TEXTE 44/2013

Energieszenarien für PAREST



UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 206 43 200/01 UBA-FB 001524/ANH,12

Energieszenarien für PAREST

Teilbericht zum F&E-Vorhaben "Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung – PAREST"

von

Wolfram Jörß Melanie Degel

Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT), Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter http://www.uba.de/uba-info-medien/4519.html verfügbar.

Die in der Studie geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

ISSN 1862-4804

Redaktion:

Durchführung Institut für Zukunftsstudien der Studie: und Technologiebewertung (IZT)

Schopenhauerstr. 26

14129 Berlin

Abschlussdatum: April 2010

Herausgeber: Umweltbundesamt

Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau-Roßlau Tel.: 0340/2103-0

Telefax: 0340/2103 2285

E-Mail: info@umweltbundesamt.de

Internet: http://www.umweltbundesamt.de
http://www.umweltbundesamt.de

Fachgebiet II 4.1 Grundsatzfragen der Luftreinhaltung

Johanna Appelhans

Dessau-Roßlau, Juni 2013

Inhaltsverzeichnis

		Seite
Inl	haltsverzeichnis	7
Ta	bellenverzeichnis	8
1	Einleitung	13
2	Die Rolle von Energieszenarien in der Emissionsbilanzierung	13
3	Das Energiereferenzszenario für PAREST	15
	3.1 Emissionsrelevante Brennstoffströme im PAREST-Energiereferenzszenario (Energiebilanzprinzip)	16
4	Alternative Energieszenarien	19
	4.1 Methodisches Vorgehen zur Übernahme von MWMS und MMS	20
	4.2 Das Klimaschutzszenario MWMS in Zahlen	22
	4.3 Das PSz IV-"Referenz"-Szenario MMS in Zahlen	25
	4.4 Das PAREST – Referenz-Energieszenario (PAREST-REF) in Zahlen	29
	4.5 Vergleiche der Energieszenarien PAREST REF, MWMS und MMS	32
5	Ergebnisse der Emissionsmodellierung (Energiebilanzprinzip) im Klimaschutzszenario.	36
	5.1 Schwefeldioxid	36
	5.2 Stickoxide	39
	5.3 Flüchtige Kohlenwasserstoffe außer Methan	42
	5.4 Ammoniak	45
	5.5 Feinstaub (PM ₁₀)	46
	5.6 Feinstaub (PM _{2,5})	49
6	Ergebnisse der Emissionsmodellierung (Inlandsprinzip) im Klimaschutzszenario	52
7	Literatur	58

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energiereferenzszenario - Stromproduktion	. 16
Tabelle 2: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energiereferenzszenario - Fernwärmeproduktion	. 16
Tabelle 3: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energiereferenzszenario – übriger Umwandlungsbereich	. 17
Tabelle 4: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energiereferenzszenario – Industrie	. 17
Tabelle 5: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energiereferenzszenario – Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	. 17
Tabelle 6: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energiereferenzszenario – Haushalte	. 18
Tabelle 7: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energiereferenzszenario – Verkehr	. 18
Tabelle 8: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im Klimaschutzszenario MWMS [TJ] (Energiebilanz-Prinzip)	. 22
Tabelle 9: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im Klimaschutzszenario MWMS [%] (Energiebilanz-Prinzip)	. 22
Tabelle 10: Entwicklung der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip)	. 23
Tabelle 11: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im Klimaschutzszenario MWMS nach Sektoren [TJ] (Energiebilanz-Prinzip)	. 23
Tabelle 12: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im Klimaschutzszenario MWMS nach Sektoren [%] (Energiebilanz-Prinzip)	. 23
Tabelle 13: Entwicklung der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche im Klimaschutzszenario MWMS nach Sektoren (Energiebilanz-Prinzip)	. 24
Tabelle 14: Entwicklung der Produktionsmengen ausgewählter energieintensiver Industrieprozesse im Klimaschutzszenario MWMS	. 24
Tabelle 15: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PSz IV-Referenzszenario MMS [TJ] (Energiebilanz-Prinzip)	. 25
Tabelle 16: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PSz IV-Referenzszenario MMS [%] (Energiebilanz-Prinzip)	. 26
Tabelle 17: Entwicklung der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche PSz IV- Referenzszenario MMS (Energiebilanz-Prinzip)	. 26

Tabelle 18: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PSz IV-Referenzszenario MMS nach Sektoren [TJ] (Energiebilanz-Prinzip)	. 26
Tabelle 19: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PSz IV-Referenzszenario MMS nach Sektoren [%] (Energiebilanz-Prinzip)	. 27
Tabelle 20: Entwicklung der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche PSz IV- Referenzszenario MMS nach Sektoren (Energiebilanz-Prinzip)	. 27
Tabelle 21: Entwicklung der Produktionsmengen ausgewählter energieintensiver Industrieprozesse im Klimaschutzszenario MMS	. 28
Tabelle 22: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energie-Referenzszenario [TJ] (Energiebilanz-Prinzip)	. 29
Tabelle 23: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energie-Referenzszenario [%] (Energiebilanz-Prinzip)	. 29
Tabelle 24: Entwicklung der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche im PAREST-Energie-Referenzszenario (Energiebilanz-Prinzip)	. 30
Tabelle 25: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energie-Referenzszenario nach Sektoren [TJ] (Energiebilanz-Prinzip)	. 30
Tabelle 26: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energie-Referenzszenario nach Sektoren [%] (Energiebilanz-Prinzip)	. 30
Tabelle 27: Entwicklung der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche im PAREST-Energie-Referenzszenario nach Sektoren (Energiebilanz-Prinzip)	. 31
Tabelle 28: Entwicklung der Produktionsmengen ausgewählter energieintensiver Industrieprozesse im PAREST- Referenzszenario	. 31
Tabelle 29: Differenz der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche zwischen MWMS und PAREST-REF (Energiebilanz-Prinzip)	. 32
Tabelle 30: Differenz der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche zwischen MWMS und PAREST-REF nach Sektoren (Energiebilanz-Prinzip)	. 32
Tabelle 31: Differenz der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche zwischen MWMS und MMS (Energiebilanz-Prinzip)	. 33
Tabelle 32: Differenz der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche zwischen MWMS und MMS nach Sektoren (Energiebilanz-Prinzip)	. 33
Tabelle 33: Differenz der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche zwischen MMS und PAREST-REF (Energiebilanz-Prinzip)	. 33
Tabelle 34: Differenz der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche zwischen MMS und PAREST-REF nach Sektoren (Energiebilanz-Prinzip)	. 34
Tabelle 35: Absolute Differenz der Produktionsmengen ausgewählter energieintensiver Industrieprozesse zwischen MWMS/MMS und PAREST- Referenzszenario	34

Tabelle 36: Prozentuale Differenz der Produktionsmengen ausgewählter energieintensiver Industrieprozesse zwischen MWMS/MMS und PAREST- Referenzszenario
Tabelle 37: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland
Tabelle 38: Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)
Tabelle 39: Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland: Differenz PSz-IV-Referenz (MMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)
Tabelle 40: Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) - Energiebilanz-Prinzip
Tabelle 41: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Stickoxid - Emissionen in Deutschland
Tabelle 42: Stickoxid - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)
Tabelle 43: Stickoxid - Emissionen in Deutschland: Differenz PSz-IV-Referenz (MMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)
Tabelle 44: Stickoxid - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) - Energiebilanz-Prinzip
Tabelle 45: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): NMVOC - Emissionen in Deutschland
Tabelle 46: NMVOC - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)
Tabelle 47: NMVOC - Emissionen in Deutschland: Differenz PSz-IV-Referenz (MMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)
Tabelle 48: NMVOC - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) - Energiebilanz-Prinzip
Tabelle 49: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Ammoniak - Emissionen in Deutschland
Tabelle 50: Ammoniak - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)
Tabelle 51: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Feinstaub (PM ₁₀) - Emissionen in Deutschland
Tabelle 52: Feinstaub (PM ₁₀) - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)
Tabelle 53: Feinstaub (PM ₁₀) - Emissionen in Deutschland: Differenz PSz-IV-Referenz (MMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)

Tabelle 54	: Feinstaub (PM ₁₀) - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) - Energiebilanz-Prinzip	48
Tabelle 55	: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Feinstaub (PM _{2,5}) - Emissionen in Deutschland	49
Tabelle 56	: Feinstaub (PM _{2,5}) - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)	50
Tabelle 57	: Feinstaub (PM _{2,5}) - Emissionen in Deutschland: Differenz PSz-IV-Referenz (MMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)	50
Tabelle 58	: Feinstaub (PM _{2,5}) - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) – Energiebilanz-Prinzip	51
Tabelle 59	: Klimaschutzszenario MWMS (Inlandsprinzip): Feinstaub (PM ₁₀) - Emissionen in Deutschland	52
Tabelle 60	: PM ₁₀ - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Inlandsprinzip)	53
Tabelle 61	: Klimaschutzszenario MWMS (Inlandsprinzip): Feinstaub (PM _{2.5}) - Emissionen in Deutschland	54
Tabelle 62	: PM _{2.5} - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Inlandsprinzip)	54
Tabelle 63	: Klimaschutzszenario MWMS (Inlandsprinzip): SO ₂ - Emissionen in Deutschland	55
Tabelle 64	: Klimaschutzszenario MWMS (Inlandsprinzip): NO _x - Emissionen in Deutschland	55
Tabelle 65	: Klimaschutzszenario MWMS (Inlandsprinzip): NMVOC - Emissionen in Deutschland	56
Tabelle 66	: Klimaschutzszenario MWMS (Inlandsprinzip): NH ₃ - Emissionen in Deutschland	57

1 Einleitung

Im Forschungsvorhaben PAREST¹ wurden Emissionsszenarien bis 2020 für Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) und die Aerosol-Vorläufersubstanzen SO₂, NO_x, NH₃ und NMVOC für Deutschland und Europa erstellt, Minderungsmaßnahmen evaluiert und daraus die PM-Immissionsbelastung für Deutschland modelliert.

In diesem Teilbericht zu PAREST werden die für PAREST benutzten Energieszenarien vorgestellt.

Weitere emissionsseitige Teilberichte im Rahmen von PAREST behandeln z.B.

- Das Referenz-Emissionsszenario für PAREST [Jörß et al. 2010 a]
- Maßnahmen- und Sensitivitätsszenarien sowie Unsicherheitsbetrachtungen für Deutschland [Theloke et al. 2010], [Kugler et al. 2010], [Jörß und Handke 2010], [Jörß 2010]
- die räumliche Verteilung der Emissionen über Deutschland [Thiruchittampalam et al. 2010]
- die europäischen Hintergrundemissionen [Denier van der Gon et al. 2009] und [Denier van der Gon et al. 2010].

Zusätzlich wurden diverse PAREST-Berichte zur Immissionsmodellierung (z.B. [Stern 2010 a], [Stern 2010 b], [Stern 2010 c], [Kerschbaumer 2010 a], [Kerschbaumer 2010 b]) sowie ein zentraler Schlussbericht [Builtjes et al. 2010] erstellt.

2 Die Rolle von Energieszenarien in der Emissionsbilanzierung

Grundlage der Emissionsbilanzierung für PAREST ist die Emissionsdatenbank des Umweltbundesamtes "Zentrales System Emissionen" (ZSE) mit dem Stand vom 08.06.2007 [ZSE 2007]. Dabei wurden einerseits die Daten der Jahre 20002 und 2005 als Basisjahre und die Daten für 2010, 2015 und 2020 als Zieljahre der Emissions- und Immissionsszenarien benutzt.

Prinzipiell ist das ZSE so strukturiert, dass die Emissionen durch Verknüpfung von Aktivitätsraten (AR) mit Emissionsfaktoren (EF) berechnet werden. Als Aktivitätsrate werden Bezugsgrößen gewählt, die repräsentativ für die die Emissionen verursachenden Vorgänge und Prozesse sind. Typisch sind z.B. für die Energiewirtschaft die jeweiligen detaillierten Brennstoffeinsätze, für

Das Projekt ist im Internet zu finden unter www.parest.de.

¹ PAREST – Particle Reduction Strategies – ist ein Forschungsvorhaben für das Umweltbundesamt, durchgeführt unter dem FKZ 206 43 200/01 "Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung". Das Forschungskonsortium besteht aus

[•] TNO, Institut für Umwelt und Luftqualität, Niederlande,

[•] Institut für Meteorologie, Freie Universität Berlin

[•] Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin (IZT)

Institut f
ür Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universit
ät Stuttgart (IER)

[•] Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e.V., Leipzig (IfT) und

[•] Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)

² Das Jahr 2000 ist für die eigentliche Immissionsmodellierung in PAREST nicht bedeutend. Trotzdem wurden die 2000er Daten in den Emissionsbilanzen mitgeführt, um einerseits eine Vergleichbarkeit zu früheren Emissionsbilanzen ([Jörß und Handke 2007] und [Jörß et al. 2007]) zu erleichtern und andererseits bei Feinstaub Aussagen zur prozentualen Emissionsminderung von 2000 bis 2020 machen zu können, einer Größe, die in der Diskussion um die Novelle der NEC-Richtlinie von Relevanz ist.

den Produktionsbereich dagegen die Produktionsmenge und für die Landwirtschaft der Einsatz mineralischer Düngemittel und Tierbestandsdaten. Als Emissionsfaktor wird ein für die Emissionsursache repräsentativer Schadstoffausstoß pro Mengeneinheit durch Messung, Bilanzierung oder Expertenschätzung ermittelt.

Die Struktur des [ZSE 2007] sowie fast vollständig die dort benutzten Daten für Aktivitätsraten, Emissionsfaktoren und Emissionen sind in [Jörß und Handke 2007] und [Jörß et al. 2007] dokumentiert. Dem ZSE ist energieseitig vorgelagert das UBA-Modell "Bilanz der Emissionsursachen" (BEU), in dem die Rahmendaten der Energiebilanz für stationäre Verbrennung deutlich weiter disaggregiert werden nach Anlagengröße, Verbrennungstechnik, Branche und/oder Brennstoff. Ein Überblick über BEU ist enthalten in [Jörß und Kamburow 2006], [Harthan et al. 2007] und [Jörß 2007].

Als Energieszenario bezeichnet man in diesem Zusammenhang die Gesamtheit aller Brenn- und Treibstoffverbräuche der betrachteten Zeitreihe. Da insbesondere für SO2 und NOx, aber auch für Feinstaub und NMVOC bedeutende Anteile der gesamten Emissionen Deutschlands der Energienutzung zuzuordnen ist, sind Energieszenarien von großer Bedeutung für die Emissionsbilanzen. Über den unmittelbaren Verbrauch an Energieträgern hinaus, hat das Energieszenario auch Wechselwirkungen mit den Produktionsmengen energieintensiver Industrieprozesse (z.B. primäre Aluminiumproduktion, Eisen- und Stahl-Industrie, Zementproduktion etc.). Hier sind die Annahmen zu Produktionsmengen und Brennstoffverbräuchen anhand der spezifischen Energiebzw. Brennstoffbedarfe konsistent zu halten. Dies ist für die Emissionsbilanzierung auch deshalb wichtig, weil in der ZSE-Struktur zum Teil Produktionsmengen und zum Teil Brennstoffverbräuche als Aktivitätsraten benutzt werden.

Bei der Bilanzierung von Emissionen und Energieverbräuchen unterscheidet man für mobile Quellen Bilanzen nach dem Inlandsprinzip und nach dem Energiebilanzprinzip: Beim Inlandsprinzip geht es darum, zu berechnen, wie viel Treibstoff von Fahrzeugen auf deutschem Territorium verbraucht wurde und wie viel Emissionen daraus innerhalb Deutschlands entstanden sind. Beim Energiebilanzprinzip wird dagegen nicht der Verbrauch des Treibstoffs bilanziert sondern der Verkauf. So würde z.B. in Österreich getanktes Benzin, das auf bayerischen Straßen verfahren und in Emissionen umgesetzt wird nach dem Inlandsprinzip den deutschen Emissionen zugerechnet, nach dem Energiebilanzprinzip aber nach Österreich verbucht. Das Energiebilanzprinzip findet insbesondere in den internationalen Regeln zur Treibhausgas-Emissionsberichterstattung (z.B. [IPCC 2006]) Anwendung und ist deshalb in der Emissionsberichterstattung des Umweltbundesamtes fest verankert, auch für primäre PM-Emissionen und Aerosolvorläufersubstanzen. Als Input für eine Immissionsmodellierung von PM ist jedoch eine Bilanz nach Inlandsprinzip zielführender, weil diese größeren Wert auf die räumliche Zuordnung der Emissionen legt.

In PAREST wurden für jedes betrachtete Szenario parallele Datensätze nach Inlands- und Energiebilanzprinzip gehalten. D.h. für z.B. das PAREST Referenzszenario gibt es den Energie- und Emissionsdatensatz nach Inlandsprinzip und den nach Energiebilanzprinzip, die – mit ansonsten identischen Annahmen – verschiedene Mengen an Energieträgern und Emissionen bilanzieren. Für die Immissionsmodellierung wurden in PAREST die Datensätze nach Inlandsprinzip genutzt. Für einen Vergleich der betrachteten Szenarien mit anderen Berichten / Anforderungen, ist aber

ggf. der Datensatz nach Energiebilanzprinzip interessanter. Deshalb werden in diesem Bericht im Wesentlichen Datensätze nach dem Energiebilanzprinzip vorgestellt.

3 Das Energiereferenzszenario für PAREST

Das Energiereferenzszenario für PAREST (im Folgenden oft mit REF oder PAREST REF abgekürzt) deckt den Zeitraum von 2000 bis 2020 ab und bildet energieseitig die Grundlage des PAREST- Referenz-Emissionsszenarios, wie es in [Jörß et al. 2010] beschrieben ist. Für die Jahre 2010 – 2020 ist es weitgehend identisch mit dem 2005 interministeriell abgestimmten "Energiereferenzszenario des Umweltbundsamtes zur Emissionsberechnung" [UBA 2005] allerdings mit einigen Modifikationen:

- Bei der stationären Verbrennung wurden die Erweiterungen mitberücksichtigt, die im Forschungsbericht des IZT für das UBA "Anpassung von Energie- und Emissionsprognosewerten an das Energiemodell BEU" [Jörß 2007] beschrieben sind, d.h. im wesentlichen Ausweitung des Bilanzrahmens bei Abfällen / Sekundärbrennstoffen (alle Sektoren) sowie bei Holzverbrennung in Haushalten.
- Für mobile Quellen wurden die Energieverbräuche einer aktuelleren Version des am UBA benutzten Verkehrsmodells TREMOD (vgl. [Knörr et al. 2005]) entnommen, nämlich TREMOD 4.17 anstelle von TREMOD 4. Außerdem wurde als Grundlage für die Immissionsmodellierung nach dem Inlandprinzip gearbeitet, d.h. die Ergebnisse von TREMOD 4.17 und TREMOD MM³ wurden NICHT wie in [UBA 2005] auf die Energiebilanz normiert. Parallel dazu wurde aber auch ein Datensatz des Energie-Referenzszenarios im Energiebilanzprinzip geführt, der somit unmittelbar mit den Energiedaten im UBA-Energiereferenzszenario von 2005 [UBA 2005] vergleichbar ist.
- Die Daten für das Berichtsjahr⁴ 2005 wurden auf Basie der 2007 vorliegenden aktuellsten Energiestatistiken gegenüber [UBA 2005] aktualisiert.

An dieser Stelle soll nun ein Überblick über die emissionsrelevanten Energieströme des PA-REST-Referenz-Energieszenarios gegeben werden. Aus Gründen der Vergleichbarkeit mit dem Energiereferenzszenario des Umweltbundsamtes [UBA 2005] und der internationalen Emissionsberichterstattung des UBA erfolgt dies nach dem Energiebilanzprinzip. Bei einer Darstellung nach Inlandsprinzip gäbe es Abweichungen in den Tabellen zum Verkehr sowie zu Haushalten und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (dort jeweils bei "übrige Mineralöle").

³ UBA-Modell zur Berechnung der Emissionen aus mobilen Maschinen, vgl. [Lambrecht et al. 2004].

⁴ Für das Jahr 2010 lagen für PAREST noch keine energiestatistischen Berichtsdaten vor.

3.1 Emissionsrelevante Brennstoffströme im PAREST-Energiereferenzszenario (Energiebilanzprinzip)

Im Folgenden werden in Tabelle 1 bis Tabelle 6 getrennt nach Energiebilanzzeilen (EBZ) die Rahmendaten der emissionsrelevanten Brennstoffeinsätze des PAREST-Energiereferenzszenarios wiedergegeben. Nicht emissionsrelevante Energieträger wie z.B. Strom und Fernwärme werden in diesen Tabellen weggelassen.

Tabelle 1: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energiereferenzszenario - Stromproduktion

Brennstoff	EBZ	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020
Steinkohle	11 + 12	PJ	1.268	1.184	1.186	1.364	1.542
Braunkohle	11 + 12	PJ	1.420	1.492	1.404	1.452	1.500
Heizöl	11 + 12	PJ	46	100	42	27	12
Erdgas	11 + 12	PJ	391	457	447	446	444
Andere Brennstoffe - EB	11 + 12	PJ	199	244	210	195	179
Müll - NEB	11 + 12	PJ	37	148	138	131	124
Summe	11 + 12	PJ	3.360	3.625	3.427	3.614	3.801

Tabelle 2: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energiereferenzszenario - Fernwärmeproduktion

Brennstoff	EBZ	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020
Steinkohle	15 + 16	PJ	96	125	79	71	60
Braunkohle	15 + 16	PJ	32	35	38	36	30
Mineralölprodukte	15 + 16	PJ	12	18	19	14	10
Erdgas	15 + 16	PJ	174	228	175	181	187
andere Gase	15 + 16	PJ	4	5	3	2	2
Müll, sonstige Biomasse, sonstige - EB	15 + 16	PJ	34	33	31	34	38
Müll - NEB	15 + 16	PJ	33	74	80	79	78
Summe	15 + 16	PJ	384	518	425	418	405

Tabelle 3: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energiereferenzszenario – übriger Umwandlungsbereich

Brennstoff	EBZ	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020
Steinkohle	40	PJ	0	0	0	0	0
Braunkohle	40	PJ	18	19	8	7	6
schweres Heizöl	40	PJ	53	47	61	61	61
Heizöl EL, Benzin, Diesel	40	PJ	4	2	7	6	6
Raffineriegas, Flüssiggas	40	PJ	167	159	157	154	152
Petrolkoks, andere Min.	40	PJ	32	27	34	33	33
Erdgas	40	PJ	46	56	48	43	38
andere Gase	40	PJ	37	37	16	12	10
Müll, sonstige Biomasse	40	PJ	15	40	12	11	11
Summe	40	PJ	372	387	342	327	315

Tabelle 4: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energiereferenzszenario – Industrie

Brennstoff	EBZ	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020
Steinkohle inkl. Koks	60	PJ	391	346	349	340	331
Braunkohle	60	PJ	54	68	51	51	50
Mineralöle	60	PJ	199	158	207	196	184
Erdgas	60	PJ	812	791	820	836	852
Sonstige Gase	60	PJ	160	141	120	102	84
Biomasse	60	PJ	14	49	53	49	45
Sekundärbrennstoffe NEB	60	PJ	16	13	14	14	14
Summe	60	PJ	1.646	1.566	1.614	1.587	1.560

Tabelle 5: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energiereferenzszenario – Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Brennstoff	EBZ	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020
Steinkohle	67	PJ	13	12	4	3	1
Braunkohle	67	PJ	7	0	1	-	-
Heizöl	67	PJ	285	252	252	244	236
übrige Mineralöle	67	PJ	122	114	118	114	108
Erdgas	67	PJ	445	501	491	484	476
Sonstige Gase	67	PJ	9	8	14	15	16
Biomasse - EB	67	PJ	0	0	3	3	2
Holz - NEB	67	PJ	31	31	31	31	31
Summe	67	PJ	912	918	913	894	870

Tabelle 6: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energiereferenzszenario – Haushalte

Brennstoff	EBZ	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020
Kohlen	66	PJ	48	45	8	5	2
Heizöl	66	PJ	777	659	821	783	745
übrige Mineralöle	66	PJ	2	2	2	2	2
Erdgas	66	PJ	948	1.026	1.198	1.231	1.263
Sonstige Gase	66	PJ	37	32	14	13	11
Biomasse - EB	66	PJ	165	204	157	157	157
Holz - NEB	66	PJ	1	-	76	107	139
Summe	66	PJ	1.977	1.968	2.276	2.298	2.319

Tabelle 7: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energiereferenzszenario – Verkehr

Brennstoff	EBZ	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020
Benzin	65	PJ	1.237	1.008	800	672	616
Diesel	65	PJ	1.142	1.164	1.335	1.454	1.490
Kerosin (nur nationale Flüge)	65	PJ	60	69	76	85	94
Biokraftstoff	65	PJ	9	71	112	137	137
Kohlen	65	PJ	0	0	0	0	0
Summe	65	PJ	2.449	2.312	2.322	2.349	2.337

Zur Struktur der Emissionsbilanzierung gemäß ZSE und BEU⁵ ist anzumerken, dass dort die Biomasseverbrennung in TA Luft-Anlagen strukturell nicht abgebildet ist. D.h. diejenigen Biomassemengen, die gemäß der benutzten Energiestatistiken bzw. –szenarien in Deutschland eingesetzt werden, werden für die Emissionsbilanzierung technologisch im Wesentlichen Großfeuerungsanlagen zugeordnet. Auch für stationäre Motoren bilden BEU / ZSE die technologische Struktur nur in begrenztem Maße ab: Nicht genehmigungsbedürftige Motorenanlagen werden in der Bilanzierungsstruktur nicht gesondert erfasst, sondern gemeinsam mit anderen Verbrennungstechniken als Kleinfeuerungsanlagen behandelt. Bei genehmigungsbedürftigen Anlagen wird im Szenarienverlauf bis 2020 mit leicht steigenden Anteilen von- Motoren und Gasturbinen am Erdgas- und Heizöl EL-Verbrauch zur Stromerzeugung gerechnet (zu Lasten des Anteils von Kesselfeuerungen).

⁵ Zur Struktur des ZSE (Zentrales System Emissionen) und des für die stationären Energieverbräuche zu Grunde liegende "Bilanz der Emissionsursachen" (BEU) vgl. z.B. [Jörß und Kamburow 2006], [Jörß 2007], [Jörß et al. 2007] oder [Jörß und Handke 2007]

4 Alternative Energieszenarien

Als Alternative zum Referenz-Emissionsszenario, das energieseitig auf dem PAREST Referenz-Energieszenario beruht, sollen in PAREST auch Berechnung auf Basis eines Klimaschutzszenarios durchgeführt werden. Dafür wurde in Abstimmung mit dem UBA das MWMS (Mit weiteren Maßnahmen Szenario) der Studie Politikszenarien IV (PSz IV – vgl. [Matthes et al. 2008]) ausgewählt. Als "Bindeglied" zwischen PAREST-Referenz und MWMS dient dabei das MMS (Mit Maßnahmen Szenario) aus PSz IV, welches innerhalb von PSz IV den Rang eines Referenzszenarios hat. Die Unterschiede zwischen MWMS und PAREST-Referenz müssen methodisch differenziert werden in einerseits den Unterschied der beiden Energie-Referenzszenarien "PAREST-Referenz" und "MMS" und andererseits den durch die Modellierung von Klimaschutzmaßnahmen induzierten Unterschied zwischen MWMS und MMS.

4.1 Methodisches Vorgehen zur Übernahme von MWMS und MMS

Zur Nutzung von MWMS und MMS im Rahmen von PAREST stellte sich die Herausforderung, beide Szenarien quantitativ in die Struktur der UBA-Emissionsdatenbank ZSE (Zentrales System Emissionen) [ZSE 2007] zu überführen, weil in dieser Struktur auch die technik-, sektor- und brennstoffspezifisch hoch differenzierten Emissionsfaktoren vorliegen, die in PAREST genutzt werden. (Eine detaillierte Dokumentation der Struktur von [ZSE 2007] findet sich in [Jörß und Handke 2007] und [Jörß et al. 2007].)

Als Rechengrundlage wurde dem IZT vom Öko-Institut, dem für die Brennstoffbilanzen zuständigen Konsortialpartner des PSz IV-Forschungskonsortium im April 2008 eine an die Systematik der Emissionsberechnung angenähertes Tabellenwerk für MMS und MWMS zur Verfügung gestellt [Öko-Institut 2008]. Dieses Tabellenwerk ist nach Einschätzung des Öko-Instituts die beste verfügbare Datenbasis zu PS IV zum Zwecke der Emissionsberechnung (vgl. [Matthes 2008]). Es ist in einer anderen Systematik aufgebaut als die veröffentlichten Tabellen des Anhangs 2 des Endberichts von PSz IV [Matthes et al. 2008] und ohne das nicht öffentliche Umrechnungsmodell des Öko-Instituts nicht vollständig in Übereinstimmung zu bringen. Für das Jahr 2010 der PSz IV-Datensätze ist anzumerken, dass diese den arithmetischen Mittelwert der in PSz IV für 2015 modellierten Energieverbräuchen mit den (historischen) Energiedaten des Jahres 2005 darstellen. Dies liegt daran, dass die eigentlichen PSz IV-Modellergebnisse für 2010 nicht plausibel in die Zeitreihe 2005 (historisch) – 2010 (Modell PSz IV) – 2015 (Modell PSz IV) passten [Matthes 2008].

Das weitere methodische Vorgehen zur Umrechnung der so gewonnenen bzw. modifizierten Rahmendaten für MMS und MWMS zum Zwecke der Emissionsberechnung stellt sich wie folgt dar:

4.1.1 Stationäre Verbrennung und Sonderverkehre

Das Tabellenwerk PSz IV ist unterteilt in folgende Kompilationen

- öffentliche Kraftwerke (ÖffKW),
- öffentliche Heizwerke (ÖffHW),
- Raffineriekraftwerke (RaffKW),
- Wärmeerzeuger der Raffinerien (RaffWErz),
- Kraftwerke des übrigen Umwandlungsbereichs (ÜbrUmKW),
- Wärmeerzeuger des übrigen Umwandlungsbereichs (ÜbrUmWErz),
- andere Industriekraftwerke (IKW),
- andere Industriefeuerung (Industrie),
- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD),
- Haushalte (HH),
- Verkehr der Bauwirtschaft (SVerkehrBau) und
- Pipeline Transport (SVerkehrPipe).

Diesen Kompilationen konnten eindeutig alle relevanten Zeitreihen des ZSE zugeordnet werden, die Entsprechung nach Energiebilanzzeilen⁶ (EBZ) sieht dabei wie folgt aus:

- ÖffKW = EBZ 11+15 95
- ÖffHW = EBZ 16
- RaffKW+ÜbrUmKW+IKW = EBZ 12
- RaffWErz+ÜbrUmWErz+SVerkehrPipe = EBZ 40
- Industrie = EBZ 60
- HH = EBZ 66
- GHD+SVerkehrBau = EBZ 67

Die Zuordnung erfolgte über einen Summenvergleich pro Brennstoff. Die Unterkategorien der Brennstoffe in ZSE wurden dem passenden Oberbegriff in PSz IV zugewiesen. Eine Legende der Brennstoffzuordnung wurde erstellt.

Aus PSz IV konnten die prozentualen Veränderungen der Brennstoffeinsätze in den Jahren 2010, 2015 und 2020 ausgehend vom Basisjahr 2005 berechnet werden. Anhand dieser Änderungswerte konnten die prognostizierten Brennstoffeinsätze in ZSE-Struktur auf die Zieljahre übertragen werden. Die Brennstoffmengen der Jahre 2010, 2015 und 2020 ergeben sich aus Multiplikation des bekannten Einsatzes in 2005 mit den prozentualen Änderungsraten berechnet aus der Summe pro Brennstoffgruppe. Für den Erdgaseinsatz in Öffentlichen Kraftwerken wurde (wie auch im PAREST-Energie-Referenzszenario) zusätzlich ein steigender prozentualer Anteil der Verbrennung in GuD-Anlagen angenommen.

Für die Untergruppe Industrie in PSz IV, also der EBZ 60 der ZSE Struktur, wurden die Anlagen zusätzlich in die Untergruppen der Industrieprozessfeuerungen und der sonstigen Industriefeuerungen unterteilt, da hier die in den Prozessfeuerungen eingesetzten Brennstoffmengen von den Produktionsmengen abhängen. Aus dem Endbericht von Politikszenarien IV (MMS) wurden die Annahmen zur Produktionsentwicklung der wichtigsten energierelevanten Produktionsprozesse recherchiert. Auf dieser Basis wurden für die Industrie-Prozessfeuerungen die Prognosewerte

⁶ Zur Definitionen der Energiebilanzzeilen vgl. z.B. [Jörß und Kamburow 2006] und [Jörß 2007].

2010, 2015 und 2020 anhand der prozentualen Produktionssteigerungen berechnet. Für die sonstigen Industriefeuerungen wurde das für die übrigen Sektoren beschriebene Verfahren angewendet, auf Basis der Differenz zwischen den Gesamtdaten der Industrie (Kompilation Industrie = EBZ 60) und der Summe der Prozessfeuerungen.

4.1.2 Verkehr

Für den Verkehr (d.h. Straßenverkehr, Schiffsverkehr, Bahnverkehr und Luftverkehr) wurde ein anderes Vorgehen gewählt: Für das MMS wurden die Daten des PAREST-Energie-Referenzszenarios (im Wesentlichen basierend auf TREMOD 4.17) unverändert übernommen. Hintergrund ist, dass auch innerhalb des Vorhabens Politikszenarien IV für das MMS die Rahmendaten der damals aktuellen TREMOD-Version übernommen wurden und so die Ergebnisse des eigentlich in PSz IV benutzten Modells ASTRA⁷ "geeicht" wurden. Für das MWMS wurden (pro Jahr und Treibstoffkategorie) die absoluten Differenzen zwischen den Energieverbräuchen in MWMS und MMS übernommen. Diese mussten den einzelnen Maßnahmen zugeordnet werden, die in PSz IV beim Verkehr für das MWMS berechnet wurden (Maßnahmen M6 bis M15, Kapitel 5.1.4 des Endberichts zu PSz IV). Dabei wurden pro Maßnahme die im PSz-IV-Bericht genannten Daten Energieeinsparungen benutzt. Für jede Maßnahme mussten vom IZT ergänzende Annahmen zur Verteilung der Energieeinsparung auf die verschiedenen Treibstoffe, zur Zuordnung der Einsparungen zu verschiedenen Fahrzeugklassen und Fahrtsituationen sowie zu Auswirkungen auf die Fahrleistung getroffen werden. Da von Seiten des PSz-IV-Konsortiums keine weiteren Hintergrundinformationen verfügbar waren, mussten diese Annahmen in Unkenntnis der Details der Maßnahmenmodellierung in PSz IV getroffen werden, unterliegen also bedeutenden Unsicherheiten.

⁷ Das Modell ASTRA (Assessment of Transport Strategies) wird am Fraunhofer ISI betrieben. Zum ASTRA Modell vgl. die Kurzbeschreibung in [Schade 2008]

4.2 Das Klimaschutzszenario MWMS in Zahlen

Im Folgenden werden einige Rahmendaten für emissionsrelevanten Brennstoffverbrauch im MWMS (Mit weiteren Maßnahmen Szenario) der Studie Politikszenarien IV (PSz IV) dargestellt. Dabei werden in den folgenden Tabellen die emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche einerseits nach Brennstoffen und andererseits nach Sektoren gruppiert und sowohl absolut in Terajoule als auch relativ in Prozenten zusammengestellt. Zusätzlich wird sowohl für die sektorale als auch für die Brennstoffdarstellung die zeitliche Entwicklung innerhalb des Szenarios von 2010 nach 2020 verdeutlicht. Schließlich wird ein Überblick über die Entwicklung der Produktionsmengen ausgewählter energieintensiver Industrieprozesse gegeben.

Tabelle 8: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im Klimaschutzszenario MWMS [TJ] (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in TJ					
PSz IV Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS)					
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)					
Brennstoff	2010 2015 2020				
Braunkohle	1.457.200	1.281.770	1.065.089		
Steinkohle	1.606.754	1.474.287	1.285.477		
Öl / Ölprodukte	3.371.037	2.928.240	2.606.912		
Raffineriegas	144.869	127.619	114.656		
Erdgas	2.842.460	2.497.538	2.530.074		
Gichtgas	170.623	137.891	132.044		
Kokereigas	63.140	57.916	53.826		
Müll/fossil	189.372	188.367	209.480		
Biogas	128.007	215.200	241.371		
Biomasse	623.459	672.672	706.766		
Summe	10.596.920	9.581.499	8.945.695		

Tabelle 9: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im Klimaschutzszenario MWMS [%] (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in %					
PSz IV Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS)					
(Bilanzierung nach d	em Energie	bilanz-Prin	zip)		
Brennstoff	2010	2015	2020		
Braunkohle	14%	13%	12%		
Steinkohle	15%	15%	14%		
Öl / Ölprodukte	32%	31%	29%		
Raffineriegas	1%	1%	1%		
Erdgas	27%	26%	28%		
Gichtgas	2%	1%	1%		
Kokereigas	1%	1%	1%		
Müll/fossil	2%	2%	2%		
Biogas	1%	2%	3%		
Biomasse	6%	7%	8%		
Summe	100%	100%	100%		

Tabelle 10: Entwicklung der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip)

Entwicklung d. emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche			
PSz IV Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS)			
(Bilanzie	erung nach dem Energ	giebilanz-Prinzip)	
Brennstoff	2020 - 2010 [TJ]	2020 - 2010 [% 2010]	
Braunkohle	-392.111	-27%	
Steinkohle	-321.277	-20%	
Öl / Ölprodukte	-764.125	-23%	
Raffineriegas	-30.214	-21%	
Erdgas	-312.386	-11%	
Gichtgas	-38.579	-23%	
Kokereigas	-9.314	-15%	
Müll/fossil	20.108	11%	
Biogas	113.364	89%	
Biomasse	83.307	13%	
Summe	-1.651.225	-16%	

Tabelle 11: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im Klimaschutzszenario MWMS nach Sektoren [TJ] (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in TJ						
PSz IV Mit-Weiteren-Maßnal	hmen-Szenari	o (MWMS)				
(Bilanzierung nach dem E	- Energiebilanz-F	Prinzip)				
Sektor	Sektor 2010 2015 2020					
Öffentliche Kraft- & Heizwerke	3.139.097	2.744.171	2.616.164			
übr. Umwandlungsbereich	525.154	508.694	481.254			
Industrie	1.957.981	1.843.683	1.811.991			
Verkehr	2.050.297	1.806.309	1.616.397			
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	959.320	876.816	796.578			
Haushalte 1.965.071 1.801.826 1.623.3						
Summe	10.596.920	9.581.499	8.945.695			

Tabelle 12: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im Klimaschutzszenario MWMS nach Sektoren [%] (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverb	Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in % (TJ)					
PSz IV Mit-Weiteren-Maßnahmen-Sa	zenario	(MWM	S)			
(Bilanzierung nach dem Energieb	ilanz-Pr	inzip)				
Sektor	2010	2015	2020			
Öffentliche Kraft- & Heizwerke	30%	29%	29%			
übr. Umwandlungsbereich	5%	5%	5%			
Industrie	18%	19%	20%			
Verkehr	19%	19%	18%			
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	9%	9%	9%			
Haushalte 19% 19% 18						
Summe	100%	100%	100%			

Tabelle 13: Entwicklung der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche im Klimaschutzszenario MWMS nach Sektoren (Energiebilanz-Prinzip)

Entwicklung d. emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche					
PSz IV Mit-Weiteren-Ma	PSz IV Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS)				
(Bilanzierung nach de	em Energiebilanz-F	Prinzip)			
Brennstoff 2020 - 2010 [TJ] 2020 - 2010 [% 20					
Öffentliche Kraft- & Heizwerke	-522.933	-17%			
übr. Umwandlungsbereich	-43.900	-8%			
Industrie	-145.990	-7%			
Verkehr	-433.900	-21%			
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	-162.742	-17%			
Haushalte	-341.759	-17%			
Summe -1.651.225					

Tabelle 14: Entwicklung der Produktionsmengen ausgewählter energieintensiver Industrieprozesse im Klimaschutzszenario MWMS

Emittentengruppe	Betriebsart	Produkt	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020
Eisen und Stahl	Hochofen	Roheisen	kt	30.845	28.854	28.377	27.900	26.600
Eisen und Stani	Sinteranlage	Sinter	kt	27.959	28.480	26.130	23.780	21.080
	Eisenhütte	Aufblas-Stahl (Oxygenstahl)	kt	33.052	30.857	28.686	26.515	24.920
Stahlerzeugung (IP)	Elektrostahl- werk	Elektro-Stahl	kt	13.324	13.667	13.634	13.600	13.400
	Warmwalzwerk	Walzstahl	kt	38.974	36.800	36.450	36.100	35.900
Gusserzeugung	Gießerei	Eisen-, Stahl- und Temperguss	kt	3.758	3.829	3.787	3.744	3.744
	Aluminiumhütte	Hüttenaluminium	kt	644	646	623	600	600
Nicht-Eisen Metalle	Nicht-Eisen-	Elektrolytkupfer, feuerraff. Kupfer	kt	709	639	659	679	679
	Schwermetall- hütte	Hütten- und Um- schmelzzink	kt	357	335	352	369	369
		raffiniertes Blei	kt	387	342	356	370	370
		Behälterglas	kt	4.369	3.910	4.036	4.162	4.043
		Flachglas	kt	1.923	1.565	1.615	1.666	1.618
	Glashütte	Glasfasern	kt	369	119	123	127	123
	Giasifulle	Spezialglas	kt	469	158	163	168	163
		Steinwolle	kt	487	494	509	525	510
Steine und Erden		Wirtschaftsglas	kt	112	330	341	351	341
	Kalkbrennerei	Branntkalk	kt	6.804	6.360	6.256	6.152	6.059
	Naikbieilileiei	Dolomitkalk	kt	524	463	456	448	441
	Zementwerk	Zement	kt	35.414	30.619	30.710	30.800	30.000
	Zementwerk	Zementklinker	kt	28.494	24.378	24.450	24.522	23.885
	Ziegelei	Ziegel	kt	21.199	14.643	15.772	16.900	16.000
Nahrungs- und Genussmittelpro- duktion	Zuckerraffinerie	Zucker	kt	4.305	3.998	4.249	4.500	4.580

4.3 Das PSz IV-"Referenz"-Szenario MMS in Zahlen

Um einen inhaltlich sinnvollen Vergleich zwischen PAREST-REF und MWMS ziehen zu können ist es notwendig, das "Referenz"-Szenario der Studie Politikszenarien IV in Betracht zu ziehen, nämlich das "Mit-Maßnahmen-Szenario" MMS: Die Differenz zwischen MWMS und PAREST REF setzt sich zusammen aus einerseits der Differenzen zwischen PAREST-REF und MMS und andererseits der Differenz zwischen MWMS und MMS. Dabei machen die Differenzen zwischen PAREST-REF und MMS den systematischen Unterschied der beiden Referenzszenarien deutlich, der z.B. im verschiedenen Alter der zu Grunde liegenden Studien begründet ist. Zum anderen spiegelt nur die Differenz zwischen MWMS und MMS die in Politikszenarien IV für das MWMS analysierten Klimaschutzmaßnahmen wider.

Im Folgenden werden also die emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche des MMS in derselben Strukturierung wie MWMS und PAREST-REF dargestellt.

Tabelle 15: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PSz IV-Referenzszenario MMS [TJ] (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in TJ						
PSz IV Mit-Maßna	PSz IV Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) für Deutschland					
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)						
Brennstoff	2010	2015	2020			
Braunkohle	1.528.814	1.425.268	1.447.841			
Steinkohle	1.676.401	1.614.026	1.568.261			
Öl / Ölprodukte	3.550.992	3.394.975	3.295.032			
Raffineriegas	158.569	155.018	154.132			
Erdgas	2.911.560	2.653.197	2.681.434			
Gichtgas	170.623	137.891	132.044			
Kokereigas	63.658	58.954	55.320			
Müll/fossil	187.792	188.371	207.210			
Biogas	98.625	156.436	166.913			
Biomasse	588.130	608.790	625.826			
Summe	10.935.165	10.392.925	10.334.014			

Tabelle 16: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PSz IV-Referenzszenario MMS [%] (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in %					
PSz IV Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) für Deutschland					
(Bilanzierung nach d	em Energie	bilanz-Prin	zip)		
Brennstoff	2010	2015	2020		
Braunkohle	14%	14%	14%		
Steinkohle	15%	16%	15%		
Öl / Ölprodukte	32%	33%	32%		
Raffineriegas	1%	1%	1%		
Erdgas	27%	26%	26%		
Gichtgas	2%	1%	1%		
Kokereigas	1%	1%	1%		
Müll/fossil	2%	2%	2%		
Biogas	1%	2%	2%		
Biomasse	5%	6%	6%		
Summe	100%	100%	100%		

Tabelle 17: Entwicklung der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche PSz IV-Referenzszenario MMS (Energiebilanz-Prinzip)

Entwicklung d. emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche				
PSz IV Mit-Ma	ßnahmen-Szenario (I	MMS) für Deutschland		
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)				
Brennstoff	2020 - 2010 [TJ]	2020 - 2010 [% 2010]		
Braunkohle	-80.973	-5%		
Steinkohle	-108.140	-6%		
Öl / Ölprodukte	-255.960	-7%		
Raffineriegas	-4.437	-3%		
Erdgas	-230.126	-8%		
Gichtgas	-38.579	-23%		
Kokereigas	-8.338	-13%		
Müll/fossil	19.418	10%		
Biogas	68.288	69%		
Biomasse	37.696	6%		
Summe	-601.151	-5%		

Tabelle 18: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PSz IV-Referenzszenario MMS nach Sektoren [TJ] (Energiebilanz-Prinzip)

PSz IV Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) für Deutschland							
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)							
Sektor 2010 2015 2020							
Öffentliche Kraft- & Heizwerke	3.223.928	2.913.832	3.077.574				
übr. Umwandlungsbereich	550.085	558.558	553.002				
Industrie	1.960.983	1.852.850	1.774.583				
Verkehr	2.194.297	2.193.015	2.179.440				
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	985.109	934.842	886.840				
Haushalte	2.020.762	1.939.828	1.862.575				
Summe	10.935.165	10.392.925	10.334.014				

Tabelle 19: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PSz IV-Referenzszenario MMS nach Sektoren [%] (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in % (TJ)								
PSz IV Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) für Deutschland								
(Bilanzierung nach dem Energieb	ilanz-Pr	inzip)						
Sektor	Sektor 2010 2015 2020							
Öffentliche Kraft- & Heizwerke	29%	28%	30%					
übr. Umwandlungsbereich	5%	5%	5%					
Industrie	18%	18%	17%					
Verkehr	20%	21%	21%					
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	9%	9%	9%					
Haushalte 18% 19% 18								
Summe	100%	100%	100%					

Tabelle 20: Entwicklung der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche PSz IV-Referenzszenario MMS nach Sektoren (Energiebilanz-Prinzip)

Entwicklung d. emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche							
PSz IV Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) für Deutschland							
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)							
Brennstoff 2020 - 2010 [TJ] 2020 - 2010 [% 2010							
Öffentliche Kraft- & Heizwerke	-146.354	-5%					
übr. Umwandlungsbereich	2.916	1%					
Industrie	-186.401	-10%					
Verkehr	-14.857	-1%					
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	-98.269	-10%					
Haushalte	-158.187	-8%					
Summe	-601.151	-5%					

Tabelle 21: Entwicklung der Produktionsmengen ausgewählter energieintensiver Industrieprozesse im Klimaschutzszenario MMS

Emittentengruppe	Betriebsart	Produkt	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020
Figure and Otale	Hochofen	Roheisen	kt	30.845	28.854	28.377	27.900	26.600
Eisen und Stahl	Sinteranlage	Sinter	kt	27.959	28.480	26.130	23.780	21.080
	Eisenhütte	Aufblas-Stahl (Oxygenstahl)	kt	33.052	30.857	28.686	26.515	24.920
Stahlerzeugung (IP)	Elektrostahl- werk	Elektro-Stahl	kt	13.324	13.667	13.634	13.600	13.400
	Warmwalzwerk	Walzstahl	kt	38.974	36.800	36.450	36.100	35.900
Gusserzeugung	Gießerei	Eisen-, Stahl- und Temperguss	kt	3.758	3.829	3.787	3.744	3.744
	Aluminiumhütte	Hüttenaluminium	kt	644	646	623	600	600
Nicht-Eisen Metalle	Nicht-Eisen-	Elektrolytkupfer, feuerraff. Kupfer	kt	709	639	659	679	679
	Schwermetall- hütte	Hütten- und Um- schmelzzink	kt	357	335	352	369	369
		raffiniertes Blei	kt	387	342	356	370	370
		Behälterglas	kt	4.369	3.910	4.036	4.162	4.043
		Flachglas	kt	1.923	1.565	1.615	1.666	1.618
	Glashütte	Glasfasern	kt	369	119	123	127	123
	Giasifulle	Spezialglas	kt	469	158	163	168	163
		Steinwolle	kt	487	494	509	525	510
Steine und Erden		Wirtschaftsglas	kt	112	330	341	351	341
	Kalkbrennerei	Branntkalk	kt	6.804	6.360	6.256	6.152	6.059
	Kaikbieilileiei	Dolomitkalk	kt	524	463	456	448	441
	Zomontwork	Zement	kt	35.414	30.619	30.710	30.800	30.000
	Zementwerk	Zementklinker	kt	28.494	24.378	24.450	24.522	23.885
	Ziegelei	Ziegel	kt	21.199	14.643	15.772	16.900	16.000
Nahrungs- und Genussmittelpro- duktion	Zuckerraffinerie	Zucker	kt	4.305	3.998	4.249	4.500	4.580

Die Annahmen zur Produktionsentwicklung sind identisch in MMS und MWMS. Für die in PSz IV modellierten Klimaschutzannahmen wird dort kein Einfluss auf diese Produktionsmengen angenommen.

4.4 Das PAREST – Referenz-Energieszenario (PAREST-REF) in Zahlen

Die emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche im PAREST-Energie-Referenzszenario wurden bereits in Abschnitt 3 differenziert dargestellt. Deshalb erfolgt an dieser Stelle nur eine etwas höher aggregierte Darstellung der Daten im gleichen Format wie die Szenarien aus Politikszenarien IV MWMS (Klimaschutzszenario, Abschnitt 4.2) und MMS (Abschnitt 4.3), um einen Vergleich der Energieszenarien zu erleichtern.

Tabelle 22: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energie-Referenzszenario [TJ] (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in TJ							
PAREST-Energie-Referenzszenario für Deutschland							
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)							
Brennstoff 2010 2015 2020							
Braunkohle	1.503.316	1.547.385	1.586.854				
Steinkohle	1.623.284	1.780.315	1.935.746				
Öl / Ölprodukte	3.746.875	3.626.372	3.518.363				
Raffineriegas	158.895	155.235	152.518				
Erdgas	3.183.352	3.222.637	3.262.927				
Gichtgas	167.629	151.716	136.746				
Kokereigas	50.410	43.563	37.502				
Müll/fossil	184.360	178.770	173.181				
Biogas	15.077	14.239	13.308				
Biomasse	611.493	659.101	681.421				
Summe	11.244.690	11.379.332	11.498.567				

Tabelle 23: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energie-Referenzszenario [%] (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in %							
PAREST-Energie-Referenzszenario für Deutschland							
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)							
Brennstoff 2010 2015 2020							
Braunkohle	13%	14%	14%				
Steinkohle	14%	16%	17%				
Öl / Ölprodukte	33%	32%	31%				
Raffineriegas	1%	1%	1%				
Erdgas	28%	28%	28%				
Gichtgas	1%	1%	1%				
Kokereigas	0%	0%	0%				
Müll/fossil	2%	2%	2%				
Biogas	0%	0%	0%				
Biomasse	5%	6%	6%				
Summe	100%	100%	100%				

Tabelle 24: Entwicklung der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche im PAREST-Energie-Referenzszenario (Energiebilanz-Prinzip)

Entwicklung d. emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche					
PAREST-En	ergie-Referenzszena	rio für Deutschland			
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)					
Brennstoff	2020 - 2010 [TJ]	2020 - 2010 [% 2010]			
Braunkohle	83.538	6%			
Steinkohle	312.462	19%			
Öl / Ölprodukte	-228.511	-6%			
Raffineriegas	-6.377	-4%			
Erdgas	79.575	2%			
Gichtgas	-30.883	-18%			
Kokereigas	-12.908	-26%			
Müll/fossil	-11.179	-6%			
Biogas	-1.768	-12%			
Biomasse	69.928	11%			
Summe	253.877	2%			

Tabelle 25: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energie-Referenzszenario nach Sektoren [TJ] (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in TJ								
PAREST-Energie-Referenzszenario für Deutschland								
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)								
Sektor 2010 2015 2020								
Öffentliche Kraft- & Heizwerke	3.315.489	3.501.726	3.682.667					
übr. Umwandlungsbereich	476.366	473.660	473.650					
Industrie	2.069.450	2.021.463	1.973.678					
Verkehr	2.194.297	2.193.015	2.179.440					
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	912.994	891.789	869.757					
Haushalte 2.276.093 2.297.681 2.319.3								
Summe	11.244.690	11.379.332	11.498.567					

Tabelle 26: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energie-Referenzszenario nach Sektoren [%] (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in % (TJ)							
PAREST-Energie-Referenzszenario für Deutschland							
(Bilanzierung nach dem Energieb	ilanz-Pr	inzip)					
Sektor 2010 2015 2020							
Öffentliche Kraft- & Heizwerke	29%	31%	32%				
übr. Umwandlungsbereich	4%	4%	4%				
Industrie	18%	18%	17%				
Verkehr	20%	19%	19%				
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	8%	8%	8%				
Haushalte 20% 20% 2							
Summe	100%	100%	100%				

Tabelle 27: Entwicklung der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche im PAREST-Energie-Referenzszenario nach Sektoren (Energiebilanz-Prinzip)

Entwicklung d. emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche							
PAREST-Energie-Referenzszenario für Deutschland							
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)							
Brennstoff 2020 - 2010 [TJ] 2020 - 2010 [% 2010]							
Öffentliche Kraft- & Heizwerke	367.177	11%					
übr. Umwandlungsbereich	-2.716	-1%					
Industrie	-95.773	-5%					
Verkehr	-14.857	-1%					
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	-43.236	-5%					
Haushalte	43.281	2%					
Summe	253.877	2%					

Tabelle 28: Entwicklung der Produktionsmengen ausgewählter energieintensiver Industrieprozesse im PAREST- Referenzszenario

Emittentengruppe	Betriebsart	Produkt	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020
Ciana wad Ctabl	Hochofen	Roheisen	kt	30.845	28.854	26.230	24.740	23.250
Eisen und Stahl	Sinteranlage	Sinter	kt	27.959	28.480	23.780	22.430	21.080
	Eisenhütte	Aufblas-Stahl (Oxygenstahl)	kt	33.052	30.857	28.110	26.515	24.920
Stahlerzeugung (IP)	Elektrostahl- werk	Elektro-Stahl	kt	13.324	13.667	14.690	15.860	17.030
	Warmwalzwerk	Walzstahl	kt	38.974	36.800	37.000	37.820	37.950
Gusserzeugung	Gießerei	Eisen-, Stahl- und Temperguss	kt	3.758	3.829	3.744	3.744	3.744
	Aluminiumhütte	Hüttenaluminium	kt	644	646	650	425	200
Nicht-Eisen Metalle	Nicht-Eisen-	Elektrolytkupfer, feuerraff. Kupfer	kt	709	639	679	679	679
INICHT-EISEN METAILE	Schwermetall- hütte	Hütten- und Um- schmelzzink	kt	357	335	369	369	369
		raffiniertes Blei	kt	387	342	370	370	370
		Behälterglas	kt	4.369	3.910	4.436	4.476	4.516
		Flachglas	kt	1.923	1.565	1.709	1.725	1.740
	Glashütte	Glasfasern	kt	369	119	376	380	383
	Giasifulle	Spezialglas	kt	469	158	408	412	416
		Steinwolle	kt	487	494	486	491	495
Steine und Erden		Wirtschaftsglas	kt	112	330	344	347	350
	Kalkbrennerei	Branntkalk	kt	6.804	6.360	6.421	6.235	6.049
	Kaikbieilileiei	Dolomitkalk	kt	524	463	479	465	451
	Zomontwork	Zement	kt	35.414	30.619	35.050	34.800	34.550
	Zementwerk	Zementklinker	kt	28.494	24.378	28.113	27.912	27.711
	Ziegelei	Ziegel	kt	21.199	14.643	16.900	16.450	16.000
Nahrungs- und Genussmittelpro- duktion	Zuckerraffinerie	Zucker	kt	4.305	3.998	4.500	4.540	4.580

4.5 Vergleiche der Energieszenarien PAREST REF, MWMS und MMS

Wie bereits in Abschnitt 4.3 erwähnt, ist es für einen inhaltlich sinnvollen Vergleich zwischen PAREST-REF und MWMS notwendig, als Bindeglied das "Referenz"-Szenario der Studie Politikszenarien IV in Betracht zu ziehen, nämlich das "Mit-Maßnahmen-Szenario" MMS: Die Differenz zwischen MWMS und PAREST REF setzt sich zusammen aus einerseits der Differenzen zwischen PAREST-REF und MMS und andererseits der Differenz zwischen MWMS und MMS. Dabei machen die Differenzen zwischen PAREST-REF und MMS den systematischen Unterschied der beiden Referenzszenarien deutlich, der z.B. im verschiedenen Alter der zu Grunde liegenden Studien begründet ist. Zum anderen spiegelt nur die Differenz zwischen MWMS und MMS die in Politikszenarien IV für das MWMS analysierten Klimaschutzmaßnahmen wider. Im Folgenden werden also in Tabelle 29 bis Tabelle 34 die Differenzen der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche der benutzten Szenarien dargestellt und zwar einerseits in der Differenzierung nach Brennstoffen und andererseits nach Sektoren. Im Anschluss werden noch in Tabelle 35 und Tabelle 36 (Seite 34f) die verschiedenen Annahmen zur Produktion in energieintensiven Produktionsprozessen in einerseits dem PAREST-Referenzszenario und andererseits MMS und MWMS gegenübergestellt.

Tabelle 29: Differenz der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche zwischen MWMS und PA-REST-REF (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsre	levante Brenn	stoffverbräud	he in TJ			
Differenz P	Sz IV MWMS	minus PARES	T-REF			
(Bilanzieru	ng nach dem E	nergiebilanz-F	rinzip)			
Brennstoff	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Braunkohle	-46.116	-265.615	-521.765	-3%	-17%	-33%
Steinkohle	-16.530	-306.028	-650.269	-1%	-17%	-34%
Öl / Ölprodukte	-375.838	-698.132	-911.451	-10%	-19%	-26%
Raffineriegas	-14.026	-27.616	-37.863	-9%	-18%	-25%
Erdgas	-340.892	-725.098	-732.853	-11%	-23%	-22%
Gichtgas	2.994	-13.825	-4.702	2%	-9%	-3%
Kokereigas	12.730	14.354	16.323	25%	33%	44%
Müll/fossil	5.012	9.597	36.300	3%	5%	21%
Biogas	112.930	200.961	228.063	749%	1411%	1714%
Biomasse	11.966	13.571	25.345	2%	2%	4%
Summe	-647.769	-1.797.833	-2.552.872	-6%	-16%	-22%

Tabelle 30: Differenz der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche zwischen MWMS und PA-REST-REF nach Sektoren (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante						
Differenz PSz IV N	Differenz PSz IV MWMS minus PAREST-REF					
(Bilanzierung nach	dem Energiebil	anz-Prinzip)				
Sektor	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Öffentliche Kraft- & Heizwerke	-176.392	-757.555	-1.066.503	-5%	-22%	-29%
übr. Umwandlungsbereich	48.788	35.035	7.603	10%	7%	2%
Industrie	-111.469	-177.780	-161.686	-5%	-9%	-8%
Verkehr	-144.000	-386.706	-563.044	-7%	-18%	-26%
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	46.327	-14.973	-73.179	5%	-2%	-8%
Haushalte	-311.022	-495.855	-696.063	-14%	-22%	-30%
Summe	-6%	-16%	-22%			

Tabelle 31: Differenz der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche zwischen MWMS und MMS (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsre	levante Brenn	stoffverbräud	che in TJ				
Differe	nz PSz IV MW	MS minus MI					
(Bilanzieru	ng nach dem E	nergiebilanz-F	Prinzip)				
Brennstoff	2010	2015	2020		2010	2015	2020
Braunkohle	-71.614	-143.498	-382.752		-5%	-10%	-26%
Steinkohle	-69.647	-139.739	-282.784		-4%	-9%	-18%
Öl / Ölprodukte	-179.956	-466.735	-688.120	ľ	-5%	-14%	-21%
Raffineriegas	-13.699	-27.399	-39.477		-9%	-18%	-26%
Erdgas	-69.100	-155.659	-151.361		-2%	-6%	-6%
Gichtgas	0	0	0		0%	0%	0%
Kokereigas	-519	-1.037	-1.494		-1%	-2%	-3%
Müll/fossil	1.580	-4	2.270		1%	0%	1%
Biogas	29.382	58.763	74.458		30%	38%	45%
Biomasse	35.329	63.882	80.940		6%	10%	13%
Summe	-338.245	-811.426	-1.388.319		-3%	-8%	-13%

Tabelle 32: Differenz der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche zwischen MWMS und MMS nach Sektoren (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante						
Differenz PSz	Differenz PSz IV MWMS minus MMS					
(Bilanzierung nach	dem Energiebil	lanz-Prinzip)				
Sektor	Sektor 2010 2015 2020					
Öffentliche Kraft- & Heizwerke	-84.831	-169.661	-461.410	-3%	-6%	-15%
übr. Umwandlungsbereich	-24.932	-49.864	-71.748	-5%	-9%	-13%
Industrie	-3.002	-9.167	37.409	0%	0%	2%
Verkehr	-144.000	-386.706	-563.044	-7%	-18%	-26%
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	-25.789	-58.026	-90.262	-3%	-6%	-10%
Haushalte	-55.691	-138.003	-239.264	-3%	-7%	-13%
Summe	-338.245	-811.426	-1.388.319	-3%	-8%	-13%

Tabelle 33: Differenz der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche zwischen MMS und PA-REST-REF (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsre	levante Brenr	stoffverbräud					
Differenz	PSz IV MMS n	ninus PARES					
(Bilanzieru	(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)						
Brennstoff	2010	2015	2020		2010	2015	2020
Braunkohle	25.498	-122.117	-139.013		2%	-8%	-9%
Steinkohle	53.117	-166.289	-367.485		3%	-9%	-19%
Öl / Ölprodukte	-195.882	-231.397	-223.331		-5%	-6%	-6%
Raffineriegas	-326	-217	1.614		0%	0%	1%
Erdgas	-271.792	-569.440	-581.492		-9%	-18%	-18%
Gichtgas	2.994	-13.825	-4.702		2%	-9%	-3%
Kokereigas	13.249	15.391	17.818		26%	35%	48%
Müll/fossil	3.432	9.601	34.029		2%	5%	20%
Biogas	83.549	142.197	153.605		554%	999%	1154%
Biomasse	-23.363	-50.311	-55.595		-4%	-8%	-8%
Summe	-309.525	-986.408	-1.164.553		-3%	-9%	-10%

Tabelle 34: Differenz der emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche zwischen MMS und PA-REST-REF nach Sektoren (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante						
Differenz PSz IV						
(Bilanzierung nach	dem Energiebil	anz-Prinzip)				
Sektor	2010	2015	2020	2010	2015	2020
Öffentliche Kraft- & Heizwerke	-91.562	-587.894	-605.093	-3%	-17%	-16%
übr. Umwandlungsbereich	73.720	84.898	79.351	15%	18%	17%
Industrie	-108.467	-168.613	-199.095	-5%	-8%	-10%
Verkehr	0	0	0	0%	0%	0%
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	72.116	43.053	17.083	8%	5%	2%
Haushalte	-255.331	-357.852	-456.799	-11%	-16%	-20%
Summe	-986.408	-1.164.553	-3%	-9%	-10%	

Tabelle 35: Absolute Differenz der Produktionsmengen ausgewählter energieintensiver Industrieprozesse zwischen MWMS/MMS und PAREST- Referenzszenario

Differenz der Produktionsmengen energieintensiver Industrieprozesse MWMS/MMS minus PAREST- REF									
Emittentengruppe	Betriebsart	Produkt	Einheit	2010	2015	2020			
Figure und Ctobl	Hochofen	Roheisen	kt	2.147	3.160	3.350			
Eisen und Stahl	Sinteranlage	Sinter	kt	2.350	1.350	-			
	Eisenhütte	Aufblas-Stahl (Oxygenstahl)	kt	576	-	-			
	werk	Elektro-Stahl	kt	-1.057	-2.260	-3.630			
	Warmwalzwerk	Walzstahl	kt	-550	-1.720	-2.050			
Gusserzeugung	Gießerei	Eisen-, Stahl- und Temperguss	kt	43	-	-			
	Aluminiumhütte	Hüttenaluminium	kt	-27	175	400			
Nicht-Eisen Metalle	Nicht-Eisen- Schwermetall- hütte	Elektrolytkupfer, feuerraff. Kupfer	kt	-20	-	-			
INICITE-EISEIT METAILE		Hütten- und Um- schmelzzink	kt	-17	-	-			
		raffiniertes Blei	kt	-14	-	-			
		Behälterglas	kt	-400	-314	-473			
		Flachglas	kt	-94	-59	-122			
	Glashütte	Glasfasern	kt	-253	-252	-259			
	Giasifulle	Spezialglas	kt	-245	-244	-252			
		Steinwolle	kt	23	34	15			
Steine und Erden		Wirtschaftsglas	kt	-3	4	-9			
	Kalkbrennerei	Branntkalk	kt	-165	-83	10			
	Kaikbrennerei	Dolomitkalk	kt	-24	-17	-10			
	Zomontwork	Zement	kt	-4.340	-4.000	-4.550			
	Zementwerk	Zementklinker	kt	-3.662	-3.390	-3.826			
	Ziegelei	Ziegel	kt	-1.128	450	_			
Nahrungs- und Genussmittelpro- duktion	Zuckerraffinerie		kt	-251	-40	-			

Tabelle 36: Prozentuale Differenz der Produktionsmengen ausgewählter energieintensiver Industrieprozesse zwischen MWMS/MMS und PAREST- Referenzszenario

Differenz der Produktionsmengen energieintensiver Industrieprozesse (MWMS/MMS minus PAREST-REF) / PAREST-REF									
Emittentengruppe		Produkt	Einheit	2010	2015	2020			
Eisen und Stahl	Hochofen	Roheisen	%	8%	13%	14%			
Eisen und Stani	Sinteranlage	Sinter	%	10%	6%	- %			
	Eisenhütte	Aufblas-Stahl (Oxygenstahl)	%	2%	- %	- %			
Stahlerzeugung (IP)	Elektrostahl- werk	Elektro-Stahl	%	-7%	-14%	-21%			
	Warmwalzwerk	Walzstahl	%	-1%	-5%	-5%			
Gusserzeugung	Gießerei	Eisen-, Stahl- und Temperguss	%	1%	- %	- %			
	Aluminiumhütte	Hüttenaluminium	%	-4%	41%	200%			
Nicht-Eisen Metalle	Nicht-Eisen- Schwermetall- hütte	Elektrolytkupfer, feuerraff. Kupfer	%	-3%	- %	- %			
		Hütten- und Um- schmelzzink	%	-5%	- %	- %			
		raffiniertes Blei	%	-4%	- %	- %			
		Behälterglas	%	-9%	-7%	-10%			
		Flachglas	%	-5%	-3%	-7%			
	Glashütte	Glasfasern	%	-67%	-67%	-68%			
	Giasnulle	Spezialglas	%	-60%	-59%	-61%			
		Steinwolle	%	5%	7%	3%			
Steine und Erden		Wirtschaftsglas	%	-1%	1%	-2%			
	Kalkbrennerei	Branntkalk	%	-3%	-1%	0%			
	Kaikbiennerei	Dolomitkalk	%	-5%	-4%	-2%			
	Zementwerk	Zement	%	-12%	-11%	-13%			
	Zementwerk	Zementklinker	%	-13%	-12%	-14%			
	Ziegelei	Ziegel	%	-7%	3%	- %			
Nahrungs- und Genussmittelpro- duktion	Zuckerraffinerie	Zucker	%	-6%	-1%	- %			

5 Ergebnisse der Emissionsmodellierung (Energiebilanzprinzip) im Klimaschutzszenario

Die Emissionen im Klimaschutzszenario wurden nach Energiebilanzprinzip berechnet und mit den Anforderungen der NEC-Richtlinie für 2010 [EC 2001] und des informellen NEC Richtlinienentwurfs vom Mai 2008 für 2020 [EC 2008] verglichen.

Für das Jahr 2010 sind die Daten in MWMS und MMS allerdings nicht sehr belastbar:

Für die Politikszenarien IV für den Klimaschutz (PSz IV) [Matthes et al. 2008] wurden sowohl für den Referenzfall (MMS) als auch für das "Mit Weiteren Maßnahmen-Szenario" (MWMS) Energieträgermixe pro Sektor für 2010, 2015, 2020, 2025 und 2030 berechnet. Es stellte sich heraus, dass die Modellergebnisse 2010 für die meisten Sektoren/Energieträger gemessen an den vorliegenden Energieverbrauchsdaten 2005-2007 unplausibel waren. Bereits innerhalb von PSz IV wurde deshalb entschieden, im Projektendbericht sowohl für MMS als auch für MWMS für 2010 nicht die eigentlichen Modellergebnisse zu verwenden sondern stattdessen eine lineare Interpolation zwischen den 2005 Energieverbrauchsdaten und den Modellierungsergebnissen 2015.

5.1 Schwefeldioxid

Für SO₂ wird im Klimaschutzszenario die NEC 2010 weiterhin sicher erreicht. Die Übererfüllung beträgt 53 kt (Tabelle 37). Die Emissionen 2010 sind leicht höher als in PAREST-Referenz, ab 2015 aber deutlich darunter (Tabelle 39). Dieses paradox erscheinende Ergebnis ist dadurch begründet, dass im Referenzszenario von PSz IV, also MMS, im Sektor Haushalte & GHD ein deutlich höherer Einsatz von Kohlen angenommen wird als in PAREST-Referenz (Tabelle 39, Zeile 1 A 4). Dem gegenüber steht ab 2015 in MMS gegenüber PAREST-Referenz ein deutlich geringerer Steinkohleeinsatz in der Stromerzeugung (Tabelle 39, Zeile 1 A 1) und auch in MWMS gegenüber MMS ein durch Klimaschutzmaßnahmen induzierter wiederum niedrigerer Einsatz von Braun- und Steinkohle, ebenfalls in der Stromerzeugung (Tabelle 40, Zeile 1 A 1).

Tabelle 37: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland

	PSz IV MWMS: Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland [kt SO ₂]								
	Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip								
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020	Reduktion 2000 bis 2020		
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	501	432	358	318	276			
1 A 1	Energieindustrie	325	290	225	198	169			
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	57	63	57	53	48			
1 A 3	Transport	22	2	1	1	1			
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	96	77	75	66	57			
1 A 5	Andere: Militär	1	0	1	1	1			
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	20	15	10	10	10			
1 B 2	Öl und Erdgas	20	15	10	10	10			
2	Industrieprozesse	118	113	99	95	90			
2 A	Mineralstoffindustrie	29	22	21	22	21			
2 B	Chemische Industrie	25	26	15	15	15			
2 C	Metallproduktion	44	43	39	35	31			
2 D	Andere Industrieprozesse	20	22	24	24	24			
6	Abfallwirtschaft	0	0	0	0	0			
6 C	Müllverbrennung: Krematorien	0	0	0	0	0			
	Summe	640	560	467	423	376	41%		
	Emissionsobergrenzen (2020: inoff. Entw. Mai 2008)	(630)		520		386	39%		
	Deckungslücke (+) / Übererfüllung (-) NEC	(10)		-53		-9			
			•	1	NEC 2020:	87%	der MFTR-Reduktion		
	NEC 6-Report Juli 2008: CLE (Current Legislation)	630				429	32%		
	NEC 6-Report Juli 2008: CP (Current Policy)	630				403	36%		
	NEC 6-Report Juli 2008: MTFR / MRR (Maximum Reduc	630				349	45%		

Tabelle 38: Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)

Di	Differenz PSz IV MWMS minus REF: Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland [kt SO ₂]										
	Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip										
NFR	Queligruppe	2000	2005	2010	2015	2020					
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	-	11	-33	-79					
1 A 1	Energieindustrie	-	-	-13	-50	-88					
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-	-	-3	-7	-12					
1 A 3	Transport	-	-	0	0	0					
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-	-	27	24	22					
1 A 5	Andere: Militär	-	-	0	0	0					
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	-	-	-	-	-					
2	Industrieprozesse	-	-	-1	1	2					
2 A	Mineralstoffindustrie	-	-	-3	-2	-3					
2 B	Chemische Industrie	-	-	-	-	-					
2 C	Metallproduktion	-	-	2	3	4					
2 D	Andere Industrieprozesse	-	-	-	-	-					
6	Abfallwirtschaft	-	-	-	-	-					
	Summe	-	-	11	-32	-77					
	Änderung gegenüber REF	-%	-%	2%	-7%	-17%					

Tabelle 39: Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland: Differenz PSz-IV-Referenz (MMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)

	Differenz PSz IV MMS minus REF: Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland [kt SO ₂]								
	Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip								
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020			
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	-	28	2	-12			
1 A 1	Energieindustrie	-	-	1	-22	-35			
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-	-	-1	-5	-5			
1 A 3	Transport	-	-	0	0	0			
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-	-	28	28	27			
1 A 5	Andere: Militär	-	-	0	0	0			
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	-	-	-	-	-			
2	Industrieprozesse	-	-	-1	1	2			
2 A	Mineralstoffindustrie	-	-	-3	-2	-3			
2 B	Chemische Industrie	-	-	-	-	-			
2 C	Metallproduktion	-	-	2	3	4			
2 D	Andere Industrieprozesse	-	-	-	-	-			
6	Abfallwirtschaft	-	-	-	-	-			
	Summe	-	-	28	3	-10			
	Änderung gegenüber REF	-%	-%	6%	1%	-2%			

Tabelle 40: Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) - Energiebilanz-Prinzip

D	Differenz PSz IV MWMS minus MMS: Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland [kt SO ₂]								
	Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip								
NFR	Quellgruppe 2000 2005 2010 201								
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	-	-17	-34	-67			
1 A 1	Energieindustrie	-		-14	-28	-54			
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-		-1	-2	-7			
1 A 3	Transport	-		0	0	0			
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-	-	-2	-4	-6			
1 A 5	Andere: Militär	-		0	0	0			
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	-	-	-	-	-			
2	Industrieprozesse	-	-	-	-	-			
6	Abfallwirtschaft	-	-	-	-	-			
	Summe	-	-	-17	-34	-67			
	Änderung gegenüber MMS	-%	-%	-3%	-7%	-15%			

5.2 Stickoxide

Für NO_x wird im Klimaschutzszenario die NEC 2010 mit einem Abstand von 63 kt rechnerisch sicher eingehalten (Tabelle 41). Die Emissionsreduktionen gegenüber PAREST-Referenz sind bedeutend: 63 kt NO₂ in 2010 (6 %) bis 156 kt NO₂ in 2020 (17 %) (Tabelle 42). Diese Differenzen stammen zu etwa zwei Fünfteln aus den systematischen Differenzen zwischen PSz IV-MMS und PAREST-Referenz (Tabelle 43) und zu drei Fünfteln aus den in PSz IV modellierten Klimaschutzmaßnahmen (Tabelle 44). Die systematischen Differenzen zwischen MMS und PAREST-Referenz liegen vor allem im geringeren Einsatz von Diesel (land- und forstwirtschaftliche Maschinen) sowie Erdgas, Heizöl und Brennholz in Haushalten (Tabelle 43, Zeile 1 A 4), im geringeren Steinkohleeinsatz in der Stromerzeugung (Tabelle 43, Zeile 1 A 1) sowie in niedrigeren Prognosen für die Zement- und Glasproduktion (Tabelle 43, Zeile 2 A). Die durch Klimaschutzmaßnahmen des MWMS (Tabelle 44) induzierten NOx-Reduktionen stammen zu ca. 60% aus dem Straßenverkehr (Tabelle 44, Zeile 1 A 3) und zu geringeren Anteilen aus vermindertem Einsatz von Braun- und Steinkohle in der Stromerzeugung (Tabelle 44, Zeile 1 A 1). Bei den Verkehrsmaßnahmen stammen die größten Minderungswirkungen aus den Maßnahmen

- a) M9 (Verdopplung der nominalen LKW-Nutzerkosten bis 2015),
- b) M11 (Flächendeckender Einsatz von Leichtlaufölen und -rädern bis 2020),
- c) M13 (Ausdehnung der LKW-Maut auf alle Fernstraßen sowie auf LKW ab 3,5t zul. GG) und
- d) M7 (Festsetzung von CO₂-Emissionsgrenzwerten für Neuwagen 2012:130g/km, 2030 100g/km),
- e) für 2010 auch M12 (Einführung der CO₂-emissionsabhängigen Kraftstoffsteuer), die im Endbericht von Politikszenarien IV, Kapitel 5.1.4, näher beschrieben sind.

Tabelle 41: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Stickoxid - Emissionen in Deutschland

	PSz IV MWMS: Stickoxid - Emis	sionen i	n Deutsc	hland [k	t NO2]		
	Emissionsberechnung naci	h dem Er	nergiebil	anzprinz	zip		
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020	Reduktion 2000 bis 2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	1.590	1.248	916	648	527	
1 A 1	Energieindustrie	266	280	250	226	215	
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	61	68	61	55	55	
1 A 3	Transport	1.089	737	464	251	164	
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	163	152	133	109	89	
1 A 5	Andere: Militär	10	11	8	6	5	
2	Industrieprozesse	111	94	72	69	65	
2 A	Mineralstoffindustrie	70	54	43	43	42	
2 B	Chemische Industrie	4	8	2	2	2	
2 C	Metallproduktion	36	31	26	23	19	
2 D	Andere Industrieprozesse	0	1	1	1	1	
4	Landwirtschaft*	86	81	83	82	82	
6	Abfallwirtschaft	0	0	0	0	0	
	Summe	1.787	1.423	1.070	800	674	62%
	Summe NEC-relevant*	1.701	1.342	988	717	592	65%
	Emissionsobergrenzen (2020: inoff. Entw. Mai 2008)	(1.750)		1.051		711	59%
	Deckungslücke (+) / Übererfüllung (-) NEC	(-49)		-63		-119	
wurde	RAINS-Modellrechnungen, auf deren Basis die Emissio n, berücksichtigten keine NO _x - Emissionen der Landwir	rtschaft.				oestimmt	
	alb werden diese von Deutschland berichteten Emission bilung der Einhaltung der Emissionsobergrenzen NICHT						
				١	NEC 2020:		der MFTR-Reduktion
	NEC 6-Report Juli 2008: CLE (Current Legislation)	1.750				908	48%
	NEC 6-Report Juli 2008: CP (Current Policy)	1.750				790	55%
	NEC 6-Report Juli 2008: MTFR / MRR (Maximum Re	1.750				643	63%

Tabelle 42: Stickoxid - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)

	Differenz PSz IV MWMS minus REF: Stickoxid - Emi	ssionen	in Deuts	chland [kt NO2]	
	Emissionsberechnung nach dem En	ergiebila	nzprinzi	р		
NFR	Queligruppe	2000	2005	2010	2015	2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	1	-60	-125	-150
1 A 1	Energieindustrie	-	1	-6	-42	-66
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	1	1	-5	-8	-7
1 A 3	Transport	-	-	-35	-52	-48
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-		-13	-20	-25
1 A 5	Andere: Militär	-	-	-2	-3	-5
2	Industrieprozesse	-		-4	-4	-6
2 A	Mineralstoffindustrie	-	-	-5	-4	-5
2 B	Chemische Industrie	-	-	-	-	-
2 C	Metallproduktion	-	-	1	0	-1
2 D	Andere Industrieprozesse	-	-	-	-	-
4	Landwirtschaft*	-		0	0	0
6	Abfallwirtschaft	-	-	0	0	0
	Summe	-	-	-63	-130	-156
	Änderung gegenüber REF	-%	-%	-6%	-13%	-17%

Tabelle 43: Stickoxid - Emissionen in Deutschland: Differenz PSz-IV-Referenz (MMS) zu PA-REST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)

	Differenz PSz IV MMS minus REF: Stickoxid - Emis	ssionen i	n Deutso	chland [l	ct NO ₂]	
	Emissionsberechnung nach dem En	ergiebila	nzprinzi	p		
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-		-16	-106	-59
1 A 1	Energieindustrie	-	-	1	-29	-31
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-	-	-4	-7	-8
1 A 3	Transport	-	-	0	-52	1
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-	-	-11	-15	-17
1 A 5	Andere: Militär	-	-	-2	-3	-5
2	Industrieprozesse	-	-	-4	-4	-6
2 A	Mineralstoffindustrie	-	-	-5	-4	-5
2 B	Chemische Industrie	-	-	-	-	-
2 C	Metallproduktion	-	-	1	0	-1
2 D	Andere Industrieprozesse	-	-	0	0	0
4	Landwirtschaft*	-	-	-	-	-
6	Abfallwirtschaft	-	-	-	-	-
	Summe	-	-	-20	-110	-65
	Änderung gegenüber REF	-%	-%	-2%	-11%	-7%

Tabelle 44: Stickoxid - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) - Energiebilanz-Prinzip

	Differenz PSz IV MWMS minus MMS: Stickoxid - Em	issionen	in Deuts	schland	[kt NO2]	
	Emissionsberechnung nach dem En	ergiebila	nzprinzi	р		
NFR	Queligruppe	2000	2005	2010	2015	2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	-	-44	-71	-91
1 A 1	Energieindustrie	-	-	-7	-14	-35
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-	-	0	-1	1
1 A 3	Transport	-	-	-34	-52	-49
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-	-	-2	-5	-8
1 A 5	Andere: Militär	-	-	0	0	0
2	Industrieprozesse	-	-	-	-	-
4	Landwirtschaft*	-			-	-
6	Abfallwirtschaft	-	-	-	-	-
	Summe	-	-	-44	-71	-91
	Änderung gegenüber MMS	-%	-%	-4%	-8%	-11%

5.3 Flüchtige Kohlenwasserstoffe außer Methan

Für NMVOC wird im Klimaschutzszenario die NEC 2010 weiterhin deutlich verfehlt (Tabelle 45). Trotz leichter Reduktionen gegenüber PAREST-Referenz (-5 kt NMVOC, vgl. Tabelle 46) verbleibt ein Fehlbetrag von 23 kt NMVOC. Die im Vergleich zur PAREST-Referenz unplausibel erscheinende zeitliche Entwicklung bei Haushalten & GHD (Tabelle 46, Zeile 1 A 4: in 2010 MWMS > REF; in 2020 REF > MWMS) erklärt sich durch zwei gegenläufige Sets an Annahmen: Einerseits wird systematisch in der PSz IV-Referenz (MMS) ein niedrigerer Einsatz von Brennholz in Haushalten angenommen als in PAREST-Referenz (Tabelle 47, Zeile 1 A 4), andererseits wird im MWMS durch Klimaschutzmaßnahmen ein höherer Brennholzeinsatz in Haushalten modelliert als im MMS (Tabelle 48, Zeile 1 A 4). Die dadurch induzierten höheren NMVOC-Emissionen werden allerdings im Vergleich von MWMS zu MMS durch die Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr mehr als ausgeglichen (Tabelle 48, Zeile 1 A 3). Im Verkehr sind dabei dieselben Maßnahmen von Relevanz, die schon für Stickoxide genannt wurden (Abschnitt 5.2, Seite 39).

Tabelle 45: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): NMVOC - Emissionen in Deutschland

	PSz IV MWMS: NMVOC - Emissi	onen in I	Deutschl	and [kt l	NMVOC]		
	Emissionsberechnung nac	h dem Eı	nergiebil	anzprinz	zip		
				,			Reduktion
NFR	Queligruppe	2000	2005	2010	2015	2020	2000 bis 2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	419	289	235	200	181	
1 A 1	Energieindustrie	8	8	7	7	6	
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	3	3	3	3	3	
1 A 3	Transport	293	159	105	80	68	
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	111	115	116	108	104	
1 A 5	Andere: Militär	4	4	3	2	2	
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	66	47	36	33	31	
1 B 1	Feste Brennstoffe	1	1	1	1	0	
1 B 2	Öl und Erdgas	65	46	36	32	31	
2	Industrieprozesse	64	65	62	60	59	
2 A	Mineralstoffindustrie	19	17	17	17	17	
2 B	Chemische Industrie	5	5	4	4	4	
2 C	Metallproduktion	8	7	6	4	3	
2 D	Andere Industrieprozesse	33	36	35	35	35	
3	Produktanwendungen	822	743	685	736	800	
3 A	Lackierung	314	346	275	297	319	
3 B	Entfettung, Chemische Reinigung	43	43	37	40	43	
3 C	Herstellung und Anwendung chemischer Produkte	46	47	44	48	55	
3 D	Andere	418	307	329	351	382	
4	Landwirtschaft*	253	255	255	255	255	
4 B	Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management)*	253	255	255	255	255	
4 D	Landwirtschaftliche Böden*	0	0	0	0	0	
	Summe	1.624	1.399	1.273	1.284	1.326	18%
	Summe NEC-relevant*	1.371	1.144	1.018	1.029	1.072	22%
	Emissionsobergrenzen (2020: inoff. Entw. Mai 2008)	(1.451)		995		865	40%
	Deckungslücke (+) / Übererfüllung (-) NEC	(-80)		23		207	
	RAINS-Modellrechnungen, auf deren Basis die Emissie				Richtlinie		
bestin	nmt wurden, berücksichtigten keine NMVOC- Emissior	ien der La	andwirtsc	haft.			
	alb werden diese von Deutschland berichteten Emissio			en Berich	ıt bei der		
Beurte	eilung der Einhaltung der Emissionsobergrenzen NICH	T berücks	sichtigt.				
NEC 2020: 69% der MFTR-Reduktion							
	NEC 6-Report Juli 2008: CLE (Current Legislation)	1.451				875	40%
	NEC 6-Report Juli 2008: CP (Current Policy)	1.451				867	40%
	NEC 6-Report Juli 2008: MTFR / MRR (Maximum R	1.451				596	59%

Tabelle 46: NMVOC - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)

	Differenz PSz IV MWMS minus REF: NMVOC - Emiss	sionen in	Deutsch	nland [kt	NMVOC]	
	Emissionsberechnung nach dem En	ergiebila	nzprinzi	p		
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	-	-5	-17	-30
1 A 1	Energieindustrie	-	-	0	-2	-3
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-	-	0	-1	-1
1 A 3	Transport	-	-	-7	-13	-18
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-	-	3	0	-6
1 A 5	Andere: Militär	-	-	-1	-2	-2
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	-	-	-	-	-
1 B 1	Feste Brennstoffe	-	-	-	-	-
1 B 2	Öl und Erdgas	-	-	ı	-	-
2	Industrieprozesse	-	-	0	0	0
2 A	Mineralstoffindustrie	-	-	0	0	0
2 B	Chemische Industrie	-	-	-	-	-
2 C	Metallproduktion	-	-	0	0	0
2 D	Andere Industrieprozesse	-	-	0	0	
3	Produktanwendungen	-	-	•	-	-
4	Landwirtschaft*	-	-	•	-	-
	Summe	-	-	-5	-17	-31
	Änderung gegenüber REF	-%	-%	-1%	-2%	-3%

Tabelle 47: NMVOC - Emissionen in Deutschland: Differenz PSz-IV-Referenz (MMS) zu PA-REST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)

	Differenz PSz IV MMS minus REF: NMVOC - Emissi	ionen in	Deutsch	land [kt	NMVOC	
	Emissionsberechnung nach dem Er	nergiebil	anzprinz	ip		
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	-	-6	-14	-22
1 A 1	Energieindustrie	-	-	0	-1	-1
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-	-	0	-1	-1
1 A 3	Transport	-	-	-1	-1	-1
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-	-	-2	-9	-16
1 A 5	Andere: Militär	-	-	-1	-2	-2
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	-	-	-	-	-
2	Industrieprozesse	-	-	0	0	0
2 A	Mineralstoffindustrie	-	-	0	0	0
2 B	Chemische Industrie	-	-	-	-	
2 C	Metallproduktion	-	-	0	0	0
2 D	Andere Industrieprozesse	-	-	0	0	
3	Produktanwendungen	-	-	-	-	-
4	Landwirtschaft*	-	-	-	-	-
	Summe	-	-	-6	-14	-22
	Änderung gegenüber REF	-%	-%	-1%	-1%	-2%

Tabelle 48: NMVOC - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) - Energiebilanz-Prinzip

I	Differenz PSz IV MWMS minus MMS: NMVOC - Emis	sionen i	n Deutsc	hland [k	t NMVO	C]
	Emissionsberechnung nach dem El	nergiebil	anzprinz	ip		
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	-	0	-4	-9
1 A 1	Energieindustrie	-	-	0	-1	-1
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-	-	0	0	0
1 A 3	Transport	-	-	-5	-12	-17
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-	-	6	9	10
1 A 5	Andere: Militär	-	-	0	0	0
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	-	-	-	-	-
2	Industrieprozesse	-	-	-	-	
3	Produktanwendungen	-	-	-	-	-
4	Landwirtschaft*	-	-	-	-	-
	Summe	-	-	0	-4	-9
	Änderung gegenüber MMS	-%	-%	0%	0%	-1%

5.4 Ammoniak

Für NH₃ wird im Klimaschutzszenario die NEC 2010 weiterhin deutlich verfehlt (Tabelle 49). Es ergaben sich keine relevanten Änderungen gegenüber dem PAREST-Referenzszenario (Tabelle 50).

Tabelle 49: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Ammoniak - Emissionen in Deutschland

	PSz IV MWMS: Ammoniak - Emis	ssionen	in Deuts	chland [kt NH3]		
	Emissionsberechnung naci	h dem Ei	nergiebil	anzprinz	zip		
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020	Reduktion 2000 bis 2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	19	18	15	13	12	
1 A 1	Energieindustrie	3	3	3	2	2	
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	1	1	1	1	1	
1 A 3	Transport	12	10	8	7	6	
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	3	3	3	3	2	
1 A 5	Andere: Militär	0	0	0	0	0	
2	Industrieprozesse	10	10	10	10	10	
2 A	Mineralstoffindustrie	1	1	1	1	1	
2 B	Chemische Industrie	9	8	8	8	8	
2 C	Metallproduktion	0	0	0	0	0	
2 D	Andere Industrieprozesse	0	0	0	0	0	
3	Produktanwendungen	2	2	2	2	2	
3 D	Andere	2	2	2	2	2	
4	Landwirtschaft	572	577	576	579	582	
4 B	Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management)	474	481	466	459	453	
4 D	Landwirtschaftliche Böden	98	96	110	120	130	
	Summe	603	606	603	604	606	0%
	Emissionsobergrenzen (2020: inoff. Entw. Mai 2008)	(629)		550		444	29%
	Deckungslücke (+) / Übererfüllung (-) NEC	(-26)		53		161	
				1	NEC 2020:	63%	der MFTR-Reduktion
	NEC 6-Report Juli 2008: CLE (Current Legislation)	629			120 2020.	594	6%
	NEC 6-Report Juli 2008: CP (Current Policy)	629				566	10%
	NEC 6-Report Juli 2008: MTFR / MRR (Maximum Re	629		,		338	46%

Tabelle 50: Ammoniak - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)

	Differenz PSz IV MWMS minus REF: Ammoniak - Er	nissione	n in Deu	ıtschlan	d [kt NH3	3]
	Emissionsberechnung nach dem Er	ergiebila	anzprinz	ip		
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	•	-1	-2	-3
1 A 1	Energieindustrie	-		0	0	0
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-	-	0	0	0
1 A 3	Transport	-	-	-1	-1	-1
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-	-	0	-1	-1
1 A 5	Andere: Militär	-	-	0	0	0
2	Industrieprozesse	-	-	0	0	0
2 A	Mineralstoffindustrie	-	-	0	0	0
2 B	Chemische Industrie	-	-	-	-	-
2 C	Metallproduktion	-	-	0	0	0
2 D	Andere Industrieprozesse	-	-	-	-	-
3	Produktanwendungen	-	-	-	-	-
4	Landwirtschaft	-	-	-	-	-
	Summe	-	-	-1	-2	-3
	Änderung gegenüber REF	-%	-%	0%	0%	0%

5.5 Feinstaub (PM_{10})

Die Entwicklung der PM₁₀-Emissionen im Klimaschutzszenario zeigt Tabelle 51. Relevante Änderungen gegenüber der PAREST-Referenz ergeben sich erst ab 2015, 2020 erreichen sie 5 % (Tabelle 52). Diese errechneten Reduktionen sind in etwa zur einen Hälfte durch systematische Unterschiede zwischen der PSz-IV-Referenz (MMS) und der PAREST-Referenz begründet (Tabelle 53), zur anderen Hälfte durch Klimaschutzmaßnahmen des MWMS (Tabelle 54). Im MWMS fällt auf, dass Emissionssteigerungen durch erhöhten Brennholzeinsatz in Haushalten (Tabelle 54, Zeile 1 A 4) mehr als ausgeglichen werden durch Klimaschutzmaßnahmen im Straßenverkehr (Tabelle 54, Zeilen 7 B und 1 A 3) sowie bei der Stromerzeugung (weniger Braunund Steinkohle, Tabelle 54, Zeile 1 A 1).

Tabelle 51: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Feinstaub (PM₁₀) - Emissionen in Deutschland

	PSz IV MWMS: PM ₁₀ - Em	issionen	in Deutso	chland [kt1		
	Emissionsberechnung na						
				,			Reduktion
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020	2000 bis 2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	86	75	60	50	44	
1 A 1	Energieindustrie	12	11	9	8	7	
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	2	2	1	1	1	
1 A 3	Transport	36	25	13	6	3	
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	36	36	36	34	33	
1 A 5	Andere: Militär	0	0	0	0	0	
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	1	1	0	0	0	
1 B 1	Feste Brennstoffe	1	1	0	0	0	
2	Industrieprozesse	48	44	39	38	37	
2 A	Mineralstoffindustrie	15	13	12	12	13	
2 B	Chemische Industrie	1	0	0	0	0	
2 C	Metallproduktion	30	29	25	24	22	
2 D	Andere Industrieprozesse	2	2	2	2	2	
4	Landwirtschaft	20	20	22	22	23	
4 B	Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management)	19	19	21	21	22	
4 D	Bewirtschaftung von Ackerland	1	1	1	1	1	
6	Abfallwirtschaft	0	0	0	0	0	
6 C	Müllverbrennung: Krematorien	0	0	0	0	0	
7	Sonstiges	73	65	60	59	58	
7 A	Schüttgutumschlag	31	24	23	23	23	
7 B	Straßenverkehr - Abrieb	20	19	19	18	17	
7 C	Sonstiges	22	22	19	19	18	
	Summe	227	204	181	170	162	28%

Tabelle 52: Feinstaub (PM_{10}) - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)

	Differenz PSz IV MWMS minus REF: PM ₁₀ - En	nissioner	n in Deuts	schland	[kt]	
	Emissionsberechnung nach dem E	nergiebil	anzprinzi	p		
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	-	1	-2	-5
1 A 1	Energieindustrie	-	-	0	-2	-3
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-	-	0	0	0
	Transport	-	-	-1	-1	-1
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-	-	2	0	-1
1 A 5	Andere: Militär	-	-	0	0	0
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	-	-	-	-	-
1 B 1	Feste Brennstoffe	-	-	-	-	-
2	Industrieprozesse	-	-	1	2	2
2 A	Mineralstoffindustrie	-	-	0	0	0
2 B	Chemische Industrie	-	-	-	-	-
2 C	Metallproduktion	-	-	1	2	2
2 D	Andere Industrieprozesse	-	-	0	0	-
4	Landwirtschaft	-	-	-	-	-
4 B	Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management)	-	-	-	-	-
4 D	Bewirtschaftung von Ackerland	-	-	-	-	-
6	Abfallwirtschaft	-	-	-	-	-
6 C	Müllverbrennung: Krematorien	-	-	-	-	-
7	Sonstiges	-	-	-1	-3	-4
7 A	Schüttgutumschlag	-	-	0	0	0
7 B	Straßenverkehr - Abrieb	-	-	-1	-3	-4
7 C	Sonstiges	-	-	0	0	0
	Summe	-	-	0	-4	-8
	Änderung gegenüber REF	-%	-%	0%	-2%	-5%

Tabelle 53: Feinstaub (PM_{10}) - Emissionen in Deutschland: Differenz PSz-IV-Referenz (MMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)

	Differenz PSz IV MMS minus REF: PM ₁₀ - Em	issionen	in Deuts	chland [k	ct]	
	Emissionsberechnung nach dem E	nergiebil	anzprinzi	р		
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	-	0	-4	-6
1 A 1	Energieindustrie	-	-	0	-1	-1
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-	-	0	0	0
1 A 3	Transport	-	-	0	0	0
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-	-	0	-2	-4
1 A 5	Andere: Militär	-	-	0	0	0
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	-	-	-	-	-
1 B 1	Feste Brennstoffe	-	-	-	-	-
2	Industrieprozesse	-	-	1	2	2
2 A	Mineralstoffindustrie	-	-	0	0	0
2 B	Chemische Industrie	-	-	-	-	-
2 C	Metallproduktion	-	-	1	2	2
2 D	Andere Industrieprozesse	-	-	0	0	-
4	Landwirtschaft	-	-	-	-	-
6	Abfallwirtschaft	-	-	-	-	-
7	Sonstiges	-	-	-	-	-
	Summe	-	_	1	-2	-4
	Änderung gegenüber REF	-%	-%	0%	-1%	-2%

Tabelle 54: Feinstaub (PM_{10}) - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) - Energiebilanz-Prinzip

	Differenz PSz IV MWMS minus MMS: PM ₁₀ - Er	nissione	n in Deut	schland	[kt]	
	Emissionsberechnung nach dem E	nergiebil	anzprinzi	īр		
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	-	1	1	0
1 A 1	Energieindustrie	-	-	-1	-1	-2
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-	-	0	0	0
1 A 3	Transport	-	-	-1	-1	-1
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-	-	2	3	3
1 A 5	Andere: Militär	-	-	0	0	0
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	-	-	•	-	-
2	Industrieprozesse	-	-	-	-	-
4	Landwirtschaft	-	-	-	-	-
6	Abfallwirtschaft	-	-	-	-	-
7	Sonstiges	-	-	-1	-3	-4
7 A	Schüttgutumschlag	-	-	-	-	-
7 B	Straßenverkehr - Abrieb	-	-	-1	-3	-4
7 C	Sonstiges	-	-	-	-	-
	Summe	-	-	-1	-2	-4
	Änderung gegenüber MMS	-%	-%	0%	-1%	-3%

5.6 Feinstaub ($PM_{2.5}$)

Die Entwicklung der PM_{2,5}-Emissionen im Klimaschutzszenario zeigt Tabelle 55. Relevante Änderungen gegenüber der PAREST-Referenz ergeben sich erst ab 2015, 2020 erreichen sie 7 % (Tabelle 56). Die Emissionsminderungsrate 2000 – 2020 steigt deshalb von 33 % (PAREST-Referenz⁸) auf 38 % (MWMS - Tabelle 55). Die zwischen MWMS und PAREST-Referenz errechneten Reduktionen sind zu ca. zwei Dritteln durch systematische Unterschiede zwischen der PSz-IV-Referenz (MMS) und der PAREST-Referenz begründet (Tabelle 57), und zu nur einem Drittel durch Klimaschutzmaßnahmen des MWMS (Tabelle 58). Die systematischen Differenzen zwischen MMS und PAREST-Referenz liegen v.a. in den in MMS niedrigen Annahmen für Brennholzeinsatz in Haushalten (Tabelle 57, Zeile 1 A 4). Im MWMS fällt auf, dass Emissionssteigerungen gegenüber dem MMS durch erhöhten Brennholzeinsatz in Haushalten (Tabelle 58, Zeile 1 A 4) mehr als ausgeglichen werden durch Klimaschutzmaßnahmen im Straßenverkehr (Tabelle 58, Zeilen 7 B und 1 A 3) sowie bei der Stromerzeugung (weniger Braun- und Steinkohle, Tabelle 58, Zeile 1 A 1).

Tabelle 55: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Feinstaub (PM_{2,5}) - Emissionen in Deutschland

	PSz IV MWMS: PM2,5 - Em	issionen	in Deuts	chland I	ktl		
	Emissionsberechnung nac						
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020	Reduktion 2000 bis 2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	82	71	56	46	41	
1 A 1	Energieindustrie	10	10	8	7	6	
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	2	2	1	1	1	
1 A 3	Transport	36	25	13	6	3	
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	34	34	34	32	31	
1 A 5	Andere: Militär	0	0	0	0	0	
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	0	0	0	0	0	
2	Industrieprozesse	19	17	14	14	13	
2 A	Mineralstoffindustrie	6	4	4	4	4	
2 B	Chemische Industrie	0	0	0	0	0	
2 C	Metallproduktion	11	11	9	9	8	
2 D	Andere Industrieprozesse	1	1	1	1	1	
4	Landwirtschaft	5	5	5	5	5	
6	Abfallwirtschaft	0	0	0	0	0	
7	Sonstiges	31	29	28	27	27	
7 A	Schüttgutumschlag	6	5	5	5	5	
7 B	Straßenverkehr - Abrieb	11	10	10	9	9	
7 C	Sonstiges	14	14	13	13	13	
	Summe	137	122	103	92	86	38%
	Emissionsobergrenzen (2020: inoff. Entw. Mai 2008)	(158)				(96)	39%
	Deckungslücke (+) / Übererfüllung (-) NEC	(21)				(2)	1 %-Pkte
				١	NEC 2020:	88%	der MFTR-Reduktion
	NEC 6-Report Juli 2008: CLE (Current Legislation)	158				107	32%
	NEC 6-Report Juli 2008: CP (Current Policy)	158				106	33%
	NEC 6-Report Juli 2008: MTFR / MRR (Maximum Re	158				88	44%

⁸ Vgl. [Jörß et al. 2010]

Tabelle 56: Feinstaub (PM_{2,5}) - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)

	Differenz PSz IV MWMS minus REF: PM2,5 - E	missione	n in Deut	schland	[kt]	
	Emissionsberechnung nach dem E	nergiebil	anzprinzi	ip		
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	-	0	-2	-5
1 A 1	Energieindustrie	-	-	0	-2	-3
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-	-	0	0	0
1 A 3	Transport	-	-	-1	-1	-1
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-	-	2	0	-1
1 A 5	Andere: Militär	-	-	0	0	0
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	-	-	-	-	-
1 B 1	Feste Brennstoffe	-	-	-	-	-
2	Industrieprozesse	-	-	0	1	1
2 A	Mineralstoffindustrie	-	-	0	0	0
2 B	Chemische Industrie	-	-	-	-	-
2 C	Metallproduktion	-	-	0	1	1
2 D	Andere Industrieprozesse	-	-	0	0	-
4	Landwirtschaft	-	-	-	-	-
6	Abfallwirtschaft	-	-	-	-	-
7	Sonstiges	-	-	-1	-2	-2
7 A	Schüttgutumschlag	-	-	-	-	-
7 B	Straßenverkehr - Abrieb	-	-	-1	-2	-2
7 C	Sonstiges	-	-	-	-	-
	Summe	-	-	0	-3	-7
	Änderung gegenüber REF	-%	-%	0%	-4%	-7%

Tabelle 57: Feinstaub (PM_{2,5}) - Emissionen in Deutschland: Differenz PSz-IV-Referenz (MMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)

	Differenz PSz IV MMS minus REF: PM2,5 - Emissionen in Deutschland [kt]								
	Emissionsberechnung nach dem E	nergiebil	anzprinzi	p					
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020			
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	-	0	-3	-5			
1 A 1	Energieindustrie	-	-	0	-1	-1			
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-	-	0	0	0			
1 A 3	Transport	-	-	0	0	0			
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-	-	0	-2	-4			
1 A 5	Andere: Militär	-	-	0	0	0			
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	-	-	-	-	-			
1 B 1	Feste Brennstoffe	-	-	-	-	-			
2	Industrieprozesse	-	-	0	1	1			
2 A	Mineralstoffindustrie	-	-	0	0	0			
2 B	Chemische Industrie	-	-	-	-	-			
2 C	Metallproduktion	-	-	0	1	1			
2 D	Andere Industrieprozesse	-	-	0	0	-			
4	Landwirtschaft	-	-	-	-	-			
6	Abfallwirtschaft	-	-	-	-	-			
7	Sonstiges	-	-	-	-	-			
	Summe	-	-	0	-3	-5			
	Änderung gegenüber REF	-%	-%	0%	-3%	-5%			

Tabelle 58: Feinstaub ($PM_{2,5}$) - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) - Energiebilanz-Prinzip

	Differenz PSz IV MWMS minus MMS: PM2,5 - E	missione	en in Deu	tschland	[kt]	
	Emissionsberechnung nach dem E	nergiebil	anzprinzi	īр		
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	-	0	1	0
1 A 1	Energieindustrie	-	-	0	-1	-2
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-	-	0	0	0
1 A 3	Transport	-	-	-1	-1	-1
1 A 4	Andere Sektoren (Haushalte + Kleinverbrauch)	-	-	2	3	3
1 A 5	Andere: Militär	-	-	0	0	0
1 B	Flüchtige Brennstoffemissionen	-	-	-	-	-
2	Industrieprozesse	-	-	-	-	-
4	Landwirtschaft	-	-	-	-	-
6	Abfallwirtschaft	-	-	-	-	-
7	Sonstiges	-	-	-1	-2	-2
7 A	Schüttgutumschlag	-	-	-	-	-
7 B	Straßenverkehr - Abrieb	-	-	-1	-2	-2
7 C	Sonstiges	-	-	-	-	-
	Summe	-	-	0	-1	-2
	Änderung gegenüber MMS	-%	-%	0%	-1%	-2%

6 Ergebnisse der Emissionsmodellierung (Inlandsprinzip) im Klimaschutzszenario

Parallel zur Berechnung der Emissionen des Klimaschutzszenarios im Energiebilanzprinzip (vgl. Abschnitt 5) wurden auch die Emissionsmengen im Inlandsprinzip berechnet, die ja für Deutschland die Eingangsdaten in die Immissionsmodellierung in PAREST darstellen. Die Unterschiede zwischen Inlands- und Energiebilanzprinzip beschränken sich im Wesentlichen auf Verkehr und mobile Maschinen (SNAP 7 & SNAP 8). Deshalb wird an dieser Stelle auf eine detaillierte Analyse der Differenzen zwischen Klimaschutzszenario und Referenzszenario verzichtet, wie sie in Abschnitt 5 für das Energiebilanzprinzip bereits dokumentiert ist. Lediglich für Feinstaub werden zusätzliche Vergleichstabellen gezeigt, da hier die Wiederaufwirbelungsemissionen von besonderem Interesse sind, die ja systematisch in den Berechnungen nach Energiebilanzprinzip vernachlässigt wurden.

Tabelle 59: Klimaschutzszenario MWMS (Inlandsprinzip): Feinstaub (PM_{10}) - Emissionen in Deutschland

Klimaschutzszen	ario MW	MS				
PM10	- Emissi	onen in	Deutsch	land		
Emissionsberechnung nac						
SNAP	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020
01 Combustion in energy and transformation industries	Gg	12	11	9	8	7
02 Non-industrial combustion plants	Gg	27	29	32	33	33
03 Combustion in manufacturing industry	Gg	23	20	18	18	17
04 Production processes	Gg	57	52	44	44	43
05 Extraction and distribution of fossil fuels and geotherma	Gg	6	4	4	4	4
06 Solvent and other product use	Gg	9	9	9	9	9
07 Road transport	Gg	92	90	78	66	60
08 Other mobil sources and machinery	Gg	27	21	16	11	7
09 Waste treatment and disposal	Gg	0	0	0	0	0
10 Agriculture	Gg	27	26	27	27	28
11 Other sources and sinks	Gg	0	0	0	0	0
Summe	Gg	280	262	239	221	209
07_1 Road transport gasoline	Gg	0	0	0	0	0
07_2 Road transport diesel	Gg	26	21	10	4	2
07_3 Road transport LPG	Gg	0	0	0	0	0
07_4 Road transport non-ehxaust (volatilisation)	Gg	0	0	0	0	0
07_5 Road transport non-ehxaust (tire, break and road we		19	20	20	18	18
07_6 Road transport non-ehxaust (resuspension)	Gg	47	49	48	44	41
	<u> </u>	•			•	
04_01 Production processes, high altitude	Gg	19	19	14	14	13
04_02 Production processes, low altitude	Gg	38	34	30	30	30

Tabelle 60: PM_{10} - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Inlandsprinzip)

Differenz MWMS minus PARE	ST REF			
	- Emiss	ionen in	Deutsch	land
Emissionsberechnung nach dem Ir	ılandspri	inzip		
SNAP	Einheit	2010	2015	2020
01 Combustion in energy and transformation industries	Gg	-0,4	-1,9	-3,5
02 Non-industrial combustion plants	Gg	3,3	2,0	0,2
03 Combustion in manufacturing industry	Gg	0,5	1,0	0,9
04 Production processes	Gg	0,4	0,4	0,4
05 Extraction and distribution of fossil fuels and geotherma		0,0	0,0	0,0
06 Solvent and other product use	Gg	0,0	0,0	0,0
07 Road transport	Gg	-5,1	-11,9	-17,3
08 Other mobil sources and machinery	Gg	0,1	-0,1	-0,1
09 Waste treatment and disposal	Gg	0,0	0,0	0,0
10 Agriculture	Gg	0,0	0,0	0,0
11 Other sources and sinks	Gg	0,0	0,0	0,0
Summe	Gg	-1	-10	-19
07_1 Road transport gasoline	Gg	0,0	0,0	0,0
07_2 Road transport diesel	Gg	-0,8	-0,9	-0,6
07_3 Road transport LPG	Gg	0,0	0,0	0,0
07_4 Road transport non-ehxaust (volatilisation)	Gg	0,0	0,0	0,0
07_5 Road transport non-ehxaust (tire, break and road we	Gg	-1,2	-3,0	-4,5
07_6 Road transport non-ehxaust (resuspension)	Gg	-3,1	-8,0	-12,2
04_01 Production processes, high altitude	Gg	0,4	0,4	0,4
04_02 Production processes, low altitude	Gg	0,0	0,0	0,0

Tabelle 61: Klimaschutzszenario MWMS (Inlandsprinzip): Feinstaub ($PM_{2.5}$) - Emissionen in Deutschland

Klimaschutzszen		_				
		onen in		land		
Emissionsberechnung nac						
SNAP	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020
01 Combustion in energy and transformation industries	Gg	10	10	8	7	6
02 Non-industrial combustion plants	Gg	25	27	30	31	30
03 Combustion in manufacturing industry	Gg	11	9	8	8	8
04 Production processes	Gg	17	16	13	13	13
05 Extraction and distribution of fossil fuels and geotherma		1	1	1	1	1
06 Solvent and other product use	Gg	9	9	9	9	9
07 Road transport	Gg	40	37	26	18	15
08 Other mobil sources and machinery	Gg	27	21	16	11	7
09 Waste treatment and disposal	Gg	0	0	0	0	0
10 Agriculture	Gg	6	6	6	6	6
11 Other sources and sinks	Gg	0	0	0	0	0
Summe	Gg	148	136	117	103	95
07_1 Road transport gasoline	Gg	0	0	0	0	0
07_2 Road transport diesel	Gg	26	21	10	4	2
07_3 Road transport LPG	Gg	0	0	0	0	0
07_4 Road transport non-ehxaust (volatilisation)	Gg	0	0	0	0	0
07_5 Road transport non-ehxaust (tire, break and road we	Gg	10	11	11	10	9
07_6 Road transport non-ehxaust (resuspension)	Gg	5	5	5	4	4
04_01 Production processes, high altitude	Gg	9	9	7	7	6
04_02 Production processes, low altitude	Gg	8	7	6	6	6

Tabelle 62: PM_{2.5} - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Inlandsprinzip)

Differenz MWMS minus PARE				
	- Emiss		Deutsch	nland
Emissionsberechnung nach dem In				
SNAP	Einheit		2015	2020
01 Combustion in energy and transformation industries	Gg	-0,4	-1,7	-3,1
02 Non-industrial combustion plants	Gg	3,1	1,8	0,1
03 Combustion in manufacturing industry	Gg	-0,1	0,0	-0,1
04 Production processes	Gg	0,2	0,4	0,5
05 Extraction and distribution of fossil fuels and geotherma	Gg	0,0	0,0	0,0
06 Solvent and other product use	Gg	0,0	0,0	0,0
07 Road transport	Gg	-1,8	-3,3	-4,2
08 Other mobil sources and machinery	Gg	0,1	-0,1	-0,1
09 Waste treatment and disposal	Gg	0,0	0,0	0,0
10 Agriculture	Gg	0,0	0,0	0,0
11 Other sources and sinks	Gg	0,0	0,0	0,0
Summe	Gg	1	-3	-7
07_1 Road transport gasoline	Gg	0,0	0,0	0,0
07_2 Road transport diesel	Gg	-0,8	-0,9	-0,6
07_3 Road transport LPG	Gg	0,0	0,0	0,0
07_4 Road transport non-ehxaust (volatilisation)	Gg	0,0	0,0	0,0
07_5 Road transport non-ehxaust (tire, break and road we	Gg	-0,6	-1,6	
07_6 Road transport non-ehxaust (resuspension)	Gg	-0,3	-0,8	-1,2
04_01 Production processes, high altitude	Gg	0,2	0,4	0,5
04_02 Production processes, low altitude	Gg	0,0	0,0	0,0

Tabelle 63: Klimaschutzszenario MWMS (Inlandsprinzip): SO₂ - Emissionen in Deutschland

Klimaschutzszen	ario MW	MS				
S02	- Emiss	ionen in	Deutsch	land		
Emissionsberechnung nac			nzip			
SNAP	Einheit		2005	2010	2015	2020
01 Combustion in energy and transformation industries	Gg	325	290	225	198	169
02 Non-industrial combustion plants	Gg	96	78	75	66	58
03 Combustion in manufacturing industry	Gg	60	65			50
04 Production processes	Gg	126	118	101	97	93
05 Extraction and distribution of fossil fuels and geotherma	Gg	10	8	6	6	6
06 Solvent and other product use	Gg	0	0	0	0	0
07 Road transport	Gg	17	1	1	1	1
08 Other mobil sources and machinery	Gg	5	3	1	1	1
09 Waste treatment and disposal	Gg	0	0	0	0	0
10 Agriculture	Gg	0	0	0	0	0
11 Other sources and sinks	Gg	0	0	0	0	0
Summe	Gg	640	562	467	424	377
07_1 Road transport gasoline	Gg	4	0	0	0	0
07_2 Road transport diesel	Gg	13	0	0	0	0
07_3 Road transport LPG	Gg	0	0	0	0	0
07_4 Road transport non-ehxaust (volatilisation)	Gg	0	0	0	0	0
07_5 Road transport non-ehxaust (tire, break and road we		0	0	0	0	0
07_6 Road transport non-ehxaust (resuspension)	Gg	0	0	0	0	0
04_01 Production processes, high altitude	Gg	126	118	101	97	93
04_02 Production processes, low altitude	Gg	0	0	0	0	0

Tabelle 64: Klimaschutzszenario MWMS (Inlandsprinzip): NO_x - Emissionen in Deutschland

Klimaschutzszen						
		onen in		land		
Emissionsberechnung nac						
SNAP	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020
01 Combustion in energy and transformation industries	Gg	268	283	252	228	216
02 Non-industrial combustion plants	Gg	109	102	102	90	78
03 Combustion in manufacturing industry	Gg	66	71	64	59	58
04 Production processes	Gg	107	91	68	66	61
05 Extraction and distribution of fossil fuels and geotherma	Gg	0	0	0	0	0
06 Solvent and other product use	Gg	0	0	0	0	0
07 Road transport	Gg	842	684	419	202	117
08 Other mobil sources and machinery	Gg	259	233	199	160	134
09 Waste treatment and disposal	Gg	0	0	0	0	0
10 Agriculture	Gg	86	81	83	82	82
11 Other sources and sinks	Gg	0	0	0	0	0
Summe	Gg	1.736	1.544	1.189	886	747
07_1 Road transport gasoline	Gg	233	112	50	26	21
07_2 Road transport diesel	Gg	610	571	370	176	96
07_3 Road transport LPG	Gg	0	0	0	0	0
07_4 Road transport non-ehxaust (volatilisation)	Gg	0	0	0	0	0
07_5 Road transport non-ehxaust (tire, break and road we	Gg	0	0	0	0	0
07_6 Road transport non-ehxaust (resuspension)	Gg	0	0	0	0	0
04_01 Production processes, high altitude	Gg	107	91	68	66	61
04_02 Production processes, low altitude	Gg	0	0	0	0	0

Tabelle 65: Klimaschutzszenario MWMS (Inlandsprinzip): NMVOC - Emissionen in Deutschland

Klimaschutzszenario MWMS							
NMVOC - Emissionen in Deutschland							
Emissionsberechnung nach dem Inlandsprinzip							
SNAP	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020	
01 Combustion in energy and transformation industries	Gg	8	8	7	7	6	
02 Non-industrial combustion plants	Gg	78	85	93	94	93	
03 Combustion in manufacturing industry	Gg	4	4	4	4	3	
04 Production processes	Gg	89	86	80	79	77	
05 Extraction and distribution of fossil fuels and geotherma	Gg	40	25	17	14	12	
06 Solvent and other product use	Gg	822	743	685	736	800	
07 Road transport	Gg	276	153	103	77	64	
08 Other mobil sources and machinery	Gg	88	78	69	49	42	
09 Waste treatment and disposal	Gg	0	0	0	0	0	
10 Agriculture	Gg	253	255	255	255	255	
11 Other sources and sinks	Gg	0	0	0	0	0	
Summe		1.658	1.438	1.314	1.314	1.353	
07_1 Road transport gasoline	Gg	184	92	52	32	24	
07_2 Road transport gasoline	Gg	41	38	37	33	29	
07_3 Road transport LPG	Gg	0	0	0	0	0	
07_4 Road transport non-ehxaust (volatilisation)	Gg	50	23	15	12	11	
07_5 Road transport non-ehxaust (tire, break and road weather)		0	0	0	0	0	
07_6 Road transport non-ehxaust (resuspension)	Gg	0	0	0	0	0	
oo .toda .tanoportrion onnadot (roodoporiolon)	-9	Ψ,		<u> </u>	J.	- U	
04_01 Production processes, high altitude	Gg	89	86	80	79	77	
04_02 Production processes, low altitude	Gg	0	0	0	0	0	

Tabelle 66: Klimaschutzszenario MWMS (Inlandsprinzip): NH_3 - Emissionen in Deutschland

Klimaschutzszenario MWMS						
NH3 - Emissionen in Deutschland						
Emissionsberechnung nach dem Inlandsprinzip						
SNAP	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020
01 Combustion in energy and transformation industries	Gg	3	3	3	2	2
02 Non-industrial combustion plants	Gg	3	3	3	2	2
03 Combustion in manufacturing industry	Gg	1	1	1	1	1
04 Production processes	Gg	10	10	10	10	10
05 Extraction and distribution of fossil fuels and geotherma	Gg	0	0	0	0	0
06 Solvent and other product use	Gg	2	2	2	2	2
07 Road transport	Gg	12	11	8	7	6
08 Other mobil sources and machinery	Gg	1	1	1	1	1
09 Waste treatment and disposal	Gg	0	0	0	0	0
10 Agriculture	Gg	572	577	576	579	582
11 Other sources and sinks	Gg	0	0	0	0	0
Summe		604	607	603	604	607
07_1 Road transport gasoline	Gg	12	10	8	6	6
07_2 Road transport diesel	Gg	0	1	1	1	1
07_3 Road transport LPG	Gg	0	0	0	0	0
07_4 Road transport non-ehxaust (volatilisation)	Gg	0	0	0	0	0
07_5 Road transport non-ehxaust (tire, break and road we		0	0	0	0	0
07_6 Road transport non-ehxaust (resuspension)	Gg	0	0	0	0	0
	-				•	
04_01 Production processes, high altitude	Gg	10	10	10	10	10
04_02 Production processes, low altitude	Gg	0	0	0	0	0

7 Literatur

- [Builtjes et al. 2010] Peter Builtjes, Jochen Theloke, Rainer Stern, Wolfram Jörß (2010): PA-REST-Endbericht, Schlussbericht an das Umweltbundesamt zum Forschungsvorhabens: FKZ 206 43 200/01 "Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung"
- [Denier van der Gon et al. 2009] H.AC. Denier van der Gon, A.J.H. Vischedijk, H. van der Brugh (2009): "Gridded European emission data for projection years 2010, 2015 and 2020"; Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 "Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung"
- [Denier van der Gon et al. 2010] H.AC. Denier van der Gon, A.J.H. Vischedijk, H. van der Brugh, R. Droge (2010): "A high resolution European emission data base for the year 2005"; Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 "Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung"
- [EC 2001] Richtlinie 2001/81/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2001 über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe (NEC-Richtlinie)
- [EC 2008] Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL amending Directive 2001/81/EC as regards interim objectives and national emission ceilings for certain atmospheric pollutants for 2020 and amending Directive 2003/35/EC as regards national programmes, inoffizieller Entwurf, 24. April 2008, nicht veröffentlicht
- [Harthan et al. 2007] Ralph O. Harthan, Jakob Graichen, Verena Graichen, Julia Repenning, Hans-Joachim Ziesing, Franz Wittke (2007): "Dokumentation der Datenqualität von Aktivitätsdaten für die Berichte über Emissionen aus stationären Feuerungen im Rahmen des Nationalen Inventarberichtes und des Monitoring Mechanismus nach RL EG 99/296"; Endbericht des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens FKZ 204 41 132 im Auftrag des Umweltbundesamtes, Berlin, 2007
- [IPCC 2006] Eggleston, H. S.; Buendia, L.; Miwa, K., et al. (Hg.). "IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories". Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Japan
- [Jörß 2007] W. Jörß (2007): "Anpassung von Energie- und Emissionsprognosewerten an das Energiemodell BEU"; Forschungsbericht an das Umweltbundesamt, FKZ 360 16 007, März 2007, Berlin: IZT
- [Jörß 2010] W. Jörß (2010): "Emissionen aus Offener Verbrennung in Deutschland"; Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 "Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung", Berlin: IZT
- [Jörß et al. 2007] Jörß, W., Handke, V., Lambrecht, U. und F. Dünnebeil (2007): "Emissionen und Maßnahmenanalyse Feinstaub 2000-2020". Forschungsbericht an das Umweltbundesamt, FKZ 204 42 202/2, UBA-TEXTE Nr. 38/2007. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.

- [Jörß et al. 2010] W. Jörß, U. Kugler, J. Theloke (2010): "Emissionen im PAREST-Referenzszenario 2005 2020"; Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 "Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung", Berlin: IZT
- [Jörß und Handke 2007] Jörß, Wolfram und Handke, Volker (2007): "Maßnahmen zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen der NEC-Richtlinie Teil 2: Referenzszenario 2000 2020 für Emissionen unter der NEC-Richtlinie (SO2, NOx, NMVOC und NH3)". Forschungsbericht an das Umweltbundesamt, FKZ 205 42 221, UBA-TEXTE Nr. 36/2007. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- [Jörß und Handke 2010] W. Jörß und V. Handke (2010): "Unsicherheiten der PAREST-Referenz-Emissionsdatenbasis"; Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 "Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung", Berlin: IZT
- [Jörß und Kamburow 2006] Jörß, Wolfram und Kamburow, Christian (2006): "Bilanzierung und Modellierung emissionsrelevanter Daten zum Energieverbrauch in stationären Quellen". WerkstattBericht Nr. 78. Berlin: IZT Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung
- [Kerschbaumer 2010 a] Andreas Kerschbaumer (2010): "Meteorologie Vergleich zum besseren Verständnis der unterschiedlichen Schadstoffkonzentrationssimulationen mit verschiedenen Chemie-Transport-Modellen"; Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 "Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung", Berlin: FU Berlin, Institut für Meteorologie, Troposphärische Umweltforschung
- [Kerschbaumer 2010 b] Andreas Kerschbaumer (2010): "Abhängigkeit der RCG-Simulationen von unterschiedlichen meteorologischen Treibern"; Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 "Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung", Berlin: FU Berlin, Institut für Meteorologie, Troposphärische Umweltforschung
- [Knörr et al. 2005]: TREMOD (Transport Emission Estimation Model): Wolfram Knörr et al. (IFEU): Fortschreibung "Daten- und Rechenmodell": Energieverbrauch und Schadstoffemissionen des motorisierten Verkehrs in Deutschland 1960-2030; Endbericht, im Auftrag des Umweltbundesamtes; UFOPLAN Nr. 204 45 139; Heidelberg, 2005
- [Kugler et al. 2010] U. Kugler, W. Jörß, J. Theloke (2010): "Verkehrsemissionsmodellierung für PAREST Modellvergleich und Alternative Szenarien"; Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 "Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung"
- [Lambrecht et al. 2004] Udo Lambrecht, Hinrich Helms, Kathrin Kullmer, Wolfram Knörr (2004): "Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Verbrennungsmotoren in mobilen Geräten und Maschinen" (TREMOD MM):Forschungsbericht an das Umweltbundesamt, FKZ 29945113; Heidelberg, 2004
- [Matthes 2008] Persönliche Mitteilung von F. Matthes, Öko-Institut, 22.9.2008

- [Matthes et al. 2008] Felix Chr. Matthes, Sabine Gores, Verena Graichen, Ralph O. Harthan, Peter Markewitz, Patrick Hansen, Manfred Kleemann, Volker Krey, Dag Martinsen Jochen Diekmann, Manfred Horn, Hans-Joachim Ziesing Wolfgang Eichhammer, Claus Doll, Nicki Helfrich, Luisa Müller, Wolfgang Schade, Barbara Schlomann (2008): "Politikszenarien für den Klimaschutz IV Szenarien bis 2030; Forschungsbericht für das Umweltbundesamt FKZ 205 46 434, UBA Climate Change 1/2008, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, 2008 http://opus.kobv.de/zlb/volltexte/2008/6164/pdf/cc1.2008.pdf
- [Öko-Institut 2008]: Datenaufbereitung des Öko-Instituts (F. Matthes) aus dem Projekt Politikszenarien IV. Berlin, unveröffentlicht.
- [Schade 2008]: Wolfgang Schade (2008): Kurzübersicht des ASTRA Modells http://www.kliminvest.de/download/ASTRA_KlimInvest_Deutsch_080606.pd f
- [Stern 2010 a] R. Stern (2010): "Bewertung von Emissionsminderungsszenarien mit Hilfe chemischer Transportberechnungen: PM10-und PM2.5-Minderungspotenziale von Maßnahmenpaketen zur weiteren Reduzierung der Immissionen in Deutschland"; Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 "Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung", Berlin: FU Berlin, Institut für Meteorologie, Troposphärische Umweltforschung
- [Stern 2010 b] R. Stern (2010): "Bewertung von Emissionsminderungsszenarien mit Hilfe chemischer Transportberechnungen: Verkehrsmodell TREMOD und Verkehrsmodell TREMOVE"; Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 "Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung", Berlin: FU Berlin, Institut für Meteorologie, Troposphärische Umweltforschung
- [Stern 2010 c] Stern, R. (2010) "Analyse der Unsicherheiten/Bandbreiten in der im PA-REST-Projekt verwendeten Kausalkette Emission-Transmission-Immission"; Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 "Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung", Berlin: FU Berlin
- [Theloke et al. 2007] Theloke, J., Calaminus, B., Dünnebeil, F., Friedrich, R., Helms, H., Kuhn, A., Lambrecht, U., Niklaß, D., Pregger, T., Reis, S., Wenzel, S. (2007): "Maßnahmen zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen der NEC- Richtlinie Teil 1: Maßnahmen zur weiteren Verminderung der Emissionen an NOx und SO2 und NMVOC in Deutschland, Forschungsbericht an das Umweltbundesamt, FKZ 205 42 221, UBA-TEXTE Nr. 36/2007. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
- [Thiruchittampalam et al. 2010] B. Thiruchittampalam, R. Köble, J. Theloke, U. Kugler, M. Uzbasich, T. Geftler (2010): "Dokumentation des PAREST Emissionsverteilungsmodells für Deutschland"; Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 "Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung"

[UBA 2005]	Umweltbundesamt (2005): Energiereferenzszenario 2000-2020 für Emissionsberechnungen des Umweltbundesamtes, UBA-TEXTE Nr. 30/2005, Dessau: Umweltbundesamt
[UBA 2007]	Umweltbundesamt (2007): "Luftreinhaltung 2010 – Nationales Programm zur Verminderung der Ozonkonzentration und zur Einhaltung der Emissionshöchstmengen – Programm gemäß § 8 der 33. BImSchV und der Richtlinie 2001/81/EG (NEC RL)"; UBA-TEXTE Nr. 37/2007. Dessau-Roßlau: Umweltbundesamt.
[ZSE 2007]	Zentrales System Emissionen (ZSE), Emissionsdatenbank des Umweltbundesamtes mit dem Stand vom 08.06.2007