

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

Durchführung der Studie:	Institut für Zukunftsstudien 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://fuer-mensch-und-umwelt.de/
Redaktion:	Fachgebiet II 4.1 Grundsatzfragen der Luftreinhaltung Johanna Appelhans

Dessau-Roßlau, Juni 2013

Inhaltsverzeichnis

Seite

Inhaltsverzeichnis	7
Tabellenverzeichnis	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	19
4.1.1 Stationäre Verbrennung und Sonderverkehre	20
4.1.2 Verkehr.....	21
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-Energierferenzszenario – Stromproduktion	16
Tabelle 2: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energierferenzszenario – Fernwärmeproduktion.....	16
Tabelle 3: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energierferenzszenario – übriger Umwandlungsbereich.....	17
Tabelle 4: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energierferenzszenario – Industrie	17
Tabelle 5: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energierferenzszenario – Gewerbe, Handel, Dienstleistungen.....	17
Tabelle 6: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energierferenzszenario – Haushalte.....	18
Tabelle 7: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energierferenzszenario – 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	35
Tabelle 37: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland.....	37
Tabelle 38: Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip).....	37
Tabelle 39: Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland: Differenz PSz-IV-Referenz (MMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)	38
Tabelle 40: Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) - Energiebilanz-Prinzip	38
Tabelle 41: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Stickoxid - Emissionen in Deutschland.....	40
Tabelle 42: Stickoxid - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)	40
Tabelle 43: Stickoxid - Emissionen in Deutschland: Differenz PSz-IV-Referenz (MMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)	41
Tabelle 44: Stickoxid - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) - Energiebilanz-Prinzip.....	41
Tabelle 45: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): NMVOC - Emissionen in Deutschland.....	42
Tabelle 46: NMVOC - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)	43
Tabelle 47: NMVOC - Emissionen in Deutschland: Differenz PSz-IV-Referenz (MMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)	43
Tabelle 48: NMVOC - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) - Energiebilanz-Prinzip.....	44
Tabelle 49: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Ammoniak - Emissionen in Deutschland.....	45
Tabelle 50: Ammoniak - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip).....	45
Tabelle 51: Klimaschutzszenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Feinstaub (PM ₁₀) - Emissionen in Deutschland.....	46
Tabelle 52: Feinstaub (PM ₁₀) - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip).....	47
Tabelle 53: Feinstaub (PM ₁₀) - Emissionen in Deutschland: Differenz PSz-IV-Referenz (MMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)	47

Tabelle 54: Feinstaub (PM_{10}) - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzscenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) - Energiebilanz-Prinzip	48
Tabelle 55: Klimaschutzscenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Feinstaub ($PM_{2,5}$) - Emissionen in Deutschland.....	49
Tabelle 56: Feinstaub ($PM_{2,5}$) - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzscenario (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 Klimaschutzscenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) – Energiebilanz-Prinzip	51
Tabelle 59: Klimaschutzscenario MWMS (Inlandsprinzip): Feinstaub (PM_{10}) - Emissionen in Deutschland.....	52
Tabelle 60: PM_{10} - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzscenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Inlandsprinzip)	53
Tabelle 61: Klimaschutzscenario MWMS (Inlandsprinzip): Feinstaub ($PM_{2,5}$) - Emissionen in Deutschland.....	54
Tabelle 62: $PM_{2,5}$ - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzscenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Inlandsprinzip)	54
Tabelle 63: Klimaschutzscenario MWMS (Inlandsprinzip): SO_2 - Emissionen in Deutschland	55
Tabelle 64: Klimaschutzscenario MWMS (Inlandsprinzip): NO_x - Emissionen in Deutschland....	55
Tabelle 65: Klimaschutzscenario MWMS (Inlandsprinzip): NMVOC - Emissionen in Deutschland.....	56
Tabelle 66: Klimaschutzscenario 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 [Bültjes 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 2000 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

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 für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung, Universität Stuttgart (IER)
- Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e.V., Leipzig (IfT) und
- Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)

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

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 NO_x, 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 Energie- bzw. 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 Basis der 2007 vorliegenden aktuellsten Energiestatistiken gegenüber [UBA 2005] aktualisiert.

An dieser Stelle soll nun ein Überblick über die emissionsrelevanten Energieströme des PAREST-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-Energierferenzszenario (Energiebilanzprinzip)

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

Tabelle 1: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energierferenzszenario - 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-Energierferenzszenario - 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-Energierferenzszenario – 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-Energierferenzszenario – 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-Energierferenzszenario – Gewerbe, Handel, Dienstleistungen

Brennstoff	EBZ	Einheit	2000	2005	2010	2015	2020
Steinkohle	67	PJ	13	12	4	3	1
Braunkohle	67	PJ	7	0	-	-	-
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-Energierferenzszenario – 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	-	-	76	107	139
Summe	66	PJ	1.977	1.968	2.276	2.298	2.319

Tabelle 7: Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche im PAREST-Energierferenzszenario – 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 Biomasse-mengen, 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 Politiksznarien 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 Industrieheizung (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 Industrieheizungen unterteilt, da hier die in den Prozessfeuerungen eingesetzten Brennstoffmengen von den Produktionsmengen abhängen. Aus dem Endbericht von Politikszenerarien 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 Politiksszenarien 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 Klimaschutzscenario MWMS in Zahlen

Im Folgenden werden einige Rahmendaten für emissionsrelevanten Brennstoffverbrauch im MWMS (Mit weiteren Maßnahmen Szenario) der Studie Politikszenerarien 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 Klimaschutzscenario 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 Klimaschutzscenario MWMS [%] (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in %			
PSz IV Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS)			
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)			
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)		
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-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-Maßnahmen-Szenario (MWMS)			
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)			
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	1.623.311
Summe	10.596.920	9.581.499	8.945.695

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

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in % (TJ)			
PSz IV Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS)			
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)			
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 Klimaschutzscenario MWMS nach Sektoren (Energiebilanz-Prinzip)

Entwicklung d. emissionsrelevanten Brennstoffverbräuche		
PSz IV Mit-Weiteren-Maßnahmen-Szenario (MWMS)		
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)		
Brennstoff	2020 - 2010 [TJ]	2020 - 2010 [% 2010]
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	-16%

Tabelle 14: Entwicklung der Produktionsmengen ausgewählter energieintensiver Industrieprozesse im Klimaschutzscenario 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
	Sinteranlage	Sinter	kt	27.959	28.480	26.130	23.780	21.080
Stahlerzeugung (IP)	Eisenhütte	Aufblas-Stahl (Oxygenstahl)	kt	33.052	30.857	28.686	26.515	24.920
	Elektrostahlwerk	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
Nicht-Eisen Metalle	Aluminiumhütte	Hüttenaluminium	kt	644	646	623	600	600
	Nicht-Eisen-Schwermetallhütte	Elektrolytkupfer, feuerraff. Kupfer	kt	709	639	659	679	679
		Hütten- und Umschmelzzink	kt	357	335	352	369	369
		raffiniertes Blei	kt	387	342	356	370	370
Steine und Erden	Glashütte	Behälterglas	kt	4.369	3.910	4.036	4.162	4.043
		Flachglas	kt	1.923	1.565	1.615	1.666	1.618
		Glasfasern	kt	369	119	123	127	123
		Spezialglas	kt	469	158	163	168	163
		Steinwolle	kt	487	494	509	525	510
		Wirtschaftsglas	kt	112	330	341	351	341
	Kalkbrennerei	Brannkalk	kt	6.804	6.360	6.256	6.152	6.059
		Dolomitkalk	kt	524	463	456	448	441
	Zementwerk	Zement	kt	35.414	30.619	30.710	30.800	30.000
		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 Genussmittelproduktion	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 Politiksznarien 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 Politiksznarien 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-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 dem Energiebilanz-Prinzip)			
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-Maßnahmen-Szenario (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 Energiebilanz-Prinzip)			
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
Eisen und Stahl	Hochofen	Roheisen	kt	30.845	28.854	28.377	27.900	26.600
	Sinteranlage	Sinter	kt	27.959	28.480	26.130	23.780	21.080
Stahlerzeugung (IP)	Eisenhütte	Aufblas-Stahl (Oxygenstahl)	kt	33.052	30.857	28.686	26.515	24.920
	Elektrostahlwerk	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
Nicht-Eisen Metalle	Aluminiumhütte	Hüttenaluminium	kt	644	646	623	600	600
	Nicht-Eisen-Schwermetallhütte	Elektrolytkupfer, feuerraff. Kupfer	kt	709	639	659	679	679
		Hütten- und Umschmelzzink	kt	357	335	352	369	369
		raffiniertes Blei	kt	387	342	356	370	370
Steine und Erden	Glashütte	Behälterglas	kt	4.369	3.910	4.036	4.162	4.043
		Flachglas	kt	1.923	1.565	1.615	1.666	1.618
		Glasfasern	kt	369	119	123	127	123
		Spezialglas	kt	469	158	163	168	163
		Steinwolle	kt	487	494	509	525	510
		Wirtschaftsglas	kt	112	330	341	351	341
	Kalkbrennerei	Brannkalk	kt	6.804	6.360	6.256	6.152	6.059
		Dolomitkalk	kt	524	463	456	448	441
	Zementwerk	Zement	kt	35.414	30.619	30.710	30.800	30.000
		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 Genussmittelproduktion	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-Energie-Referenzszenario 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	2.319.374
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 Energiebilanz-Prinzip)			
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%	20%
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
Eisen und Stahl	Hochofen	Roheisen	kt	30.845	28.854	26.230	24.740	23.250
	Sinteranlage	Sinter	kt	27.959	28.480	23.780	22.430	21.080
Stahlerzeugung (IP)	Eisenhütte	Aufblas-Stahl (Oxygenstahl)	kt	33.052	30.857	28.110	26.515	24.920
	Elektrostahlwerk	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
Nicht-Eisen Metalle	Aluminiumhütte	Hüttenaluminium	kt	644	646	650	425	200
	Nicht-Eisen-Schwermetallhütte	Elektrolytkupfer, feuer Raff. Kupfer	kt	709	639	679	679	679
		Hütten- und Umschmelzzink	kt	357	335	369	369	369
		raffiniertes Blei	kt	387	342	370	370	370
Steine und Erden	Glashütte	Behälterglas	kt	4.369	3.910	4.436	4.476	4.516
		Flachglas	kt	1.923	1.565	1.709	1.725	1.740
		Glasfasern	kt	369	119	376	380	383
		Spezialglas	kt	469	158	408	412	416
		Steinwolle	kt	487	494	486	491	495
		Wirtschaftsglas	kt	112	330	344	347	350
	Kalkbrennerei	Brannkalk	kt	6.804	6.360	6.421	6.235	6.049
		Dolomitkalk	kt	524	463	479	465	451
	Zementwerk	Zement	kt	35.414	30.619	35.050	34.800	34.550
		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 Genussmittelproduktion	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 Politikszenerarien 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 Politikszenerarien 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 PAREST-REF (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in TJ						
Differenz PSz IV MWMS minus PAREST-REF						
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)						
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 PAREST-REF nach Sektoren (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in TJ						
Differenz PSz IV MWMS minus PAREST-REF						
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-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	-647.769	-1.797.833	-2.552.872	-6%	-16%	-22%

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

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in TJ						
Differenz PSz IV MWMS minus MMS						
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-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	-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 Brennstoffverbräuche in TJ						
Differenz PSz IV MWMS minus MMS						
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-Prinzip)						
Sektor	2010	2015	2020	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 PAREST-REF (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in TJ						
Differenz PSz IV MMS minus PAREST-REF						
(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 PAREST-REF nach Sektoren (Energiebilanz-Prinzip)

Emissionsrelevante Brennstoffverbräuche in TJ						
Differenz PSz IV MMS minus PAREST-REF						
(Bilanzierung nach dem Energiebilanz-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	-309.525	-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
Eisen und Stahl	Hochofen	Roheisen	kt	2.147	3.160	3.350
	Sinteranlage	Sinter	kt	2.350	1.350	-
Stahlerzeugung (IP)	Eisenhütte	Aufblas-Stahl (Oxygenstahl)	kt	576	-	-
	Elektrostahlwerk	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	-	-
Nicht-Eisen Metalle	Aluminiumhütte	Hüttenaluminium	kt	-27	175	400
	Nicht-Eisen-Schwermetallhütte	Elektrolytkupfer, feuerraff. Kupfer	kt	-20	-	-
		Hütten- und Umschmelzzink	kt	-17	-	-
		raffiniertes Blei	kt	-14	-	-
Steine und Erden	Glashütte	Behälterglas	kt	-400	-314	-473
		Flachglas	kt	-94	-59	-122
		Glasfasern	kt	-253	-252	-259
		Spezialglas	kt	-245	-244	-252
		Steinwolle	kt	23	34	15
		Wirtschaftsglas	kt	-3	4	-9
	Kalkbrennerei	Brannkalk	kt	-165	-83	10
		Dolomitkalk	kt	-24	-17	-10
	Zementwerk	Zement	kt	-4.340	-4.000	-4.550
		Zementklinker	kt	-3.662	-3.390	-3.826
Ziegelei	Ziegelei	Ziegel	kt	-1.128	450	-
Nahrungs- und Genussmittelproduktion	Zuckerraffinerie	Zucker	kt	-251	-40	-

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

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

Differenz PSz IV MWMS 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	-	-	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]						
<i>Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip</i>						
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

Differenz PSz IV MWMS minus MMS: Schwefeldioxid - Emissionen in Deutschland [kt SO ₂]						
<i>Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip</i>						
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020
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 NO_x-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 Politikszenerarien IV, Kapitel 5.1.4, näher beschrieben sind.

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

PSz IV MWMS: Stickoxid - Emissionen in Deutschland [kt NO ₂]							
Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip							
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	
* Die RAINS-Modellrechnungen, auf deren Basis die Emissionsobergrenzen der NEC-Richtlinie bestimmt wurden, berücksichtigten keine NO _x -Emissionen der Landwirtschaft. Deshalb werden diese von Deutschland berichteten Emissionen im vorliegenden Bericht bei der Beurteilung der Einhaltung der Emissionsobergrenzen NICHT berücksichtigt.							
NEC 2020:						94%	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: MTR / MRR (Maximum R	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 - Emissionen in Deutschland [kt NO ₂]							
Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip							
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020	
1 A	Verbrennung von Brennstoffen	-	-	-60	-125	-150	
1 A 1	Energieindustrie	-	-	-6	-42	-66	
1 A 2	Produzierendes Gewerbe	-	-	-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 - Emissionen in Deutschland [kt NO ₂]						
Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip						
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 Klimaschuttszenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) - Energiebilanz-Prinzip

Differenz PSz IV MWMS minus MMS: Stickoxid - Emissionen in Deutschland [kt NO ₂]						
Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip						
NFR	Quellgruppe	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 Klimaschutzscenario 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: Klimaschutzscenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): NMVOC - Emissionen in Deutschland

PSz IV MWMS: NMVOC - Emissionen in Deutschland [kt NMVOC]							
Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip							
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020	Reduktion 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	
* Die RAINS-Modellrechnungen, auf deren Basis die Emissionsobergrenzen der NEC-Richtlinie bestimmt wurden, berücksichtigten keine NMVOC-Emissionen der Landwirtschaft. Deshalb werden diese von Deutschland berichteten Emissionen im vorliegenden Bericht bei der Beurteilung der Einhaltung der Emissionsobergrenzen NICHT berücksichtigt.							
		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: MTR / 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 - Emissionen in Deutschland [kt NMVOC]						
Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip						
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	-	-	-	-	-
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 PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)

Differenz PSz IV MMS minus REF: NMVOC - Emissionen in Deutschland [kt NMVOC]						
Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip						
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

Differenz PSz IV MWMS minus MMS: NMVOC - Emissionen in Deutschland [kt NMVOC]						
<i>Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip</i>						
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 Klimaschutzscenario die NEC 2010 weiterhin deutlich verfehlt (Tabelle 49). Es ergaben sich keine relevanten Änderungen gegenüber dem PAREST-Referenzscenario (Tabelle 50).

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

PSz IV MWMS: Ammoniak - Emissionen in Deutschland [kt NH ₃]							
Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip							
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	
NEC 2020: 63% der MFTR-Reduktion							
	NEC 6-Report Juli 2008: CLE (Current Legislation)	629				594	6%
	NEC 6-Report Juli 2008: CP (Current Policy)	629				566	10%
	NEC 6-Report Juli 2008: MTR / MRR (Maximum Reduction)	629				338	46%

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

Differenz PSz IV MWMS minus REF: Ammoniak - Emissionen in Deutschland [kt NH ₃]						
Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip						
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 (PM₁₀)

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 Braun- und Steinkohle, Tabelle 54, Zeile 1 A 1).

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

PSz IV MWMS: PM ₁₀ - Emissionen in Deutschland [kt]							
Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip							
NFR	Quellgruppe	2000	2005	2010	2015	2020	Reduktion 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 (PM₁₀) - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)

Differenz PSz IV MWMS minus REF: PM ₁₀ - Emissionen in Deutschland [kt]						
Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip						
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
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	-	-	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 (PM₁₀) - Emissionen in Deutschland: Differenz PSz-IV-Referenz (MMS) zu PAREST-Referenz (Energiebilanz-Prinzip)

Differenz PSz IV MMS minus REF: PM ₁₀ - Emissionen in Deutschland [kt]						
Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip						
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 (PM₁₀) - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzszenario (MWMS) zu PSz-IV-Referenz (MMS) - Energiebilanz-Prinzip

Differenz PSz IV MWMS minus MMS: PM₁₀ - Emissionen in Deutschland [kt]						
<i>Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip</i>						
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 Klimaschutzscenario 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: Klimaschutzscenario MWMS (Energiebilanz-Prinzip): Feinstaub (PM_{2,5}) - Emissionen in Deutschland

PSz IV MWMS: PM _{2,5} - Emissionen in Deutschland [kt]							
Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip							
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
						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: MTR / MRR (Maximum R	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: PM _{2,5} - Emissionen in Deutschland [kt]						
Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip						
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: PM _{2,5} - Emissionen in Deutschland [kt]						
Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip						
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: PM_{2,5} - Emissionen in Deutschland [kt]						
<i>Emissionsberechnung nach dem Energiebilanzprinzip</i>						
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 (PM₁₀) - Emissionen in Deutschland

Klimaschutzszenario MWMS						
PM10 - Emissionen in Deutschland						
Emissionsberechnung nach dem Inlandsprinzip						
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 geothermal	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-ehxhaust (volatilisation)	Gg	0	0	0	0	0
07_5 Road transport non-ehxhaust (tire, break and road we	Gg	19	20	20	18	18
07_6 Road transport non-ehxhaust (resuspension)	Gg	47	49	48	44	41
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: PM₁₀ - Emissionen in Deutschland: Differenz Klimaschutzscenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Inlandsprinzip)

Differenz MWMS minus PAREST REF				
PM10 - Emissionen in Deutschland				
<i>Emissionsberechnung nach dem Inlandsprinzip</i>				
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 geothermal	Gg	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-exhaust (volatilisation)	Gg	0,0	0,0	0,0
07_5 Road transport non-exhaust (tire, break and road wear)	Gg	-1,2	-3,0	-4,5
07_6 Road transport non-exhaust (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: Klimaschutzscenario MWMS (Inlandsprinzip): Feinstaub (PM_{2,5}) - Emissionen in Deutschland

Klimaschutzscenario MWMS						
PM2.5 - Emissionen in Deutschland						
Emissionsberechnung nach dem Inlandsprinzip						
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 geothermal	Gg	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 mobile 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-exhaust (volatilisation)	Gg	0	0	0	0	0
07_5 Road transport non-exhaust (tire, break and road wear)	Gg	10	11	11	10	9
07_6 Road transport non-exhaust (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 Klimaschutzscenario (MWMS) zu PAREST-Referenz (Inlandsprinzip)

Differenz MWMS minus PAREST REF				
PM2.5 - Emissionen in Deutschland				
Emissionsberechnung nach dem Inlandsprinzip				
SNAP	Einheit	2010	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 geothermal	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 mobile 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-exhaust (volatilisation)	Gg	0,0	0,0	0,0
07_5 Road transport non-exhaust (tire, break and road wear)	Gg	-0,6	-1,6	-2,4
07_6 Road transport non-exhaust (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: Klimaschutzscenario MWMS (Inlandsprinzip): SO₂ - Emissionen in Deutschland

Klimaschutzscenario MWMS						
SO ₂ - Emissionen in Deutschland						
Emissionsberechnung nach dem Inlandsprinzip						
SNAP	Einheit	2000	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	59	55	50
04 Production processes	Gg	126	118	101	97	93
05 Extraction and distribution of fossil fuels and geothermal	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-ehxhaust (volatilisation)	Gg	0	0	0	0	0
07_5 Road transport non-ehxhaust (tire, break and road we	Gg	0	0	0	0	0
07_6 Road transport non-ehxhaust (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: Klimaschutzscenario MWMS (Inlandsprinzip): NO_x - Emissionen in Deutschland

Klimaschutzscenario MWMS						
NO _x - Emissionen in Deutschland						
Emissionsberechnung nach dem Inlandsprinzip						
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 geothermal	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-ehxhaust (volatilisation)	Gg	0	0	0	0	0
07_5 Road transport non-ehxhaust (tire, break and road we	Gg	0	0	0	0	0
07_6 Road transport non-ehxhaust (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: Klimaschutzscenario MWMS (Inlandsprinzip): NMVOC - Emissionen in Deutschland

Klimaschutzscenario MWMS						
NMVOC - Emissionen in Deutschland						
<i>Emissionsberechnung nach dem Inlandsprinzip</i>						
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 geothermal	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	Gg	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 diesel	Gg	41	38	37	33	29
07_3 Road transport LPG	Gg	0	0	0	0	0
07_4 Road transport non-ehxhaust (volatilisation)	Gg	50	23	15	12	11
07_5 Road transport non-ehxhaust (tire, break and road we	Gg	0	0	0	0	0
07_6 Road transport non-ehxhaust (resuspension)	Gg	0	0	0	0	0
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): NH₃ - Emissionen in Deutschland

Klimaschutzszenario MWMS						
NH ₃ - Emissionen in Deutschland						
<i>Emissionsberechnung nach dem Inlandsprinzip</i>						
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 geothermal	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	Gg	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-ehxhaust (volatilisation)	Gg	0	0	0	0	0
07_5 Road transport non-ehxhaust (tire, break and road we	Gg	0	0	0	0	0
07_6 Road transport non-ehxhaust (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

- [Bultjes et al. 2010] Peter Bultjes, Jochen Theloke, Rainer Stern, Wolfram Jörß (2010): PAREST-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.A.C. Denier van der Gon, A.J.H. Visschedijk, 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.A.C. Denier van der Gon, A.J.H. Visschedijk, 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, NO_x, 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 Schadstoffkonzentrationsimulationen 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): „Politiksznarien 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 Politiksznarien IV. Berlin, unveröffentlicht.
- [Schade 2008]: Wolfgang Schade (2008): Kurzübersicht des ASTRA Modells http://www.kliminvest.de/download/ASTRA_KlimInvest_Deutsch_080606.pdf
- [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 PAREST-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 NO_x 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. Uzbisich, 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