16.721.000	ha
Erhöhung der Fläche des Ökolandbaus um 2%	334.420	ha
Einsparpotenzial Mineraldünger	94	kg N/ha
Jährlich Gesamteinsparung Mineraldünger	31	kt N/a
Emissionsfaktor (direkte und indirekte Lachgasemissionen)	9,74	kg CO ₂ Äqu/ kg N
Emissionsfaktor (für die Bereitstellung von synthetischen Stickstoffdünger)	7,5	kg CO ₂ Äqu/ kg N
Jährliche Emissionsminderung	0,55	Mt CO₂Äqu/a
Im Landwirtschaftssektor	0,30	Mt CO ₂ Äqu/a
In anderen Sektoren	bis zu 0,25	Mt CO ₂ Äqu/a

Quelle: Eigene Berechnungen, Flessa et al. 2012, Statistisches Jahrbuch 2012, UBA 2014

Die Emissionen, die dem Industriesektor zuzurechnen sind, werden dort bilanziert. Insgesamt handelt es sich um eine mögliche Minderung von ca. 2,7 Mio. t, die sich durch eine verringerte Düngemittelherstellung ergeben könnte. Dies ist allerdings abhängig davon, in welchem Maße diese Düngemittel inländisch hergestellt oder importiert wurden.

9. Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft

9.1. Überblick

Tabelle 9-1: Überblick der Maßnahmenwirkung: Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft

	Brutto-Einsparung Mio. t CO ₂ p.a. in 2020	
	Min	Max
Erhaltung von Dauergrünland	1,00	2,00
Schutz von Moorböden	1,50	3,40
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)	2,50	5,40
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (unter Berücksichtigung von Überlagerungseffekten)	2,50	5,40

Quelle: Berechnungen Öko-Institut

9.2. Maßnahmen

9.2.1. Erhaltung von Dauergrünland

In Deutschland werden durch die Nutzung von Mooren (landwirtschaftliche u. forstwirtschaftliche Nutzung auf organischen Böden und Torfabbau) jährlich etwa 39,8 Mio. t CO₂ freigesetzt, das sind ca. 4 % der deutschen Gesamtemissionen (UBA 2014). Hauptquelle der Emissionen ist die Bewirtschaftung von Mooren als Acker- oder Grünland, welche ca. 6% der landwirtschaftlichen Nutzfläche Deutschlands ausmacht. Im Jahr 2012 wurde in Deutschland auf 644.000 ha Moor Ackerbau betrieben und 575.000 ha Moor wurden als Grünland bewirtschaftet (UBA 2014).

Folgende Annahmen wurden für die Berechnung des Reduktionspotenzials durch ein flächendeckendes Verbot von Grünlandumbruch getroffen:

- Für die THG-Inventarrechnungen werden die Emissionen eines Grünlandumbruchs auf einen Zeitraum von 20 Jahren angerechnet. Eine Fortschreibung des aktuellen Grünlandumbruchs würde zu einer Umbruchrate bis zum Jahr 2020 von gut 10% führen. Die neuen GAP-Regelungen erlauben aber lediglich einen Grünlandumbruch von maximal 5% im Vergleich zum Jahr 2012. Als Vergleich für die Reduktionsberechnung wird als Untergrenze des bis 2020 zu erwartenden Grünlandumbruchs eine Spannbreite von 2,5 bis 5% angesetzt. Dabei wird angenommen, dass der Grünlandumbruch sich gleichmäßig auf mineralische und organische Böden verteilt.
- Der Emissionswert repräsentiert die Emissionen aus dem Umbruch des aktuellen Jahres sowie von den Grünlandumbruchflächen der vergangenen 20 Jahren.
- Für die Gesamtemissionen im Jahr 2020 wird die jährlich nicht umgebrochene Fläche für die 6 Jahre (Zeitraum von 2015 bis 2020) kumuliert. Die Reduktionseinsparung ergibt sich aus den Hektarzahlen 2012*6 Jahre*EF.

Grünlandumbruch auf organischen Böden 2012 1993 – 2012	5.958 74.965	ha ha
THG-Emissionen durch Grünlandumbruch auf organischen Böden in 2012	2,85	Mio t

Mittelwert Emissionen / ha (2012-organisch)	37,96	t/(ha*a)
Grünlandumbruch auf mineralischen Böden 2012 1993 – 2012	84.310 1.068.689	ha
THG-Emissionen durch Grünlandumbruch auf mineralischen Böden in 2012	3,21	Mio t
Mittelwert Emissionen / ha (2012-mineralsich)	3,0	t/(ha*a)
Jährliche Emissionsminderung auf organischen Böden	0,25	Mt CO ₂ Äqu/a
Jährliche Emissionsminderung auf mineralischen Böden	0,22	Mt CO ₂ Äqu/a
Jährliche Emissionsminderung (im 1. Jahr 2015, im 2. Jahr *3, im 3. Jahr *3 - muss über 20 Jahre kumuliert werden)	0,47	Mt CO₂Äqu/a

Quelle: Eigene Berechnungen, UBA 2013

9.2.2. Schutz von Moorböden

In Deutschland werden durch die Nutzung von Mooren (landwirtschaftliche u. forstwirtschaftliche Nutzung auf organischen Böden und Torfabbau) etwa 39,8 Mio. t CO₂ freigesetzt, das sind ca. 4 % der deutschen Gesamtemissionen (UBA 2014). Hauptquelle der Emissionen ist die Bewirtschaftung von Mooren als Acker- oder Grünland, welche ca. 6% der landwirtschaftlichen Nutzfläche Deutschlands ausmacht. Im Jahr 2012 wurde in Deutschland auf 644.000 ha Moor Ackerbau betrieben und 575.000 ha Moor wurden als Grünland bewirtschaftet (UBA 2014).

Drainierte Moore sind damit die größte Einzelquelle außerhalb der Energiewirtschaft für THG-Emissionen in Deutschland und auch innerhalb des LULUCF-Sektors stellt die landwirtschaftliche Nutzung von organischen Böden (Mooren) mit ca. 75% die größte Einzelquelle an Treibhausgasen dar. Im aktuellen Bericht (National Communication) den Deutschland im Rahmen seiner Berichtspflichten an das Klimasekretariat eingereicht hat, wird die Wiedervernässung von Mooren als großes Reduktionspotenzial im Landwirtschaftssektor genannt (6th NatCom, UNFCCC 2014). Im Positionspapier der Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (LANA) „Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz“ heißt es, „Ziel sollte es sein, von 2011 bis 2025 mindestens 5 - 10 % der aktuellen Moorfläche des jeweiligen Bundeslandes zusätzlich wiederzuvernässen.“

Bisher werden die Quellen und Senken aus landwirtschaftlichen Böden nicht bei den nationalen Reduktionsverpflichtungen einbezogen. Allerdings wird im Rahmen des EU-Beschlusses 529/2013/EU die Anrechnung und Verbuchung von Emissionen aus LULUCF im Zusammenhang mit einer Reduktionsverpflichtung geprüft. Nach diesem Beschluss bestehen nach Art. 3.2 ab dem Jahr 2021 detaillierte Berichtspflichten zu Emissionen und Abbau von Treibhausgasen infolge von Ackerbewirtschaftung und Weidebewirtschaftung. Eine Reduktion der hohen Emissionen Deutschlands aus der landwirtschaftlichen Nutzung von organischen Böden ist damit auch im Hinblick auf die mögliche Anrechnung bei neuen Klimaschutzziele erforderlich. Durch eine Wiedervernässung von 5% der Gesamtmoorfläche könnten im Jahr 2020 1,5 bis 3,4 Mio t CO₂ Äqu. eingespart werden.

Annahmen für die Berechnung des Reduktionspotenzials durch Wiedervernässung landwirtschaftlich genutzter Moore.

- Es wird davon ausgegangen, dass für einen Flächenanteil von 5% der Gesamtmoorfläche eine Wiedervernässung realisiert werden kann.
Im Positionspapier der LANA „Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz“ heißt es, „Ziel sollte es sein, von 2011 bis 2025 mindestens 5 - 10 % der aktuellen Moorfläche des jeweiligen Bundeslandes zusätzlich wiederzuvernässen.“ Angesichts des kürzeren Zeitraums von 2015 bis 2020 wird hier vom unteren Wert ausgegangen.
- Die Angaben zu den Gesamtmoorflächen wurden aus dem Inventar (UBA 2014 – ausführliche Tabellen vom Thünen Institut) für das Jahr 2012 übernommen. Dazu zählen Wälder, Ackerland, Grünland, und Feuchtgebiete auf organischen Böden mit einer Gesamtfläche von 1,7 Mio ha. Bei 5 % der Gesamtflächen handelt es sich um eine Fläche von 85.000 ha die wiedervernässt werden sollen. Nach den verwendeten Informationen des LANA aus der Übersichtsbodenkarte (ÜBK 25) von 2011 gibt es aber ca. 187.000 ha ungenutzte, entwässerte Flächen auf organischen Böden. Das entspricht einer Größenordnung von 11% an den Gesamtmoorflächen, die wiedervernässt werden könnten.
- Zur Berechnung von Emissionen aus Mooren werden im deutschen Inventarbericht Emissionsfaktoren von 18 t CO₂Äq. ha-1a-1 für Grünland und 40 t CO₂Äq. ha-1a-1 für Ackerland verwendet (UBA 2014).
- Für die untere Grenze wurde angenommen, dass ausschließlich Grünlandflächen wiedervernässt werden. Für die obere Grenze wurde angenommen, dass ausschließlich Ackerlandflächen wiedervernässt werden.
- Eine Wiedervernässung von landwirtschaftlich genutzten Moorflächen kann neben der deutlichen Reduktion der CO₂-Emissionen, in den ersten Jahre hohe Methanemission induzieren. Diese sind in den aufgeführten Minderungswerten bisher nicht enthalten.¹⁸

10. Vorbildfunktion des Bundes

10.1. Überblick

Tabelle 10-1: Überblick der Maßnahmenwirkung: Vorbildfunktion des Bundes

	Brutto-Einsparung Mio. t CO ₂ p.a. in 2020	
	Min	Max
Öffentliche Beschaffung: Stärkung der Kompetenzstelle für nachhaltige Beschaffung und der Allianz für nachhaltige Beschaffung Erstellung energetischer Sanierungsfahrpläne für die öffentliche Hand	0,20	0,30
	in 4.5 gelistet	
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)	0,20	0,30
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (unter Berücksichtigung von Überlagerungseffekten)	0,20	0,30

¹⁸ Methanemissionen entstehen durch anaerobe Bedingungen beim Überstau von Moorflächen. Im Falle großflächiger Wiedervernässung wird deren Klimawirkung durch die unterbundene Mineralisierung auf den der wiedervernässten, aber nicht überstauten Flächen überkompensiert. So dass die Wiedervernässung als eine effiziente Maßnahme zum dauerhaften Klimaschutz zählt. Konzepte für eine standörtlich differenzierte Quantifizierung der relevanten Treibhausgase werden aktuell erarbeitet.

Quelle: Berechnungen Öko-Institut

10.2. Maßnahmen

10.2.1. Öffentliche Beschaffung: Stärkung der Kompetenzstelle für nachhaltige Beschaffung und der Allianz für nachhaltige Beschaffung

Für die Berechnung der Wirkung der Maßnahme wurde folgendes zu Grunde gelegt:

- Im Projektionsbericht 2013, Tabelle 3-51, wird für die Maßnahme im MWMS des Sektors GHD ein Effekt für Stromaufkommen von 0,37 TWh/a in 2020 ausgewiesen.
- Zur Ermittlung der Emissionsminderung wird ein Emissionsfaktor für den fossilen Strommix von 0,7 Mio. t CO₂/TWh zu Grunde gelegt.

Die jährliche Emissionsminderung beträgt für diese Maßnahme 0,259 Mio. t CO₂/a

10.2.2. Erstellung energetischer Sanierungsfahrpläne für die öffentliche Hand

Siehe Abschnitt 3.5.8.

11. Forschung und Entwicklung

Keine Quantifizierung möglich.

12. Beratung, Aufklärung und Eigeninitiative für mehr Klimaschutz

12.1. Überblick

Tabelle 12-1: Überblick der Maßnahmenwirkung: Beratung, Aufklärung und Eigeninitiative für mehr Klimaschutz

	Brutto-Einsparung Mio. t CO ₂ p.a. in 2020	
	Min	Max
Nationale Klimaschutzinitiative und Umweltinnovationsprogramm	0,75	0,75
Aktionsprogramm Klimaschutz in Schulen und Bildungseinrichtungen	-	-
Fortführung und Ausbau der Kommunalrichtlinie im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI)	2,9	5,8
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (ohne Überlagerungseffekte)	3,85	6,55
Summe der Wirkungen der Einzelmaßnahmen (unter Berücksichtigung von Überlagerungseffekten)	0	0

Quelle: Berechnungen Öko-Institut

12.2. Maßnahmen

12.2.1. Nationale Klimaschutzinitiative (NKI) und Umweltinnovationsprogramm

- Klimacheck für Kleinunternehmen
- Dialogprozess „Wirtschaft macht Klimaschutz“
- Prüfung einer Förderinitiative Abwärmenutzung im Rahmen des

Umweltinnovationsprogramms

Die Emissionsminderungswirkung des Instruments **Klimacheck für Kleinstunternehmen** kann wie folgt abgeschätzt werden: Unter der Annahme, dass bis zum Jahr 2020 bei 150.000 Kleinstunternehmen ein Klimacheck durchgeführt werden kann, und dabei pro Unternehmen 5 t/a eingespart werden (Wert übernommen aus dem Maßnahmenvorschlag I6, der sich auf eine MAP-Studie bezieht), ergibt sich eine Emissionsminderungswirkung dieses Instruments von 0,75 Mio. t CO₂ im Jahr 2020. Die Anzahl an Unternehmen wurde dabei an den Stromsparcheck für private Haushalte (ebenfalls 150.000) angelehnt.

Es wird jedoch angenommen, dass der Klimacheck für Kleinstunternehmen Netto in Anbetracht der vielfältigen weiteren Maßnahmen des NAPE und des Aktionsprogramms Klimacheck über die in den beiden Programmen in der Gesamtschau festgehaltene Minderungswirkung hinaus keinen zusätzlichen Minderungsbeitrag erbringen kann.

Der **Dialogprozess „Wirtschaft macht Klimaschutz“** wird als sinnvolle flankierende Maßnahme angesehen, deren Minderungswirkung derzeit allerdings methodisch nicht quantifiziert werden kann.

Die **Prüfung einer Förderinitiative Abwärmenutzung im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms** ist aufgrund der hinlänglich belegten großen Vermeidungspotenziale durch eine verstärkte Nutzbarmachung insbesondere industrieller Abwärme eine sinnvolle flankierende Maßnahme, deren Minderungswirkung jedoch im Zuge dieser Quantifizierung nicht beziffert werden kann.

12.2.2. Aktionsprogramm Klimaschutz in Schulen und Bildungseinrichtungen

Das Aktionsprogramm Klimaschutz in Schulen und Bildungseinrichtungen wird durch die NKI gefördert. Die Evaluierung der NKI ergab, dass hierdurch im Jahr 2011 0,002 Mt CO₂ eingespart werden konnten. Zur Aus- oder Umgestaltung der Maßnahme für das Aktionsprogramm Klimaschutz liegt dem Öko-Institut keine Information vor, so dass keine Quantifizierung erfolgte.

12.2.3. Fortführung und Ausbau der Kommunalrichtlinie im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI)

Für den Zeitraum 2015-2017 soll es neue Antragsfenster im Rahmen der Kommunalrichtlinie geben. Auch für den Zeitraum 2017-2019 ist ein erneutes Antragsfenster vorgesehen

Für die Berechnung der Wirkung der Maßnahme wurde auf die Ergebnisse der Evaluierung des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zurückgegriffen.

Im Evaluierungszeitraum (2008-2011) wurden insgesamt 197 Konzepte ausgewertet. Bei Umsetzung aller Konzepte wurde ein Einsparpotential von 5,8 Mio. t CO₂/a (konzipierte TGH-Emissionen) identifiziert. Derzeit gibt es keine Informationen darüber wie viele der bis 2011 erstellten Konzepte in die Umsetzungsphase eingetreten sind. Es ist jedoch nicht davon auszugehen, dass alle Konzepte umgesetzt werden. Als konservative Schätzung wird daher als untere Grenze die Umsetzung der Hälfte der Konzepte angenommen. Dies würde einen Minderungsbeitrag von 2,9 Mio. t CO₂/a bedeuten. Grundvoraussetzung für die Umsetzung ist, dass Bundesrahmenbedingungen für die Kommunen geschaffen werden.

Seit der Evaluierung sind unter der Kommunalrichtlinie weitere Konzeptstellungen dazu gekommen (wie viele ist nicht bekannt). Daher wird davon ausgegangen, dass der

Minderungsbeitrag durch die Weiterführung der Kommunalrichtlinie zwischen 2,9 – 5,8 Mio. t CO₂/a liegen wird.

Allerdings ist hierbei zu beachten, dass die Umsetzung der in den Konzepten vorgesehenen Maßnahmen zum weit überwiegenden Teil unter Inanspruchnahme bestehender Förderprogramme oder neuer Maßnahmen im Rahmen des Aktionsprogramms erfolgen wird. Daher kann hier nicht von einem zusätzlichen Minderungsbeitrag ausgegangen werden, der über die in den anderen Kapiteln veranschlagten Beiträge hinausgeht.

13. Literaturverzeichnis

- BBSR (2012): Kosten energierelevanter Bau- und Anlagenteile bei der energetischen Modernisierung von Wohngebäuden
- BEI/IWU 2010: Effekte der Förderfälle des Jahres 2009 des CO₂-Gebäudesanierungsprogramms und des Programms „Energieeffizient Sanieren“
- BEI/IWU 2011: Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ 2010 und „Ökologisch / Energieeffizient Bauen“ 2006 - 2010
- BEI/IWU 2012: Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2011
- BEI/IWU 2013: Monitoring der KfW-Programme „Energieeffizient Sanieren“ und „Energieeffizient Bauen“ 2012
- BMELV (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz) (2012): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland. Wirtschaftsverlag NW GmbH Bremerhafen.
- BMW (2011): 2. Nationaler Energieeffizienz-Aktionsplan (NEEAP) der Bundesrepublik Deutschland gemäß EU-Richtlinie über Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen (2006/32/EG) sowie Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen (EDL-G) – Methodisches Begleitdokument
- Bundesregierung (2013): Deutscher Projektionsbericht 2013 gemäß Entscheidung 280/2004/EG
- Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband (ZIV) (2011-14): Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks für die Jahre 2010 bis 2013
- Bürger/Steinbach (2010): Abschätzung der Kosten einer Ausweitung der Nutzungspflicht auf bestehende öffentliche Gebäude
- Dehoust/Christiani et al. 2012 Analyse und Fortentwicklung der Verwertungsquoten für Wertstoffe -Sammel- und Verwertungsquoten für Verpackungen und stoffgleiche Nichtverpackungen als Lenkungsinstrument zur Ressourcenschonung - UFOPLAN-Vorhaben 3711 33 316, Öko-Institut/HTP, Berlin, Aachen, Dessau 2012
- Dehoust/Harthan et al. 2014 Beitrag der Kreislaufwirtschaft zur Energiewende - Klimaschutzpotenziale auch unter geänderten Rahmenbedingungen optimal nutzen, Auftraggeber BDE, Berlin 2014
- Destatis: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Indikatorenbericht 2014. Unter https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltökonomischeGesamtrechnungen/Umweltindikatoren/Indikatoren/PDF_0230001.pdf?__blob=publicationFile
- Dr. Bertram Kehres (BGK e.V.) 2014: Novelle der Düngeverordnung (DüV) voraussichtlich in diesem Jahr. H&K aktuell 05/2014, Seite 4-6:
- EU Kommission (2013): [Decision No 529/2013/EU of the European Parliament and of the Council on accounting rules on greenhouse gas emissions and removals resulting from activities relating to land use, land-use change and forestry and on information concerning actions relating to those activities](#)
- Fichtner et al. (2011): Evaluierung des Marktanreizprogramms für erneuerbare Energien: Ergebnisse der Förderung für das Jahr 2010
- Fichtner et al. (2012): Evaluierung von Einzelmaßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt (Marktanreizprogramm) für den Zeitraum 2009 bis 2011
- Flessa H, Müller D, Plassmann K, Osterburg B, Techen AK, Nitsch H, Nieberg H, Sanders J, Meyer zu Hartlage O, Beckmann E, Anspach V (2012) Studie zur Vorbereitung einer effizienten und gut abgestimmten Klimaschutzpolitik für den Agrarsektor. Landbauforschung – vTI Agriculture and Forestry Research. Sonderheft 361
- Haenel H-D, et al. (2014) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2012. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 348 p, Thünen Rep 17
- Informationsportal Ökolandbau 2014: Bioerträge können sich sehen lassen. Unter <http://www.oekolandbau.de/erzeuger/archiv/feldversuche/dok-langzeitversuch/bio-ertraege-koennen-sich-sehen-lassen/>
- Institut für Pflanzen und Bodenkunde, Julius Kühn Institut (JKI) und Institut für Landschaftsökonomie und Ressourcenmanagement, Universität Gießen: Flächenbilanz und Gesamtbilanz 1990 – 2012. (unter <http://www.bmelv-statistik.de/de/statistischer-monatsbericht/a-landwirtschaft/>)
- ITG (2014): Wirtschaftlichkeit von Systemen zur Erfassung und Abrechnung des Wärmeverbrauchs
- IWU (2010): Datenbasis Gebäudebestand
- Öko-Institut et al. (2012): Evaluierung des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit – Endbericht 2012, Kennzeichen 03KSE009, 2012.Berlin.
- Öko-Institut/ISE (2014): Berechnungen im Rahmen des Forschungsvorhabens „Klimaneutraler Gebäudebestand 2050“ im Auftrag des Umweltbundesamts (laufendes Forschungsvorhaben)
- Öko-Institut et. al. (2012): Evaluierung des nationalen Teils der Klimaschutzinitiative des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Anhang A-5 zum Endbericht: Einzelprojektevaluierung Impulsprogramm Mini-KWK-Anlagen
- Oetjen-Dehne et al. 2014: Stoffstromorientierte Lösungsansätze für eine hochwertige Verwertung von gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen, uec-Berlin, Öko-Institut, UFOPLAN-Vorhaben, FKZ 3712 93 312; Berlin, Dessau 2014
- Pehnt, M.; Bürger, V. (2012): Der gebäudeindividuelle Sanierungsfahrplan im Rahmen der baden-württembergischen Landespolitik (Kurzgutachten und Diskussionspapier)

- Prognos, ifeu, BHKW-Consult (2014): Wissenschaftliche Begleitforschung im Rahmen der Wiederaufnahme des Mini-KWK-Impulsprogramms. Im Auftrag des BMUB, laufend
- Rösemann et al. 2013: Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2011. Report on methods and data (RMD) Submission 2013. Braunschweig. Unter http://literatur.vti.bund.de/digbib_extern/dn051713.pdf
- Rosenow, J.; Eyre, N. (2014): Residential energy efficiency programmes in the UK: a roadmap for recovery; Paper presented at the 10th BIEE Academic Conference: Balancing Competing Energy Policy Goals. St John's College, Oxford. 17/18 September 2014
- RWI (2010): Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (2010): Monitoring der Kraft -Wärme-Kopplungs-Vereinbarung: Berichtsjahre 2005-2008 - Verifikation der Vereinbarung zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der deutschen Wirtschaft zur Forderung der Kraft -Wärme-Kopplung in Ergänzung der Klimavereinbarung vom 9.11.2000
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2014): Wohngeld in Deutschland 2012 - Ergebnisse der Wohngeldstatistik; Wirtschaft und Statistik, März 2014
- UBA (Umweltbundesamt) 2013: Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2011. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2011. Dessau-Roßlau.
- UBA (Umweltbundesamt) 2014: Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2012. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2012. Dessau-Roßlau.
- Wiss. Beirat für Düngungsfragen 2009: Minderung der Stickstoff-Überschüsse in der Landwirtschaft durch Verbesserung der Stickstoff-Effizienz der Düngung.
- Wissenschaftliche Beiräte für Agrarpolitik (WBA) und für Düngungsfragen (WBD) 2013: Novellierung der Düngeverordnung: Nährstoffüberschüsse wirksam begrenzen.