

TEXTE

50/2013

Berechnung von Kosten- effektivitäten im Projekt PAREST

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungskennzahl 206 43 200/01
UBA-FB 001524/ANH,10

Berechnung von Kosteneffektivitäten im Projekt PAREST

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

von

**Jochen Theloke
Alexandra Kuhn
Ulrike Kugler
Rainer Friedrich**

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

Rainer Stern

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

Wolfram Jörß

Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT), Berlin

Peter Builtjes

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

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter <http://www.uba.de/uba-info-medien/4525.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

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

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

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

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	5
1 EINLEITUNG	7
2 BERECHNETE KOSTENEFFEKTIVITÄTEN	8
3 ZUSAMMENFASSUNG	33
4 REFERENZEN	36

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 1 (BVK1)	9
Tabelle 2: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 2 (BVK2)	10
Tabelle 3: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 3 (BVK3).....	11
Tabelle 4: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 4 (BVK4).....	12
Tabelle 5: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für Deutschland (D)	13
Tabelle 6: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten die ausgewählten „Average Exposure Index“ (AEI) Stationen	14
Tabelle 7: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 1 (BVK1)	15
Tabelle 8: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 2 (BVK2)	16
Tabelle 10: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 3 (BVK3)	17
Tabelle 10: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 4 (BVK4)	18
Tabelle 11: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für Deutschland (D).....	19
Tabelle 12: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten die ausgewählten „Average Exposure Index“ (AEI) Stationen.....	20
Tabelle 13: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 1 (BVK1)	21
Tabelle 14: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 2 (BVK2)	22

Tabelle 15: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 3 (BVK3)	23
Tabelle 16: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 4 (BVK4)	24
Tabelle 17: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für Deutschland (D).....	25
Tabelle 18: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die ausgewählten „Average Exposure Index“ (AEI) Stationen.....	26
Tabelle 19: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 1 (BVK1)	27
Tabelle 20: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 2 (BVK2)	28
Tabelle 21: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 3 (BVK3)	29
Tabelle 22: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 4 (BVK4)	30
Tabelle 23: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für Deutschland (D)	31
Tabelle 24: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten die ausgewählten „Average Exposure Index“ (AEI) Stationen	32

1 Einleitung

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

- Reduzierter Konsum von tierischem Eiweiß und
- Der Ersatz von Holzfeuerungen durch Ölfeuerungen

quantifiziert.

Die Berechnung der Kosteneffektivitäten basiert insbesondere auf Theloke et al. (2010a), Theloke et al. (2010b), Kuhn et al. (2010), Dämmgen et al. (2008) sowie Stern (2010). Im Rahmen dieses Berichtes werden die Kosteneffektivitäten der jeweiligen Maßnahmenbündel für die unterschiedlichen betrachteten Räume (Bevölkerungsklasse 1-4, Deutschland und AEI-Stationen) in eine Rangfolge gebracht. Die Kosten werden auf Grundlage von Theloke et al. (2010a), Theloke et al. (2010b) und Kuhn et al. (2010) quantifiziert, die immissionsseitigen Minderungspotenziale auf Grundlage von Stern (2010). Dabei werden jeweils die Kosten ohne und mit Nutzenverlusten berücksichtigt, insbesondere im Hinblick auf die Veränderung der Rangfolge.

2 Berechnete Kosteneffektivitäten

Der Schwerpunkt der quantitativen Auswertungen lag zum Einen auf einer mittleren Betrachtung für ganz Deutschland, zum anderen wurde die Fläche Deutschlands in Abhängigkeit von der Bevölkerungsdichte in vier Klassen mit steigender Bevölkerungsdichte (ländlich bis Ballungsraum, Bevölkerungsklasse (BVK) 1 bis 4) aufgeteilt:

- Klasse 1: Gebiete mit einer Bevölkerungsdichte < 100 Einwohner/km²
- Klasse 2: Gebiete mit einer Bevölkerungsdichte $> 100, < 510$ Einwohner/km²
- Klasse 3: Gebiete mit einer Bevölkerungsdichte $> 510, < 945$ Einwohner/km²
- Klasse 4: Gebiete mit einer Bevölkerungsdichte > 945 Einwohner/km²

Eine sechste Bewertungszahl wurde aus einer Mittelung der Ergebnisse für die städtischen Hintergrundstationen abgeleitet, die für die Bestimmung des AEI für PM_{2.5} (Average Exposure Index) ausgewählt wurden. Da in dicht besiedelten Arealen sehr viel mehr Personen von einem lokalen Minderungspotenzial profitieren als in dünner besiedelten Gebieten, wurden die Ergebnisse noch mit der lokalen Bevölkerungsdichte gewichtet.

In Tabelle 1 bis Tabelle 24 sind die Kosteneffektivitäten für die nach Bevölkerungsdichte unterschiedenen Gebiete, ganz Deutschland und die städtischen Hintergrundstationen dargestellt. Dabei wird zwischen PM_{2.5} und PM₁₀ unterschieden. Es werden Kosteneffektivitäten mit und ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten dargestellt.

Tabelle 1: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 1 (BVK1)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität $10^6 \text{ €}/(\text{ng}/\text{m}^3)$ für PM10	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m^3]
1	M50: Tempolimit	-62,8	14
2	M33: MFR_NT Straßenverkehr	-24,5	49
3	M28: MFR Straßenverkehr	-18,0	56
4	M21: MFR_NT	-7,2	139
5	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	0,0	279
6	M74: Landwirtschaft A009	0,0	22
7	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,0	20
8	M54: Sonstiger Verkehr MM009	0,0	14
9	M51: Landwirtschaft A012	0,1	56
10	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,4	17
11	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,5	96
12	M73: Landwirtschaft A007	0,5	68
13	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,9	134
14	M23: MFR Landwirtschaft	1,4	173
15	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,7	144
16	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	2,1	168
17	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	2,1	112
18	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,7	72
19	M20: MFR	2,8	658
20	M29: MFR Sonstiger Verkehr	3,7	34
21	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	4,2	413
22	M27: MFR Industrielle Prozesse	5,4	73
23	M22: MFR_T	5,5	516
24	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	5,5	152
25	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	6,4	19
26	M25: MFR Kleinfeuerung	8,6	157
27	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	9,1	14
28	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	9,3	22
29	M53: Straßenverkehr V012	15,4	6
30	M32: MFR_T Straßenverkehr	32,5	6
31	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	95,8	8
32	M24: MFR Lösemittel	124,1	3

Tabelle 2: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 2 (BVK2)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität $10^6 \text{ €}/(\text{ng}/\text{m}^3)$ für PM10	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M50: Tempolimit	-51,7	17
2	M33: MFR_NT Straßenverkehr	-19,1	63
3	M28: MFR Straßenverkehr	-14,4	70
4	M21: MFR_NT	-6,4	157
5	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	0,0	309
6	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,0	21
7	M54: Sonstiger Verkehr MM009	0,0	15
8	M74: Landwirtschaft A009	0,0	21
9	M51: Landwirtschaft A012	0,1	58
10	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,3	25
11	M73: Landwirtschaft A007	0,5	70
12	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,5	98
13	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,9	140
14	M23: MFR Landwirtschaft	1,4	178
15	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,6	149
16	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,9	181
17	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	2,1	114
18	M20: MFR	2,4	768
19	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,6	74
20	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	2,9	591
21	M29: MFR Sonstiger Verkehr	3,3	39
22	M45: Kleinf Feuerungsanlagen 1. BImSchV	3,9	215
23	M22: MFR_T	4,7	607
24	M27: MFR Industrielle Prozesse	4,8	83
25	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	4,9	25
26	M25: MFR Kleinf Feuerung	6,1	220
27	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	7,1	18
28	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	9,3	22
29	M53: Straßenverkehr V012	15,4	6
30	M32: MFR_T Straßenverkehr	27,9	7
31	M24: MFR Lösemittel	93,1	4
32	M44: Kleinf Feuerungsanlagen Ökodesign	109,4	7

Tabelle 3: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 3 (BVK3)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität $10^6 \text{ €}/(\text{ng}/\text{m}^3)$ für PM10	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m^3]
1	M50: Tempolimit	-41,9	21
2	M33: MFR_NT Straßenverkehr	-15,0	80
3	M28: MFR Straßenverkehr	-11,7	86
4	M21: MFR_NT	-5,6	179
5	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	0,0	349
6	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,0	22
7	M54: Sonstiger Verkehr MM009	0,0	16
8	M74: Landwirtschaft A009	0,0	22
9	M51: Landwirtschaft A012	0,1	63
10	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,2	40
11	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,5	93
12	M73: Landwirtschaft A007	0,5	66
13	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	150
14	M23: MFR Landwirtschaft	1,4	178
15	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,5	159
16	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,7	205
17	M20: MFR	2,1	885
18	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	2,2	110
19	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	2,3	747
20	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,5	79
21	M29: MFR Sonstiger Verkehr	3,0	43
22	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	3,1	272
23	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	3,4	36
24	M22: MFR_T	4,0	701
25	M27: MFR Industrielle Prozesse	4,1	97
26	M25: MFR Kleinfeuerung	4,9	276
27	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	6,1	21
28	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	10,8	19
29	M53: Straßenverkehr V012	18,5	5
30	M32: MFR_T Straßenverkehr	32,5	6
31	M24: MFR Lösemittel	74,4	5
32	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	76,6	10

Tabelle 4: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 4 (BVK4)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität $10^6 \text{ €}/(\text{ng}/\text{m}^3)$ für PM10	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M50: Tempolimit	-31,4	28
2	M33: MFR_NT Straßenverkehr	-10,5	115
3	M28: MFR Straßenverkehr	-8,3	122
4	M21: MFR_NT	-4,3	233
5	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	0,0	393
6	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,0	33
7	M54: Sonstiger Verkehr MM009	0,0	28
8	M74: Landwirtschaft A009	0,0	23
9	M51: Landwirtschaft A012	0,1	67
10	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,1	67
11	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,5	83
12	M73: Landwirtschaft A007	0,6	54
13	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	164
14	M23: MFR Landwirtschaft	1,4	174
15	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,4	173
16	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,4	245
17	M20: MFR	1,7	1087
18	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	1,8	942
19	M29: MFR Sonstiger Verkehr	1,9	66
20	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	2,1	57
21	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,3	85
22	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	2,3	101
23	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	2,4	354
24	M27: MFR Industrielle Prozesse	3,2	124
25	M22: MFR_T	3,4	842
26	M25: MFR Kleinfeuerung	3,8	355
27	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	4,0	32
28	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	12,8	16
29	M53: Straßenverkehr V012	18,5	5
30	M32: MFR_T Straßenverkehr	32,5	6
31	M24: MFR Lösemittel	62,0	6
32	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	76,6	10

Tabelle 5: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für Deutschland (D)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität $10^6 \text{ €}/(\text{ng}/\text{m}^3)$ für PM10	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m^3]
1	M50: Tempolimit	-43,9	20
2	M33: MFR_NT Straßenverkehr	-15,0	80
3	M28: MFR Straßenverkehr	-11,2	90
4	M21: MFR_NT	-5,6	180
5	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	0,0	340
6	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,0	30
7	M54: Sonstiger Verkehr MM009	0,0	20
8	M74: Landwirtschaft A009	0,0	20
9	M51: Landwirtschaft A012	0,1	60
10	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,2	40
11	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,5	90
12	M73: Landwirtschaft A007	0,5	60
13	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	150
14	M23: MFR Landwirtschaft	1,3	180
15	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,5	160
16	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,6	210
17	M20: MFR	2,1	880
18	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	2,2	110
19	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	2,4	720
20	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,4	80
21	M29: MFR Sonstiger Verkehr	2,5	50
22	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	3,1	40
23	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	3,2	260
24	M27: MFR Industrielle Prozesse	4,0	100
25	M22: MFR_T	4,1	690
26	M25: MFR Kleinfeuerung	5,0	270
27	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	6,4	20
28	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	10,2	20
29	M53: Straßenverkehr V012	18,5	5
30	M32: MFR_T Straßenverkehr	19,5	10
31	M24: MFR Lösemittel	62,0	6
32	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	76,6	10

Tabelle 6: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die ausgewählten „Average Exposure Index“ (AEI)-Stationen

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM10	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M50: Tempolimit	-30,3	29
2	M33: MFR_NT Straßenverkehr	-9,9	121
3	M28: MFR Straßenverkehr	-7,9	127
4	M21: MFR_NT	-4,0	251
5	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	0,0	350
6	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,0	51
7	M54: Sonstiger Verkehr MM009	0,0	46
8	M74: Landwirtschaft A009	0,0	22
9	M51: Landwirtschaft A012	0,1	63
10	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,1	50
11	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,6	79
12	M73: Landwirtschaft A007	0,6	51
13	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	157
14	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,5	166
15	M23: MFR Landwirtschaft	1,5	164
16	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,6	221
17	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	1,6	1074
18	M20: MFR	1,6	1104
19	M29: MFR Sonstiger Verkehr	1,7	74
20	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	2,0	408
21	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,4	80
22	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	2,5	95
23	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	2,7	45
24	M25: MFR Kleinfeuerung	3,3	410
25	M22: MFR_T	3,4	838
26	M27: MFR Industrielle Prozesse	3,7	106
27	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	5,8	22
28	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	12,1	17
29	M53: Straßenverkehr V012	18,5	5
30	M32: MFR_T Straßenverkehr	32,5	6
31	M24: MFR Lösemittel	62,0	6
32	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	76,6	10

Tabelle 7: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 1 (BVK1)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM10	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M74: Landwirtschaft A009	0,0	22
2	M51: Landwirtschaft A012	0,1	56
3	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,4	17
4	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,5	96
5	M73: Landwirtschaft A007	0,5	68
6	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,9	134
7	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	1,4	20
8	M23: MFR Landwirtschaft	1,4	173
9	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,7	144
10	M54: Sonstiger Verkehr MM009	2,0	14
11	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	2,1	168
12	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	2,1	112
13	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,7	72
14	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	4,2	413
15	M29: MFR Sonstiger Verkehr	4,6	34
16	M27: MFR Industrielle Prozesse	5,4	73
17	M22: MFR_T	5,5	516
18	M45: Kleinf Feuerungsanlagen 1. BImSchV	5,5	152
19	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	6,4	19
20	M25: MFR Kleinf Feuerung	8,6	157
21	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	9,1	14
22	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	9,3	22
23	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	9,7	279
24	M53: Straßenverkehr V012	15,4	6
25	M32: MFR_T Straßenverkehr	32,5	6
26	M20: MFR	56,9	658
27	M44: Kleinf Feuerungsanlagen Ökodesign	95,8	8
28	M24: MFR Lösemittel	124,1	3
29	M21: MFR_NT	249,3	139
30	M28: MFR Straßenverkehr	618,3	56
31	M33: MFR_NT Straßenverkehr	702,6	49
32	M50: Tempolimit	2478,7	14

Tabelle 8: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 2 (BVK2)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM10	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M74: Landwirtschaft A009	0,0	21
2	M51: Landwirtschaft A012	0,1	58
3	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,3	25
4	M73: Landwirtschaft A007	0,5	70
5	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,5	98
6	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,9	140
7	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	1,3	21
8	M23: MFR Landwirtschaft	1,4	178
9	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,6	149
10	M54: Sonstiger Verkehr MM009	1,8	15
11	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,9	181
12	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	2,1	114
13	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,6	74
14	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	2,9	591
15	M45: Kleinf Feuerungsanlagen 1. BImSchV	3,9	215
16	M29: MFR Sonstiger Verkehr	4,0	39
17	M22: MFR_T	4,7	607
18	M27: MFR Industrielle Prozesse	4,8	83
19	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	4,9	25
20	M25: MFR Kleinf Feuerung	6,1	220
21	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	7,1	18
22	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	8,7	309
23	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	9,3	22
24	M53: Straßenverkehr V012	15,4	6
25	M32: MFR_T Straßenverkehr	27,9	7
26	M20: MFR	48,8	768
27	M24: MFR Lösemittel	93,1	4
28	M44: Kleinf Feuerungsanlagen Ökodesign	109,4	7
29	M21: MFR_NT	220,7	157
30	M28: MFR Straßenverkehr	494,6	70
31	M33: MFR_NT Straßenverkehr	546,5	63
32	M50: Tempolimit	2041,2	17

Tabelle 9: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 3 (BVK3)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM10	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M74: Landwirtschaft A009	0,0	22
2	M51: Landwirtschaft A012	0,1	63
3	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,2	40
4	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,5	93
5	M73: Landwirtschaft A007	0,5	66
6	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	150
7	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	1,2	22
8	M23: MFR Landwirtschaft	1,4	178
9	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,5	159
10	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,7	205
11	M54: Sonstiger Verkehr MM009	1,7	16
12	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	2,2	110
13	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	2,3	747
14	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,5	79
15	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	3,1	272
16	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	3,4	36
17	M29: MFR Sonstiger Verkehr	3,6	43
18	M22: MFR_T	4,0	701
19	M27: MFR Industrielle Prozesse	4,1	97
20	M25: MFR Kleinfeuerung	4,9	276
21	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	6,1	21
22	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	7,7	349
23	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	10,8	19
24	M53: Straßenverkehr V012	18,5	5
25	M32: MFR_T Straßenverkehr	32,5	6
26	M20: MFR	42,3	885
27	M24: MFR Lösemittel	74,4	5
28	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	76,6	10
29	M21: MFR_NT	193,6	179
30	M28: MFR Straßenverkehr	402,6	86
31	M33: MFR_NT Straßenverkehr	430,4	80
32	M50: Tempolimit	1652,4	21

Tabelle 10: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 4 (BVK4)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM10	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M74: Landwirtschaft A009	0,0	23
2	M51: Landwirtschaft A012	0,1	67
3	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,1	67
4	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,5	83
5	M73: Landwirtschaft A007	0,6	54
6	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	164
7	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,8	33
8	M54: Sonstiger Verkehr MM009	1,0	28
9	M23: MFR Landwirtschaft	1,4	174
10	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,4	173
11	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,4	245
12	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	1,8	942
13	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	2,1	57
14	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,3	85
15	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	2,3	101
16	M29: MFR Sonstiger Verkehr	2,3	66
17	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	2,4	354
18	M27: MFR Industrielle Prozesse	3,2	124
19	M22: MFR_T	3,4	842
20	M25: MFR Kleinfeuerung	3,8	355
21	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	4,0	32
22	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	6,9	393
23	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	12,8	16
24	M53: Straßenverkehr V012	18,5	5
25	M32: MFR_T Straßenverkehr	32,5	6
26	M20: MFR	34,5	1087
27	M24: MFR Lösemittel	62,0	6
28	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	76,6	10
29	M21: MFR_NT	148,7	233
30	M28: MFR Straßenverkehr	283,8	122
31	M33: MFR_NT Straßenverkehr	299,4	115
32	M50: Tempolimit	1239,3	28

Tabelle 11: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für Deutschland (D)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM10	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M74: Landwirtschaft A009	0,0	20
2	M51: Landwirtschaft A012	0,1	60
3	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,2	40
4	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,5	90
5	M73: Landwirtschaft A007	0,5	60
6	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	150
7	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,9	30
8	M23: MFR Landwirtschaft	1,3	180
9	M54: Sonstiger Verkehr MM009	1,4	20
10	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,5	160
11	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,6	210
12	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	2,2	110
13	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	2,4	720
14	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,4	80
15	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	3,1	40
16	M29: MFR Sonstiger Verkehr	3,1	50
17	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	3,2	260
18	M27: MFR Industrielle Prozesse	4,0	100
19	M22: MFR_T	4,1	690
20	M25: MFR Kleinfeuerung	5,0	270
21	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	6,4	20
22	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	7,9	340
23	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	10,2	20
24	M53: Straßenverkehr V012	18,5	5
25	M32: MFR_T Straßenverkehr	19,5	10
26	M20: MFR	42,6	880
27	M24: MFR Lösemittel	62,0	6
28	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	76,6	10
29	M21: MFR_NT	192,5	180
30	M28: MFR Straßenverkehr	384,7	90
31	M33: MFR_NT Straßenverkehr	430,4	80
32	M50: Tempolimit	1735,1	20

Tabelle 12: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM10 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die ausgewählten „Average Exposure Index“ (AEI)-Stationen

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM10	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M74: Landwirtschaft A009	0,0	22
2	M51: Landwirtschaft A012	0,1	63
3	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,1	50
4	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,5	51
5	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,6	79
6	M54: Sonstiger Verkehr MM009	0,6	46
7	M73: Landwirtschaft A007	0,6	51
8	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	157
9	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,5	166
10	M23: MFR Landwirtschaft	1,5	164
11	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,6	221
12	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	1,6	1074
13	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	2,0	408
14	M29: MFR Sonstiger Verkehr	2,1	74
15	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,4	80
16	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	2,5	95
17	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	2,7	45
18	M25: MFR Kleinfeuerung	3,3	410
19	M22: MFR_T	3,4	838
20	M27: MFR Industrielle Prozesse	3,7	106
21	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	5,8	22
22	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	7,7	350
23	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	12,1	17
24	M53: Straßenverkehr V012	18,5	5
25	M32: MFR_T Straßenverkehr	32,5	6
26	M20: MFR	33,9	1104
27	M24: MFR Lösemittel	62,0	6
28	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	76,6	10
29	M21: MFR_NT	138,1	251
30	M28: MFR Straßenverkehr	272,6	127
31	M33: MFR_NT Straßenverkehr	284,5	121
32	M50: Tempolimit	1196,6	29

Tabelle 13: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 1 (BVK1)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM2.5	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M50: Tempolimit	-87,9	10
2	M33: MFR_NT Straßenverkehr	-37,6	32
3	M28: MFR Straßenverkehr	-26,5	38
4	M21: MFR_NT	-8,6	117
5	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	0,0	201
6	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,0	20
7	M54: Sonstiger Verkehr MM009	0,0	14
8	M74: Landwirtschaft A009	0,0	20
9	M51: Landwirtschaft A012	0,1	52
10	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,5	16
11	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,8	55
12	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,9	134
13	M73: Landwirtschaft A007	1,1	29
14	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,7	143
15	M23: MFR Landwirtschaft	1,9	128
16	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	2,1	166
17	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,9	68
18	M20: MFR	3,2	577
19	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	3,4	70
20	M29: MFR Sonstiger Verkehr	3,9	33
21	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	4,4	391
22	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	5,8	144
23	M27: MFR Industrielle Prozesse	6,1	65
24	M22: MFR_T	6,2	458
25	M25: MFR Kleinfeuerung	9,0	149
26	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	9,1	14
27	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	9,3	22
28	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	11,1	11
29	M53: Straßenverkehr V012	15,4	6
30	M32: MFR_T Straßenverkehr	27,9	7
31	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	95,8	8
32	M24: MFR Lösemittel	124,1	3

Tabelle 14: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 2 (BVK2)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM2.5	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M50: Tempolimit	-79,9	11
2	M33: MFR_NT Straßenverkehr	-33,4	36
3	M28: MFR Straßenverkehr	-23,4	43
4	M21: MFR_NT	-8,0	126
5	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	0,0	210
6	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,0	21
7	M54: Sonstiger Verkehr MM009	0,0	15
8	M74: Landwirtschaft A009	0,0	20
9	M51: Landwirtschaft A012	0,1	55
10	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,3	23
11	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,8	55
12	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,9	139
13	M73: Landwirtschaft A007	1,1	29
14	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,6	149
15	M23: MFR Landwirtschaft	1,8	131
16	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,9	178
17	M20: MFR	2,7	669
18	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,8	71
19	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	3,1	558
20	M29: MFR Sonstiger Verkehr	3,3	39
21	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	3,3	71
22	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	4,1	203
23	M22: MFR_T	5,2	541
24	M27: MFR Industrielle Prozesse	5,6	71
25	M25: MFR Kleinfeuerung	6,5	208
26	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	7,1	18
27	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	9,3	22
28	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	9,4	13
29	M53: Straßenverkehr V012	15,4	6
30	M32: MFR_T Straßenverkehr	27,9	7
31	M24: MFR Lösemittel	93,1	4
32	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	109,4	7

Tabelle 15: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 3 (BVK3)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität $10^6 \text{ €}/(\text{ng}/\text{m}^3)$ für PM2.5	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M50: Tempolimit	-73,2	12
2	M33: MFR_NT Straßenverkehr	-29,3	41
3	M28: MFR Straßenverkehr	-21,4	47
4	M21: MFR_NT	-7,4	136
5	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	0,0	224
6	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,0	22
7	M54: Sonstiger Verkehr MM009	0,0	16
8	M74: Landwirtschaft A009	0,0	21
9	M51: Landwirtschaft A012	0,1	60
10	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,2	37
11	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,8	56
12	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	150
13	M73: Landwirtschaft A007	1,1	29
14	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,5	159
15	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,7	202
16	M23: MFR Landwirtschaft	1,8	136
17	M20: MFR	2,4	765
18	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	2,5	704
19	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,6	75
20	M29: MFR Sonstiger Verkehr	3,0	43
21	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	3,2	257
22	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	3,3	71
23	M22: MFR_T	4,5	627
24	M27: MFR Industrielle Prozesse	5,1	78
25	M25: MFR Kleinfeuerung	5,2	260
26	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	6,1	21
27	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	7,2	17
28	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	10,2	20
29	M53: Straßenverkehr V012	15,4	6
30	M32: MFR_T Straßenverkehr	27,9	7
31	M24: MFR Lösemittel	74,4	5
32	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	153,2	5

Tabelle 16: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 4 (BVK4)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität $10^6 \text{ €}/(\text{ng}/\text{m}^3)$ für PM2.5	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M50: Tempolimit	-62,8	14
2	M33: MFR_NT Straßenverkehr	-23,6	51
3	M28: MFR Straßenverkehr	-18,0	56
4	M21: MFR_NT	-6,2	163
5	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	0,0	242
6	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,0	33
7	M54: Sonstiger Verkehr MM009	0,0	28
8	M74: Landwirtschaft A009	0,0	22
9	M51: Landwirtschaft A012	0,1	64
10	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,1	62
11	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	164
12	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,8	55
13	M73: Landwirtschaft A007	1,2	27
14	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,4	173
15	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,4	239
16	M23: MFR Landwirtschaft	1,7	141
17	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	2,0	886
18	M29: MFR Sonstiger Verkehr	2,0	65
19	M20: MFR	2,0	928
20	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,4	81
21	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	2,5	333
22	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	3,3	72
23	M22: MFR_T	3,7	762
24	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	4,0	32
25	M25: MFR Kleinfeuerung	4,0	333
26	M27: MFR Industrielle Prozesse	4,4	91
27	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	5,1	24
28	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	12,8	16
29	M53: Straßenverkehr V012	18,5	5
30	M32: MFR_T Straßenverkehr	32,5	6
31	M24: MFR Lösemittel	74,4	5
32	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	766,1	1

Tabelle 17: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für Deutschland (D)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM2.5	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M50: Tempolimit	-87,9	10
2	M33: MFR_NT Straßenverkehr	-30,1	40
3	M28: MFR Straßenverkehr	-20,2	50
4	M21: MFR_NT	-7,2	140
5	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	0,0	220
6	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,0	30
7	M54: Sonstiger Verkehr MM009	0,0	20
8	M74: Landwirtschaft A009	0,0	20
9	M51: Landwirtschaft A012	0,1	60
10	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,2	40
11	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,7	60
12	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	150
13	M73: Landwirtschaft A007	1,1	30
14	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,5	160
15	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,7	200
16	M23: MFR Landwirtschaft	1,9	130
17	M20: MFR	2,4	760
18	M29: MFR Sonstiger Verkehr	2,5	50
19	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	2,6	670
20	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,8	70
21	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	3,3	250
22	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	3,4	70
23	M22: MFR_T	4,6	620
24	M27: MFR Industrielle Prozesse	5,0	80
25	M25: MFR Kleinfeuerung	5,4	250
26	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	6,1	20
27	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	6,4	20
28	M53: Straßenverkehr V012	9,3	10
29	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	10,2	20
30	M32: MFR_T Straßenverkehr	19,5	10
31	M24: MFR Lösemittel	62,0	6
32	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	766,1	1

Tabelle 18: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 ohne Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die ausgewählten „Average Exposure Index“ (AEI)-Stationen

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM2.5	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M50: Tempolimit	-62,8	14
2	M33: MFR_NT Straßenverkehr	-23,1	52
3	M28: MFR Straßenverkehr	-17,4	58
4	M21: MFR_NT	-5,7	177
5	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	0,0	225
6	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,0	51
7	M54: Sonstiger Verkehr MM009	0,0	45
8	M74: Landwirtschaft A009	0,0	21
9	M51: Landwirtschaft A012	0,1	60
10	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,2	46
11	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	157
12	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,8	53
13	M73: Landwirtschaft A007	1,2	26
14	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,5	166
15	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,6	217
16	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	1,7	1010
17	M29: MFR Sonstiger Verkehr	1,7	73
18	M23: MFR Landwirtschaft	1,8	134
19	M20: MFR	1,9	948
20	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	2,2	382
21	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,6	76
22	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	3,4	69
23	M25: MFR Kleinfeuerung	3,5	384
24	M22: MFR_T	3,7	767
25	M27: MFR Industrielle Prozesse	4,9	81
26	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	5,8	22
27	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	6,1	20
28	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	12,1	17
29	M53: Straßenverkehr V012	18,5	5
30	M32: MFR_T Straßenverkehr	32,5	6
31	M24: MFR Lösemittel	62,0	6
32	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	383,1	2

Tabelle 19: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 1 (BVK1)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM2.5	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M74: Landwirtschaft A009	0,0	20
2	M51: Landwirtschaft A012	0,1	52
3	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,5	16
4	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,8	55
5	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,9	134
6	M73: Landwirtschaft A007	1,1	29
7	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	1,4	20
8	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,7	143
9	M23: MFR Landwirtschaft	1,9	128
10	M54: Sonstiger Verkehr MM009	2,0	14
11	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	2,1	166
12	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,9	68
13	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	3,4	70
14	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	4,4	391
15	M29: MFR Sonstiger Verkehr	4,7	33
16	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	5,8	144
17	M27: MFR Industrielle Prozesse	6,1	65
18	M22: MFR_T	6,2	458
19	M25: MFR Kleinfeuerung	9,0	149
20	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	9,1	14
21	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	9,3	22
22	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	11,1	11
23	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	13,4	201
24	M53: Straßenverkehr V012	15,4	6
25	M32: MFR_T Straßenverkehr	27,9	7
26	M20: MFR	64,9	577
27	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	95,8	8
28	M24: MFR Lösemittel	124,1	3
29	M21: MFR_NT	296,2	117
30	M28: MFR Straßenverkehr	911,2	38
31	M33: MFR_NT Straßenverkehr	1075,9	32
32	M50: Tempolimit	3470,1	10

Tabelle 20: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 2 (BVK2)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM2.5	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M74: Landwirtschaft A009	0,0	20
2	M51: Landwirtschaft A012	0,1	55
3	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,3	23
4	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,8	55
5	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,9	139
6	M73: Landwirtschaft A007	1,1	29
7	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	1,3	21
8	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,6	149
9	M54: Sonstiger Verkehr MM009	1,8	15
10	M23: MFR Landwirtschaft	1,8	131
11	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,9	178
12	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,8	71
13	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	3,1	558
14	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	3,3	71
15	M29: MFR Sonstiger Verkehr	4,0	39
16	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	4,1	203
17	M22: MFR_T	5,2	541
18	M27: MFR Industrielle Prozesse	5,6	71
19	M25: MFR Kleinfeuerung	6,5	208
20	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	7,1	18
21	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	9,3	22
22	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	9,4	13
23	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	12,9	210
24	M53: Straßenverkehr V012	15,4	6
25	M32: MFR_T Straßenverkehr	27,9	7
26	M20: MFR	56,0	669
27	M24: MFR Lösemittel	93,1	4
28	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	109,4	7
29	M21: MFR_NT	275,0	126
30	M28: MFR Straßenverkehr	805,2	43
31	M33: MFR_NT Straßenverkehr	956,4	36
32	M50: Tempolimit	3154,6	11

Tabelle 21: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 3 (BVK3)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM2.5	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M74: Landwirtschaft A009	0,0	21
2	M51: Landwirtschaft A012	0,1	60
3	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,2	37
4	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,8	56
5	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	150
6	M73: Landwirtschaft A007	1,1	29
7	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	1,2	22
8	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,5	159
9	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,7	202
10	M54: Sonstiger Verkehr MM009	1,7	16
11	M23: MFR Landwirtschaft	1,8	136
12	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	2,5	704
13	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,6	75
14	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	3,2	257
15	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	3,3	71
16	M29: MFR Sonstiger Verkehr	3,6	43
17	M22: MFR_T	4,5	627
18	M27: MFR Industrielle Prozesse	5,1	78
19	M25: MFR Kleinfeuerung	5,2	260
20	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	6,1	21
21	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	7,2	17
22	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	10,2	20
23	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	12,1	224
24	M53: Straßenverkehr V012	15,4	6
25	M32: MFR_T Straßenverkehr	27,9	7
26	M20: MFR	49,0	765
27	M24: MFR Lösemittel	74,4	5
28	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	153,2	5
29	M21: MFR_NT	254,8	136
30	M28: MFR Straßenverkehr	736,7	47
31	M33: MFR_NT Straßenverkehr	839,7	41
32	M50: Tempolimit	2891,8	12

Tabelle 22: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die Bevölkerungsklasse 4 (BVK4)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM2.5	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M74: Landwirtschaft A009	0,0	22
2	M51: Landwirtschaft A012	0,1	64
3	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,1	62
4	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	164
5	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,8	55
6	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,8	33
7	M54: Sonstiger Verkehr MM009	1,0	28
8	M73: Landwirtschaft A007	1,2	27
9	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,4	173
10	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,4	239
11	M23: MFR Landwirtschaft	1,7	141
12	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	2,0	886
13	M29: MFR Sonstiger Verkehr	2,4	65
14	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,4	81
15	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	2,5	333
16	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	3,3	72
17	M22: MFR_T	3,7	762
18	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	4,0	32
19	M25: MFR Kleinfeuerung	4,0	333
20	M27: MFR Industrielle Prozesse	4,4	91
21	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	5,1	24
22	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	11,2	242
23	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	12,8	16
24	M53: Straßenverkehr V012	18,5	5
25	M32: MFR_T Straßenverkehr	32,5	6
26	M20: MFR	40,4	928
27	M24: MFR Lösemittel	74,4	5
28	M21: MFR_NT	212,6	163
29	M28: MFR Straßenverkehr	618,3	56
30	M33: MFR_NT Straßenverkehr	675,1	51
31	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	766,1	1
32	M50: Tempolimit	2478,7	14

Tabelle 23: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für Deutschland (D)

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität $10^6 \text{ €}/(\text{ng}/\text{m}^3)$ für PM2.5	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M74: Landwirtschaft A009	0,0	20
2	M51: Landwirtschaft A012	0,1	60
3	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,2	40
4	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,7	60
5	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	150
6	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,9	30
7	M73: Landwirtschaft A007	1,1	30
8	M54: Sonstiger Verkehr MM009	1,4	20
9	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,5	160
10	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,7	200
11	M23: MFR Landwirtschaft	1,9	130
12	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	2,6	670
13	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,8	70
14	M29: MFR Sonstiger Verkehr	3,1	50
15	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	3,3	250
16	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	3,4	70
17	M22: MFR_T	4,6	620
18	M27: MFR Industrielle Prozesse	5,0	80
19	M25: MFR Kleinfeuerung	5,4	250
20	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	6,1	20
21	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	6,4	20
22	M53: Straßenverkehr V012	9,3	10
23	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	10,2	20
24	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	12,3	220
25	M32: MFR_T Straßenverkehr	19,5	10
26	M20: MFR	49,3	760
27	M24: MFR Lösemittel	62,0	6
28	M21: MFR_NT	247,5	140
29	M28: MFR Straßenverkehr	692,5	50
30	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	766,1	1
31	M33: MFR_NT Straßenverkehr	860,7	40
32	M50: Tempolimit	3470,1	10

Tabelle 24: Rangfolge der Maßnahmenbündel aufgrund der spezifischen Kosteneffektivitäten hinsichtlich PM2.5 mit Berücksichtigung von Nutzenverlusten für die ausgewählten „Average Exposure Index“ (AEI)-Stationen

Rangfolge	Beschreibung des Maßnahmenbündels	Kosteneffektivität 10 ⁶ €/(ng/m ³) für PM2.5	Minderungseffekt (Deutschland) [ng/m ³]
1	M74: Landwirtschaft A009	0,0	21
2	M51: Landwirtschaft A012	0,1	60
3	M52: Großfeuerungsanlagen G009	0,2	46
4	M35: MFR_NT Sonstiger Verkehr	0,5	51
5	M54: Sonstiger Verkehr MM009	0,6	45
6	M46: Großfeuerungsanlagen IED	0,8	157
7	M31: MFR_T Landwirtschaft	0,8	53
8	M73: Landwirtschaft A007	1,2	26
9	M47: Großfeuerungsanlagen UBA_IED	1,5	166
10	M26: MFR Großfeuerungsanlagen	1,6	217
11	M59: Kleinverbraucher Öl statt Holz	1,7	1010
12	M23: MFR Landwirtschaft	1,8	134
13	M29: MFR Sonstiger Verkehr	2,1	73
14	M45: Kleinfeuerungsanlagen 1. BImSchV	2,2	382
15	M30: MFR_NT Landwirtschaft	2,6	76
16	M43: MFR Landwirtschaft, Tierhaltung	3,4	69
17	M25: MFR Kleinfeuerung	3,5	384
18	M22: MFR_T	3,7	767
19	M27: MFR Industrielle Prozesse	4,9	81
20	M34: MFR_T Sonstiger Verkehr	5,8	22
21	M49: MFR Staub Industrielle Prozesse	6,1	20
22	M15: Reduzierter Fleischverbrauch	12,0	225
23	M48: MFR NOx Industrielle Prozesse	12,1	17
24	M53: Straßenverkehr V012	18,5	5
25	M32: MFR_T Straßenverkehr	32,5	6
26	M20: MFR	39,5	948
27	M24: MFR Lösemittel	62,0	6
28	M21: MFR_NT	195,8	177
29	M44: Kleinfeuerungsanlagen Ökodesign	383,1	2
30	M28: MFR Straßenverkehr	597,0	58
31	M33: MFR_NT Straßenverkehr	662,1	52
32	M50: Tempolimit	2478,7	14

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 diesem Bericht eine Rangfolge der kosteneffektivsten Maßnahmenbündel für 4 unterschiedliche Bevölkerungsklassen, Deutschland und die „Average Exposure Index“ (AEI)-Stationen gebildet.

Für ganz Deutschland ergibt sich aus Tabelle 5 (PM10) und Tabelle 17 (PM2.5) für die ersten 4 Maßnahmenbündel zur weiteren Senkung der PM10-Immissionen eine Kostenersparnis. Diese Maßnahmenbündel sind Kombinationen hauptsächlich nicht-technischer Maßnahmen in den Sektoren

- Landwirtschaft,
- Straßenverkehr und
- Sonstige Mobile Quellen.

Zur Kostenersparnis tragen dabei ausschließlich Maßnahmen aus dem Sektor Straßenverkehr bei. Die Kostenersparnis basiert hier auf Kraftstoffeinsparungen aufgrund der Maßnahmen (Theloke et al., 2010a)

- Festlegung eines Tempolimits auf Autobahnen und Außerortsstraßen (V003 und V004)
- Angleichung der Mineralölsteuer für Dieselkraftstoff (V005)¹
- Verlagerung von Innerortsfahrten auf das Fahrrad (V008) und
- Förderprogrammen zum kraftstoffsparenden Fahren (V009).

Darüber hinaus sind in Tabelle 5 und Tabelle 17 vier Maßnahmenbündel zu identifizieren, die kostenneutral sind. Dabei handelt es sich um folgende Maßnahmen bzw.

¹ Der Anstieg der Preise für Dieselkraftstoff würde zusätzlich zu einer Abnahme der Fahrleistungen von Diesel-Pkw im Privatverkehr führen. Es wurde angenommen, dass die stufenweise Erhöhung der Dieselpreise um insgesamt ca. 20% zu einer Reduktion der Fahrleistungen mit Diesel-Pkw im Privatverkehr um 6% führt. (Das entspricht einer Preiselastizität in privaten Haushalten von -0,3 (Hautzinger et al., 2004). Für den Pkw-Wirtschaftsverkehr werden dagegen keine Fahrleistungsreduktionen aufgrund der Angleichung der Mineralölsteuer angenommen.

Maßnahmenbündel, die im Folgenden in Einzelmaßnahmen (Theloke et al., 2010a) aufgeteilt werden:

- die hypothetische Maßnahme M15 „Angepasster Konsum von tierischen Eiweiß“.
- Nutzungsbeschränkungen für hochemittierende Baumaschinen in innerstädtischen Gebieten (MM005)
- Differenzierung der Trassenpreise im Schienenverkehr (MM007)
- Kosteninternalisierung im Flugverkehr (Kerosinsteuer und Einbeziehung in den Emissionshandel) (MM009)
- Emissionsabhängige Landeentgelte im Flugverkehr (MM010)
- Veränderung der Ausbringtechnik und Verringerung der Zeit bis zur Einarbeitung von Düngern (A009)

Insgesamt können mit diesen Maßnahmen (ohne die hypothetische Maßnahme M15) mindestens 9% der PM10-Emissionsminderung bzw. 4% der PM2.5-Emissionsminderung des MFR-Szenarios (M20) erreicht werden.

Die hypothetische Maßnahme „Angepasster Konsum von tierischem Eiweiß“ führt in der Verursachergruppe Landwirtschaft zu einer starken Minderung der Ammoniak- und PM10-Emissionen. Das NH₃-Emissionsminderungspotenzial dieses Szenarios ist mit 25% sogar höher als das gesamte NH₃-Emissionsminderungspotenzial des MFR-Maßnahmenbündels M20, das zu einer NH₃-Minderung von 17% gegenüber dem PAREST-Referenzszenario im Jahr 2020 führt.

Die ersten 8 Maßnahmenbündel ohne Berücksichtigung der hypothetischen Maßnahme „Angepasster Konsum von tierischem Eiweiß“ würden insgesamt, auf Grundlage der in PAREST durchgeführten Kostenabschätzungen, zu Kosteneinsparungen von ungefähr 1 Mrd. € pro Jahr führen. Dies ist insbesondere auf Kraftstoffeinsparungen zurückzuführen. Weitere in diesen Maßnahmenbündeln enthaltene Maßnahmen (Theloke et al., 2010), die „positive“ oder keine Maßnahmenkosten aufweisen sind:

- Verringerter Aufenthalt im Stall - Verlängerung des Weidegangs bei Milchkühen (A005)
- Umstellung auf Festmistverfahren (A006)
- Kombination von Anpassung der Düngermengen an den Düngerbedarf und verringertem Einsatz von Harnstoffdüngern (A012)
- Förderung der Nachrüstung von Pkw mit Dieselpartikelfiltern (V002)
- Tempolimit innerorts (V007)
- Förderung der Nutzung von Leichtlaufreifen (V011)
- Förderung der Nutzung von Leichtlaufölen (V010)

Allerdings sind die Kostenbewertungen mit großen Unsicherheiten behaftet. Die Größenordnung der spezifischen Maßnahmenkosten wird jedoch als plausibel betrachtet.

Wenn auf Grundlage von Kuhn et al. (2010) zusätzlich die durch Nutzenverluste (hauptsächlich Zeit- und Komfortverluste) entstehenden Kosten für einzelne Maßnahmen berücksichtigt werden, ergibt sich für Deutschland die in Tabelle 11 (PM10) und Tabelle 23 (PM2.5) dargestellte Reihenfolge der betrachteten Maßnahmenbündel.

Die Reihenfolge der Maßnahmen unter Berücksichtigung ihrer Kosteneffektivitäten variiert etwas für die Gebiete verschiedener Bevölkerungsdichten.

4 Referenzen

- 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“
- Hautzinger, H., Mayer, K., Helms, M., Kern, C., Wiesenhütter, M., Haag, G., Binder, J. (2004).** Analyse von Änderungen des Mobilitätsverhaltens – insbesondere der Pkw-Fahrleistung – als Reaktion auf geänderte Kraftstoffpreise. Institut für angewandte Verkehrs- und Tourismusforschung e.V. (IVT) Heilbronn/Mannheim, Heilbronn 2004.
- 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“
- 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. Uzbasic, 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., U. Kugler, W. Jörß, B. Thiruchittampalam, T. Kampffmeyer, M., Uzbasic, U. Dämmgen, P. Builtjes, R. Stern (2010b)** Beschreibung der maßnahmenbasierten und hypothetischen Maßnahmenbündel in PAREST Forschungs-Teilbericht im Rahmen des PAREST-Vorhabens: FKZ 206 43 200/01 „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung“. IER-Universität Stuttgart.