

TEXTE

49/2013

Beschreibung der maßnahmenbasierten und hypothetischen Maßnahmenbündel im Projekt PAREST

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 206 43 200/01
UBA-FB 001524/ANH,9

Beschreibung der maßnahmenbasierten und hypothetischen Maßnahmenbündel im Projekt PAREST

**Teilbericht zum F&E-Vorhaben „Strategien zur
Verminderung der Feinstaubbelastung - PAREST“**

von

**Jochen Theloke, Ulrike Kugler, Balendra Thiruchittampalam
Tatjana Kampffmeyer, Melinda Uzbasich**

Universität Stuttgart, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle
Energieanwendung (IER), Stuttgart

Wolfram Jörß

Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT), Berlin

Ulrich Dämmgen

Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Braunschweig

Peter Builtjes

TNO Earth, Environment and Life Sciences, Utrecht (Niederlande)

Rainer Stern

Freie Universität Berlin, Institut für Meteorologie, Troposphärische
Umweltforschung, Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
<http://www.uba.de/uba-info-medien/4524.html>
verfügbar.

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

ISSN 1862-4804

Durchführung
der Studie:

Universität Stuttgart
Institut für Energiewirtschaft und
Rationelle Energieanwendung (IER)
Heßbrühlstr. 49a
70565 Stuttgart

Institut für Zukunftsstudien
und Technologiebewertung (IZT)
Schopenhauerstr. 26
14129 Berlin

Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)
Institut für Agrarrelevante Klimaforschung
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

TNO Earth, Environment
and Life Sciences
P.O.Box 80015
3508 TA Utrecht, Niederlande

Freie Universität Berlin
Institut für Meteorologie
Troposphärische Umweltforschung
Carl-Heinrich-Becker-Weg 6-10
12165 Berlin

Abschlussdatum:

Dezember 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

Inhaltsübersicht

TABELLENVERZEICHNIS	6
1 EINLEITUNG	9
2 METHODE ZUR BEWERTUNG DER EINZELMAßNAHMEN	10
3 ERGEBNISSE DER BEWERTUNG DER EINZELMAßNAHMEN	11
4 BESCHREIBUNG DER IN PAREST MODELLIERTEN REALEN MAßNAHMENBÜNDEL	24
4.1 Beschreibung des Maßnahmenbündels M20 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion“	26
4.2 Beschreibung des Maßnahmenbündels M21 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_nicht-technische Maßnahmen“	30
4.3 Beschreibung des Maßnahmenbündels M22 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_technische Maßnahmen“	31
4.4 Beschreibung des Maßnahmenbündels M23 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Landwirtschaft“	34
4.5 Beschreibung des Maßnahmenbündels M24 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Lösemittelanwendung“	35
4.6 Beschreibung des Maßnahmenbündels M25 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Kleinfeuerungsanlagen“	36
4.7 Beschreibung des Maßnahmenbündels M26 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Großfeuerungsanlagen“	37
4.8 Beschreibung des Maßnahmenbündels M27 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Produktionsprozesse“	38
4.9 Beschreibung des Maßnahmenbündels M28 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Straßenverkehr“	39
4.10 Beschreibung des Maßnahmenbündels M29 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Andere Mobile Quellen“	40
4.11 Beschreibung des Maßnahmenbündels M30 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Landwirtschaft_Nicht-technische_Maßnahmen“	41
4.12 Beschreibung des Maßnahmenbündels M31 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Landwirtschaft_Technische_Maßnahmen“	42
4.13 Beschreibung des Maßnahmenbündels M32 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Straßenverkehr Technische_Maßnahmen“	42
4.14 Beschreibung des Maßnahmenbündels M33 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Straßenverkehr_Nicht-technische Maßnahmen“	43
4.15 Beschreibung des Maßnahmenbündels M34 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Andere mobile Quellen _Technische Maßnahmen“	44

4.16	Beschreibung des Maßnahmenbündels M35 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Andere mobile Quellen _Nicht-technische Maßnahmen“	45
4.17	Beschreibung des Maßnahmenbündels M43 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Tierhaltung“	46
4.18	Beschreibung des Maßnahmenbündels M44 - Szenario „Kleinf Feuerungen_Ökodesign-Direktive“	47
4.19	Beschreibung des Maßnahmenbündels M45 - Szenario „Kleinf Feuerungen_Novellierung der 1. BImSchV“	48
4.20	Beschreibung des Maßnahmenbündels M46 - Szenario „Großfeuerungsanlagen_Implementierung der Industrieemissions-Direktive“	49
4.21	Beschreibung des Maßnahmenbündels M47 - Szenario Großfeuerungsanlagen_Implementierung der Industrieemissions-Direktive auf Grundlage von UBA-Vorschlägen“	50
4.22	Beschreibung des Maßnahmenbündels M48 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Produktionsprozesse _NO _x “	51
4.23	Beschreibung des Maßnahmenbündels M49 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Produktionsprozesse _Staub“	52
4.24	Beschreibung des Maßnahmenbündels M50 - Szenario „Tempolimit“	53
4.25	Beschreibung der modellierten Einzelmaßnahmen	54
4.26	Zusammenfassung der Charakterisierung der maßnahmenbasierten Maßnahmenbündel	54
5	SENSITIVITÄTSSZENARIEN - KLIMASCHUTZSZENARIEN	58
6	HYPOTHETISCHE SZENARIEN	62
6.1	Verringerung des Protein-Konsums der deutschen Bevölkerung – Aufklärung der Verbraucherinnen und Verbraucher („Angepasster Konsum von tierischem Eiweiß“)	62
6.2	Ersatz aller Holzfeuerungen durch Ölfeuerungen	63
6.3	Zusammenfassung	64
	REFERENZEN	65

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Identifizierte und bewertete Einzelmaßnahmen für den Sektor „Landwirtschaft“	11
Tabelle 2: Identifizierte und bewertete Einzelmaßnahmen für den Sektor „Lösemittelanwendung“	12
Tabelle 3: Identifizierte und bewertete Einzelmaßnahmen für den Sektor „Kleinfeuerungsanlagen“	12
Tabelle 4: Identifizierte und bewertete Einzelmaßnahmen für den Sektor „Produktionsprozesse“	13
Tabelle 5: Identifizierte und bewertete Einzelmaßnahmen für den Sektor „Großfeuerungsanlagen“	14
Tabelle 6: Identifizierte und bewertete Einzelmaßnahmen für den Sektor „Straßenverkehr“	15
Tabelle 7: Identifizierte und bewertete Einzelmaßnahmen für den Sektor „Andere mobile Quellen“	15
Tabelle 8: Minderungspotenziale und Kosten der Einzelmaßnahmen für den Sektor Landwirtschaft (Die Potenziale sind zum Teil nicht addierbar)	17
Tabelle 9: Minderungspotenziale und Kosten der Einzelmaßnahmen für den Sektor Lösemittelanwendung	18
Tabelle 10: Minderungspotenziale und Kosten der Einzelmaßnahmen für den Sektor Kleinfeuerungsanlagen (Die Potenziale sind zum Teil nicht addierbar)	19
Tabelle 11: Minderungspotenziale und Kosten der Einzelmaßnahmen für den Sektor Produktionsprozesse	20
Tabelle 12: Minderungspotenziale und Kosten der Einzelmaßnahmen für den Sektor Großfeuerungsanlagen (Die Potenziale sind zum Teil nicht addierbar)	21
Tabelle 13: Minderungspotenziale und Kosten der Einzelmaßnahmen für den Sektor Straßenverkehr	22
Tabelle 14: Minderungspotenziale und Kosten der Einzelmaßnahmen für den Sektor „Andere mobile Quellen“. n.q.= nicht quantifizierbar	23
Tabelle 15: Maßnahmenbündelbasierte Minderungsszenarien	25
Tabelle 16: Im Maßnahmenbündel M20 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion“ enthaltene Maßnahmen	26
Tabelle 17: Im Maßnahmenbündel M21 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_nicht-technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen	30
Tabelle 18: Im Maßnahmenbündel M22 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen	31
Tabelle 19: Im Maßnahmenbündel M23 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Landwirtschaft“ enthaltene Maßnahmen	34
Tabelle 20: Im Maßnahmenbündel M24 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Lösemittelanwendung“ enthaltene Maßnahmen	35

Tabelle 21: Im Maßnahmenbündel M25 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_ Kleinfeuerungsanlagen“ enthaltene Maßnahmen	36
Tabelle 22: Im Maßnahmenbündel M26 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_ Großfeuerungsanlagen“ enthaltene Maßnahmen	37
Tabelle 23: Im Maßnahmenbündel M27 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_ Produktionsprozesse“ enthaltene Maßnahmen	38
Tabelle 24: Im Maßnahmenbündel M28 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_ Straßenverkehr“ enthaltene Maßnahmen	39
Tabelle 25: Im Maßnahmenbündel M29 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_ Andere mobile Quellen“ enthaltene Maßnahmen	40
Tabelle 26: Im Maßnahmenbündel M30 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_ Landwirtschaft_nicht-technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen	41
Tabelle 27: Im Maßnahmenbündel M31 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_ Landwirtschaft_technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen	42
Tabelle 28: Im Maßnahmenbündel M32 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_ Straßenverkehr_technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen	42
Tabelle 29: Im Maßnahmenbündel M33 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_ Straßenverkehr_nicht-technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen	43
Tabelle 30: Im Maßnahmenbündel M34 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_ Andere mobile Quellen_technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen	44
Tabelle 31: Im Maßnahmenbündel M35 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Andere mobile Quellen_technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen	45
Tabelle 32: Im Maßnahmenbündel M43 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_ Landwirtschaft_Tierhaltung“ enthaltene Maßnahmen	46
Tabelle 33: Im Maßnahmenbündel M44 - Szenario „Kleinfeuerungen_ Ökode- sign- Direktive“ enthaltene Maßnahmen	47
Tabelle 34: Im Maßnahmenbündel M45 - Szenario „Kleinfeuerungen_Novellierung der 1. BImSchV“ enthaltene Maßnahmen	48
Tabelle 35: Im Maßnahmenbündel M46 - Szenario „Großfeuerungsanlagen_ Implementierung der Industrieemissions-Direktive“ enthaltene Maßnahmen	49
Tabelle 36: Im Maßnahmenbündel M47 - Szenario „Großfeuerungsanlagen_ Implement- ierung der Industrieemissions-Direktive auf Grundlage von UBA-Vorschlägen“ enthaltene Maßnahmen	50
Tabelle 37: Im Maßnahmenbündel M48 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion Produktionsprozesse_NO _x “ enthaltene Maßnahmen	51
Tabelle 38: Im Maßnahmenbündel M49 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion Produktionsprozesse_Staub“ enthaltene Maßnahmen	52
Tabelle 39: Im Maßnahmenbündel M50 - Szenario „Tempolimit“ enthaltene Maß- nahmen	53
Tabelle 40: Im Rahmen von PAREST modellierte Einzelmaßnahmen	54
Tabelle 41: Maßnahmenbündelbasierte Minderungsszenarien - Berücksichtigte Einzelmaßnahmen	55

Tabelle 42: Minderungspotenziale der auf Maßnahmenbündeln basierenden Minderungsszenarien für das Bezugsjahr 2020	56
Tabelle 43: Kosten der maßnahmenbasierten Maßnahmenbündel	57
Tabelle 44: Emissionen im PAREST-Referenzszenario für das Jahr 2020 und im Vergleich dazu die sektorweise aufgelösten Emissionen im MWMS- Klimaschutzszenario für 2020.....	60
Tabelle 45: Minderungspotenziale des MWMS-Klimaschutzszenarios und dessen Kombination mit den PAREST-Maßnahmenbündeln M20, M23 und M25 gegenüber dem PAREST-Referenzszenario für das Bezugsjahr 2020	61
Tabelle 46: Herleitung der Differenz der Emissionsfrachten für das hypothetische Szenario, das im Referenzjahr 2020 alle „Kleinfeuerungsanlagen in Privathaushalten mit einer Feuerungswärmeleistung < 50 MW“ mit dem Energieträger „naturbelassenes Brennholz“ durch Ölfeuerungen ersetzt.....	63

1 Einleitung

In diesem Bericht werden die im Rahmen von PAREST modellierten „realen“ Maßnahmenbündel beschrieben. Darüber hinaus werden auch die hypothetischen Maßnahmenbündel

- Reduzierter Konsum von tierischem Eiweiß
- Der Ersatz von Holzfeuerungen durch Ölfeuerungen sowie
- Die Kombination von Klimaschutzszenarien mit realen Maßnahmenbündeln

beschrieben.

Die Beschreibung der Maßnahmenbündel basiert insbesondere auf Theloke et al. (2010a), Dämmgen et al. (2008), Jörß & Degel (2010). Im Rahmen dieses Berichtes werden jeweils die in den Maßnahmenbündeln berücksichtigten Maßnahmen genau spezifiziert sowie die Gesamtminderungspotenziale gegenüber Jörß et al. (2010) und die Kosten auf Grundlage von Theloke et al. (2010a) und Kuhn et al. (2010) quantifiziert. Es werden jeweils die Kosten ohne und mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten angegeben.

2 Methode zur Bewertung der Einzelmaßnahmen

Um Einzelmaßnahmen zu bewerten, wurden die Maßnahmen in weitgehend einheitlicher Weise beschrieben. Dazu wurden für alle Einzelmaßnahmen Maßnahmenblätter erstellt, die systematisch folgende Punkte enthalten:

- Titel der Maßnahme
- Kurzbeschreibung der Maßnahme
- Quantifizierung des Minderungspotenzials
- Ansatz
- Stand der Umsetzung
- Kosten der Maßnahme
- Synergien/Wechselwirkungen mit anderen Umweltzielen (bspw. Klimaschutz)

Eine ausführliche Beschreibung aller Maßnahmen ist in Theloke et al. (2010) zu finden. Darin wird die Herleitung der Minderungspotenziale, die zur Modellierung der Konzentrationen verwendet wurden, detailliert dargestellt. In Theloke et al. (2010) wird auch die Herleitung der quantifizierten Gesamtkosten der Maßnahmen beschrieben. Zusätzlich wurden in Kuhn et al. (2010) aufgrund einzelner Maßnahmen entstehende Nutzenverluste mit Kosten belegt. Zur Ermittlung der Kosten einzelner Maßnahmen wurden die technischen Kosten in Kombination mit den Kosten, die maßnahmenspezifischen Nutzenverlusten zuzuordnen sind, betrachtet.

3 Ergebnisse der Bewertung der Einzelmaßnahmen

Es wurden insgesamt 75 Einzelmaßnahmen ausgewählt. Die in Tabelle 1 bis Tabelle 7 dargestellten Maßnahmen aus den betrachteten Sektoren Landwirtschaft (Tabelle 1), Lösemittelanwendung (Tabelle 2), Kleinf Feuerungsanlagen (Tabelle 3), Produktionsprozesse (Tabelle 4), Großfeuerungsanlagen (Tabelle 5), Straßenverkehr (Tabelle 6) und andere mobile Quellen (Tabelle 7) wurden in enger Abstimmung mit den Fachverantwortlichen des Umweltbundesamtes identifiziert und bewertet.

Tabelle 1: Identifizierte und bewertete Einzelmaßnahmen für den Sektor „Landwirtschaft“

	Sektor	Subsektor	Maßnahmentitel
A001	Landwirtschaft	Tierhaltung	Anpassung der Milcheiweißgehalte an ein verändertes Verbraucherverhalten
A002	Landwirtschaft	Tierhaltung	Verkürzung der Mastdauer bei Mastbullen
A003	Landwirtschaft	Tierhaltung	Verkürzung der Mastdauer bei Mastschweinen
A004	Landwirtschaft	Tierhaltung	Verkürzung der Mastdauer bei Masthähnchen und -hühnchen
A005	Landwirtschaft	Tierhaltung	Verringerter Aufenthalt im Stall- Verlängerung des Weidegangs bei Milchkühen
A006	Landwirtschaft	Tierhaltung	Umstellung auf Festmistverfahren
A007	Landwirtschaft	Tierhaltung	Einsatz von Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung
A008	Landwirtschaft	Tierhaltung	Abdeckung der Wirtschaftsdüngerlager
A009	Landwirtschaft	Tierhaltung	Veränderung der Ausbringtechnik und Verringerung der Zeit bis zur Einarbeitung
A010	Landwirtschaft	Pflanzenbau	Anpassung der Düngermengen an den Düngerbedarf
A011	Landwirtschaft	Pflanzenbau	Verringerter Einsatz von Harnstoffdüngern
A012	Landwirtschaft	Pflanzenbau	Maßnahme: Kombination von Düngung nach Empfehlung und verringertem Einsatz von Harnstoff-Düngern
A013	Landwirtschaft	Pflanzenbau	Einsatz von Leguminosen zur N-Versorgung der Pflanzenbestände

Tabelle 2: Identifizierte und bewertete Einzelmaßnahmen für den Sektor „Lösemittelanwendung“

	Sektor	Subsektor	Maßnahmentitel
L001	Lösemittelanwendung	Aerosolsprays	Reduktion der NMVOC-Emissionen aus Aerosolspray-Anwendungen
L002	Lösemittelanwendung	Bogenoffsetdruck	Reduktion der NMVOC-Emissionen aus Bogenoffsetdruck
L003	Lösemittelanwendung	Oberflächenreinigung	Reduktion der NMVOC-Emissionen aus Oberflächenreinigungsprozessen
L004	Lösemittelanwendung	Maschinenbau	Reduktion der NMVOC-Emissionen aus dem Maschinenbau
L005	Lösemittelanwendung	Schreinerhandwerk	Reduktion der NMVOC-Emissionen im Schreinerhandwerk
L006	Lösemittelanwendung	Siebdruck	Reduktion der NMVOC-Emissionen im Siebdruck

Tabelle 3: Identifizierte und bewertete Einzelmaßnahmen für den Sektor „Kleinf Feuerungsanlagen“

	Sektor	Subsektor	Maßnahmentitel
K001	Kleinf Feuerungsanlagen	Erdgasfeuerungen	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für NO _x bei gasbefeuerter Kleinf Feuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Novellierung der 1. BImSchV
K002	Kleinf Feuerungsanlagen	Erdgasfeuerungen	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für NO _x bei gasbefeuerter Kleinf Feuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Ökodesign-Richtlinie
K003	Kleinf Feuerungsanlagen	Holzfeuerungen	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für Staub bei Kleinf Feuerungsanlagen mit festen Brennstoffen im Rahmen der geplanten Novellierung der 1. BImSchV
K004	Kleinf Feuerungsanlagen	Ölfeuerungen	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für NO _x bei ölbefeuerter Kleinf Feuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Novellierung der 1. BImSchV
K005	Kleinf Feuerungsanlagen	Ölfeuerungen	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für NO _x bei ölbefeuerter Kleinf Feuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Ökodesign-Richtlinie

Tabelle 4: Identifizierte und bewertete Einzelmaßnahmen für den Sektor „Produktionsprozesse“

	Sektor	Subsektor	Maßnahmentitel
P001	Industrieprozesse	Zement	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 200 mg/Nm ³ für alle Anlagen zur Herstellung von Zement
P002	Industrieprozesse	Glas	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 500 mg/Nm ³ für Anlagen zur Herstellung von Glas
P003	Industrieprozesse	Sinter	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 100 mg/Nm ³ für Sinteranlagen
P004	Industrieprozesse	Walzstahl	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 200 mg/Nm ³ für Anlagen zur Herstellung von Walzstahl
P005	Industrieprozesse	Sinter	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für SO ₂ auf < 100 mg/Nm ³ für Sinteranlagen
P006	Industrieprozesse	Schwefelsäureherstellung	Absenkung der SO ₂ -Emissionsgrenzwertes durch sekundäre Abgasreinigungseinrichtung bei Doppelkontakthanlagen
P007	Industrieprozesse	Zement	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Staub auf < 10 mg/Nm ³ für alle Anlagen zur Herstellung von Zement
P008	Industrieprozesse	Glas	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Staub auf < 10 mg/Nm ³ für alle Anlagen zur Glasherstellung
P009	Industrieprozesse	Sinter	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Staub auf < 10 mg/Nm ³ für Sinteranlagen
P0010	Industrieprozesse	Düngemittelproduktion	Absenkung der NH ₃ Emissionsgrenzwertes auf <45 mg/Nm ³ Herstellung stickstoffhaltiger Düngemittel

Tabelle 5: Identifizierte und bewertete Einzelmaßnahmen für den Sektor „Großfeuerungsanlagen“

	Sektor	Subsektor	Maßnahmentitel
G001	Großfeuerungsanlagen	Kohlefeuerungen 50-100MW	Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen 50-100 MW IED-Richtlinie
G002	Großfeuerungsanlagen	Kohlefeuerungen>100MW	Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen > 100 MW FWL IED-Richtlinie
G003	Großfeuerungsanlagen	Kohlefeuerungen>50-100MW	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen 50-100 MW IED-Richtlinie.
G004	Großfeuerungsanlagen	Kohlefeuerungen>100MW	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen >100 MW IED-Richtlinie.
G005	Großfeuerungsanlagen	Kohlefeuerungen>50-100MW	Verschärfung des Staub-Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen 50-100 MW IED-Richtlinie
G006	Großfeuerungsanlagen	Kohlefeuerungen>100MW	Verschärfung des Staub-Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen >100 MW IED-Richtlinie
G007	Großfeuerungsanlagen	Kohlefeuerungen>50-100MW	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des Staub-Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen 50-100 MW IED-Richtlinie.
G008	Großfeuerungsanlagen	Kohlefeuerungen>100MW	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des Staub-Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen >100 MW IED-Richtlinie.
G009	Großfeuerungsanlagen	Kohlefeuerungen>50MW	Absenkung des Staub-Emissionsgrenzwertes von 20 mg/Nm ³ auf 10 mg/Nm ³ im Tagesmittel sowohl für bestehende als auch für neue kohlegefeuerte Großfeuerungsanlagen >50 MW FWL
G010	Großfeuerungsanlagen	Kohlefeuerungen 50-100MW	Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen 50-100 MW IED-Richtlinie
G011	Großfeuerungsanlagen	Kohlefeuerungen>100MW	Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen >100 MW IED-Richtlinie
G012	Großfeuerungsanlagen	Kohlefeuerungen 50-100MW	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen 50-100 MW IED-Richtlinie.
G013	Großfeuerungsanlagen	Kohlefeuerungen>100MW	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen > 100 MW IED-Richtlinie.
G014	Großfeuerungsanlagen	Erdgaskesself Feuerungen >50 MW	Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes für Erdgaskesself Feuerungen >50 IED-Richtlinie
G015	Großfeuerungsanlagen	Erdgaskesself Feuerungen >50 MW	Absenkung des NO _x -Emissionsgrenzwertes auf 20 mg/Nm ³ im Jahresmittel für Erdgaskesself Feuerungen >50 MW
G016	Großfeuerungsanlagen	Gasturbinen_Erdgas>50MW	Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes für erdgasgefeuerte Gasturbinen > 50 MW IED-Richtlinie
G017	Großfeuerungsanlagen	Gasturbinen_Erdgas>50MW	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes für erdgasgefeuerte Gasturbinen >50 MW IED-Richtlinie
G018	Großfeuerungsanlagen	Ölkesself Feuerungen>50MW	Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei Ölkesself Feuerungen > 50 MW IED-Richtlinie
G019	Großfeuerungsanlagen	Ölkesself Feuerungen>50MW	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei Ölkesself Feuerungen >50 MW IED-Richtlinie.

Tabelle 6: Identifizierte und bewertete Einzelmaßnahmen für den Sektor „Straßenverkehr“

	Sektor	Subsektor	Maßnahmentitel
V001	Straßenverkehr	MZR	Grenzwert für Verdunstungsemissionen bei motorisierten Zweirädern
V002	Straßenverkehr	Pkw	Förderung der Nachrüstung von Pkw mit Dieselpartikelfiltern
V003	Straßenverkehr	Pkw AB	Tempolimit 120 km/h auf Bundesautobahnen
V004	Straßenverkehr	Pkw AO	Tempolimit von 80 km/h auf Bundesstrassen
V005	Straßenverkehr	Pkw	Angleichung der Mineralölsteuersätze von Diesel an Ottokraftstoff
V006	Straßenverkehr	Pkw, LNf, SNF io	Gebietsbezogene Verkehrsverbote für bestimmte Fahrzeuggruppen (Umweltzonen)
V007	Straßenverkehr	Pkw, LNf, SNF io	Tempolimits innerorts
V008	Straßenverkehr	Pkw io	Verlagerung von Pkw-Fahrten innerorts aufs Fahrrad
V009	Straßenverkehr	Pkw, LNf, SNF	Förderprogramm zum kraftstoffsparenden Fahren
V010	Straßenverkehr	Pkw, LNf, SNF	Förderung der Nutzung von Leichtlaufölen
V011	Straßenverkehr	Pkw, LNf, SNF	Förderung der Nutzung von Leichtlaufreifen
V012	Straßenverkehr	SNF	Nachrüstung von schweren Nutzfahrzeugen mit SCR

Tabelle 7: Identifizierte und bewertete Einzelmaßnahmen für den Sektor „Andere mobile Quellen“

	Sektor	Subsektor	Maßnahmentitel
MM001	Sonstiger Verkehr	Off-Road Diesel	Fortschreibung der Grenzwerte für mobile Maschinen und Geräte (Dieselmotoren)
MM002	Sonstiger Verkehr	Off-Road Otto	Fortschreibung der Grenzwerte für mobile Maschinen und Geräte (Ottomotoren)
MM003	Sonstiger Verkehr	Off-Road Flüssiggas	Grenzwerte für Fremdzündungsmotoren > 18kW in mobilen Maschinen
MM004	Sonstiger Verkehr	Off-Road Otto	Grenzwert für Verdunstungsemissionen bei mobilen Maschinen
MM005	Sonstiger Verkehr	Off-Road Otto	Nutzungsbeschränkungen für hoch emittierende Baumaschinen in innerstädtischen Gebieten
MM006	Sonstiger Verkehr	Schienenverkehr	Weiterentwicklung der Grenzwerte für Diesellokomotiven
MM007	Sonstiger Verkehr	Schienenverkehr	Differenzierung der Trassenpreise im Schienenverkehr
MM008	Sonstiger Verkehr	Binnenschiff	Weiterentwicklung der Grenzwerte in der Binnenschifffahrt
MM009	Sonstiger Verkehr	Flugverkehr	Kosteninternalisierung im Flugverkehr (Kerosinsteuer und Einbeziehung in den Emissionshandel)
MM010	Sonstiger Verkehr	Flugverkehr	Emissionsabhängige Landeentgelte im Flugverkehr

Für die in Tabelle 1 bis Tabelle 7 dargestellten Maßnahmen wurden in Theloke et al. (2010a), soweit möglich, Minderungspotenziale für die Jahre 2010, 2015 und 2020 gegenüber dem in Jörß et al. (2010) beschriebenen PAREST-Referenzszenario quantifiziert.

In Tabelle 8 bis Tabelle 14 sind nur die Ergebnisse für das Referenzjahr 2020 dargestellt, da dieses Bezugsjahr den Fokus der Modellierung darstellte.

In Tabelle 8 bis Tabelle 14 sind die auf Grundlage von Dämmgen et al. (2008), Jörß et al. (2010), Theloke et al. (2010) und Kuhn et al. (2010) berechneten Minderungspotenziale und Kosten der betrachteten Maßnahmen zusammengestellt. Insbesondere die abgeschätzten Kosten geben lediglich eine Größenordnung der voraussichtlichen Minderungskosten der Maßnahme wieder und sind mit erheblichen Unsicherheiten behaftet, die im Rahmen des PAREST-Projekts aber nicht abgeschätzt wurden. Die Größenordnung der spezifischen Maßnahmenkosten wird jedoch als plausibel betrachtet. Allerdings ist hierbei zu berücksichtigen, dass die Maßnahmenkosten zum Teil von der Höhe des abgeschätzten Minderungspotenzials abhängig sind.

In Tabelle 8 bis Tabelle 14 sind die Kosten der einzelnen Maßnahmen in zwei Spalten dargestellt. Diese unterscheiden sich insofern, als das in der einen Spalte „Kosten ohne Nutzenverluste“ lediglich die „technischen“ Kosten der Maßnahme berücksichtigt sind. Darunter werden z.B. auch Kosten für die Beschilderung sowie für Informationskampagnen bei so genannten „nicht-technischen“ Maßnahmen (z.B. Tempolimit, innerorts) gefasst. In der anderen Spalte sind zusätzlich Nutzenverluste berücksichtigt. Dabei wurden in Kuhn et al. (2010) insbesondere Zeitverluste und Komfortverluste betrachtet. Eine Bewertung des Nutzens (Benefits) wurde hier nicht durchgeführt, da keine Auswirkungen auf externe Kosten berücksichtigt wurden. Daher wurden z.B. auch keine Auswirkungen auf die Lärmbelastung der Bevölkerung durch verkehrliche Maßnahmen erfasst. Es wurden bei den Tempolimit-Maßnahmen ebenfalls keine Auswirkungen auf das Unfallrisiko berücksichtigt. Im Rahmen von Sensitivitätsrechnungen wurde festgestellt, dass die aufgrund von Maßnahmen verursachten Zeitverluste, alle anderen Effekte um Größenordnungen übersteigen.

Tabelle 8: Minderungspotenziale und Kosten der Einzelmaßnahmen für den Sektor Landwirtschaft (Die Potenziale sind zum Teil nicht addierbar)

	Maßnahmen- kurzbeschreibung	Minderung 2020 gegenüber dem Referenzszenario [t]						Kosten [10 ⁶ Euro 2000] (ohne Nutzenverluste)	Kosten [10 ⁶ Euro 2000] (mit Nutzenverlusten)
		NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM10	PM2.5		
A001	Anpassung der Milcheiweißgehalte				5.000	0	0	0	0
A002	Verkürzung Mastdauer – Mastbullen				0	0	0	0	0
A003	Verkürzung Mastdauer– Mastschweine				0	0	0	0	0
A004	Verkürzung Mastdauer Masthähnchen +hühnchen				0	0	0	0	0
A005	Verringerter Aufenthalt im Stall-Verlängerung des Weidegangs bei Milchkühen				4.000	20	10	0	0
A006	Umstellung auf Festmistverfahren				6.000	-100	-50	192	192
A007	Abluftreinigungsanlagen- Schweinehaltung				20.000	3.000	400	32	32
A008	Abdeckung Wirtschaftsdüngerlager				5.000	0	0	13	13
A009	Veränderung der Ausbringtontechnik und Verringerung der Zeit bis zur Einarbeitung				20.000	0	0	0	0
A010	Anpassung der Düngermengen an den Düngerbedarf				25.000	0	0	0	0
A011	Verringerter Einsatz von Harnstoffdüngern				30.000	0	0	3,6	3,6
A012	Maßnahme: Kombination von A010 & A011				40.000	0	0	3,6	3,6
A013	Einsatz von Leguminosen zur N-Versorgung der Pflanzenbestände				0	0	0	n.q	n.q

Tabelle 9: Minderungspotenziale und Kosten der Einzelmaßnahmen für den Sektor Lösemittelanwendung

	Maßnahmen- urzbeschreibung	Minderung 2020 gegenüber dem Referenzszenario [t]						Kosten [10 ⁶ Euro 2000] (ohne Nutzenverluste)	Kosten [10 ⁶ Euro 2000] (mit Nutzenverlusten)
		NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM10	PM2.5		
L001	NM VOC-Emissionen aus Aerosolspray- Anwendungen	15.284						8	8
L002	NM VOC-Emissionen aus Bogenoffsetdruck	19.105						191	191
L003	NM VOC-Emissionen aus Oberflächenreinigung	12.980						0	0
L004	NM VOC-Emissionen aus dem Maschinenbau	12.768						128	128
L005	NM VOC-Emissionen im Schreinerhandwerk	7.980						0	0
L006	NM VOC-Emissionen im Siebdruck	4.585						46	46

Tabelle 10: Minderungspotenziale und Kosten der Einzelmaßnahmen für den Sektor Kleinf Feuerungsanlagen (Die Potenziale sind zum Teil nicht addierbar)

	Maßnahmen- Kurzbeschreibung	Minderung 2020 gegenüber dem Referenzszenario [t]						Kosten [10 ⁶ Euro ₂₀₀₀] (ohne Nutzenverluste)	Kosten [10 ⁶ Euro ₂₀₀₀] (mit Nutzenverlusten)
		NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM10	PM2.5		
K001	NO _x bei gasbefeuelten Kleinf Feuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Novellierung der 1. BImSchV		2.855					158	158
K002	NO _x bei gasbefeuelten Kleinf Feuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Ökodesign-Richtlinie		5.856					475	475
K003	Staub bei Kleinf Feuerungsanlagen mit festen Brennstoffen im Rahmen der geplanten Novellierung der 1. BImSchV					9.913	9.180	580	580
K004	NO _x bei ölbefeuelten Kleinf Feuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Novellierung der 1. BImSchV		828					97	97
K005	NO _x bei ölbefeuelten Kleinf Feuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Ökodesign-Richtlinie		6.417					292	292

Tabelle 11: Minderungspotenziale und Kosten der Einzelmaßnahmen für den Sektor Produktionsprozesse

	Maßnahmen-Kurzbeschreibung	Minderung 2020 gegenüber dem Referenzszenario [t]						Kosten [10 ⁶ Euro 2000] (ohne Nutzenverluste)	Kosten [10 ⁶ Euro 2000] (mit Nutzenverlusten)
		NM/VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM10	PM25		
P001	Emissionsgrenzwert für NO _x auf < 200 mg/Nm ³ -Herstellung von Zement		12.332					39,7	39,7
P002	Emissionsgrenzwert für NO _x auf < 500 mg/Nm ³ Herstellung von Glas		4.221					15,8	15,8
P003	Emissionsgrenzwert für NO _x auf < 100 mg/Nm ³ Sinteranlagen		7.435					54,9	54,9
P004	Emissionsgrenzwert für NO _x auf < 200 mg/Nm ³ Herstellung von Walzstahl		6.072					94,5	94,5
P005	Emissionsgrenzwert für SO ₂ auf < 100 mg/Nm ³ Sinteranlagen			18.362				59,9	59,9
P006	SO ₂ -Emissionsgrenzwert durch sekundäre Abgasreinigungseinrichtung bei Doppelkontaktanlagen_Schwefelsäureherstellung			3.199				9,5	9,5
P007	Emissionsgrenzwert für Staub auf < 10 mg/Nm ³ Zementherstellung					769	701	44,9	44,9
P008	Emissionsgrenzwert Staub auf < 10 mg/Nm ³ Glasherstellung					266	156	29,2	29,2
P009	Emissionsgrenzwert für Staub auf < 10 mg/Nm ³ Sinteranlagen					3.713	1.228	48,3	48,3
P010	Absenkung der NH ₃ Emissionsgrenzwertes auf <45 mg/Nm ³ Herstellung stickstoffhaltiger Düngemittel				1.103			Keine	Keine

Tabelle 12: Minderungspotenziale und Kosten der Einzelmaßnahmen für den Sektor Großfeuerungsanlagen (Die Potenziale sind zum Teil nicht addierbar)

	Maßnahmen-Kurzbeschreibung	Minderung 2020 gegenüber dem Referenzszenario [t]				Kosten ohne Nutzenverluste	Kosten mit Nutzenverlusten
		NO _x	SO ₂	PM10	PM25	[10 ⁶ Euro 2000]	
G001	NO _x -Emissionsgrenzwert bei kohle-gefeuerten Großfeuerungsanlagen 50-100 MW-IED	467				0,3	0,3
G002	NO _x -Emissionsgrenzwert bei kohle-gefeuerten Großfeuerungsanlagen > 100 MW FWL-IED	11.180				50	50
G003	NO _x -Emissionsgrenzwertes bei kohle-gefeuerten Großfeuerungsanlagen 50-100 MW IED (UBA)	467				0,3	0,3
G004	NO _x -Emissionsgrenzwert bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen >100 MW -IED-(UBA)	11.996				49,4	49,4
G005	Staub-Emissionsgrenzwert bei kohlege-feuerten Großfeuerungsanlagen 50-100 MW – IED			k.M		Keine	
G006	Staub-Emissionsgrenzwert bei kohlege-feuerten Großfeuerungsanlagen >100 MW – IED			k.M		Keine	
G007	Staub-Emissionsgrenzwert bei kohlege-feuerten Großfeuerungsanlagen 50-100 MW - IED (UBA-Vorschlag)			k.M		Keine	
G008	Staub-Emissionsgrenzwert bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen >100 - IED-Richtlinie (UBA-Vorschlag)			k.M		Keine	
G009	Staub-Emissionsgrenzwert von 10 mg/Nm ³ für kohlegefeuerte Großfeuerungsanlagen >50 MW FWL			3.493	3.105	7,2	7,2
G010	SO ₂ -Emissionsgrenzwert bei kohlege-feuerten Großfeuerungsanlagen 50-100 MW - IED		1.163			2,3	2,3
G011	SO ₂ -Emissionsgrenzwert bei kohlege-feuerten Großfeuerungsanlagen >100 MW - IED		83.780			20	20
G012	SO ₂ -Emissionsgrenzwert bei kohlege-feuerten Großfeuerungsanlagen 50-100 MW - IED- (UBA-Vorschlag)		890			2	2
G013	SO ₂ -Emissionsgrenzwert bei kohlege-feuerten Großfeuerungsanlagen > 100 IED-Richtlinie (UBA-Vorschlag)		85.773			20	20
G014	NO _x -Emissionsgrenzwert für Erdgaskesselfeuerungen >50 MW – IED	3.169				22	22
G015	NO _x -Emissionsgrenzwert 20 mg/Nm ³ im Jahresmittel für Erdgaskesselfeuerungen >50 MW	7.202				97	97
G016	NO _x -Emissionsgrenzwert für erdgasge-feuerte Gasturbinen > 50 MW IED	9.900				32	32
G017	NO _x -Emissionsgrenzwertes für erdgasge-feuerte Gasturbinen >50 MW - IED (UBA-Vorschlag)	17.319				144	144
G018	SO ₂ -Emissions-grenzwert bei Ölkessel-feuerungen > 50 MW - IED		k.M			Keine	
G019	SO ₂ -Emissionsgrenzwert bei Ölkessel-feuerungen >50 MW - IED (UBA-Vorschlag)		1.346			26	26

Tabelle 13: Minderungspotenziale und Kosten der Einzelmaßnahmen für den Sektor Straßenverkehr

	Maßnahmen- kurzbeschreibung	Minderung 2020 gegenüber dem Referenzszenario [t]						Kosten [10 ⁶ Euro ₂₀₀₀] (ohne Nutzenverluste)	Kosten [10 ⁶ Euro ₂₀₀₀] (mit Nutzenverlusten)
		NM _{VOC}	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}		
V001	Grenzwert für Verdunstungsemissionen motorisierte Zweiräder	2.789	0	0	0	0	0	103	103
V002	Förderung der Nachrüstung von Pkw mit Dieselpartikelfiltern	0	0	-100	0	8	8	3.8	3,8
V003	Tempolimit 120 km/h Bundesautobahnen	317	4.344	14	0	21	21	-490	-10.4
V004	Tempolimit 80 km/h Bundesstrassen	129	1.156	5	0	9	9	-423	4.377
V005	Angleichung der Mineralölsteuersätze von Diesel an Ottokraftstoff	1.460	6.100	0	0	1.540	380	-243	-243
V006	Umweltzonen	Nur für ausgewählte Gebiete berechnet							
V007	Tempolimits innerorts	0	0	0	0	571	134	34	30.334
V008	Verlagerung von Pkw-Fahrten innerorts aufs Fahrrad	1.013	901	7	59	529	134	-0.2	51
V009	Förderprogramm zum kraftstoffsparenden Fahren	152	878	4	19	13	13	-94	-94
V010	Förderung der Nutzung von Leichtlaufölen	574	1.597	16	75	21	21	3	3
V011	Förderung der Nutzung von Leichtlaufreifen	574	1.597	16	75	21	21	7	7
V012	Nachrüstung von schweren Nutzfahrzeugen mit SCR	0	4.751	0	0	0	0	93	93

Tabelle 14: Minderungspotenziale und Kosten der Einzelmaßnahmen für den Sektor „Andere mobile Quellen“. n.q.= nicht quantifizierbar

	Maßnahmen- kurzbeschreibung	Minderung 2020 gegenüber dem Referenzszenario [t]						Kosten [10 ⁶ Euro ₂₀₀₀] (ohne Nutzenverluste)	Kosten [10 ⁶ Euro ₂₀₀₀] (mit Nutzenverlusten)
		NMVO	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2.5}		
MM001	Fortschreibung der Grenzwerte für mobile Maschinen und Geräte (Dieselmotoren)	0	340	0	0	19	19	32	32
MM002	Fortschreibung der Grenzwerte für mobile Maschinen und Geräte (Ottomotoren)	6.814	680	0	0	0	0	22	22
MM003	Grenzwerte für Fremdzündungsmotoren >18kW in mobilen Maschinen	36	1.680	0	0	0	0	0,4	0,4
MM004	Grenzwert für Verdunstungsemissionen bei mobilen Maschinen	6.744	0	0	0	0	0	2	2
MM005	Nutzungsbeschränkungen für hoch emittierende Baumaschinen in innerstädtischen Gebieten	0	0	0	0	0	0	0	0
MM006	Grenzwerte für Diesellokomotiven	0	1.362	0	0	43	43	6.0	6.0
MM007	Differenzierung der Trassenpreise im Schienenverkehr	0	4.191	0	0	32	32	0	0
MM008	Weiterentwicklung der Grenzwerte in der Binnenschifffahrt	0	4.198	0	0	280	280	65	65
MM009	Kosteninternalisierung im Flugverkehr	1.700	11.000	400	200	100	100	0	28
MM010	Emissionsabhängige Landeentgelte im Flugverkehr	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.

4 Beschreibung der in PAREST modellierten realen Maßnahmenbündel

Es wurde auf Grundlage der identifizierten Einzelmaßnahmen eine Vielzahl von Maßnahmenbündeln generiert, die entsprechend räumlich aufgelöst, für die chemische Transport-Modellierung verwendet wurden. Auf dieser Grundlage konnten dann jeweils die immissionsseitigen Auswirkungen der Maßnahmenbündel quantifiziert werden. In **Tabelle 15** sind die modellierten maßnahmenbündelbasierten Minderungsszenarien beschrieben ^{1,2}.

¹ Die Nummerierung der Maßnahmenbündel in der Tabelle ergab sich projekthistorisch. Bei den Maßnahmenbündeln 1-19 handelt es sich um vorläufige Testmaßnahmenbündel um die Operationskette von der Emission bis zur Immission zu testen. Bei den Maßnahmenbündeln M36 bis M42 handelte es sich um hypothetische Szenarien, bei denen jeweils einzelne Quellgruppen (Straßenverkehr, Landwirtschaft, Kleinf Feuerungen usw.) auf Null hinsichtlich ihrer Emissionen gesetzt wurden. Bei den Maßnahmenbündeln M55 bis M70 handelte es sich um Sensitivitätsszenarien. Hier wurde Sensitivitäten hinsichtlich verschiedener Meteorologien, verschiedener Verkehrsmodelle, oberer und unterer Unsicherheitsbereiche, der Verwendung anderer Meteorologietreiber und der Verwendung anderer Chemie-Transportmodelle (LOTOS-EUROS, LM-MUSCAT) untersucht. Bei den Maßnahmenbündeln M71 und M72 handelte es sich um hypothetische Szenarien unter Berücksichtigung offener Verbrennungsprozesse.

² Verwendete Abkürzungen: MFR: Maximal erreichbare Reduktion; NT: Nichttechnisch; T: Technisch; A: Landwirtschaft; L: Lösemittelanwendung; K: Kleinf Feuerungen; G: Großfeuerungen; P: Produktionsprozesse; V: Straßenverkehr; MM: Mobile Maschinen; KFA: Kleinf Feuerungsanlagen; GFA: Großfeuerungsanlagen; UBA: Umweltbundesamt; IED: Industrieemissions-Direktive; IND: Industrie.

Tabelle 15: Maßnahmenbündelbasierte Minderungsszenarien

Nr.	Maßnahmenbezeichnung	Beschreibung des Maßnahmenbündels
M20	MFR_Szenario	Szenario maximal erreichbare Reduktion
M21	MFR_Szenario_NT	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Nichttechnische Maßnahmen
M22	MFR_Szenario_T	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Technische Maßnahmen
M23	MFR_Szenario_A	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Landwirtschaft
M24	MFR_Szenario_L	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Lösemittelanwendung
M25	MFR_Szenario_K	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Kleinf Feuerungen
M26	MFR_Szenario_G	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Großfeuerungen
M27	MFR_Szenario_P	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Produktionsprozesse
M28	MFR_Szenario_V	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Straßenverkehr
M29	MFR_Szenario_MM	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Andere mobile Quellen
M30	MFR_Szenario_A_NT	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Szenario Landwirtschaft_nichttechnische Maßnahmen
M31	MFR_Szenario_A_T	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Szenario Landwirtschaft_technische Maßnahmen
M32	MFR_Szenario_V_T	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Szenario Straßenverkehr_technische Maßnahmen
M33	MFR_Szenario_V_NT	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Szenario Straßenverkehr_nichttechnische Maßnahmen
M34	MFR_Szenario_MM_T	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Szenario Andere mobile Quellen_technische Maßnahmen
M35	MFR_Szenario_MM_NT	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Szenario Andere mobile Quellen_nichttechnische Maßnahmen
M43	MFR_Szenario_Tierhaltung	Szenario maximal erreichbare Reduktion_Szenario Tierhaltung
M44	Szenario_KFA_Ökodesign	Kleinf Feuerungen_Ökodesign_Direktive
M45	Szenario_KFA_1_BImSchV	Kleinf Feuerungen_1_BImSchV_Novellierung
M46	Szenario_GFA_IED	Großfeuerungen_Implementierung der Industrieemissions-Direktive
M47	Szenario_GFA_UBA_IED	Großfeuerungen_Implementierung der Industrieemissions-Direktive auf Basis der UBA-Vorschläge
M48	MFR_Szenario_IND_NO _x	Szenario maximal erreichbare Reduktion Produktionsprozesse_NO _x
M49	MFR_Szenario_IND_Staub	Szenario maximal erreichbare Reduktion Produktionsprozesse_PM
M50	Szenario_Tempolimit	Straßenverkehr_tempolimit für Autobahnen, Bundesstraßen und städtische Straßen
M51	Szenario_A012	Maßnahme: Kombination von Düngung nach Empfehlung und verringertem Einsatz von Harnstoff-Düngern
M52	Szenario_G009	Absenkung Staub-Emissionsgrenzwert auf 10 mg/Nm ³ - kohlegefeuerte Großfeuerungsanlagen >50 MW FWL
M53	Szenario_V012	Nachrüstung von schweren Nutzfahrzeugen mit SCR
M54	Szenario_MM009	Kosteninternalisierung im Flugverkehr (Kerosinsteuer und Einbeziehung in den Emissionshandel)
M73	Szenario_A007	Einsatz von Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung
M74	Szenario_A009	Veränderung der Ausbringtechnik und Verringerung der Zeit bis zur Einarbeitung

4.1 Beschreibung des Maßnahmenbündels M20 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion“

Das Maßnahmenbündel M20 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen Einzelmaßnahmen (Tabelle 16).

Tabelle 16: Im Maßnahmenbündel M20 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
10^6 €			[t]						
A001	Anpassung der Milcheiweißgehalte	0	0				5.000	0	0
A002	Verkürzung der Mastdauer bei Mastbullen	0	0				0	0	0
A003	Verkürzung der Mastdauer bei Mastschweinen	0	0				0	0	0
A004	Verkürzung der Mastdauer bei Masthähnchen und -hühnchen	0	0				0	0	0
A005	Verringerter Aufenthalt im Stall-Verlängerung des Weidegangs bei Milchkühen	0	0				4.000	10	20
A006	Umstellung auf Festmistverfahren	192	192				6.000	-50	-100
A007	Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung	32	32				20.000	400	3.000
A008	Abdeckung der Wirtschaftsdüngerlager	13	13				5.000	0	0
A009	Veränderung der Ausbringtonik und Verringerung der Zeit bis zur Einarbeitung	0	0				20.000	0	0
A012	Maßnahme: Kombination von Düngung nach Empfehlung und verringertem Einsatz von Harnstoff-Düngern	4	4				40.000	0	0
L001	Reduktion der NMVOC-Emissionen Aerosolspray-Anwendungen	8	8	15.284					
L002	Reduktion der NMVOC-Emissionen Bogenoffsetdruck	191	191	19.105					
L003	Reduktion der NMVOC-Emissionen aus Oberflächenreinigungsprozessen	0	0	12.980					
L004	Reduktion der NMVOC-Emissionen Maschinenbau	128	128	12.768					
L005	Reduktion der NMVOC-Emissionen Schreinerhandwerk	0	0	7.980					
L006	Reduktion der NMVOC-Emissionen im Siebdruck	46	46	4.585					
K002	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für NO _x bei gasbefeuelten Kleinf Feuerungsanlagen Ökodesign-Richtlinie	475	475		5.856				

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
				Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020					
		10 ⁶ €		[t]					
K003	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für Staub bei Kleinfeuerungsanlagen mit festen Brennstoffen - Novellierung der 1. BImSchV	579	579					9.180	9.913
K005	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für NO _x bei ölbefeuerten Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign-Richtlinie	292	292		6.417				
G003	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Grossfeuerungsanlagen 50-100 MW im Rahmen der geplanten Novellierung der IED-Richtlinie.	0	0		467				
G004	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Grossfeuerungsanlagen >100 MW im Rahmen der geplanten Novellierung der IED-Richtlinie.	49	49		11.996				
G009	Absenkung des Staub-Emissionsgrenzwertes von 20 mg/Nm ³ auf 10 mg/Nm ³ im Tagesmittel sowohl für bestehende als auch für neue kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen >50 MW FWL	7	7					3.105	3.493
G010	Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen 50-100 MW im Rahmen der geplanten Novellierung der IED-Richtlinie	2,4	2,4			1.163			
G013	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen > 100 MW im Rahmen der geplanten Novellierung der IED-Richtlinie.	20	20			85.773			
G015	Absenkung des NO _x -Emissionsgrenzwertes auf 20 mg/Nm ³ im Jahresmittel für Erdgaskesselfeuerungen >50 MW	97	97		7.202				
G017	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes für erdgasgefeuerte Gasturbinen >50 MW im Rahmen der geplanten Novellierung der IED-Richtlinie	144	144		17.319				

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
				Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020					
		10 ⁶ €		[t]					
G019	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei Ölkesselfeuerungen >50 MW im Rahmen der geplanten Novellierung der IED-Richtlinie.	26	26			1.346			
P001	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 200 mg/Nm ³ für alle Anlagen zur Herstellung von Zement	40	40		12.332				
P002	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 500 mg/Nm ³ für Anlagen zur Herstellung von Glas	16	16		4.221				
P003	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 100 mg/Nm ³ für Sinteranlagen	55	55		7.435				
P004	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 200 mg/Nm ³ für Anlagen zur Herstellung von Walzstahl	95	95		6.072				
P005	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für SO ₂ auf < 100 mg/Nm ³ für Sinteranlagen	60	60			18.362			
P006	Absenkung der SO ₂ -Emissionsgrenzwertes durch sekundäre Abgasreinigungseinrichtung bei Doppelkontaktanlagen	9	9			3.199			
P007	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Staub auf < 10 mg/Nm ³ für alle Anlagen zur Herstellung von Zement	45	45					701	769
P008	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Staub auf < 10 mg/Nm ³ für alle Anlagen zur Herstellung von Glas	29	29					156	266
P009	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Staub auf < 10 mg/Nm ³ für Sinteranlagen	48	48					1.228	3.713
P0010	Absenkung der NH ₃ -Emissionsgrenzwertes auf < 45mg/Nm ³ für alle Anlagen zur Düngemittelproduktion	n.q.	n.q.				1.103		
V001	Grenzwert für Verdunstungs-emissionen bei motorisierten Zweirädern	103	103	2.789	0	0	0	0	0
V002	Förderung der Nachrüstung von Pkw mit Dieselpartikelfiltern	4	4	0	0	0	0	8	8

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10 ⁶ €		[t]					
V003	Tempolimit 120 km/h auf Bundesautobahnen	-490	-10	396	5.428	18	0	27	27
V004	Tempolimit von 80 km/h auf Bundesstrassen	-423	4377	129	1.157	5	0	9	9
V005	Angleichung der Mineralölsteuersätze von Diesel an Ottokraftstoff	-244	-244	1.456	6.100	0	0	378	1.543
V007	Tempolimits innerorts	34	30334	0	0	0	0	134	571
V008	Verlagerung von Pkw-Fahrten innerorts aufs Fahrrad	-0,2	51	1.013	901	7	59	134	529
V009	Förderprogramm zum kraftstoffsparenden Fahren	-93	-93	145	403	4	19	5	5
V010	Förderung der Nutzung von Leichtlaufölen	3	3	574	1.597	16	75	21	21
V011	Förderung der Nutzung von Leichtlaufreifen	7	7	574	1.597	16	75	21	21
V012	Nachrüstung von schweren Nutzfahrzeugen mit SCR	93	93	0	4.751	0	0	0	0
MM001	Fortschreibung der Grenzwerte für mobile Maschinen und Geräte (Dieselmotoren)	32	32	0	456	0	0	21	21
MM002	Fortschreibung der Grenzwerte für mobile Maschinen und Geräte (Ottomotoren)	22	22	6.801	681	0	0	0	0
MM003	Grenzwerte für Fremdzündungsmotoren > 18kW in mobilen Maschinen	0,4	0,4	36	1.680	0	0	0	0
MM004	Grenzwert Verdunstungsemissionen bei mobilen Maschinen	1,7	1,7	6.753	0	0	0	0	0
MM006	Weiterentwicklung der Grenzwerte für Diesellokomotiven	6	6	0	1.361	0	0	43	43
MM007	Differenzierung der Trassenpreise im Schienenverkehr	0	0	0	4.220	0	0	33	33
MM008	Weiterentwicklung der Grenzwerte in der Binnenschifffahrt	65	65	0	4.293	0	0	287	287
MM009	Kosteninternalisierung im Flugverkehr	0	0	1.769	11.463	427	184	121	121
MM010	Emissionsabhängige Landeentgelte im Flugverkehr	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.
Summe		1.821	37.452	95.139	125.407	110.336	101.513	15.972	24.314

4.2 Beschreibung des Maßnahmenbündels M21 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_nicht-technische Maßnahmen“

Das Maßnahmenbündel M21 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen nicht-technischen Einzelmaßnahmen (Tabelle 17).

Tabelle 17: Im Maßnahmenbündel M21 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_nicht-technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10^6 €		[t]					
A001	Anpassung der Milcheiweißgehalte an ein verändertes Verbraucherverhalten	0	0				5.000	0	0
A002	Verkürzung der Mastdauer bei Mastbullen	0	0				0	0	0
A003	Verkürzung der Mastdauer bei Mastschweinen	0	0				0	0	0
A004	Verkürzung der Mastdauer bei Masthähnchen und -hühnchen	0	0				0	0	0
A005	Verringerter Aufenthalt im Stall-Verlängerung des Weidegangs bei Milchkühen	0	0				4.000	10	20
A006	Umstellung auf Festmistverfahren	192	192				6.000	-50	-100
A012	Maßnahme: Kombination von Düngung nach Empfehlung und verringertem Einsatz von Harnstoff-Düngern	4	4				40.000	0	0
V002	Förderung der Nachrüstung von Pkw mit Dieselpartikelfiltern	4	4	0	0	0	0	8	8
V003	Tempolimit 120 km/h auf Bundesautobahnen	-490	-10	396	5.428	18	0	27	27
V004	Tempolimit von 80 km/h auf Bundesstrassen	-423	4377	129	1.157	5	0	9	9
V005	Angleichung der Mineral-ölsteuersätze von Diesel an Ottokraftstoff	-244	-244	1.456	6.100	0	0	378	1.543
V007	Tempolimits innerorts	34	30334	0	0	0	0	134	571
V008	Verlagerung von Pkw-Fahrten innerorts aufs Fahrrad	-0,2	51	1.013	901	7	59	134	529
V009	Förderprogramm zum kraftstoffsparenden Fahren	-93	-93	145	403	4	19	5	5
V010	Förderung der Nutzung von Leichtlaufölen	3	3	574	1.597	16	75	21	21
V011	Förderung der Nutzung von Leichtlaufreifen	7	7	574	1.597	16	75	21	21
MM007	Differenzierung der Trassenpreise im Schienenverkehr	0	0	0	4.220	0	0	33	33
MM009	Kosteninternalisierung im Flugverkehr	0	27	1.769	11.463	427	184	121	121
MM010	Emissionsabhängige Landeentgelte im Flugverkehr	n.q.	n.q	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.
Summe		-1.007	34.652	6.057	32.866	493	55.411	851	2.809

4.3 Beschreibung des Maßnahmenbündels M22 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion technische Maßnahmen“

Das Maßnahmenbündel M22 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen technischen Einzelmaßnahmen (Tabelle 18).

Tabelle 18: Im Maßnahmenbündel M22 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10^6 €		[t]					
A007	Einsatz von Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung	32	32	0	0	0	20.000	400	3.000
A008	Abdeckung der Wirtschaftsdüngerlager	13	13	0	0	0	5.000	0	0
A009	Veränderung der Ausbringtechnik und Verringerung der Zeit bis Einarbeitung	0	0	0	0	0	20.000	0	0
L001	Reduktion der NMVOC-Emissionen aus Aerosolspray-Anwendungen	8	8	15.284	0	0	0	0	0
L002	Reduktion der NMVOC-Emissionen aus Bogenoffsetdruck	191	191	19.105	0	0	0	0	0
L003	Reduktion der NMVOC-Emissionen aus Oberflächenreinigungsprozessen	0	0	12.980	0	0	0	0	0
L004	Reduktion der NMVOC-Emissionen aus dem Maschinenbau	128	128	12.768	0	0	0	0	0
L005	Reduktion der NMVOC-Emissionen im Schreinerhandwerk	0	0	7.980	0	0	0	0	0
L006	Reduktion der NMVOC-Emissionen im Siebdruck	46	46	4.585	0	0	0	0	0
K002	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für NO _x bei gasbefeuerten Kleinfeuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Ökodesign-Richtlinie	475	475	0	5.856	0	0	0	0
K003	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für Staub bei Kleinfeuerungsanlagen mit festen Brennstoffen im Rahmen der geplanten Novellierung der 1. BImSchV	579	579	0	0	0	0	9.180	9.913
K005	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für NO _x bei ölbefeuerten Kleinfeuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Ökodesign-Richtlinie	292	292	0	6.417	0	0	0	0
G003	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes bei kohle-gefeuerten Großfeuerungsanlagen 50-100 MW Novellierung IED	0	0	0	467	0	0	0	0

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10 ⁶ €		[t]					
G004	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Grossfeuerungsanlagen >100 MW im Rahmen der geplanten Novellierung der IED-Richtlinie.	49	49	0	11.996	0	0	0	0
G009	Absenkung des Staub-Emissionsgrenzwertes auf 10 mg/Nm ³ im Tagesmittel sowohl für bestehende als auch für neue kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen >50 MW FWL	7	7	0	0	0	0	3.105	3.493
G010	Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Grossfeuerungsanlagen 50-100 MW im Rahmen der geplanten Novellierung der IED-Richtlinie	2	2	0	0	1.163	0	0	0
G013	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen > 100 MW im Rahmen der geplanten Novellierung der IED-Richtlinie.	20	20	0	0	85.773	0	0	0
G015	Absenkung des NO _x -Emissionsgrenzwertes auf 20 mg/Nm ³ im Jahresmittel für Erdgaskessel- feuerungen >50 MW	97	97	0	7.202	0	0	0	0
G017	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes für erdgasgefeuerte Gasturbinen >50 MW im Rahmen der geplanten Novellierung der IED-Richtlinie	144	144	0	17.319	0	0	0	0
G019	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei Ölkessel- feuerungen >50 MW - IED	26	26	0	0	1.346	0	0	0
P001	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 200 mg/Nm ³ - Herstellung Zement	40	40	0	12.332	0	0	0	0
P002	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 500 mg/Nm ³ - Herstellung von Glas	16	16	0	4.221	0	0	0	0
P003	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 100 mg/Nm ³ - Sinteranlagen	55	55	0	7.435	0	0	0	0
P004	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 200 mg/Nm ³ - Herstellung von Walzstahl	95	95	0	6.072	0	0	0	0
P005	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für SO ₂ auf < 100 mg/Nm ³ -Sinteranlagen	60	60	0	0	18.362	0	0	0

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10 ⁶ €		[t]					
P006	Absenkung der SO ₂ -Emissionsgrenzwertes durch sekundäre Abgasreinigungseinrichtung bei Doppelkontaktanlagen	9	9	0	0	3.199	0	0	0
P007	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Staub auf < 10 mg/Nm ³ für alle Anlagen zur Herstellung von Zement	45	45	0	0	0	0	701	769
P008	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Staub auf < 10 mg/Nm ³ für alle Anlagen zur Herstellung von Glas	29	29	0	0	0	0	156	266
P009	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Staub < 10 mg/Nm ³ Sinteranlagen	48	48	0	0	0	0	1.228	3.713
P0010	Absenkung der NH ₃ -Emissionsgrenzwertes auf < 45mg/Nm ³ für alle Anlagen Düngemittelproduktion	n.q.	n.q.	0	0	0	1.103	0	0
V001	Grenzwert für Verdunstungs-emissionen bei motorisierten Zweirädern	103	103	2.789	0	0	0	0	0
V012	Nachrüstung von schweren Nutzfahrzeugen mit SCR	93	93	0	4.751	0	0	0	0
MM001	Fortschreibung der Grenzwerte für mobile Maschinen und Geräte (Dieselmotoren)	32	32	0	456	0	0	21	21
MM002	Fortschreibung der Grenzwerte für mobile Maschinen und Geräte (Ottomotoren)	22	22	6.801	681	0	0	0	0
MM003	Grenzwerte für Fremdzündungsmotoren > 18 kW in mobilen Maschinen	0	0	36	1.680	0	0	0	0
MM004	Grenzwert für Verdunstungs-emissionen bei mobilen Maschinen	2	2	6.753	0	0	0	0	0
MM006	Weiterentwicklung der Grenzwerte für Diesellokomotiven	6	6	0	1.361	0	0	43	43
MM008	Weiterentwicklung der Grenzwerte in der Binnenschifffahrt	65	65	0	4.293	0	0	287	287
Summe		2.828	2.828	89.081	92.540	109.843	46.103	15.121	21.505

4.4 Beschreibung des Maßnahmenbündels M23 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Landwirtschaft“

Das Maßnahmenbündel M23 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) und Dämmgen et al. (2008) beschriebenen Einzelmaßnahmen für den Sektor Landwirtschaft (Tabelle 19).

Tabelle 19: Im Maßnahmenbündel M23 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Landwirtschaft“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10 ⁶ €		[t]					
A001	Anpassung der Milcheiweißgehalte an ein verändertes Verbraucherverhalten	0	0	0	0	0	5.000	0	0
A002	Verkürzung der Mastdauer bei Mastbullen	0	0	0	0	0	0	0	0
A003	Verkürzung der Mastdauer bei Mastschweinen	0	0	0	0	0	0	0	0
A004	Verkürzung der Mastdauer bei Masthähnchen und -hühnchen	0	0	0	0	0	0	0	0
A005	Verringerter Aufenthalt im Stall- Verlängerung des Weidegangs bei Milchkühen	0	0	0	0	0	4.000	10	20
A006	Umstellung auf Festmistverfahren	192	192	0	0	0	6.000	-50	-100
A007	Einsatz von Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung	32	32	0	0	0	20.000	400	3.000
A008	Abdeckung der Wirtschaftsdüngerlager	13	13	0	0	0	5.000	0	0
A009	Veränderung der Ausbringungstechnik und Verringerung der Zeit bis zur Einarbeitung	0	0	0	0	0	20.000	0	0
A012	Maßnahme: Kombination von Düngung nach Empfehlung und verringertem Einsatz von Harnstoff-Düngern	4	4	0	0	0	40.000	0	0
Summe		241	241	0	0	0	100.000	360	2.920

4.5 Beschreibung des Maßnahmenbündels M24 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Lösemittelanwendung“

Das Maßnahmenbündel M24 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen Einzelmaßnahmen für den Sektor Lösemittelanwendung (Tabelle 20).

Tabelle 20: Im Maßnahmenbündel M24 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Lösemittelanwendung“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		10 ⁶ €		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020					
				[t]					
L001	Reduktion der NMVOC-Emissionen aus Aerosolspray-Anwendungen	8	8	15.284	0	0	0	0	0
L002	Reduktion der NMVOC-Emissionen aus Bogenoffsetdruck	191	191	19.105	0	0	0	0	0
L003	Reduktion der NMVOC-Emissionen aus Oberflächenreinigungsprozessen	0	0	12.980	0	0	0	0	0
L004	Reduktion der NMVOC-Emissionen aus dem Maschinenbau	128	128	12.768	0	0	0	0	0
L005	Reduktion der NMVOC-Emissionen im Schreinerhandwerk	0	0	7.980	0	0	0	0	0
L006	Reduktion der NMVOC-Emissionen im Siebdruck	46	46	4.585	0	0	0	0	0
Summe		372	372	72.702	0	0	0	0	0

4.6 Beschreibung des Maßnahmenbündels M25 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Kleinf Feuerungsanlagen“

Das Maßnahmenbündel M25 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen Einzelmaßnahmen für den Sektor Kleinf Feuerungsanlagen (Tabelle 21).

Tabelle 21: Im Maßnahmenbündel M25 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Kleinf Feuerungsanlagen“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10 ⁶ €		[t]					
K002	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für NO _x bei gasbefeuerter Kleinf Feuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Ökodesign-Richtlinie	475	475	0	5.856	0	0	0	0
K003	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für Staub bei Kleinf Feuerungsanlagen mit festen Brennstoffen im Rahmen der geplanten Novellierung der 1. BImSchV	579	579	0	0	0	0	9.180	9.913
K005	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für NO _x bei ölbefeuerter Kleinf Feuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Ökodesign-Richtlinie	292	292	0	6.417	0	0	0	0
Summe		1.345	1.345	0	12.273	0	0	9.180	9.913

4.7 Beschreibung des Maßnahmenbündels M26 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Großfeuerungsanlagen“

Das Maßnahmenbündel M26 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen Einzelmaßnahmen für den Sektor Großfeuerungsanlagen (Tabelle 22).

Tabelle 22: Im Maßnahmenbündel M26 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Großfeuerungsanlagen“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
				Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020					
		10 ⁶ €		[t]					
G003	Vorschläge des UBA - Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten GFA 50-100 MW - Novellierung IED	0	0	0	467	0	0	0	0
G004	Vorschläge des UBA - Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten GFA >100 MW - Novellierung der IED-Richtlinie.	49	49	0	11.996	0	0	0	0
G009	Absenkung des Staub-Emissionsgrenzwertes- 10 mg/Nm ³ für bestehende & neue kohle-gefeuerte GFA >50 MW FWL	7	7	0	0	0	0	3.105	3.493
G010	Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten GFA 50-100 MW - Novellierung IED	2	2	0	0	1.163	0	0	0
G013	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten GFA > 100 MW - Novellierung IED	20	20	0	0	85.773	0	0	0
G015	Absenkung des NO _x -Emissionsgrenzwertes auf 20 mg/Nm ³ Erdgaskessel-feuerungen >50 MW	97	97	0	7.202	0	0	0	0
G017	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes für erdgasgefeuerte Gasturbinen >50 MW - Novellierung IED.	144	144	0	17.319	0	0	0	0
G019	Vorschläge des UBA zur Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei Ölkesselfeuerungen >50 MW - Novellierung IED.	26	26	0	0	1.346	0	0	0
Summe		346	346	0	36.984	88.282	0	3.105	3.493

4.8 Beschreibung des Maßnahmenbündels M27 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Produktionsprozesse“

Das Maßnahmenbündel M27 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen Einzelmaßnahmen für den Sektor Produktionsprozesse (Tabelle 23).

Tabelle 23: Im Maßnahmenbündel M27 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Produktionsprozesse“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10^6 €	[t]						
P001	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 200 mg/Nm³ für alle Anlagen zur Herstellung von Zement	40	40	0	12.332	0	0	0	0
P002	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 500 mg/Nm³ für Anlagen zur Herstellung von Glas	16	16	0	4.221	0	0	0	0
P003	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 100 mg/Nm³ für Sinteranlagen	55	55	0	7.435	0	0	0	0
P004	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 200 mg/Nm³ für Anlagen zur Herstellung von Walzstahl	95	95	0	6.072	0	0	0	0
P005	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für SO ₂ auf < 100 mg/Nm³ für Sinteranlagen	60	60	0	0	18.362	0	0	0
P006	Absenkung der SO ₂ -Emissionsgrenzwertes durch sekundäre Abgasreinigungseinrichtung bei Doppelkontaktanlagen	9	9	0	0	3.199	0	0	0
P007	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Staub auf < 10 mg/Nm³ für alle Anlagen zur Herstellung von Zement	45	45	0	0	0	0	701	769
P008	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Staub auf < 10 mg/Nm³ für alle Anlagen zur Herstellung von Glas	29	29	0	0	0	0	156	266
P009	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Staub auf < 10 mg/Nm³ für Sinteranlagen	48	48	0	0	0	0	1.228	3.713
P0010	Absenkung der NH ₃ -Emissionsgrenzwertes auf < 45mg/Nm³ für alle Anlagen zur Düngemittelproduktion	n.q.	n.q.	0	0	0	1.103	0	0
Summe		397	397	0	30.060	21.561	1.103	2.084	4.748

4.9 Beschreibung des Maßnahmenbündels M28 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Straßenverkehr“

Das Maßnahmenbündel M28 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen Einzelmaßnahmen für den Sektor Straßenverkehr (Tabelle 24).

Tabelle 24: Im Maßnahmenbündel M28 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion Straßenverkehr“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
				Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020					
		10 ⁶ €		[t]					
V001	Grenzwert für Verdunstungsemissionen bei motorisierten Zweirädern	103	103	2.789	0	0	0	0	0
V002	Förderung der Nachrüstung von Pkw mit Dieselpartikelfiltern	4	4	0	0	0	0	8	8
V003	Tempolimit 120 km/h auf Bundesautobahnen	-490	-10	396	5.428	18	0	27	27
V004	Tempolimit von 80 km/h auf Bundesstrassen	-423	4377	129	1.157	5	0	9	9
V005	Angleichung der Mineralölsteuersätze von Diesel an Ottokraftstoff	-244	-244	1.456	6.100	0	0	378	1.543
V007	Tempolimits innerorts	34	30334	0	0	0	0	134	571
V008	Verlagerung von Pkw-Fahrten innerorts aufs Fahrrad	-0,2	51	1.013	901	7	59	134	529
V009	Förderprogramm zum kraftstoffsparenden Fahren	-93	-93	145	403	4	19	5	5
V010	Förderung der Nutzung von Leichtlaufölen	3	3	574	1.597	16	75	21	21
V011	Förderung der Nutzung von Leichtlaufreifen	7	7	574	1.597	16	75	21	21
V012	Nachrüstung von schweren Nutzfahrzeugen mit SCR	93	93	0	4.751	0	0	0	0
Summe		-1.008	34.624	7077	21.934	65	227	737	2.735

4.10 Beschreibung des Maßnahmenbündels M29 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Andere Mobile Quellen“

Das Maßnahmenbündel M29 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen Einzelmaßnahmen für den Sektor „Andere mobile Quellen“ (Tabelle 25).

Tabelle 25: Im Maßnahmenbündel M29 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Andere mobile Quellen“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10 ⁶ €		[t]					
MM001	Fortschreibung der Grenzwerte für mobile Maschinen und Geräte (Dieselmotoren)	32	32	0	456	0	0	21	21
MM002	Fortschreibung der Grenzwerte für mobile Maschinen und Geräte (Ottomotoren)	22	22	6.801	681	0	0	0	0
MM003	Grenzwerte für Fremdzündungsmotoren > 18kW in mobilen Maschinen	0	0	36	1.680	0	0	0	0
MM004	Grenzwert für Verdunstungsemissionen bei mobilen Maschinen	2	2	6.753	0	0	0	0	0
MM006	Weiterentwicklung der Grenzwerte für Diesellokomotiven	6	6	0	1.361	0	0	43	43
MM007	Differenzierung der Trassenpreise im Schienenverkehr	0	0	0	4.220	0	0	33	33
MM008	Weiterentwicklung der Grenzwerte in der Binnenschifffahrt	65	65	0	4.293	0	0	287	287
MM009	Kosteninternalisierung im Flugverkehr (Kerosinsteuer und Einbeziehung in den Emissionshandel)	0	27	1.769	11.463	427	184	121	121
MM010	Emissionsabhängige Landeentgelte im Flugverkehr	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.
Summe		127	155	15.359	24.156	427	184	505	505

4.11 Beschreibung des Maßnahmenbündels M30 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Landwirtschaft_Nicht-technische_Maßnahmen“

Das Maßnahmenbündel M30 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen nicht-technischen Einzelmaßnahmen für den Sektor „Landwirtschaft“ (Tabelle 26).

Tabelle 26: Im Maßnahmenbündel M30 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Landwirtschaft_nicht-technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10 ⁶ €		[t]					
A001	Anpassung der Milcheiweißgehalte an ein verändertes Verbraucherverhalten	0	0	0	0	0	5.000	0	0
A002	Verkürzung der Mastdauer bei Mastbullen	0	0	0	0	0	0	0	0
A003	Verkürzung der Mastdauer bei Mastschweinen	0	0	0	0	0	0	0	0
A004	Verkürzung der Mastdauer bei Masthähnchen und -hühnchen	0	0	0	0	0	0	0	0
A005	Verringerter Aufenthalt im Stall- Verlängerung des Weidegangs bei Milchkühen	0	0	0	0	0	4.000	10	20
A006	Umstellung auf Festmistverfahren	192	192	0	0	0	6.000	-50	-100
A012	Maßnahme: Kombination von Düngung nach Empfehlung und verringertem Einsatz von Harnstoff-Düngern	4	4	0	0	0	40.000	0	0
Summe		196	196	0	0	0	55.000	-40	-80

4.12 Beschreibung des Maßnahmenbündels M31 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Landwirtschaft_Technische_Maßnahmen“

Das Maßnahmenbündel M31 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen technischen Einzelmaßnahmen für den Sektor „Landwirtschaft“ (Tabelle 27).

Tabelle 27: Im Maßnahmenbündel M31 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Landwirtschaft_technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
				Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020					
		10 ⁶ €		[t]					
A007	Einsatz von Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung	32	32	0	0	0	20.000	400	3.000
A008	Abdeckung der Wirtschaftsdüngerlager	13	13	0	0	0	5.000	0	0
A009	Veränderung der Ausbringungstechnik und Verringerung der Zeit bis zur Einarbeitung	0	0	0	0	0	20.000	0	0
Summe		45	45	0	0	0	45.000	400	3.000

4.13 Beschreibung des Maßnahmenbündels M32 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Straßenverkehr Technische_Maßnahmen“

Das Maßnahmenbündel M32 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen technischen Einzelmaßnahmen für den Sektor „Straßenverkehr“ (Tabelle 28).

Tabelle 28: Im Maßnahmenbündel M32 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Straßenverkehr_technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
				Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020					
		10 ⁶ €		[t]					
V001	Grenzwert für Verdunstungsemissionen bei motorisierten Zweirädern	102,5	102,5	2.789	0	0	0	0	0
V012	Nachrüstung von schweren Nutzfahrzeugen mit SCR	92,5	92,5	0	4.751	0	0	0	0
Summe		195	195	2.789	4.751	0	0	0	0

4.14 Beschreibung des Maßnahmenbündels M33 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Straßenverkehr_Nicht-technische Maßnahmen“

Das Maßnahmenbündel M33 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen nicht-technischen Einzelmaßnahmen für den Sektor „Straßenverkehr“ (Tabelle 29).

Tabelle 29: Im Maßnahmenbündel M33 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Straßenverkehr_nicht-technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10^6 €		[t]					
V002	Förderung der Nachrüstung von Pkw mit Dieselpartikelfiltern	4	4	0	0	0	0	8	8
V003	Tempolimit 120 km/h auf Bundesautobahnen	-490	-10	396	5.428	18	0	27	27
V004	Tempolimit von 80 km/h auf Bundesstrassen	-423	4.377	129	1.157	5	0	9	9
V005	Angleichung der Mineralölsteuersätze von Diesel an Ottokraftstoff	-244	-244	1.456	6.100	0	0	378	1.543
V007	Tempolimits innerorts	34	30.334	0	0	0	0	134	571
V008	Verlagerung von Pkw-Fahrten innerorts aufs Fahrrad	-0,2	51	1.013	901	7	59	134	529
V009	Förderprogramm zum kraftstoffsparenden Fahren	-94	-94	145	403	4	19	5	5
V010	Förderung der Nutzung von Leichtlaufölen	3	3	574	1.597	16	75	21	21
V011	Förderung der Nutzung von Leichtlaufreifen	7	7	574	1.597	16	75	21	21
Summe		-1.203	34.428	4.288	17.183	65	227	737	2.735

4.15 Beschreibung des Maßnahmenbündels M34 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_ Andere mobile Quellen _Technische Maßnahmen“

Das Maßnahmenbündel M34 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen technischen Einzelmaßnahmen für den Sektor „Andere mobile Quellen“ (Tabelle 30).

Tabelle 30: Im Maßnahmenbündel M34 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_ Andere mobile Quellen _technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
				Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020					
		10 ⁶ €		[t]					
MM001	Fortschreibung der Grenzwerte für mobile Maschinen und Geräte (Dieselmotoren)	32	32,2	0	456	0	0	21	21
MM002	Fortschreibung der Grenzwerte für mobile Maschinen und Geräte (Ottomotoren)	22	22,2	6.801	681	0	0	0	0
MM003	Grenzwerte für Fremdzündungsmotoren > 18kW in mobilen Maschinen	0,4	0,4	36	1.680	0	0	0	0
MM004	Grenzwert für Verdunstungsemissionen bei mobilen Maschinen	2	2	6.753	0	0	0	0	0
MM006	Weiterentwicklung der Grenzwerte für Diesellokomotiven	6,0	6,0	0	1.361	0	0	43	43
MM008	Weiterentwicklung der Grenzwerte in der Binnenschifffahrt	65	65	0	4.293	0	0	287	287
Summe		127	127	13.590	8.472	0	0	351	351

4.16 Beschreibung des Maßnahmenbündels M35 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Andere mobile Quellen_Nicht-technische Maßnahmen“

Das Maßnahmenbündel M35 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen nicht-technischen Einzelmaßnahmen für den Sektor „Andere mobile Quellen“ (Tabelle 31).

Tabelle 31: Im Maßnahmenbündel M35 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Andere mobile Quellen_technische Maßnahmen“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10 ⁶ €		[t]					
MM007	Differenzierung der Trassenpreise im Schienenverkehr	0,0	0,0	0	4.220	0	0	33	33
MM009	Kosteninternalisierung im Flugverkehr (Kerosinsteuer und Einbeziehung in den Emissionshandel)	0,0	28	1.769	11.463	427	184	121	121
MM010	Emissionsabhängige Landeentgelte im Flugverkehr	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.	n.q.
Summe		0,0	28	1769	15.683	427	184	154	154

4.17 Beschreibung des Maßnahmenbündels M43 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Tierhaltung“

Das Maßnahmenbündel M43 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen die Tierhaltung betreffenden Einzelmaßnahmen für den Sektor „Landwirtschaft“ (Tabelle 32).

Tabelle 32: Im Maßnahmenbündel M43 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Landwirtschaft_Tierhaltung“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10 ⁶ €		[t]					
A001	Anpassung der Milcheiweißgehalte an ein verändertes Verbraucherverhalten	0,0	0,0	0	0	0	5.000	0	0
A002	Verkürzung der Mastdauer bei Mastbullen	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0
A003	Verkürzung der Mastdauer bei Mastschweinen	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0
A004	Verkürzung der Mastdauer bei Masthähnchen und -hühnchen	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0
A005	Verringerter Aufenthalt im Stall- Verlängerung des Weidegangs bei Milchkühen	0,0	0,0	0	0	0	4.000	10	20
A006	Umstellung auf Festmistverfahren	192	192	0	0	0	6.000	-50	-100
A007	Einsatz von Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung	32	32	0	0	0	20.000	400	3.000
A008	Abdeckung der Wirtschaftsdüngerlager	13	13	0	0	0	5.000	0	0
A009	Veränderung der Ausbringtechnik und Verringerung der Zeit bis zur Einarbeitung	0,0	0,0	0	0	0	20.000	0	0
Summe		237	237	0	0	0	60.000	360	2.920

4.18 Beschreibung des Maßnahmenbündels M44 - Szenario „Kleinf Feuerungen_ Ökodesign-Direktive“

Das Maßnahmenbündel M44 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen Maßnahme „Ökodesign-Direktive“ differenziert nach den enthaltenen Einzelmaßnahmen für den Sektor „Kleinf Feuerungsanlagen“ (Tabelle 33).

Tabelle 33: Im Maßnahmenbündel M44 - Szenario „Kleinf Feuerungen_ Ökodesign-Direktive“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
				Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020					
		10 ⁶ €		[t]					
K002	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für NO _x bei gasbefeuerten Kleinf Feuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Ökodesign-Richtlinie	475	475	0	5.856	0	0	0	0
K005	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für NO _x bei ölbefeuerten Kleinf Feuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Ökodesign-Richtlinie	292	292	0	6.417	0	0	0	0
Summe		766	766	0	12.273	0	0	0	0

4.19 Beschreibung des Maßnahmenbündels M45 - Szenario „Kleinf Feuerungen_Novellierung der 1. BImSchV“

Das Maßnahmenbündel M45 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen Maßnahme „Novellierung der 1. BImSchV“ differenziert nach den enthaltenen Einzelmaßnahmen für den Sektor „Kleinf Feuerungsanlagen“ (Tabelle 34).

Tabelle 34: Im Maßnahmenbündel M45 - Szenario „Kleinf Feuerungen_Novellierung der 1. BImSchV“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10 ⁶ €		[t]					
K001	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für NO _x bei gasbefeuerten Kleinf Feuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Novellierung der 1. BImSchV	158	158	0	2.855	0	0	0	0
K003	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für Staub bei Kleinf Feuerungsanlagen mit festen Brennstoffen im Rahmen der geplanten Novellierung der 1. BImSchV	579	579	0	0	0	0	9.180	9.913
K004	Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für NO _x bei ölbefeuerten Kleinf Feuerungsanlagen im Rahmen der geplanten Novellierung der 1. BImSchV	97	97	0	828	0	0	0	0
Summe		835	835	0	3.683	0	0	9.180	9.913

4.20 Beschreibung des Maßnahmenbündels M46 - Szenario

„Großfeuerungsanlagen_Implementierung der Industrieemissions-Direktive“

Das Maßnahmenbündel M46 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen Maßnahme „Implementierung der Industrieemissionsdirektive“ differenziert nach den enthaltenen Einzelmaßnahmen für den Sektor „Großfeuerungsanlagen“ (Tabelle 35).

Tabelle 35: Im Maßnahmenbündel M46 - Szenario „Großfeuerungsanlagen_Implementierung der Industrieemissions-Direktive“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
10^6 €			[t]						
G001	Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Grossfeuerungsanlagen 50-100 MW _ IED	0,3	0,3	0	467	0	0	0	0
G002	Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Grossfeuerungsanlagen > 100 MW FWL IED	49	49	0	11.180	0	0	0	0
G006	Verschärfung des Staub-Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Grossfeuerungsanlagen 50-100 MW IED	n.q.	n.q.	0	0	0	0	42	47
G010	Verschärfung des Staub-Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Grossfeuerungsanlagen >100 MW IED	2	2	0	0	1.163	0	0	0
G011	Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Grossfeuerungsanlagen 50-100 MW IED	20	20	0	0	83.780	0	0	0
G014	Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Grossfeuerungsanlagen >100 MW IED	22	22	0	3.169	0	0	0	0
G016	Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes für Erdgaskesselfeuerungen >50 MW IED	32	32	0	9.900	0	0	0	0
Summe		251	251	0	24.716	84.943	0	0,04	0,05

4.21 Beschreibung des Maßnahmenbündels M47 - Szenario Großfeuerungsanlagen_Implementierung der Industrieemissions-Direktive auf Grundlage von UBA-Vorschlägen“

Das Maßnahmenbündel M47 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen Maßnahme „Implementierung der Industrieemissions-Direktive_UBA_Vorschläge“ differenziert nach den enthaltenen Einzelmaßnahmen für den Sektor „Großfeuerungsanlagen“ (Tabelle 36).

Tabelle 36: Im Maßnahmenbündel M47 - Szenario „Großfeuerungsanlagen_ Implementierung der Industrieemissions-Direktive auf Grundlage von UBA-Vorschlägen“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		10 ⁶ €		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020					
				[t]					
G003	Vorschläge des UBA_Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Grossfeuerungsanlagen 50-100 MW IED	0,27	0,27	0	467	0	0	0	0
G004	Vorschläge des UBA Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Grossfeuerungsanlagen >100 MW IED.	49	49	0	11.996	0	0	0	0
G008	Vorschläge UBA _Verschärfung des Staub-Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Grossfeuerungsanlagen >100 MW IED.	n.q.	n.q.	0	0	0	0	46	51
G012	Vorschläge des UBA _Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen 50-100 MW IED	2	2	0	0	890	0	0	0
G013	Vorschläge des UBA _Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen > 100 MW IED	20	20	0	0	85.773	0	0	0
G017	Vorschläge des UBA _Verschärfung des NO _x -Emissionsgrenzwertes für erdgasgefeuerte Gasturbinen >50 MW IED	144	144	0	17.319	0	0	0	0
G019	Vorschläge des UBA _Verschärfung des SO ₂ -Emissionsgrenzwertes bei Ölkesselfeuerungen >50 MW IED	26	26	0	0	1.346	0	0	0
Summe		241	241	0	29.782	88.009	0	0,05	0,05

4.22 Beschreibung des Maßnahmenbündels M48 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Produktionsprozesse_NO_x“

Das Maßnahmenbündel M48 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen Einzelmaßnahmen zur Stickoxidminderung im Sektor „Produktionsprozesse“ (Tabelle 37).

Tabelle 37: Im Maßnahmenbündel M48 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion Produktionsprozesse_NO_x“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10 ⁶ €		[t]					
P001	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 200 mg/Nm ³ für alle Anlagen zur Herstellung von Zement	40	40	0	12.332	0	0	0	0
P002	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 500 mg/Nm ³ für Anlagen zur Herstellung von Glas	16	16	0	4.221	0	0	0	0
P003	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 100 mg/Nm ³ für Sinteranlagen	55	55	0	7.435	0	0	0	0
P004	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für NO _x auf < 200 mg/Nm ³ für Anlagen zur Herstellung von Walzstahl	95	95	0	6.072	0	0	0	0
Summe		205	205	0	30.060	0	0	0	0

4.23 Beschreibung des Maßnahmenbündels M49 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion_Produktionsprozesse _Staub“

Das Maßnahmenbündel M49 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen Einzelmaßnahmen zur Staubminderung im Sektor „Produktionsprozesse“ (Tabelle 38).

Tabelle 38: Im Maßnahmenbündel M49 - Szenario „Maximal erreichbare Reduktion Produktionsprozesse_Staub“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
		10 ⁶ €		[t]					
P007	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Staub auf < 10 mg/Nm ³ für alle Anlagen zur Herstellung von Zement	45	45	0	0	0	0	701	769
P008	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Staub auf < 10 mg/Nm ³ für alle Anlagen zur Herstellung von Glas	29	29	0	0	0	0	156	266
P009	Absenkung des Emissionsgrenzwertes für Staub auf < 10 mg/Nm ³ für Sinteranlagen	48	48	0	0	0	0	1228	3713
Summe		122	122	0	0	0	0	2.084	4.748

4.24 Beschreibung des Maßnahmenbündels M50 - Szenario „Tempolimit“

Das Maßnahmenbündel M50 beschreibt die maximal mögliche Minderung gegenüber Jörß et al. (2010) für alle in PAREST berücksichtigten Luftschadstoffe auf Grundlage der in Theloke et al. (2010a) beschriebenen Maßnahmen zum Tempolimit im Sektor „Straßenverkehr“ (Tabelle 39).

Tabelle 39: Im Maßnahmenbündel M50 - Szenario „Tempolimit“ enthaltene Maßnahmen

ID	Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
		10 ⁶ €		Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020					
				[t]					
V003	Tempolimit 120 km/h auf Bundesautobahnen	-490	-10	396	5.428	18	0	27	27
V004	Tempolimit von 80 km/h auf Bundesstrassen	-423	4.377	129	1.157	5	0	9	9
V007	Tempolimits innerorts	34	30.334	0	0	0	0	134	571
Summe		-879	34.701	526	6.585	23	0	170	607

4.25 Beschreibung der modellierten Einzelmaßnahmen

Zusätzlich zu den bisher beschriebenen Maßnahmenbündeln wurden auch einzelne Maßnahmen modelliert, die besonders attraktiv hinsichtlich ihrer Minderungswirkung erschienen. Die modellierten Einzelmaßnahmen sind in Tabelle 40 dargestellt.

Tabelle 40: Im Rahmen von PAREST modellierte Einzelmaßnahmen

ID		Maßnahme	Kosten (ohne Nutzenverluste)	Kosten (inkl. Nutzenverluste)	NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM2.5	PM10
			Minderungspotenzial gegenüber Referenz 2020							
			10^6 €		[t]					
M51	A012	Maßnahme: Kombination von Düngung nach Empfehlung und verringertem Einsatz von Harnstoff-Düngern	4	4	0	0	0	40.000	0	0
M52	G009	Absenkung des Staub-Emissionsgrenzwertes von 20 mg/Nm³ auf 10 mg/Nm³ im Tagesmittel sowohl für bestehende als auch für neue kohlegefeuerten Großfeuerungsanlagen >50 MW FWL	7	7	0	0	0	0	3.105	3.493
M53	V012	Nachrüstung von schweren Nutzfahrzeugen mit SCR	93	93	0	4.751	0	0	0	0
M54	MM009	Kosteninternalisierung im Flugverkehr (Kerosinsteuer und Einbeziehung in den Emissionshandel)	0	27	1769	11.463	427	184	121	121
M73	A007	Einsatz von Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung	32	32	0	0	0	20.000	400	3.000
M74	A009	Veränderung der Ausbringtechnik und Verringerung der Zeit bis zur Einarbeitung	0	0	0	0	0	20.000	0	0

4.26 Zusammenfassung der Charakterisierung der maßnahmenbasierten Maßnahmenbündel

In Tabelle 41 sind die in den jeweiligen Maßnahmenbündeln berücksichtigten Einzelmaßnahmen beschrieben. In Tabelle 42 sind die den jeweiligen Maßnahmenbündeln zugeordneten Minderungspotenziale dargestellt. Sie ergeben sich jeweils aus der Addition der Minderungspotenziale der Einzelmaßnahmen.

Tabelle 41: Maßnahmenbündelbasierte Minderungsszenarien - Berücksichtigte Einzelmaßnahmen

Nr.	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Berücksichtigte Einzelmaßnahmen
M20	Szenario Maximal erreichbare Reduktion	A001-A009, A012, L001-L006, K002, K003, K005, G003, G004, G009, G010, G013, G015, G017, G019, P001-P010, V001-V005, V007-V012, M001-M004, MM006-MM010
M21	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Nichttechnische Maßnahmen	A001-A006, A012, V002-V005, V007-V011, MM007, MM009, MM010
M22	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Technische Maßnahmen	A007-A009, L001-L006, K002, K003, K005, G003, G004, G009, G010, G013, G015, G017, G019, P001-P010, V001, V012, MM001-MM004, MM006, MM008
M23	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Landwirtschaft	A001-A009, A012
M24	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Lösemittelanwendung	L001-L006
M25	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Kleinfeuerungen	K002, K003, K005
M26	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Großfeuerungen	G003, G004, G009, G010, G013, G015, G017, G019
M27	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Produktionsprozesse	P001-P010
M28	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Straßenverkehr	V001-V005, V007-V012
M29	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Andere Mobile Quellen	M001-M004, M006-MM010
M30	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Landwirtschaft_nichttechnische Maßnahmen	A001-A006, A012
M31	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Landwirtschaft_technische Maßnahmen	A007-A009
M32	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Straßenverkehr _technische_Maßnahmen	V001, V012
M33	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Straßenverkehr nichttechnische Maßnahmen	V002-V005, V007-V011
M34	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _andere mobile Quellen_technische Maßnahmen	MM001-MM004, M006, M008
M35	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _andere mobile Quellen_nichttechnische Maßnahmen	MM007, M009, M010
M43	Szenario Maximal erreichbar Reduktion _Tierhaltung	A001-A009
M44	Kleinfeuerungsanlagen _Ökodesign_Direktive	K002, K005
M45	Kleinfeuerungsanlagen _1_BImSchV_Novellierung	K001, K003, K004
M46	Großfeuerungsanlagen _Implementierung der Industrieemissions- Direktive	G001, G002, G006, G010, G011, G014, G016
M47	Großfeuerungsanlagen _Implementierung der Industrieemissions- Direktive auf Basis der UBA-Vorschläge	G003, G004, G008, G012, G013, G017, G019
M48	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Produktionsprozesse_NO _x	P001-P004
M49	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Produktionsprozesse _PM	P007-P009
M50	Straßenverkehr _Tempolimit für Autobahnen, Bundesstraßen und Stadtstraßen	V003, V004, V007
M51	Maßnahme: Kombination von Düngung nach Empfehlung und verringertem Einsatz von Harnstoff-Düngern	A012
M52	Absenkung des Staub-Emissionsgrenzwertes von 20 mg/Nm ³ auf 10 mg/Nm ³ im Tagesmittel sowohl für bestehende als auch für neue kohlegefeuerte Großfeuerungsanlagen >50 MW FWL	G009
M53	Nachrüstung von schweren Nutzfahrzeugen mit SCR	V012
M54	Kosteninternalisierung im Flugverkehr	MM009
M73	Einsatz von Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung	A007
M74	Veränderung der Ausbringtechnik und Verringerung der Zeit bis zur Einarbeitung	A009

In Tabelle 42 sind die resultierenden Minderungspotenziale gegenüber Jörß et al. (2010) für das Jahr 2020 für die spezifischen maßnahmenbasierten Maßnahmenbündel dargestellt.

Tabelle 42: Minderungspotenziale der auf Maßnahmenbündeln basierenden Minderungsszenarien für das Bezugsjahr 2020

Nr.	Maßnahmenbündel	Minderung 2020 [kt]					
		NMVOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM10	PM2.5
M20	MFR	95	125	110	102	24	16
M21	MFR_NT	6	33	0,5	55	3	1
M22	MFR_T	89	93	110	46	22	15
M23	MFR_A				100	3	0,4
M24	MFR_L	73					
M25	MFR_K	12				10	9
M26	MFR_G		37	88		3	3
M27	MFR_P		30	22	1	5	2
M28	MFR_V	7	22	0,1	0,2	3	1
M29	MFR_MM	15	24	0,4	0,2	0,5	0,5
M30	MFR_A_NT				55	-0,08	-0,04
M31	MFR_A_T				45	3	0,4
M32	MFR_V_T	3	5				
M33	MFR_V_NT	4	17	0,07	0,2	3	1
M34	MFR_MM_T	14	8			0,3	0,3
M35	MFR_MM_NT	2	16	0,4	0,2	0,2	0,2
M43	MFR_Tierhaltung				60	3	0,4
M44	Kleinf Feuerungsanlagen_Ökodesign_Direktive		12				
M45	Kleinf Feuerungsanlagen_1_BImSchV_Novell.		4			10	9
M46	Großfeuerungsanlagen_IED		25	85		0,05	0,04
M47	Großfeuerungsanlagen_IED_UBA		30	88		0,05	0,05
M48	MFR_Produktionsprozesse_NO _x		30				
M49	MFR_Produktionsprozesse_PM					5	2
M50	Tempolimit für Autobahnen, Bundesstrassen und Stadtverkehr	0,5	7	0,02		0,6	0,2
M51	Kombination von Düngung nach Empfehlung und verringertem Einsatz von Harnstoff-Düngern				40		
M52	Absenkung des Staub-Emissionsgrenzwertes auf 10 mg/Nm ³ im Tagesmittel für Großfeuerungsanlagen >50 MW _{th}					4	3
M53	Nachrüstung von schweren Nutzfahrzeugen mit SCR		5				
M54	Kosteninternalisierung im Flugverkehr	2	11	0,4	0,2	0,1	0,1
M73	Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung				20	3	0,4
M74	Veränderung der Ausbringtechnik und Verringerung der Zeit bis zur Einarbeitung				20		

In Tabelle 43 sind die den jeweiligen Maßnahmenbündeln zugeordneten Kosten dargestellt. Sie ergeben sich jeweils aus der Addition der Kosten der Einzelmaßnahmen.

Auf Grundlage der so festgelegten maßnahmenbündelspezifischen Minderungspotenziale und Kosten wurden mit Hilfe des Chemie-Transport-Modells für alle betrachteten Maßnahmenbündel immissionsseitige Minderungen berechnet (Stern, 2010). Auf dieser Grundlage konnten entsprechende Kosteneffektivitäten hinsichtlich der Konzentrationsänderungen von PM10 und PM2.5 berechnet werden (siehe Theloke et al, 2010b).

Tabelle 43: Kosten der maßnahmenbasierten Maßnahmenbündel

Nr.	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Gesamtkosten des Maßnahmenbündels [10 ⁹ € (ohne Nutzenverluste)	Gesamtkosten des Maßnahmenbündels [10 ⁹ € (inkl. Nutzenverluste)
M20	Szenario Maximal erreichbare Reduktion	1,8	37,5
M21	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Nichttechnische Maßnahmen	-1,0	34,7
M22	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Technische Maßnahmen	2,8	2,8
M23	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Landwirtschaft	0,2	0,2
M24	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Lösemittelanwendung	0,4	0,4
M25	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Kleinf Feuerungen	1,4	1,4
M26	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Großfeuerungen	0,3	0,3
M27	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Produktionsprozesse	0,4	0,4
M28	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Straßenverkehr	-1,0	34,6
M29	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Andere Mobile Quellen	0,1	0,2
M30	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Landwirtschaft_nichttechnische Maßn.	0,2	0,2
M31	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Landwirtschaft_technische Maßnahmen	0,05	0,05
M32	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Straßenverkehr _technische_Maßnahmen	0,2	0,2
M33	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Straßenverkehr nichttechnische Maßn.	-1,2	34,4
M34	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _andere mobile Quellen_technische Maßn.	0,1	0,1
M35	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _ andere mobile Quellen_nichttechn.Maßn.	0	28
M43	Szenario Maximal erreichbar Reduktion _Tierhaltung	0,2	0,2
M44	Kleinf Feuerungsanlagen_Ökodesign_Direktive	0,8	0,8
M45	Kleinf Feuerungsanlagen_1_BImSchV_Novellierung	0,8	0,8
M46	Großfeuerungsanlagen_Implementierung der Industrieemissions Direktive	0,3	0,3
M47	Großfeuerungsanlagen_Implementierung der Industrieemissions Direktive_UBA	0,2	0,2
M48	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Produktionsprozesse_NO _x	0,2	0,2
M49	Szenario Maximal erreichbare Reduktion _Produktionsprozesse _PM	0,1	0,1
M50	Straßenverkehr_Tempolimit für Autobahnen, Bundesstraßen und Stadtstraßen	-0,9	34,7
M51	Kombination Düngung nach Empfehlung & verringerter Einsatz Harnstoff-Dünger	0,004	0,004
M52	Absenkung des Staub-Emissionsgrenzwertes auf 10 mg/Nm ³ für kohlegefeuerte Großfeuerungsanlagen >50 MW FWL	0,007	0,007
M53	Nachrüstung von schweren Nutzfahrzeugen mit SCR	0,1	0,1
M54	Kosteninternalisierung im Flugverkehr	0	0,03
M73	Einsatz von Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung	0,03	0,03
M74	Veränderung der Ausbringtechnik und Verringerung der Zeit bis zur Einarbeitung	0	0

5 Sensitivitätsszenarien - Klimaschutzszenarien

Als Alternative zum Referenz-Emissionsszenario (Jörß et al. (2010)), das energieseitig auf dem PAREST Energie-Referenzszenario beruht, wurden in PAREST Berechnungen auf Basis eines Klimaschutzszenarios durchgeführt. Dafür wurde in Abstimmung mit dem UBA das MWMS (Mit weiteren Maßnahmen-Szenario) der Studie Politikszenerarien IV (PSz IV – vgl. Matthes et al. (2008)) ausgewählt. Als „Bindeglied“ zwischen der PAREST-Referenz und dem MWMS diente dabei das MMS (Mit Maßnahmen-Szenario) aus PSz IV³, welches innerhalb von Politikszenerarien IV das Referenzszenario darstellt. Die Unterschiede zwischen dem MWMS und der PAREST-Referenz können methodisch differenziert werden in

den Unterschied der beiden Energie-Referenzszenarien „PAREST-Referenz“ und MMS und den durch die Modellierung von weiteren Klimaschutzmaßnahmen induzierten Unterschied zwischen MWMS und MMS.

Alle weiteren Details zur Datengenese und den Unterschieden zwischen den Energieszenarien sind in Jörß und Degel (2010) ausführlich beschrieben. Auch die im Folgenden kurz skizzierten Emissionsminderungen im MWMS sind dort in größerer Tiefe dargestellt.

Die SO₂-Emissionen im MWMS-Klimaschutzszenario für 2010 sind leicht höher als in der PAREST-Referenz, ab 2015 aber deutlich darunter. Dieses Paradox erscheinende Ergebnis ist dadurch begründet, dass im Referenzszenario von PSz IV, also im MMS, im Sektor Haushalte & GHD ein deutlich höherer Einsatz von Kohlen angenommen wird als in der PAREST-Referenz. Dem steht ab 2015 im MMS verglichen mit der PAREST-Referenz ein deutlich geringerer Steinkohleeinsatz in der Stromerzeugung gegenüber, und auch im MWMS ist, verglichen mit dem MMS, ein durch Klimaschutzmaßnahmen induzierter niedrigerer Einsatz von Braun- und Steinkohle, ebenfalls in der Stromerzeugung, zu verzeichnen.

Für NO_x sind die Emissionsreduktionen im MWMS gegenüber der PAREST-Referenz bedeutend: 63 kt NO_x im Jahr 2010 (6 %) bis 156 kt NO_x im Jahr 2020 (17 %). Diese Differenzen stammen zu etwa zwei Fünfteln aus den systematischen Differenzen zwischen dem PSz IV-MMS und der PAREST-Referenz und zu drei Fünfteln aus den in PSz IV modellierten Klimaschutzmaßnahmen. Die systematischen Differenzen zwischen MMS und der PAREST-Referenz liegen vor allem im geringeren Einsatz von Diesel (in land- und forstwirtschaftlichen Maschinen) sowie Erdgas, Heizöl und Brennholz in Haushalten, im geringeren Steinkohleeinsatz in der Stromerzeugung sowie in niedrigeren Prognosen für die Zement- und Glasproduktion. Die durch Klimaschutzmaßnahmen des MWMS-Klimaschutzszenarios induzierten NO_x-Reduktionen stammen zu ca. 60% aus dem Straßenverkehr und

³ Das MMS wird u.a. näher beschrieben in W. Jörß et al. (2010)

zu geringeren Anteilen aus dem verminderten Einsatz von Braun- und Steinkohle in der Stromerzeugung. Bei den Verkehrsmaßnahmen im MWMS-Klimaschutzszenario stammen die größten Minderungswirkungen aus den Maßnahmen:

- Verdopplung der nominalen LKW-Nutzerkosten bis 2015,
- Flächendeckender Einsatz von Leichtlaufölen und -rädern bis 2020,
- Ausdehnung der LKW-Maut auf alle Fernstraßen sowie auf LKW ab 3,5 t zul. Gesamtgewicht
- Festsetzung von CO₂-Emissionsgrenzwerten für Neuwagen: 2012: 130g/km, 2030: 100g/km,
- für 2010 auch Einführung der CO₂-emissionsabhängigen Kraftstoffsteuer.

Die genannten Maßnahmen sind im Endbericht von Politiksszenarien IV, Kapitel 5.1.4, näher beschrieben (Matthes et al., 2008).

Für die NMVOC-Emissionen ergeben sich im MWMS leicht niedrigere Emissionen, die im Saldo für 2020 den Klimaschutzmaßnahmen im Verkehr zuzuordnen sind. Dabei sind dieselben Maßnahmen von Relevanz, die schon für Stickoxide genannt wurden.

Relevante Änderungen der PM₁₀-Emissionen gegenüber der PAREST-Referenz ergeben sich im MWMS erst ab 2015, 2020 erreichen sie 5 %. Diese errechneten Reduktionen sind etwa zur einen Hälfte durch systematische Unterschiede zwischen der PSz-IV-Referenz (MMS) und der PAREST-Referenz begründet, zur anderen Hälfte durch Klimaschutzmaßnahmen im MWMS-Szenario. Minderungswirksam für PM₁₀ sind vor allem Klimaschutzmaßnahmen im Straßenverkehr sowie bei der Stromerzeugung.

Relevante Änderungen der PM_{2.5}-Emissionen gegenüber der PAREST-Referenz ergeben sich auch erst ab 2015, 2020 erreichen sie 7 %. Die Emissionsminderungsrate von 2000 bis 2020 steigt deshalb von 33 % (PARREST-Referenz⁴) auf 38 % (MWMS). Die zwischen dem MWMS und der PAREST-Referenz errechneten Reduktionen sind zu ca. zwei Dritteln durch systematische Unterschiede zwischen der PSz-IV-Referenz (MMS) und der PAREST-Referenz begründet, und zu nur einem Drittel durch Klimaschutzmaßnahmen des MWMS. Die systematischen Differenzen zwischen dem MMS und der PAREST-Referenz liegen v.a. in den im MMS niedrigen Annahmen für den Brennholzeinsatz in Haushalten. Im MWMS-Klimaschutzszenario fällt auf, dass Emissionssteigerungen gegenüber dem MMS durch einen erhöhten Brennholzeinsatz in Haushalten mehr als ausgeglichen werden durch Klimaschutzmaßnahmen im Straßenverkehr sowie durch weniger Braun- und Steinkohleeinsatz bei der Stromerzeugung.

In Tabelle 44 sind die Emissionen im PAREST-Referenz-Szenario für das Referenzjahr 2020 sowie im Vergleich dazu die Emissionen im MWMS-Klimaschutzszenario (Matthes et al.,

⁴ Vgl. (Jörß et al., 2010)

2008) für alle im PAREST-Projekt betrachteten Luftschadstoffe aufgelöst nach Sektoren dargestellt (Jörß und Degel, 2010).

Tabelle 44: Emissionen im PAREST-Referenzszenario für das Jahr 2020 und im Vergleich dazu die sektorweise aufgelösten Emissionen im MWMS-Klimaschutzszenario für 2020

Sector	NMVOC		Nox		SO ₂		NH ₃		PM ₁₀		PM _{2.5}	
	PAREST_REF	MWMS	PAREST_REF	MWMS	PAREST_REF	MWMS	PAREST_REF	MWMS	PAREST_REF	MWMS	PAREST_REF	MWMS
	kt											
01 Combustion in energy and transformation industries	8	6	282	216	257	169	3	2	10	7	9	6
02 Non-industrial combustion plants	95	93	93	78	36	58	3	2	33	33	30	30
03 Combustion in manufacturing industry	4	3	65	58	62	50	1	1	16	17	8	8
04 Production processes	78	77	67	61	91	93	10	10	43	43	12	13
05 Extraction and distribution of fossil fuels and geothermal energy	12	12	0	0	6	6	0	0	4	4	1	1
06 Solvent and other product use	800	800	0	0	0	0	2	2	9	9	9	9
07 Road transport	82	64	164	117	1	1	8	6	78	60	19	15
08 Other mobil sources and machinery	47	42	150	134	1	1	1	1	8	7	8	7
09 Waste treatment and disposal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 Agriculture	255	255	82	82	0	0	582	582	28	28	6	6
Summe	1381	1353	904	747	455	377	609	607	228	209	101	95
07_1 Road transport gasoline	26	24	24	21	0	0	7	6	0	0	0	0
07_2 Road transport diesel	45	29	140	96	1	0	1	1	2	2	2	2
07_3 Road transport LPG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07_4 Road transport non-ehxhaust (volatilisation)	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07_5 Road transport non-ehxhaust (tire, break and road wear)	0	0	0	0	0	0	0	0	22	18	12	9
07_6 Road transport non-ehxhaust (resuspension)	0	0	0	0	0	0	0	0	53	41	5	4
04_01 Production processes, high altitude	78	77	67	61	91	93	10	10	12	13	6	6
04_02 Production processes, low altitude	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	6	6

Das MWMS-Klimaschutzszenario wurde räumlich aufgelöst und die immissionsseitigen Auswirkungen mit Hilfe des RCG-Modells berechnet. Die Ergebnisse sind Stern (2010) zu entnehmen. In einem weiteren Schritt wurden auf das MWMS-Klimaschutzszenario die folgenden Maßnahmenbündel angewendet:

- M20 (MFR)
- M23 (MFR_Landwirtschaft)
- M25 (MFR_Kleinfeuerungen)

Zur Berechnung der Minderungspotenziale des Maßnahmenbündels M20 wurden zunächst Verkehrsmaßnahmen identifiziert, die im PAREST-MFR-Szenario und im MWMS-Klimaschutzszenario identisch waren. Dabei handelt es sich um folgende Maßnahmen:

- Angleichung der Mineralölsteuersätze von Diesel an Ottokraftstoff
- Förderung der Nutzung von Leichtlaufölen
- Förderung der Nutzung von Leichtlaufreifen
- Kosteninternalisierung im Flugverkehr (Kerosinsteuer und Einbeziehung in den Emissionshandel)

Diese Maßnahmen wurden bei der Anwendung des PAREST-MFR-Szenarios auf das MWMS-Klimaschutzszenario nicht berücksichtigt, um Doppelzählungen zu vermeiden. Auf dieser Grundlage ergaben sich für die drei Maßnahmenbündel, die auf das MWMS-Klimaschutzszenario aufgesetzt wurden, die in Tabelle 45 dargestellten Minderungspotenziale gegenüber der PAREST-Referenz (Jörß et al., 2010).

Tabelle 45: Minderungspotenziale des MWMS-Klimaschutzszenarios und dessen Kombination mit den PAREST-Maßnahmenbündeln M20, M23 und M25 gegenüber dem PAREST-Referenzszenario für das Bezugsjahr 2020

	Minderungspotenziale gegenüber der PAREST-Referenz					
	NM VOC	NO _x	SO ₂	NH ₃	PM10	PM2.5
	kt					
MWMS	28	157	78	0	19	7
MWMS plus MFR (M20)	118	246	153	104	39	20
MWMS plus MFR_A (M23)	28	157	78	103	22,3	7,3
MWMS plus MFR K (M25)	28	166	78	3	28,4	15,3

Für die Klimaschutzmaßnahmen und ihre Kombinationen wurden keine Kosten abgeschätzt und damit auch keine Kosteneffektivitäten hinsichtlich ihrer immissionsmindernden Wirkung. Es wurde lediglich ausgerechnet, welche Konzentrationsminderungen durch diese Maßnahmenkombinationen erzielt werden können.

6 Hypothetische Szenarien

Im Rahmen von PAREST wurden zusätzlich hypothetische Szenarien hinsichtlich ihrer Minderungspotenziale und immissionsseitigen Auswirkungen bewertet. Als hypothetische Maßnahmen wurden folgende Szenarien betrachtet:

- „Angepasster Konsum von tierischem Eiweiß“
- „Ersatz aller Holzfeuerungen durch Ölfeuerungen“

Diese Szenarien dienen verschiedenen Zwecken: Das Szenario „Angepasster Konsum von tierischem Eiweiß“ untersucht die Fragestellung, welche Auswirkungen reduzierter Fleischkonsum auf die Schadstoffkonzentrationen in Deutschland hat. Das Szenario „Ersatz aller Holzfeuerungen durch Ölfeuerungen“ soll die Fragestellung beantworten, welchen Beitrag Holzfeuerungen in Deutschland an der Feinstaubbelastung, insbesondere in ländlichen Gebieten, haben. Im Folgenden werden die zugrunde liegenden Annahmen der betrachteten hypothetischen Szenarien detailliert beschrieben und die emissionsseitigen Auswirkungen quantifiziert.

6.1 Verringerung des Protein-Konsums der deutschen Bevölkerung – Aufklärung der Verbraucherinnen und Verbraucher („Angepasster Konsum von tierischem Eiweiß“)

Dieses Szenario wird in Dämmgen et al. (2008) beschrieben. Der mittlere Protein-Bedarf einer deutschen Frau beträgt etwa 50 g/d, der eines Mannes ungefähr 60 g/d. Empfohlen werden etwa 30 g/d tierisches Eiweiß. In Adolf et al. (1995) werden als tatsächliche Protein-Aufnahmen mit der Nahrung im Mittel 71,8 g/d für Frauen und 93,5 g/d für Männer angegeben. Davon waren bei Frauen 42 g/d (30 %) tierisches Eiweiß, bei Männern 55,6 g/d (52 %). Ähnliche Anteile für tierisches Protein weist der Ernährungsbericht 2004 (DGE, 2004) auf. Ein großer Teil der Krankheiten wird auf chronische Fehlernährung zurückgeführt, insbesondere durch zu geringe Anteile an Obst und Gemüse (DGE, 2004, Kap. 1.5.4.2). Eine Aufklärung der Bevölkerung würde zu einem geringeren Protein- und Fett-Verzehr führen und die Märkte insbesondere für Nahrungsmittel tierischer Herkunft entlasten. Dies wäre nicht nur im Bereich der Tierproduktion selbst emissionsmindernd in der Größenordnung von 20 bis 30 % für alle Gase, sondern würde auch zu erheblichen Minderungen der Emissionen aus dem Pflanzenbau und im Vorleistungsbereich führen. Es würden sich allerdings die Einkommensstrukturen der Landwirtschaft verändern.

Bei weltweit offenen Märkten führt eine Verringerung des Eiweiß-Konsums in Deutschland nicht notwendigerweise zu einer Reduktion der Fleisch- und Milchproduktion, sondern eher zu einer Erhöhung der Exporte und wäre deshalb nicht emissionsmindernd.

In Kuhn et al. (2010) werden dieser Maßnahme Gesamtkosten von insgesamt 2,7 Mrd. Euro zugeordnet.

6.2 Ersatz aller Holzfeuerungen durch Ölfeuerungen

Um die Auswirkungen der Holzfeuerungen auf die immissionsseitigen Luftschadstoffkonzentrationen zu untersuchen, wurden in einem hypothetischen Szenario für das Referenzjahr 2020 in der Quellgruppe „Kleinfeuerungsanlagen in Privathaushalten mit einer Feuerungswärmeleistung < 50 MW“ alle Feuerungsanlagen mit dem Energieträger „naturbelassenes Brennholz“ durch Feuerungsanlagen mit dem Energieträger Heizöl EL ersetzt. Unterschiede zwischen den Wirkungsgraden von Holz- und Ölfeuerungen wurden vernachlässigt. Deutschlandweit wurde in dieser Quellgruppe ein Endenergieeinsatz von insgesamt 296 PJ im Jahr 2020 angenommen. Je nach Energieträger (naturbelassenes Brennholz oder Öl) und den brennstoffspezifischen Emissionsfaktoren ergeben sich unterschiedliche jährliche Emissionsfrachten für die einzelnen betrachteten Luftschadstoffe, die in Tabelle 46 absolut dargestellt sind.

Dieser hypothetischen Maßnahme werden Kosten von insgesamt etwa 1,73 Mrd. Euro zugeordnet. Dabei wurde auf die Kostenabschätzungen aus Theloke et al. (2010) für die Neuanschaffung von modernen Öl-Brennwertkesseln zurückgegriffen. Dies bedeutet, dass es sich eher um eine obere Kostenabschätzung handelt.

Tabelle 46: Herleitung der Differenz der Emissionsfrachten für das hypothetische Szenario, das im Referenzjahr 2020 alle „Kleinfeuerungsanlagen in Privathaushalten mit einer Feuerungswärmeleistung < 50 MW“ mit dem Energieträger „naturbelassenes Brennholz“ durch Ölfeuerungen ersetzt.

		Schadstoff				
		NO _x (als NO ₂)	NM VOC	SO _x (als SO ₂)	NH ₃	PM10
Basisszenario	Emissionsfaktor(kg/TJ)	52,4	289,1	6,6	0,5	95,2
	Emissionsfracht absolut (kt/a)	15,5	85,6	1,9	0,1	28,2
Ölszenario	Emissionsfaktor(kg/TJ)	32,6	1,5	32,1	2,5	0,8
	Emissionsfracht absolut (kt/a)	9,7	0,4	9,5	0,7	0,2
Differenz	Differenz (Öl-Holz) (kt/a)	- 5,9	-85,2	7,6	0,6	-28,0

6.3 Zusammenfassung

Im Rahmen von PAREST wurden 30 Maßnahmenbündel, die insgesamt 75 Einzelmaßnahmen in unterschiedlicher Weise miteinander kombinieren, hinsichtlich ihrer emissionsmindernden Wirkung und ihrer Kosten untersucht. Dabei wurden den Einzelmaßnahmen und Maßnahmenbündeln jeweils Kosten einmal unter Berücksichtigung von Nutzenverlusten - insbesondere von Zeitverlusten - und einmal ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten zugeordnet. Auf Grundlage der Modellierung ihrer immissionsseitigen Auswirkungen mit Hilfe eines Chemie-Transport-Modells konnte eine Rangfolge besonders geeigneter Maßnahmenbündel identifiziert werden. Dabei wurde in (Stern, 2010) eine Rangfolge der maßnahmenbündelspezifischen Minderung der PM10- und PM2.5-Konzentrationen gebildet. In einem nächsten Schritt wurde in (Theloke et al. 2010b) eine Rangfolge der kosteneffektivsten Maßnahmenbündel gebildet.

Zusätzlich wurden auch Sensitivitätsszenarien unter Berücksichtigung von Klimaschutzszenarien modelliert sowie hypothetische Szenarien (Ersatz aller Holzfeuerungen durch Ölfeuerungen und Angepasster Konsum von tierischem Eiweiß).

Referenzen

- Adolf, T., Schneider, R., Eberhardt, W., Hartmann, S., Herwig, A., Hesecker, H., Hünchen, K., Kübler, W., Matiaske, B., Moch, K.J., Rosenbauer, J., (1995).** Ergebnisse der Nationalen Verzehrsstudie (1985-1988) über die Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland. In: Kübler, W., Anders, H.J., Heeschen, W. (Hrsg.): Band XI der VERA-Schriftenreihe. Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Niederkleen (1995), 241 S.
- Dämmgen, U., Haenel, H.-D., Rösemann, C., Eurich-Menden, B., Grimm, E., Döhler, H., Hahne, J. (2008).** Landwirtschaftliche Emissionen. Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung“
- DGE – Deutsche Gesellschaft für Ernährung (Hrsg.) (2004).** Ernährungsbericht 2004. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Bonn, 483 S.
- Jörß, W. und M. Degel (2010).** Energieszenarien für PAREST. Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung“, Berlin: IZT
- Jörß, W., 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
- Kuhn, A., Theloke, J., Kugler, U., Friedrich, R (2010).** Estimation of costs of (behavioural) emission mitigation measures and instruments including estimation of utility costs. Forschungs-Teilbericht an das Umweltbundesamt, im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung“
- Matthes, F., Gores, S., Graichen, V., Harthan, R., Markewitz, P., Hansen, P., Kleemann, M., Krey, V., Martinsen, D., Diekmann, J., Horn, M., Ziesing, H.-J., Eichhammer, W., Doll, C., Helfrich, N., Müller, L., Schade, W., Schlomann, B., (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/zb/volltexte/2008/6164/pdf/cc1.2008.pdf>
- Stern, R. (2010).** Bewertung von Emissionsminderungsszenarien mit Hilfe chemischer Transportberechnungen: PM10- und PM2.5-Minderungspotenziale von Maßnahmenpaketen zur weiteren Reduzierung der Immissionen in Deutschland. Forschungs-Teilbericht im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung“. Berlin, Institut für Meteorologie der Freien Universität Berlin.
- Theloke, J. U. Kugler, T. Kampffmeyer, M. Uzbisich, U. Dämmgen (2010a).** Beschreibung der Minderungsmaßnahmen in PAREST – Maßnahmenblätter. Forschungs-Teilbericht im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung“. IER-Universität Stuttgart.

Theloke, J., R. Stern, W. Jörß, P. Builtjes, A. Kuhn, U. Kugler, R. Friedrich (2010b). Berechnung von Kosteneffektivitäten in PAREST. Forschungs-Teilbericht im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung“. IER-Universität Stuttgart.