

TEXTE

155/2024

Abschlussbericht

Inhaltliche Vorbereitung der Öffentlichkeitsbeteiligung im Rahmen der Aktualisierung des nationalen Lufitreinhalteprogramms

von:

Volker Handke

Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin

Thomas Feil

BTE/Freiberufler, Berlin

Antje Stork

SANDSTEIN Kommunikation, Dresden

Christiane Schneider

AVISO GmbH, Aachen

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 155/2024

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und
Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3719 51 202 0
FB001273

Abschlussbericht

Inhaltliche Vorbereitung der Öffentlichkeitsbeteiligung im Rahmen der Aktualisierung des nationalen Luftreinhalteprogramms

von

Volker Handke
Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin

Thomas Feil
BTE/Freiberufler, Berlin

Antje Stork
SANDSTEIN Kommunikation, Dresden

Christiane Schneider
AVISO GmbH, Aachen

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Durchführung der Studie:

Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung
Schopenhauerstr. 26
14129 Berlin

Abschlussdatum:

Oktober 2023

Redaktion:

Fachgebiet II 4.1 Grundsatzfragen der Luftreinhaltung
Langner, Marcel; Brauns, Bryan

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, November 2024

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Inhaltliche Vorbereitung der Öffentlichkeitsbeteiligung im Rahmen der Aktualisierung des nationalen Luftreinhalteprogramms

Der vorliegende Abschlussbericht dokumentiert die Ergebnisse der wissenschaftlichen Wirkungsbewertung, deren allgemeinverständliche Vereinfachung sowie deren zielgruppenspezifische Kommunikation für die folgenden Luftreinhaltemaßnahmen:

- ▶ Verpflichtende Vorgaben zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger
- ▶ Systemintegrierte Maßnahmen in Stall und Lager
- ▶ Reduktion der Tierzahlen
- ▶ Stickstoffüberschussabgabe
- ▶ Ausbau und Stärkung des Umweltverbundes
- ▶ Förderung Elektromobilität
- ▶ Lkw-Maut
- ▶ Parkraumbewirtschaftung
- ▶ Tempolimit auf Autobahnen und sonstigen Außerortsstraßen
- ▶ Änderung der 13. BImSchV für ausgewählte Brennstoffe außer Kohle (Stationäre Feuerung)
- ▶ Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung bis 2030

Den Bewertungen dieser Maßnahmen vorangestellt, sind allgemeine und maßnahmenübergreifende Hinweise zur wissenschaftlichen Wirkungsbewertung, zur allgemeinverständlichen Übersetzung von Wirkungsbewertungen sowie zu den allgemeinen Anforderungen an eine erfolgreiche Kommunikation. Zudem finden sich maßnahmenübergreifende und quellgruppenspezifische Hinweise zur Wirkungsbewertung, zur sachgemäßen Vereinfachung und zur Kommunikation für die Quellgruppenbereiche „Landwirtschaft“, „Verkehr“ und „Stationäre Feuerungen“.

Abstract: Preparation of public participation as part of the update of the national clean air program

This final report documents the results of the scientific impact assessment, its generally understandable simplification and its target group-specific communication for the following air pollution control measures:

- ▶ Mandatory specifications for spreading manure
- ▶ System-integrated measures in stables and storage
- ▶ Reduction in the number of animals
- ▶ Excess nitrogen levy
- ▶ Expansion and strengthening of the environmentally friendly modes of transport
- ▶ Promotion of electromobility
- ▶ Truck toll
- ▶ Parking space management
- ▶ Speed limit on motorways and other non-urban roads
- ▶ Amendment of the 13th BImSchV for selected fuels other than coal (stationary combustion)
- ▶ Early phase-out of coal-fired power generation by 2030

The evaluations of these measures are preceded by general and comprehensive information on the scientific impact assessment, on the generally understandable translation of impact assessments and on the general requirements for successful communication. In addition, there are cross-measure and source group-specific information on impact assessment, appropriate simplification and communication for the source group areas "Agriculture", "Transport" and "Stationary Combustion".

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	16
Tabellenverzeichnis.....	18
Abkürzungsverzeichnis.....	20
Zusammenfassung.....	22
Summary	27
1 Vorbemerkungen.....	32
2 Wissenschaftliche Transferkonzepte	34
2.1 Wissenschaftskommunikation.....	34
2.1.1 Wissenstransfer	34
2.1.2 Beispiel für Wissenstransfer	36
2.1.3 Anforderungen an gute Wissenschaftskommunikation	37
2.1.4 Beispiele für gelungene Wissenschaftskommunikation.....	40
2.1.5 Weitere Beispiele.....	42
2.2 Öffentliche Beteiligung	44
2.2.1 Defitorisches	44
2.2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen	44
2.2.2.1 Aarhus Konvention	44
2.2.2.2 § 6 der 43. BImSchV	45
2.2.2.3 Verwaltungsentscheidungen	45
2.2.3 Grundlagen der Bürgerbeteiligung bei Umweltbelangen.....	46
2.2.4 Grundvoraussetzungen für gute Bürgerbeteiligungen:.....	47
2.2.5 Beispiele erfolgreicher Bürgerbeteiligung	48
2.2.5.1 Bürgerkonferenzen im Zusammenhang mit dem „Klimaschutzplan 2050“	48
2.2.5.2 Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg	50
2.2.5.3 Öffentlichkeitsbeteiligung Luftreinhalteplan „Modellstadt Reutlingen“	50
2.2.5.4 Luftreinhalteplan 2018-2025 Berlin.....	52
2.2.5.5 Weitere Beispiele.....	54
2.2.6 Beispiele für digitale Applikationen.....	54
3 Allgemeine wissenschaftliche Wirkungsbewertung der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019..	56
3.1 Kumulierte Wirkungen aller Maßnahmen des NLRP von 2019 auf die nationalen Emissionen	56
3.2 Sektorspezifische Wirkungen aller Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die nationalen Emissionen	58

3.2.1	Sektorspezifische Wirkung der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die NO _x -Emissionen	58
3.2.2	Sektorspezifische Wirkung der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die SO ₂ -Emissionen	59
3.2.3	Sektorspezifische Wirkung der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die NH ₃ -Emissionen	60
3.2.4	Sektorspezifische Wirkung der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die NMVOC-Emissionen	61
3.2.5	Sektorspezifische Wirkung der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die PM _{2,5} -Emissionen	62
3.3	Unsicherheiten bei der Projektion nationaler Luftschadstoff-Emissionen	63
3.4	Kumulierte Wirkungsbewertung der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die Luftqualität	63
3.4.1	Entwicklung der Luftqualität	64
3.4.2	Prognose der Luftqualität bis 2030	69
3.4.3	Auswirkungen auf die Gesundheit	73
4	Allgemein verständliche Übersetzung von Wirkungsbewertungen	76
4.1	Grundlagen einer sachgemäßen Vereinfachung und allgemein verständliche Übersetzung	76
4.1.1	Allgemein verständliche Darstellung der NEC-Schadstoffe	76
4.1.2	Allgemein verständliche Grundlagen der Luftreinhaltung	78
4.1.3	Allgemein verständliche Darstellung von NEC-Richtlinie und NLRP	81
5	Allgemeine Anforderung an erfolgreiche Kommunikation	82
5.1	Methodisches Vorgehen und Aufbau des Kommunikationskonzepts	84
6	Emissionen aus der Landwirtschaft – Einführung	85
6.1	Nationale integrierte Stickstoffminderungsstrategie	86
6.2	Stickstoff-Gesamtbilanz der Landwirtschaft	89
6.3	Für den Sektor Landwirtschaft relevante EU-Gesetze in Bezug auf Emissionen und Stickstoffeinträge	90
6.4	Düngegesetz, Düngeverordnung und Stoffstrombilanzverordnung	90
6.5	NH ₃ -Emissionen der Landwirtschaft nach Teilsektoren	92
6.6	Sachgemäße Vereinfachung der Landwirtschaft als Emissionsquelle	94
6.6.1	Anmerkungen zum natürlichen Stickstoffkreislauf	94
6.6.2	Anmerkungen zum Stickstoff als Umweltproblem	95
6.6.3	Anmerkungen zur Ammoniakproblematik in der Landwirtschaft	96
6.7	Allgemeine Anforderungen an erfolgreiche Kommunikation in der Landwirtschaft	101

6.7.1	Transparenz und Dialog	102
6.7.2	Funkstille zwischen Landwirtschaft und Bevölkerung.....	102
6.7.3	Stimmungsbarometer der Landwirt*innen - Einfluss der Corona-Pandemie.....	103
7	Landwirtschaft: Maßnahme: „Verpflichtende Vorgaben zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger“	105
7.1	Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung.....	105
7.1.1	NH ₃ -Emissionen bei der Ausbringung von Wirtschaftsdünger	105
7.1.2	Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahme	106
7.1.3	Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen	108
7.1.4	Auswirkungen der Maßnahme auf die Luftqualität.....	108
7.2	Allgemein verständliche Übersetzung der Wirkungsbewertung	110
7.2.1	Maßnahmenspezifische Übersetzung der Wirkungsbewertung	110
7.3	Maßnahmenspezifische Kommunikation	111
7.3.1	Allgemeine Anforderungen an erfolgreiche Kommunikation bei Emissionsmaßnahmen in der Landwirtschaft.....	111
7.3.2	Analyse des IST-Zustands.....	111
7.3.3	Zielgruppen	112
7.3.3.1	Landwirt*innen.....	112
7.3.3.2	Verbraucher*innen.....	117
7.3.3.3	Ernährungsgewohnheiten der Zielgruppe Verbraucher*innen.....	119
7.3.3.4	Erwartungen der Verbraucher*innen an die Landwirtschaft.....	119
7.3.3.5	Politische Entscheidungsträger*innen und Initiator*innen	120
7.3.4	Kommunikationsziele.....	120
7.3.5	Strategischer Ansatz	121
7.3.5.1	Themensetting zu Umsetzungsunterstützungen für Landwirt*innen.....	121
7.3.5.2	Landwirtschaft verbrauchernah erklärt.....	123
7.3.5.3	Agrar-Botschafter*innen	123
7.3.5.4	Rollenwechsel und Mitbestimmung.....	124
7.3.5.5	Agrar-Blogger und der „Gläserne Bauernhof“	125
7.3.5.6	Beteiligungen und Diskussionsplattformen.....	126
7.3.6	Handlungsempfehlungen.....	132
7.3.7	Zusammenfassung	133
8	Landwirtschaft: Systemintegrierte Maßnahmen in Stall und Lager.....	134
8.1	Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung.....	134
8.1.1	NH ₃ -Emissionen im Stall und bei der Lagerung von Wirtschaftsdünger.....	134

8.1.2	Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahmen	137
8.1.3	Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen	139
8.1.4	Auswirkungen der Maßnahmen auf die Luftqualität.....	139
8.2	Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache.....	139
8.2.1	Inhalt und Zusammenhang der Minderungsmaßnahme.....	139
8.2.2	Wirkung der Maßnahme.....	141
8.3	Maßnahmenspezifische Kommunikation	143
8.3.1	Maßnahmenspezifische Anforderung an erfolgreiche Kommunikation	143
8.3.2	Analyse des IST-Zustandes.....	143
8.3.3	Maßnahmenspezifische Zielgruppen.....	143
8.3.4	Maßnahmenspezifische Kommunikationsziele	143
8.3.5	Strategischer Ansatz für die Kommunikation	144
8.3.6	Handlungsempfehlungen.....	144
9	Landwirtschaft: Maßnahme „Reduktion der Tierzahlen“	145
9.1	Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung.....	145
9.1.1	Rahmenbedingungen der Maßnahme.....	145
9.1.2	Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahmen	146
9.1.3	Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen	148
9.1.4	Auswirkungen der Maßnahmen auf die Luftqualität.....	148
9.2	Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache.....	149
9.2.1	Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme	149
9.2.2	Wirkung der Maßnahme.....	150
9.3	Maßnahmenspezifische Kommunikation	150
9.3.1	Allgemeine Anforderungen an maßnahmenspezifische Kommunikation	150
9.3.2	Analyse des IST-Zustandes.....	151
9.3.2.1	Schaffung gesetzlicher Rahmenbedingungen als Voraussetzung.....	151
9.3.2.2	Umgang der Medien mit Landwirtschaft und Nutztierhaltung	151
9.3.2.3	Veganuary: Internationale Initiative und erfolgreiches Beteiligungsformat.....	152
9.3.3	Maßnahmenspezifische Zielgruppen.....	152
9.3.3.1	Differenzierung der Verbraucher*innen	152
9.3.3.2	Botschafter*innen	155
9.3.3.3	Landwirt*innen.....	155
9.3.4	Maßnahmenspezifische Kommunikationsziele	155
9.3.5	Strategischer Ansatz für die Kommunikation	157

9.3.6	Handlungsempfehlungen.....	157
10	Landwirtschaft: Maßnahme „Stickstoffüberschussabgabe“	158
10.1	Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung.....	158
10.1.1	Rahmenbedingungen der Maßnahme.....	158
10.1.2	Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahme	159
10.1.3	Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen	159
10.1.4	Auswirkungen der Maßnahme auf die Luftqualität.....	160
10.2	Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache.....	160
10.2.1	Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme	160
10.2.2	Wirkung der Maßnahme.....	161
10.3	Maßnahmenspezifische Kommunikation zur Stickstoffüberschussabgabe.....	162
10.3.1	Anforderungen an erfolgreiche Kommunikation zur Stickstoffüberschussabgabe.....	162
10.3.2	Analyse des IST-Zustandes.....	163
10.3.2.1	Tonalität in den Medien und in der Kommunikation beim Thema Stickstoffüberschuss in der Landwirtschaft.....	163
10.3.2.2	Kommunikation setzt Nachhaltigkeit und Vertrauen voraus	164
10.3.2.3	Problem entlang der Wertschöpfungskette betrachten	164
10.3.2.4	Stickstoff-Emissionen und Stickstoffminderung sind auch Themen mit internationaler Relevanz.....	165
10.3.2.5	Militärische Auseinandersetzungen beeinflussen und verunsichern den Status Quo	165
10.3.2.6	Stickstoffüberschuss: Nicht nur ein Thema für Fachkreise	165
10.3.2.7	Wie das Umweltbundesamt zum Thema und darüber hinaus kommuniziert	166
10.3.3	Zielgruppen	166
10.3.4	Kommunikationsziele.....	167
10.3.5	Strategischer Ansatz für die Kommunikation	169
10.3.6	Handlungsempfehlungen.....	169
10.3.6.1	Maßnahmen zur Stickstoffminderung als Optionen kommunizieren	169
10.3.6.2	Niedrigschwellige Beratungsangebote für Landwirt*innen	170
11	Emissionen aus dem Verkehrssektor – Einführung.....	171
11.1	Gesamtstrategie nachhaltige urbane Mobilität.....	171
11.2	Verkehrswende als wichtiger Baustein der Energiewende	173
11.3	Luftschadstoffemissionen des Verkehrssektors	174
11.4	Sachgemäße Vereinfachung des Verkehrssektors als Emissionsquelle.....	177
11.5	Allgemeine Anforderungen an erfolgreiche Kommunikation im Verkehrsbereich	179

12 Verkehr: Maßnahme „Ausbau und Stärkung des Umweltverbundes“	181
12.1 Rahmenbedingungen der Maßnahme	181
12.2 Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahme	185
12.3 Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen	187
12.4 Auswirkungen der Maßnahme auf die Luftqualität	187
12.5 Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache	188
12.5.1 Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme	188
12.5.2 Wirkung der Maßnahme	189
12.6 Maßnahmenspezifische Kommunikation	189
12.6.1 Analyse des IST-Zustands	189
12.6.2 Zielgruppen	192
12.6.3 Kommunikationsziele	194
12.6.4 Strategischer Ansatz	194
13 Verkehr: Maßnahme „Förderung Elektromobilität“	198
13.1 Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung	198
13.1.1 Rahmenbedingungen der Maßnahme	198
13.1.2 Emissionsseitige Wirkung der Maßnahme	203
13.1.3 Maßnahmenspezifische Unsicherheiten	204
13.1.4 Auswirkung der Maßnahme auf die Luftqualität	204
13.2 Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache	205
13.2.1 Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme	205
13.2.2 Wirkung der Maßnahme	207
13.3 Maßnahmenspezifische Kommunikation	207
13.3.1 IST-Zustand: Umgang mit der Maßnahme in Politik und Verbraucherinformation	207
13.3.2 Maßnahmenspezifische Zielgruppen	210
13.3.2.1 Endkunden für Elektroautos	210
13.3.2.2 Nutzer*innen für weitere E-Fahrzeuge	212
13.3.3 Maßnahmenspezifische Kommunikationsziele	213
13.3.4 Strategischer Ansatz für die Kommunikation	213
14 Verkehr: Maßnahme „Lkw-Maut“	214
14.1 Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung	214
14.1.1 Rahmenbedingungen der Maßnahme	214
14.1.2 Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahme	216
14.1.3 Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen	217

14.1.4	Auswirkungen der Maßnahme auf die Luftqualität.....	218
14.2	Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache.....	218
14.2.1	Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme	218
14.2.2	Wirkung der Maßnahme.....	219
14.3	Maßnahmenspezifische Kommunikation	220
14.3.1	IST-Zustand: Allgemeine Akzeptanz der Lkw-Maut	220
14.3.2	Zielgruppen	221
14.3.3	Maßnahmenspezifische Kommunikation	222
14.3.3.1	Best Practice: Erfolgsbeispiel Schweiz	222
14.3.4	Handlungsempfehlung für Kommunikation	222
15	Verkehr: Maßnahme „Parkraumbewirtschaftung“	223
15.1	Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung.....	223
15.1.1	Rahmenbedingungen der Maßnahme.....	223
15.1.2	Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahme	225
15.1.3	Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen	225
15.1.4	Auswirkungen der Maßnahmen auf die Luftqualität.....	225
15.2	Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache.....	226
15.2.1	Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme	226
15.2.2	Wirkung der Maßnahme.....	227
15.3	Maßnahmenspezifische Kommunikation	228
15.3.1	Akzeptanz der Zielgruppen	228
15.3.2	Best practice „Workplace Parking Levy“ in Nottingham	228
15.3.3	Handlungsempfehlung	229
16	Verkehr: Maßnahme „Tempolimit auf Autobahnen und sonstigen Außerortsstraßen“	230
16.1	Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung.....	230
16.1.1	Rahmenbedingungen der Maßnahme.....	230
16.1.2	Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahmen	232
16.1.3	Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen	235
16.1.4	Auswirkungen der Maßnahmen auf die Luftqualität.....	235
16.2	Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache.....	235
16.2.1	Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme	235
16.2.2	Wirkung der Maßnahme.....	236
16.3	Maßnahmenspezifische Kommunikation	237
16.3.1	Die Diskussionen um das Tempolimit	237

16.3.2	Zentralaspekt Tempolimits und Verkehrssicherheit.....	238
16.3.3	Gesellschaftlich relevante Indikatoren	238
16.3.4	Pro und Contra für ein landesweites Tempolimit.....	239
16.3.5	Verhaltensbedingte Aspekte bei Tempolimits mit Wirkung auf die Kommunikation....	240
16.3.6	Handlungsempfehlungen.....	242
17	Emissionen aus stationären Feuerungen – Einführung.....	243
18	Stationäre Feuerungen: Maßnahme „Änderung der 13. BImSchV für ausgewählte Brennstoffe“	245
18.1	Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung.....	245
18.1.1	Relevanz der Maßnahme im sektoralen Kontext.....	245
18.1.2	Emissionsseitige Wirkung der Maßnahme	246
18.1.3	Maßnahmenspezifische Unsicherheiten	247
18.1.4	Auswirkung der Maßnahme auf die Luftqualität.....	247
18.2	Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache.....	248
18.2.1	Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme	248
18.2.2	Wirkung der Maßnahme.....	248
18.3	Maßnahmenspezifische Kommunikation	249
18.3.1	Maßnahmenspezifische Anforderung an erfolgreiche Kommunikation	254
18.3.2	Umweltauswirkungen von Großfeuerungsanlagen.....	255
18.3.3	Maßnahmenspezifische Zielgruppen.....	256
18.3.4	Maßnahmenspezifische Kommunikationsziele	257
18.3.5	Strategischer Ansatz für die Kommunikation	257
18.3.6	Handlungsempfehlungen.....	258
19	Stationäre Feuerungen: Maßnahme „Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung“....	259
19.1	Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung.....	259
19.1.1	Relevanz der Maßnahme im sektoralen Kontext.....	259
19.1.2	Emissionsseitige Wirkung der Maßnahme	260
19.1.3	Maßnahmenspezifische Unsicherheiten	262
19.1.4	Auswirkung der Maßnahme auf die Luftqualität.....	262
19.2	Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache.....	263
19.2.1	Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme	263
19.2.2	Wirkung der Maßnahme.....	264
19.3	Maßnahmenspezifische Kommunikation	265
19.3.1	Analyse des IST-Zustandes.....	265

19.3.1.1	Strukturhilfen für die Steinkohlegebiete	265
19.3.1.2	Ausstieg aus der Braunkohleverstromung.....	265
19.3.2	Maßnahmenspezifische Zielgruppen.....	266
19.3.2.1	Perspektiven für die Beschäftigten.....	266
19.3.3	Strategischer Ansatz für Kommunikation	268
19.3.3.1	Perspektiven in der Tourismusbranche	268
19.3.3.2	Kohleausstieg 2030 unter neuen Vorzeichen	268
19.3.3.3	Demonstrationen in Lützerath.....	269
20	Ausgestaltung von Beteiligungsverfahren.....	270
20.1	Betroffenheit und Partizipation	270
20.2	Übersicht Beteiligungs- und Partizipationsansätze.....	271
21	Quellenverzeichnis	281

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Und Action. Zusammen Zukunft machen	41
Abbildung 2: Informations- und Werbematerial zur Aktion Feld-Rittersporn.....	42
Abbildung 3: Abfall ist mehr als nur Müll.....	43
Abbildung 4: Beispiel für einen Webauftritt im Rahmen von Hofgeflüster.sachsen.de.....	44
Abbildung 5: Die drei Stufen der Beteiligung.....	46
Abbildung 6: Partizipatorisches Hexagon – Gut gemachte Bürgerbeteiligung.....	47
Abbildung 7: Ablauf der Bürgerbeteiligung.....	48
Abbildung 8: Beispielhaftes Ergebnis der Online-Befragung	52
Abbildung 9: Sektorspezifische Wirkung aller Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die nationalen NO _x -Emissionen.....	58
Abbildung 10: Sektorspezifische Wirkung aller Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die nationalen SO ₂ -Emissionen	59
Abbildung 11: Sektorspezifische Wirkung aller Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die nationalen NH ₃ -Emissionen.....	60
Abbildung 12: Sektorspezifische Wirkung aller Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die nationalen NMVOC-Emissionen	61
Abbildung 13: Sektorspezifische Wirkung aller Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die nationalen PM _{2,5} -Emissionen.....	62
Abbildung 14: Schema der Belastungsregime für PM _{2,5} und NO ₂	65
Abbildung 15: Anteil der Messstationen mit Überschreitung des Grenzwertes für den PM ₁₀ -Tagesmittelwert	67
Abbildung 16: Entwicklung der NO ₂ - Jahresmittelwerte 2000-2021	68
Abbildung 17: Räumliche Verteilung der NO _x -Emissionen 2005 und 2030 gemäß NLRP von 2019.....	71
Abbildung 18: Räumliche Verteilung der Immissionen von NO ₂ als Differenz zw. 2005 und 2030.....	71
Abbildung 19: Räumliche Verteilung der Immissionen von PM _{2,5} als Differenz zw. 2005 und 2030.....	72
Abbildung 20: Einwohnerzahl in Konzentrationsklassen der NO ₂ - Hintergrundbelastung 2007-2014	74
Abbildung 21: Von Überschreitung des WHO-Richtwertes für PM _{2,5} betroffene Bevölkerung.....	75
Abbildung 22: Wirkungspfad von Luftschadstoffen.....	80
Abbildung 23: Übersicht der Stickstoff-Pools des nationalen Inventars der Stickstoffflüsse.....	87
Abbildung 24: Zeitliche Entwicklung der Anteile der verschiedenen Verursacherbereiche an den Gesamtstickstoffemissionen.....	88
Abbildung 25: Schema der Stickstoff-Gesamtbilanz der Landwirtschaft.....	89
Abbildung 26: Entwicklung der NH ₃ -Emissionen aus der Landwirtschaft 1990 bis 2021.....	92

Abbildung 27: NH ₃ -Emissionen aus der Landwirtschaft in Deutschland im Jahr 2020	93
Abbildung 28: Verteilung der nationalen Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft - Insgesamt	98
Abbildung 29: Verteilung der nationalen Emissionen Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft - Stallhaltung und Lagerung	98
Abbildung 30: Verteilung der nationalen Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft - Ausbringung.....	99
Abbildung 31: Konjunkturbarometer Agrar	104
Abbildung 32: Übersicht über die Anteile der jeweiligen Landwirt*innen-Typen	115
Abbildung 33: Geplante Betriebsentwicklung.....	116
Abbildung 34: Investitionsvorhaben von Landwirtschaftsbetrieben	117
Abbildung 35: Wechselwirkungen und Kommunikationswege zwischen Politik, Landwirtschaft, Verbraucher*innen und Einzelhandel.....	122
Abbildung 36: Grafik „Der Niedersächsische Weg“	125
Abbildung 37: Öffentliche Beiträge und Kommentierungen zu den Handlungsfeldern	127
Abbildung 38: Ammoniak Emissionen aus Stall und Lagerung	141
Abbildung 39: Aspekte zu den Wirkungen der Maßnahme „Reduktion der Tierzahlen (Tierbestand)“	145
Abbildung 40: Wirkung von Viehbestandsabbau auf die NH ₃ -Emissionen in den Jahren 2020, 2025 und 2030	148
Abbildung 41: Übersicht und Ansichtsschwerpunkte von Umweltbewusstseinstypen anhand ausgewählter Merkmale	153
Abbildung 42: Bereitschaft zur Verhaltensänderung.....	154
Abbildung 43: Umweltbeobachtungskonferenz 2021	163
Abbildung 44: Anteil der NFR-Kategorien an den Emissionen im Jahr 2020	174
Abbildung 45: Entwicklung der NO _x -Emissionen in Deutschland seit 1990 bis 2020	175
Abbildung 46: Entwicklung der spezifischen Abgasemissionen für Pkw und Lkw in Deutschland seit 1995 bis 2020.....	176
Abbildung 47: Schematische Darstellung der Vernetzung der Verkehrsmittel an Mobilitätsstationen	184
Abbildung 48: Vom innersten Kreis zu den Bürger*innen	195
Abbildung 49: Anteil Antriebsarten an Pkw-Neuzulassungen in Deutschland	202
Abbildung 50: Aktivitäten des BMDV u. aktuelle Entwicklungen auf d. Weg zur Nullemissionslogistik	202
Abbildung 51: Umfrageergebnisse des MDR zur Motivation einer Kaufentscheidung für ein Elektroauto.....	209
Abbildung 52: Umfrageergebnisse des MDR zu Kaufanreizen eines E-Autos durch staatliche Förderung.....	210
Abbildung 53: Monatlicher Lkw-Maut-Fahrleistungsindex (April 2022)	221

Abbildung 54: Tempolimits in der EU und ausgewählten Nachbarländern auf....	231
Abbildung 55: Tempolimits in der EU und ausgewählten Nachbarländern auf Straßen außerhalb geschlossener Ortschaften	232
Abbildung 56: Impulse für das Verhalten von Verkehrsteilnehmer*innen	240
Abbildung 57: Übersicht über die Rechtsvorschriften von Feuerungsanlagen....	243
Abbildung 58: Entwicklung der jährlichen Emissionsfrachten von Schwefeloxiden aus Großfeuerungsanlagen	251
Abbildung 59: Entwicklung der jährlichen Emissionsfrachten von Stickstoffoxiden aus Großfeuerungsanlagen	252

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Geschätzte Emissionsminderungspotenziale aller betrachteten Minderungsmaßnahmen (für NH ₃ und NO _x)	25
Tabelle 2: I. P. A. C. Muster von Transferprozessen.....	37
Tabelle 3: Vergleich EU-Grenzwert / WHO-Richtwerte (2005) für ausgewählte Luftschadstoffe	54
Tabelle 4: Reduktionverpflichtung der nationalen Emissionen ggü. den Emissionen des Jahres 2005	56
Tabelle 5: Emissionen im Basisjahr 2005 gemäß Emissionsberichterstattung 2018 in kt	56
Tabelle 6: Zusätzlich notwendige nationale Emissionsreduktion in 2030 gemäß NLRP von 2019.....	56
Tabelle 7: Kumulierte Wirkung aller Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 in 2030 (WAM-Szenario)	56
Tabelle 8: Reduktionverpflichtung Deutschlands gemäß NEC-Richtlinie.....	81
Tabelle 9: Unsicherheiten der Emissionen aus der Quellgruppe 3Da2a Animal manure applied to soils (Ausbringung von Wirtschaftsdünger), Bezugsjahr 2019, gemäß IIR-Report 2022	108
Tabelle 10: Unsicherheiten der Emissionen aus den Quellgruppen 3B1a bis 3B4giv (manure management) gemäß IIR-Report 2022	139
Tabelle 11: Unsicherheiten der nationalen NH ₃ -Emissionen Berichtsjahr 2020, gemäß IIR Report 2022	160
Tabelle 12: Maßnahmenwirkung auf die innörtliche Pkw-Fahrleistung	186
Tabelle 13: Maßnahmenwirkung auf die Emissionen des Straßenverkehrs 2020 und 2030.....	186
Tabelle 14: Unsicherheiten der Emissionen aus der Quellgruppe CRF 1.A.3.bi Road transportation Cars.....	187
Tabelle 15: Förderung Elektromobilität, Maßnahmenwirkung auf die Emissionen 2030.....	203
Tabelle 16: Unsicherheiten der NO _x -Emissionen aus der Quellgruppe Straßenverkehr (road transport: 1A3 bi, bii, biii, biv).....	204
Tabelle 17 Umweltbonus für Batterieelektro- oder Brennstoffzellenfahrzeuge ..	208

Tabelle 18 Fördersätze inkl. Herstelleranteil	208
Tabelle 19: Unsicherheiten der Emissionen aus der Quellgruppe CRF 1.A.3.biii	
Straßenverkehr-Schwerverkehr	217
Tabelle 20: Tempolimit 120 km/h auf Autobahnen und Tempolimit 80 km/h auf	
Bundesstraßen, Maßnahmenwirkung auf die Emissionen 2030	
.....	233
Tabelle 21: Tempolimit 130 km/h auf Autobahnen und Tempolimit 80 km/h auf	
sonstigen Außerortsstraßen, Maßnahmenwirkung auf die	
Emissionen 2030.....	234
Tabelle 22: Zusammenfassung Wirkungen der Maßnahme „Allgemeines	
Tempolimit auf Autobahnen von 120 km/h und im	
Außerortsbereich von 80 km/h“.....	234
Tabelle 23: Unsicherheiten der NO _x -Emissionen aus der Quellgruppe	
Straßenverkehr (road transport: 1A3 bi, bii, biii, biv).....	235
Tabelle 24: Unsicherheiten der Emissionen aus erdgasbetriebenen Kesseln u.	
Gasturbinen > 50 MW	247
Tabelle 25: Von einem vorzeitigen Ausstieg aus der Kohleverstromung betroffene	
Kraftwerke	260
Tabelle 26: Reduktionspotentiale der Maßnahme für das Jahr 2030.....	261
Tabelle 27: Unsicherheiten der Emissionen aus der Quellgruppe 1A1a Public	
electricity and heat production (öffentliche Strom und	
Wärmeerzeugung), Bezugsjahr 2019, gemäß IIR-Report 2022	
.....	262
Tabelle 28: Kosten und Beschäftigungseffekte der Sanierung der Tagebaue	
(brutto)	267

Abkürzungsverzeichnis

1. BImSchV	Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen - 1. BImSchV)
4. BImSchV	Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV)
13. BImSchV	Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen - 13. BImSchV)
ADFC	Allgemeiner Deutscher Fahrrad-Club
BBI	Bundesgesetzblatt
BHKW	Block-Heiz-Kraftwerk
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BVT	Beste verfügbare Techniken
Destatis	Statistisches Bundesamt, Wiesbaden
DNS	Desoxyribonukleinsäure
FWL	Feuerungswärmeleistung
GVA	Großvieheinheit
ggü.	gegenüber
IIR	Informative Inventory Report
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
KVBG	Kohleverstromungsbeendigungsgesetz
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LAGA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
NAPCP	National Air Pollution Control Programme
NEC	National Emissions Reduction Commitments (2016/2284/EU)
MCP-Richtlinie	Medium Combustion Plants. Richtlinie (EU) 2015/2193 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2015 zur Begrenzung der Emissionen bundesamtbestimmter Schadstoffe aus mittelgroßen Feuerungsanlagen in die Luft

MW	Megawatt
NLRP	Nationales Luftreinhalteprogramm
NFR	Nomenclature for Reporting, Nomenklatur für die Emissionsberichterstattung
NIR	National Emission Inventory Report
NMVOC	Non-methane volatile organic compound (flüchtige organische Verbindungen ohne Methan)
NRW	Nordrhein-Westfalen
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
PM	particular matter (Feinstaub)
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register
RAINS	Regional Air Pollution Information and Simulation
TA-Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
TJ	Terajoule
UBA	Umweltbundesamt, Dessau
v. H.	Von Hundert
VOC	Volatile Organic Compounds (Flüchtige organische Verbindungen)
WAM	mit zusätzlichen Maßnahmen („with additional measures“)
WM	mit Maßnahmen („with measures“)
WHO	World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation der UN)
WSB	Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“

Zusammenfassung

Am 14. Dezember 2016 haben das europäische Parlament und der Rat mit der NEC-Richtlinie 2016/2284 für die Jahre 2020 und 2030 prozentuale Reduktionsverpflichtungen für die nationalen Emissionen der Luftschatdstoffe NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃ und PM_{2,5} beschlossen. Gemäß Artikel 6 und 10 der Richtlinie sind die Mitgliedstaaten verpflichtet, der europäischen Kommission mindestens alle vier Jahre nationale Luftreinhalteprogramme zu übermitteln. Diese Programme müssen sowohl aktuelle Emissionsprognosen als auch Strategien und Maßnahmen zur Erfüllung der Reduktionsverpflichtungen enthalten. Für Deutschland erfolgt die nationale Umsetzung der NEC-Richtlinie durch die 43. BImSchV über nationale Verpflichtungen zur Reduktion der Emissionen bestimmter Luftschatdstoffe, die im Juli 2018 in Kraft trat. Am 22. Mai 2019 hat die Bundesregierung gemäß § 4 und 16 der 43. BImSchV das erste nationale Luftreinhalteprogramm vorgelegt. Im Kern werden dort die Emissionsentwicklungen mit Hilfe unterschiedlicher Reduktionsmaßnahmen in zwei Szenarien (WM-Szenario und WAM-Szenario) beschrieben und mit den Reduktionsverpflichtungen aus der NEC-Richtlinie verglichen.

Gemäß § 6 der 43. BImSchV wurde die Öffentlichkeit bei der Erstellung des nationalen Luftreinhalteprogramms 2019 beteiligt. Dazu wurde der Entwurf am 28.12.2018 veröffentlicht, so dass die Öffentlichkeit innerhalb eines Monats schriftlich oder elektronisch Stellung nehmen konnte. Vor diesem Hintergrund bleibt offen, ob und inwieweit diese bisherige Beteiligungspraxis geeignet ist, die Öffentlichkeit faktenbasiert, umfassend und verständlich zu informieren und ob sie zur Beurteilung der im nationalen Luftreinhalteprogramm niedergelegten Minderungsmaßnahmen befähigt. Dabei stellt sich die Frage, inwiefern diese Vorgehensweise für die transparente Verfolgung der Einflussnahme auf die politischen Entscheidungsprozesse zur Implementierung der Maßnahmen zur Luftreinhaltung geeignet ist.

Die Zusammenhänge zwischen Emissionen und Schadstoffbelastungen bzw. Luftqualität sowie die Vielzahl der Einflussfaktoren auf diese Zusammenhänge, sind in der Öffentlichkeit nur wenig bekannt. Daher werden Maßnahmen zur Reduktion von Emissionen und deren Wirkung zur Verbesserung der Luftqualität sowie zur Minderung von Umwelt- und Gesundheitsbelastungen, oftmals nicht rational und faktenbasiert beurteilt, sondern anhand der subjektiv empfundenen Betroffenheit von Maßnahmen. Auch wird der Nutzen einer verbesserten Luftqualität kaum wahrgenommen. Diese vorrangig subjektive und wenig faktenbasierte Beurteilung wirkt sich erheblich auf die politische Umsetzbarkeit von regulatorischen Maßnahmen zur Luftreinhaltung aus. Vor diesem Hintergrund wird einsichtig, dass bei einer Beteiligung der Öffentlichkeit im Rahmen der Erstellung und der anstehenden Aktualisierung des nationalen Luftreinhalteprogramms folgende Anforderungen zu erfüllen sind:

- ▶ Die Öffentlichkeit ist umfassend, verständlich und nachvollziehbar sowohl über einzelne regulatorische Maßnahmen als auch über deren Wirkungen hinsichtlich der Verbesserung der Luftqualität sowie der Minderung der Belastung von Mensch und Umwelt zu informieren.
- ▶ Die Öffentlichkeitsbeteiligung sollte eine breite Akzeptanz für Minderungsmaßnahmen schaffen.
- ▶ Die Öffentlichkeit sollte nachvollziehbar und nachverfolgbar sowie ergebnisoffen an politischen Entscheidungsprozessen der Implementierung beteiligt werden.

Zentrales Ziel des Vorhabens ist es, Gestaltungsvorschläge für die öffentliche Beteiligung (ÖB) bei der Erstellung und der Aktualisierung des nationalen Luftreinhalteprogramms (NLRP) aufzuzeigen. Um diese Zielstellung zu erreichen, bedient sich das Vorhaben einer mehrstufigen Vorgehensweise.

Zunächst werden in AP 1 vorhandene wissenschaftliche Transferkonzepte und bestehende Formen öffentlicher Beteiligung mit Blick auf die mögliche Anwendung zur ÖB des NLRP gesichtet und analysiert.

AP 2 stellt den Schwerpunkt der Arbeiten dar. Es werden für ausgewählte Maßnahmen oder Maßnahmenbündel zunächst eine fachliche Beschreibung der Rahmenbedingungen der Maßnahmen, eine wissenschaftliche Bewertung der Wirkungen und deren allgemeinverständliche Übersetzung beschrieben. Daran schließen sich Ausführungen zu einer maßnahmenspezifischen Kommunikation an, der Ist-Zustand wird analysiert, die relevanten Zielgruppen beschrieben, maßnahmenspezifische Kommunikationsziele erarbeitet und letztendlich ein strategischer Ansatz für die Kommunikation und mögliche Handlungsempfehlungen formuliert.

Die Auswahl der betrachteten Maßnahmen basiert im Wesentlichen auf den Maßnahmen aus dem vorliegenden NLRP aus dem Jahr 2019 und weiteren aktuellen Veröffentlichungen des UBA mit Vorschlägen zu Maßnahmen zur Reduktion von Luftschadstoffemissionen.

Basierend auf den Ergebnissen aus AP1 und AP2 werden in AP 3 Kriterien und Hinweise zur Ausgestaltung der Öffentlichkeitsbeteiligung im Rahmen des NLRP und seiner Aktualisierung maßnahmenspezifisch zusammengeführt und Gestaltungsempfehlungen gegeben.

Entsprechend gliedert sich der vorliegende Abschlussbericht in die folgenden Kapitel:

- ▶ Wissenschaftliche Transferkonzepte: Wissenschaftskommunikation und Öffentliche Beteiligung (Kap. 2).
- ▶ Wirkungsbewertung der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 zur Reduktion der Luftschadstoffemissionen von NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃ und PM_{2,5}: Beschreibung der Wirkung der NLRP-Maßnahmen auf die nationalen Emissionen und auf die Entwicklung der Luftqualität (Kap. 3) und eine allgemein verständliche Übersetzung der Wirkungsbewertung (Kap. 4).
- ▶ Allgemeinen Anforderungen an eine erfolgreiche Kommunikation (Kap. 5).
- ▶ Für ausgewählte Einzelmaßnahmen oder Maßnahmenbündel aus den Bereichen Landwirtschaft, Verkehr und stationäre Feuerungsanlagen werden jeweils die Aspekte wissenschaftliche Bewertung der Maßnahme, sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache und maßnahmenspezifische Kommunikation beschrieben (Kap. 6 bis Kap. 19). Dabei finden sich maßnahmenübergreifende Anmerkungen zu den Quellgruppenbereichen Landwirtschaft in Kap. 6, Verkehr in Kap. 11 und stationäre Feuerungen in Kap.17.
- ▶ Zusammenfassende Übersicht der pro Einzelmaßnahme oder Maßnahmenbündel erarbeiteten Ergebnisse zur Kommunikation und Handlungsempfehlungen zur Ausgestaltung einer möglichen Öffentlichkeitsbeteiligung (Kap. 20).

Zu Beginn des Projektes erfolgte zunächst die Auswahl der zu bearbeitenden Maßnahmen. Dazu wurden, neben den Maßnahmen aus dem NLRP von 2019, aus der wissenschaftlichen Literatur, europäischen NLRP und einschlägigen UBA-Publikationen 230 Maßnahmen identifiziert, von denen 60 in die engere Wahl kamen. Bei der Auswahl wurde deutlich, dass die in Frage kommenden Maßnahmen, insbesondere mit Blick auf das NLRP von 2019, eine erhebliche Heterogenität besitzen. Sie unterscheiden sich hinsichtlich der adressierten Quellgruppen, der Diversität der gruppierten Einzelquellen und deren Emittenten, der anvisierten Luftschadstoffe, der prognostizierten Minderungsmengen, der Umsetzungsinstrumente und der von den Immissionen Betroffenen. Bei den ersten Überlegungen über die Auswahl geeigneter zu bewertender Maßnahmen wurde erwogen, Minderungsmaßnahmen auszuwählen, welche möglichst

- ▶ einen einzelnen Schadstoff reduzieren,
- ▶ geringe Wechselwirkungen mit anderen Maßnahmen aufweisen,
- ▶ eine eindeutige, möglichst singuläre Quell- / Emittentengruppe adressieren sowie
- ▶ singuläre und klare Umsetzungsinstrumente besitzen.

Im weiteren Verlauf wurde davon abweichend entschieden, bei der wissenschaftlichen Wirkungsbewertung und kommunikationswissenschaftlichen Bearbeitung statt zunächst eher singuläre Maßnahmen mit geringer Wechselwirkung in den Blick zu nehmen, frühzeitig die gesamte Vielfalt des Maßnahmenspektrums mit ihren Spezifika abzubilden. Angenommen wurde dabei, dass sich auf diese Weise frühzeitig unterschiedliche Typen von maßnahmenspezifischen Kommunikationsstrategien erkennen lassen. Hier zeigte sich, dass die Kommunikationskonzepte für einzelne Maßnahmen in großen Quellgruppenbereichen wie Landwirtschaft und Verkehr hinsichtlich Zielgruppe, Kommunikationsziele und strategischem Ansatz, große Übereinstimmungen zeigen.

Es wurden daher zunächst die folgenden zwei Maßnahmen als Pilotmaßnahmen aus den Sektoren Verkehr und Landwirtschaft ausgewählt und bearbeitet:

- ▶ Verpflichtende Vorgaben zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger (Kapitel 7)
- ▶ Ausbau und Stärkung des Umweltverbundes (Kapitel 12)

Die weitere Auswahl der zu bewertenden Minderungsmaßnahmen erfolgte in enger Abstimmung mit der Fachbegleitung im UBA sowie auf Grundlage mehrerer Fachgespräche mit Fachverantwortlichen aus dem BMUV sowie mit quellgruppenspezifischen Fachverantwortlichen im UBA. Die Wirkungen folgender weiterer Maßnahmen wurden bewertet

- ▶ Systemintegrierte Maßnahmen in Stall und Lager (Kapitel 8)
- ▶ Reduktion der Tierzahlen (Kapitel 9)
- ▶ Stickstoffüberschussabgabe (Kapitel 10)
- ▶ Förderung Elektromobilität (Kapitel 13)
- ▶ Lkw-Maut (Kapitel 14)
- ▶ Parkraumbewirtschaftung (Kapitel 15)
- ▶ Tempolimit auf Autobahnen und sonstigen Außerortsstraßen (Kapitel 16)
- ▶ Änderung der 13. BImSchV für ausgewählte Brennstoffe außer Kohle (Kapitel 18)
- ▶ Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung bis 2030 (Kapitel 19)

Für jede zu bewertende Maßnahme wurde zunächst eine wissenschaftliche Wirkungsbewertung vorgenommen. Diese gliedert sich in einer vorangestellten Kontextualisierung der Maßnahme, in der auf die Rahmenbedingungen der jeweiligen Maßnahme näher eingegangen wird. Dem folgen eine Darstellung der emissionsseitigen Wirkung der Maßnahme, Hinweise zu den Unsicherheiten der von der Maßnahme betroffenen Quellgruppe sowie eine Darstellung der immissionsseitigen Wirkung der Maßnahme auf die Luftqualität.

Im Anschluss an die wissenschaftliche Wirkungsbewertung folgt jeweils eine sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache. Diese gliedert sich in eine Darstellung der Relevanz der Maßnahme im sektoralen Kontext sowie eine zusammenfassende Darstellung der durch die Maßnahme bewirkten Emissionsminderung sowie der Verbesserung der Luftqualität.

Die folgende Tabelle 1 fasst die emissionsseitige Wirkung aller betrachteten Reduktionsmaßnahmen zusammen.

Tabelle 1: Geschätzte Emissionsminderungspotenziale aller betrachteten Minderungsmaßnahmen (für NH₃ und NO_x)

Maßnahme	Schadstoff	Geschätzte Bandbreite Emissionsminderungspotential (2023) ¹	Mit Berücksichtigung von Informationen / Daten aus
Landwirtschaft			
Verpflichtende Vorgaben zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger			
	NH ₃	76 kt/a	NLRP 2019
Systemintegrierte Maßnahmen in Stall und Lager			
	NH ₃	44 kt/a	NLRP 2019
Reduktion von Tierzahlen			
	NH ₃	23 bis 46 kt/a	Häußermann et al. 2019
Stickstoffüberschussabgabe			
	NH ₃	> 30 kt/a	Oehlmann et al. 2021
Verkehr			
Ausbau und Stärkung Umweltverbund			
	NO _x	3,6 kt/a	NLRP 2019
Förderung Elektromobilität			
	NO _x	9 kt/a	UBA 2021f
LKW-Maut			
	NO _x	3,8 kt/a	UBA 2021h
Parkraummanagement			
	NO _x	0,8 bis 4,9 kt/a	Oehlmann et al. 2021
Tempolimit auf Autobahnen 120 km/h und Außerortsstraßen 80 km/h			
	NO _x	5 bis 17 kt/a	siehe Kap. 16.1.2
Stationäre Feuerungsanlagen			
Änderung der 13. BlmSchV für ausgewählte Brennstoffe			
	NO _x	20,3 bis 25,6 kt/a	Jörß et al. 2014
Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung			
	NO _x	36,8 kt/a	PRTR 2021/KVBG 2020

¹ Die Höhe der Minderung kann durch neue Erkenntnisse, Aktualisierung von Annahmen und die Maßnahmengestaltung abweichen.

Nach der wissenschaftlichen Wirkungsbewertung und deren allgemeinverständlichen Übersetzung schließen sich maßnahmenspezifische Ausführungen zur Kommunikation an. Dabei wird zunächst eine Analyse des jeweiligen IST-Zustandes vorgenommen sowie die maßnahmenspezifischen Zielgruppen dargestellt, um daraus maßnahmenspezifische Kommunikationsziele und strategische Ansätze der Kommunikation abzuleiten. Die Gestaltungshinweise sollen eine angemessene faktenbasierte und einflussnehmende Beteiligung der Öffentlichkeit am Entscheidungsverfahren zu weiterführenden Maßnahmen im Rahmen zukünftiger Aktualisierungen des nationalen Luftreinhalteprogramms ermöglichen.

Eine Synopse der im Haupttext beschriebenen Kommunikationsmaßnahmen schließt in Kap. 20 den Bericht ab. Die Einbeziehung von Akteur*innen, Bürger*innen sowie der Öffentlichkeit ist resümierend unerlässlich, wenn es um Akzeptanz und Veränderungsprozesse geht. Das Ausmaß an Mitwirkung und Mit-Entscheidungen ist ein wichtiges Kriterium für den individuellen / institutionellen Nutzen und für den Erfolg der Beteiligung. Basis für erfolgreiche Beteiligungs- und Mitgestaltungsmöglichkeiten ist jedoch eine transparente und umfassende Information seitens Verwaltung, Kommunen, Gesetzgeber etc. In den Übersichten in Kapitel 19 wird zusammenfassend gezeigt, welches Maß an Mitgestaltung, Partizipation und Verhaltensänderung in den jeweiligen Zielgruppen möglich ist und welche Voraussetzungen dafür geschaffen werden müssen.

Dafür wird das 3-Stufen-Modell von Beteiligungen (vgl. Abbildung 5: Die drei Stufen der Beteiligung) zugrunde gelegt und sich daran orientiert. Im Fokus stehen hier vor allem Zielgruppen, die aktiv in der Kommunikation angesprochen werden müssen. Diese Zielgruppen sind Akteur*innen und Teil einer Wertschöpfungskette (z. B. bei der Landwirtschaft), bei denen Partizipation aktiviert und im Ergebnis eine Verhaltensänderung erzeugt werden soll.

Summary

On December 14, 2016, the European Parliament and the Council passed the NEC Directive 2016/2284 with percentage reduction commitments for national emissions of the air pollutants NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃ and PM_{2.5} for the years 2020 and 2030. According to Articles 6 and 10 of the directive, the member states are obliged to submit national air pollution control programs to the European Commission at least every four years. These programs must include both current emission forecasts and strategies and measures to meet the reduction commitments. For Germany, the national implementation of the NEC Directive is carried out by the 43rd BImSchV on national obligations to reduce emissions of certain air pollutants, which came into force in July 2018. On May 22, 2019, the federal government presented the first national clean air program in accordance with Sections 4 and 16 of the 43rd BImSchV. In essence, the emission developments are described there with the help of different reduction measures in two scenarios (WM scenario and WAM scenario) and compared with the reduction obligations from the NEC guideline.

According to § 6 of the 43rd BImSchV, the public was involved in the creation of the National Air Pollution Control Programme (NAPCP) 2019. The draft was published on December 28, 2018, so that the public could comment in writing or electronically within one month. Against this background remains open. Whether and to what extent this previous participation practice is suitable for informing the public in a fact-based, comprehensive and understandable manner and enabling them to assess the reduction measures laid down in the national clean air program. The question arises to what extent this procedure is suitable for the transparent tracking of influence on the political decision-making processes for the implementation of air pollution control measures.

The connections between emissions and pollutant loads or air quality and the multitude of factors influencing these connections are little known to the general public. Therefore, measures to reduce emissions and their effect on improving air quality and reducing environmental and health pollution are often not assessed rationally and fact-based, but on the basis of the subjectively perceived impact of the measures. The benefits of improved air quality are also hardly noticed. This primarily subjective and little fact-based assessment has a significant impact on the political feasibility of regulatory measures for air pollution control. Against this background, it is clear that the following requirements must be met when the public participates in the creation and the upcoming update of the national clean air program:

- ▶ The public must be informed comprehensively, understandably, clearly and comprehensibly both about individual regulatory measures and about their effects in terms of improving air quality and reducing the burden on people and the environment.
- ▶ Public participation should create broad acceptance for mitigation measures
- ▶ The public should be involved in political decision-making processes of the implementation in a comprehensible and traceable manner as well as with an open outcome

The central aim of the project is to show design proposals for public participation (ÖB) in the creation and updating of the National Air Pollution Control Programme (NAPCP) 2019. In order to achieve this objective, the project uses a multi-stage approach.

First of all, in AP 1, existing scientific transfer concepts and existing forms of public participation are viewed and analyzed with a view to possible application to the NAPCP's public relations.

AP 2 represents the focus of the work. For selected measures or bundles of measures, a technical description of the framework conditions of the measures, a scientific evaluation of the effects

and their generally understandable translation are first described. This is followed by statements on measure-specific communication, the current situation is analyzed, the relevant target groups are described, measure-specific communication goals are worked out and finally a strategic approach for communication and possible recommendations for action are formulated.

The selection of the measures considered is essentially based on the measures from the present NAPCP from 2019 and other current UBA publications with proposals for measures to reduce air pollutants.

Based on the results from AP1 and AP2, in AP 3 criteria and information on the design of public participation within the framework of the NAPCP and its update are brought together for specific measures and design recommendations are derived.

Accordingly, this final report is divided into the following chapters:

- ▶ Scientific transfer concepts: science communication and public participation (Chapter 2).
- ▶ Impact assessment of the measures from the NAPCP to reduce air pollutant emissions of NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃ and PM_{2,5}: Description of the impact of the NAPCP measures on national emissions and on the development of air quality (Chapter 3) and a generally understandable translation of the impact assessment (chapter 4).
- ▶ Introduction to the general requirements for successful communication (Chapter 5).
- ▶ For selected individual measures or bundles of measures from the areas of agriculture, transport and stationary combustion systems, the aspects of scientific evaluation of the measure, appropriate translation of the impact assessment into simple language and measure-specific communication are described (Chapter 6 to Chapter 19). There are cross-measure comments on the source group areas of agriculture in Chap. 6, traffic in Chap. 11 and stationary combustion in Chap. 17.
- ▶ Summarizing overview of the results developed for each individual measure or bundle of measures for communication and recommendations for action for the design of a possible public participation (chapter 19).

At the beginning of the project, the measures to be processed were selected. In addition to the measures from the NAPCP 2019, 230 measures were initially identified from the scientific literature, European NAPCP and relevant UBA publications, of which 60 were shortlisted. When making the selection, it became clear that the measures in question, particularly with regard to the NAPCP, are extremely heterogeneous. They differ in terms of the source groups addressed, their granularity and their emitters, the targeted air pollutants, the forecast reduction quantities, the implementation instruments and those affected by the immissions. During the first considerations about the selection of suitable measures to be evaluated, it was considered to select which mitigation measures were possible

- ▶ reduce a single pollutant,
- ▶ have little interaction with other measures,
- ▶ address a clear source and issuer group that is as singular as possible, and
- ▶ have unique and clear implementation tools.

In the further course, deviating from this, it was considered to depict the variety of the spectrum of measures with their specifics in the processing of emission and communication science. It was

assumed that in this way different types of measure-specific communication strategies can be identified at an early stage. Here it was shown that the communication concepts for individual measures in large source group areas such as agriculture and transport show great agreement in terms of target group, communication goals and strategic approach.

The following two measures were therefore initially selected and processed as pilot measures from the transport and agriculture sectors:

- ▶ Mandatory specifications for spreading manure (Chapter 7)
- ▶ Expansion and strengthening of the environmental modes of transport (Chapter 12)

The further selection of the reduction measures to be evaluated was carried out in close coordination with the technical support in the UBA and on the basis of several technical discussions with specialists from the BMUV and with source group-specific specialists in the UBA. The effects of the following additional measures were evaluated

- ▶ System-integrated measures in stables and stores (Chapter 8)
- ▶ Reduction in the number of animals (Chapter 9)
- ▶ Excess nitrogen levy (Chapter 10)
- ▶ Promotion of electromobility (Chapter 13)
- ▶ Truck toll (Chapter 14)
- ▶ Parking space management (Chapter 15)
- ▶ Speed limit on motorways and other non-urban roads (Chapter 16)
- ▶ Amendment of the 13th BImSchV for selected fuels other than coal (Chapter 18)
- ▶ Early phase-out of coal-fired power generation by 2030 (Chapter 19)

A scientific impact assessment was first carried out for each measure to be assessed. This is divided into a prior contextualization of the measure, in which the framework conditions of the respective measure are discussed in more detail. This is followed by a description of the emission-reduction effect of the measure, information on the uncertainties of the source group affected by the measure and a description of the effect of the measure on air quality.

The scientific impact assessment is followed by a proper translation of the impact assessment into simple language. This is divided into a description of the relevance of the measure in the sectoral context as well as a summary of the reduction in emissions caused by the measure and the improvement in air quality.

The following table summarizes the emission-reduction effect of all the measures considered.

Table 1: Estimated emission reduction potential of all measures considered (for NH₃ and NO_x)

Measure	Pollutant	Estimated bandwidth Emission reduction potential (2030) ²	With consideration of information / data from
Agriculture			
Mandatory specifications for the application of manure			
	NH ₃	76 kt/a	NLRP 2019
System-integrated measures in stables and storage			
	NH ₃	44 kt/a	NLRP 2019
Reduction of animal numbers			
	NH ₃	23 bis 46 kt/a	Häußermann et al. 2019
Excess nitrogen release			
	NH ₃	> 30 kt/a	Oehlmann et al. 2021
Traffic			
Expansion and strengthening of the environmental network			
	NO _x	3,6 kt/a	NLRP 2019
Promotion of electromobility			
	NO _x	9 kt/a	UBA 2021f
Truck toll			
	NO _x	3,8 kt/a	UBA 2021h
Parking management			
	NO _x	0,8 bis 4,9 kt/a	Oehlmann et al. 2021
Speed limit on motorways 120 km/h and non-urban roads 80 km/h			
	NO _x	5 bis 17 kt/a	See Chapter 16.1.2
Stationary furnaces			
Amendment of the 13th BImSchV for selected fuels other than coal			
	NO _x	20,3 bis 25,6 kt/a	Jörß et al. 2014
Premature phase-out of coal-fired power generation			
	NO _x	36,8 kt/a	PRTR 2021/KVBG 2020

After the scientific impact assessment and its generally understandable translation, measure-specific explanations on communication follow. First of all, an analysis of the current situation is carried out and the measure-specific target groups are presented in order to derive measure-specific communication goals and strategic communication approaches. Suggestions for possible

² The amount of reduction may vary due to new findings, updating of assumptions and the design of measures.

implementation are intended to enable appropriate, fact-based and influencing public participation in the decision-making process for further measures in the context of future updates of the national clean air program.

A synopsis of the communication measures described in the main text concludes in Chap. 20 of the report. In summary, the involvement of actors, citizens and the public are essential when it comes to acceptance and change processes. The extent of participation and co-decisions is an important criterion for the individual / institutional benefit and for the success of the participation. However, the basis for successful participation and co-design opportunities is transparent and comprehensive information from the administration, municipalities, legislators, etc. The overviews in Chapter 19 summarize the degree of co-design, participation and behavioral change that is possible in the respective target groups and what conditions must be created for this.

For this purpose, the 3-stage model of participations (see Figure 6: The three stages of participation) is used. The focus here is primarily on target groups that need to be actively addressed in communication. These target groups are actors and part of a value chain (e.g. in agriculture) in which participation is to be activated and, as a result, a change in behavior is to be generated.

1 Vorbemerkungen

Der vorliegende Abschlussbericht fasst die Ergebnisse des Vorhabens zum März 2023 zusammen. Das berichtete Vorhaben ist in die folgenden Arbeitspakete und -schritte gegliedert:

- ▶ AP 1 Transferkonzepte
 - AS 1.1 Sichtung erprobter Transferkonzepte zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit
 - AS 1.2 Entwicklung von Auswahlkriterien
 - AS 1.3 Recherche und Auswahl von geeigneten Transferkonzepten
 - AS 1.4 Analyse ausgewählter Transferkonzepte
- ▶ AP 2 Bewertung von Maßnahmenwirkungen und deren zielgruppenspezifische Kommunikation
 - AS 2.1 Festlegung der zu bewertenden Minderungsmaßnahmen³
 - AS 2.2 Wissenschaftliche Bewertung der Auswirkung der Minderungsmaßnahmen
 - AS 2.3 Sachgemäße Vereinfachung und allgemein verständliche Übersetzung der Wirkungsbewertung und Analyse möglicher Kommunikationsformen
- ▶ AP 3 Ausgestaltung der Beteiligungsverfahren

Die Resultate aus Arbeitspaket 1 werden im Kapitel 2 dokumentiert. Dort finden sich die Ergebnisse aus der Analyse erprobter Transferkonzepte zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit, nebst Anforderungen und Praxisbeispiel für gelungene Wissenschaftskommunikation (Kapitel 2.1). Die Ergebnisse der Analyse erprobter öffentlicher Beteiligungen sowie gelungene Praxisbeispiele werden in Kapitel 2.2 dokumentiert.

Die Ergebnisse aus dem Arbeitspaket 2 finden sich in den Kapitel 3 bis 18. Dort wird zunächst ein maßnahmenübergreifende wissenschaftliche Wirkungsbewertung der Maßnahmen des NLRP von 2019 vorgenommen (Kapitel 3). Es folgen grundlegende Hinweise zur allgemein verständlichen Übersetzung wissenschaftlicher Wirkungsbewertungen (Kapitel 4) sowie zu allgemeinen Anforderungen an erfolgreiche Kommunikation (Kapitel 5).

Die Ergebnisse der maßnahmenspezifischen wissenschaftlichen Wirkungsbewertung, ihre allgemeinverständliche Vereinfachung sowie ihre zielgruppenspezifische Kommunikation werden in den Kapiteln 6 bis 19 dokumentiert. Für die Sektoren Landwirtschaft (Kapitel 6), Verkehr (Kapitel 11) sowie stationäre Feuerungsanlagen (Kapitel 17) finden sich vorangestellt maßnahmenübergreifende Hinweise zur Charakterisierung dieser Quellgruppenbereiche sowie den sektorspezifischen Anforderungen an die Kommunikation.

Für die folgenden Maßnahmen wurden eine wissenschaftliche Wirkungsbewertung, eine allgemeinverständliche Vereinfachung der Wirkungsbewertung sowie eine Konzeptionierung der maßnahmenspezifischen Kommunikation vorgenommen:

- ▶ Verpflichtende Vorgaben zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger (Kapitel 7)

³ Der verwendete Maßnahmenbegriff wird im Weiteren breit aufgefasst und zwischen Maßnahmen und (politischen) Instrumenten wird nicht unterschieden. Die instrumentelle Wirkungsweise einer Maßnahme wird in den jeweiligen Kapiteln beschrieben und die Annahmen zur maßnahmenspezifischen Umsetzung benannt.

- ▶ Systemintegrierte Maßnahmen in Stall und Lager (Kapitel 8)
- ▶ Reduktion der Tierzahlen (Kapitel 9)
- ▶ Stickstoffüberschussabgabe (Kapitel 10)
- ▶ Ausbau und Stärkung des Umweltverbundes (Kapitel 12)
- ▶ Förderung Elektromobilität (Kapitel 13)
- ▶ Lkw-Maut (Kapitel 14)
- ▶ Parkraumbewirtschaftung (Kapitel 15)
- ▶ Tempolimit auf Autobahnen und sonstigen Außerortsstraßen (Kapitel 16)
- ▶ Änderung der 13. BImSchV für ausgewählte Brennstoffe außer Kohle (Kapitel 18)
- ▶ Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung bis 2030 (Kapitel 19)

Die Ergebnisse aus dem Arbeitspaket 3 mit Empfehlungen zur Ausgestaltung von Beteiligungsverfahren finden sich in Kapitel 20.

2 Wissenschaftliche Transferkonzepte

2.1 Wissenschaftskommunikation

Die Bedeutung der Kommunikation wissenschaftlicher Ergebnisse hat erheblich zugenommen. In der Konzeption wissenschaftlicher Arbeiten zählt die Dissemination von Forschungsergebnissen zum Standard guter wissenschaftlicher Praxis. Öffentlichkeitsarbeit sowie Wissens- und Technologietransfer zählen demzufolge inzwischen zur mehrdimensionalen Bewertung der Leistung von Wissenschaftler*innen (DFG 2019).

Grundsätzlich umfasst die Wissenschaftskommunikation alle Arten der Kommunikation von wissenschaftlichen Inhalten und wissenschaftlicher Arbeit, inklusive Wissenschaftsjournalismus und Wissenschafts-PR sowie die direkte Kommunikation von Forschenden untereinander und mit der Öffentlichkeit (vgl. Schäfer et al. 2015).

Bei den Akteur*innen der Wissenschaftskommunikation lassen sich folgende Gruppen unterscheiden:

- ▶ Wissenschaftler*innen selbst,
- ▶ Wissenschaftliche Institutionen und deren Mitarbeitenden im Bereich Öffentlichkeitsarbeit,
- ▶ Wissenschaftsjournalist*innen sowie
- ▶ Spezielle Institutionen wie etwa Science Center, Planetarien oder Wissenschaftsmuseen.

Wo sich Wissenschaftskommunikation an die wissenschaftliche Fachöffentlichkeit richtet, wird von interner Wissenschaftskommunikation gesprochen. Im Gegensatz dazu wird Wissenschaftskommunikation, die sich an Zielgruppen außerhalb des Wissenschaftsbetriebs richtet, als externe Wissenschaftskommunikation bezeichnet.

Aufgrund der zunehmenden wettbewerbsorientierten Ausrichtung des Wissenschaftssystems und die steigende Abhängigkeit von Drittmittelförderungen hat die Bedeutung der externen Wissenschaftskommunikation mit den Zielgruppen Politik (Politisierung) und Wirtschaft (Ökonomisierung) sowie den Medien als Mittler (Medialisierung) erheblich zugenommen (vgl. Koeneker 2016).

2.1.1 Wissenstransfer

Traditionell wird der Transfer wissenschaftlicher Inhalte in einem engeren Sinne auf die Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft bezogen. Im Vordergrund stehen dabei meist die Verwertung und Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse. In der Natur- und Technikwissenschaft wird daher Wissenstransfer typischerweise als Technologietransfer verstanden. Allerdings haben sich mit der Entstehung und der Ausformung einer Wissensgesellschaft, als neues Paradigma gesellschaftlicher Entwicklung, die Rahmenbedingungen für den Transfer wissenschaftlicher Inhalte derart grundlegend geändert, dass Wissenstransfer inzwischen wesentlich breiter verstanden wird und als Wissenschaftskommunikation, alle Arten der Kommunikation von wissenschaftlichen Inhalten umfasst (HRK 2013).

Zu den veränderten Rahmenbedingungen, welche ein breiteres Verständnis von Wissenstransfer notwendig machen, zählen:

► Veränderungen im Mediensystem

- Die verfügbaren Medien zur Wissensvermittlung haben sich außerordentlich dynamisch entwickelt. In immer kürzeren Zeitabständen sind neue Medien hinzugekommen. Im Zentrum der neuen Medien stehen dabei die digitalen Medien. Neben dieser Expansion der Medien ermöglicht die Digitalisierung aber auch die technische Konvergenz von bisher getrennten Medien. So können der PC oder das Smartphone als Allround-Geräte alle Funktionen vormals getrennter Medien wie Text, Bild, Ton und Film, übernehmen und zudem individuelle Selektion von Informationen sowie bidirektionale Kommunikation ermöglichen.

► Veränderungen im Mediensystem

- Durch den Bedeutungszuwachs wissenschaftlichen Wissens wächst vor allem die ökonomische Erkenntnis, dass gerade das Wissen zur strategischen Quelle des Wertzuwachses wird.
- Durch den gesellschaftlichen Megatrend der zunehmenden Individualisierung erhalten Einzelpersonen größere Gestaltungsspielräume, erwarten diese auch, sehen sich damit jedoch gleichzeitig auch einem Zwang zu eigenen Entscheidungen ausgesetzt. Dadurch wächst die Nachfrage nach bestimmtem und zielgerichtetem Wissen. Dieser Akademisierung der Gesellschaft steht allerdings aufgrund der Komplexität technischer, ökologischer, ökonomischer und sozialer Systeme auch eine Skepsis hinsichtlich Wissenschaft und Technik gegenüber.
- Aufgrund der gestiegenen Komplexität, der Unübersichtlichkeit globaler Zusammenhänge und der Unsicherheit wächst der Bedarf an wissenschaftlichem Orientierungswissen.
- Als weitgehend öffentlich geförderte Institution, die zudem Wissenschaftsfreiheit und Autonomie beansprucht und gleichzeitig mit Teilen der Gesellschaft in Konflikt gerät, bedarf Wissenschaft der gesellschaftlichen Legitimation.

► Wissenschaftsbezogene Veränderungen

- Aufgrund der medialen und gesellschaftlichen Veränderungen verändert sich auch die Stellung von Wissenschaft und wissenschaftlichem Wissen. Einerseits wird die Bedeutung von Wissenschaft allgemein anerkannt und entsprechende Investitionen in Bildung, Wissenschaft und Forschung damit erfolgreich begründet. Anderseits ist das gesellschaftliche Vertrauen in Wissenschaft aufgrund der Widersprüchlichkeit und Fragilität wissenschaftlichen Wissens gesunken. Insbesondere angesichts komplexer und oft globaler Krisen steigt das gesellschaftliche Bedürfnis nach tragfähigen Theorien, gesicherten wissenschaftlichen Befunden und vor allem nach klaren praktischen Handlungsempfehlungen, welches die Wissenschaft immer weniger befriedigen kann.
- Die wissenschaftlichen Fachdisziplinen verfügen über ganz unterschiedliche Traditionen von Wissenstransfer. So dominiert in der Naturwissenschaft das „Popularisierungsmodell“, das auf eine relativ strikte Trennung von wissenschaftlicher und öffentlicher Kommunikation beruht. Inhalte für die öffentliche Kommunikation sind speziell hergestellt und unterscheiden sich hinsichtlich Genauigkeit und Verständlichkeitsniveau von den wissenschaftlichen Inhalten, die außerhalb der Fachge-

meinschaft als unverständlich gelten. In den Geistes- und Sozialwissenschaften dominiert dem gegenüber das „Gradientenmodell“ das ein nicht-wissenschaftliches Publikum in die wissenschaftliche Kommunikation einbezieht. Öffentliche Kommunikation ist dort „verdünnte“ wissenschaftlichen Kommunikation an der Peripherie der Wissenschaft (HRK 2013).

2.1.2 Beispiel für Wissenstransfer

Wissenstransferzentrum Ost

Das Wissenstransferzentrum (WTZ) Ost ist ein Kooperationsprojekt aller Wissens- und Technologietransferstellen der öffentlichen Universitäten am Standort Wien. Ziel ist es, die einzelnen universitären Verwertungseinheiten in ein funktionales und fächerübergreifendes Netzwerk akademischer Verwertungs- und Transfereinrichtungen auszubauen. In den Jahren 2014 bis 2018 hat das WTZ Ost begonnen, neuartige Projektkooperationen zwischen den neunen Wiener Universitäten und externen Partnerorganisationen aus Forschung, Entwicklung, Kunst, Kultur, Wirtschaft und Politik durchzuführen. Zugrundgelegt wird dabei ein sehr breites Verständnis von Wissenstransfer und seinen involvierten Akteuren, das sowohl Bedingungen und Inhalte der Wissensproduktion, die Vermittlung, Anwendung und Verwertung von Wissen, auch dessen gesellschaftliche Adaption und Fortschreibung umfasst (vgl. Beer et al. 2018).

Für die Wissensproduktion wird diesbezüglich von einer grundsätzlichen Veränderung ausgegangen (vgl. Nowotny et al. 1994). Dieser zufolge wird Wissen nicht mehr vorrangig in der traditionellen Form der Hierarchie, Disziplin, Homogenität und Institutionen produziert (Mode 1 genannt), sondern entsteht -erzwungen durch die Komplexität aktueller Problemstellungen und gesellschaftlichen Herausforderungen- zunehmend globalisiert, dezentral und transdisziplinär (Mode 2). Wissen wird als ein episodisches, komplexes und zusammengesetztes Geschehen verstanden, dass im Werden und damit grundsätzlich Weiterzuentwickelndes ist und daher erklärt werden muss, durch Zeichen-, Laut-, Schriftsprache oder in der Sprache der Dinge und Funktionen (vgl. Nowotny et al. 1994).

Eine grundlegende Methode von Wissenstransfer am WTZ Ost ist die Einrichtung und der Betrieb von sogenannten **Creativity & Transfer Hubs** mit ihrerseits spezifischen Methoden, Inhalten, Adressaten und Zielsetzungen. Die HUBS verstehen sich als Transferformat für Projekte und Personen insbesondere aus den Bereichen Geistes-, Sozial-, Kulturwissenschaften (GSK), Kreativwirtschaft und Kunst mit dem Ziel Transferkulturen zu professionalisieren und zu verankern.

Das heißt aber nicht, Transfer auf eine individualisierte Transferfähigkeit zu reduzieren. Diese Fähigkeit ist vielmehr in eine systemische Dimension eingebettet, welche Materialitäten, Funktionen, Konnektivität, Kollaborationen, Kooperations- und Konfliktaspekte der sich austauschenden Wissensbereiche und -arten umfasst. Damit wird Wissenstransfer zu einem dynamischen und asymmetrischen Prozess in komplexen Informationsökologien. Die folgende Tabelle 2 zeigt das sogenannte I. P. A. C. Muster als einen schematischen Vorschlag für zentrale Prozessaspekte einer derartigen Informationsökologie.

Tabelle 2: I. P. A. C. Muster von Transferprozessen

4 I's	4 P's	4 A's	4 C's
Information	Pathways	Action	Collateral situations
Interaction	Places	Adaption (selective)	Collaboration
Immersion	Personal networks	Autopoiesis	Cooperations
Interfaces	Particularities	Art	Coherence

(Quelle: Faßler 2016)

Weitere Beispiele

- ▶ Leibniz-Transfer (Leibnitz Gesellschaft)
- ▶ Wissenstransfer in der Helmholtz-Gemeinschaft
- ▶ Transdisziplinärer Wissenstransfer (ISOE)

2.1.3 Anforderungen an gute Wissenschaftskommunikation

Wie für jede gute Kommunikation lassen sich auch für eine gelungene Wissenschaftskommunikation einige Grundregeln feststellen. Dazu zählen:

- ▶ Kommunikation sollte immer von der jeweiligen **Zielgruppe**, ihren Bedürfnissen, Fragen und Anliegen ausgehen. Das bedeutet, die Zielgruppen möglichst genau zu kennen und zu beschreiben. Die zentrale Frage dabei heißt: welche **Botschaft** für welche Zielgruppe über welchen **Kanal**?
- ▶ Kommunikation braucht ein klares, einfaches und leicht verständliches **Ziel**
- ▶ Kommunikation muss **glaubwürdig sein**, z. B. indem Wissenschaftler **persönlich** kommunizieren und auch die Grenzen und Ambivalenzen von Wissenschaft und wissenschaftlicher Diskussion aufzeigen. Ziel guter Wissenschaftskommunikation muss immer sein, zu überzeugen, nicht zu überreden.
- ▶ **Bereitschaft zum Dialog**: Kommunikation im digitalen Zeitalter bedeutet vor allem, ein Gespräch zu initiieren und im besten Fall zu moderieren. Das betrifft klassische Medien und Veranstaltungsformate ebenso wie den "Marktplatz" der Sozialen Medien. Das hat Auswirkungen auf die Kommunikationshaltung, da eine reine Informationsvermittlung kaum eine dauerhafte Resonanz erzielt. Auch deshalb sind vor allem „**Citizen Science**“-Formate, bei denen Bürger*innen direkt beteiligt sind und selbst zu Akteuren werden, inzwischen oft besonders erfolgreich.
- ▶ **Relevanz** für die Zielgruppen: Themen und Inhalte müssen an die **Alltagsthemen und Fragen der Zielgruppen** anknüpfen und sie allgemein verständlich über die zielgruppenrelevanten Kanäle kommunizieren.
- ▶ Gute Kommunikation berührt, das heißt auch: sie ist **emotional**, verständlich und erzählt eine Geschichte zu relevanten Inhalten.

- Strategie: Alle Kanäle sollten strategisch so verknüpft werden, dass sie sich gegenseitig verstärken. Dabei gilt es, auch **Medien, Multiplikatoren und Meinungsführer** einzubeziehen

Das BMBF (Müller 2014) umreißt die Anforderungen an eine gelungene Wissenschaftskommunikation mit folgenden vier Thesen:

„These 1: **Wissenschaftskommunikation braucht Forscher*innen, Kommunikator*innen und Journalist*innen.** Aber die Gewichtung zwischen den Bereichen verschiebt sich. Der Journalismus wird schwächer, es gibt mehr und immer professionellere Kommunikator*innen – aber immer noch zu wenige Forschende, die sich aktiv um Wissenschaftskommunikation kümmern.

These 2: Wissenschaftskommunikation kann nur erfolgreich sein, wenn das Forschungsmarketing / die PR in den Hintergrund tritt und ein **ernst gemeinter und transparenter Dialog** gelingt.

These 3: Der **Dialog mit den Bürger*innen** muss früh begonnen sowie Ziele und Möglichkeiten klar benannt werden. Wissenschaftskommunikation muss auf hohe Qualitätsstandards achten.

These 4: Ziel der Wissenschaftskommunikation sollte es sein, noch **stärker in die Breite zu gehen**. Forschung sollte im besten Fall ein Thema sein, das die Menschen so stark interessiert wie z. B. Arbeits- und Sozialpolitik. (...). Dies setzt allerdings Relevanz voraus. Ferner gehört Reichweite dazu. Dazu sollten analoge und digitale Formate gemischt werden. Wissenschaftskommunikation sollte sich bei der Auswahl der Themen auch an solchen Kriterien orientieren, die für eine möglichst große Verbreitung sprechen. Diese Kriterien könnten zum Beispiel sein:

- Relevanz für Gesellschaft, Wirtschaft und Politik
- Aktualität, Bezüge zu nachrichtlichen „Großwetterlagen“
- Vermittelbarer Nutzen der Wissenschaft für die Gesellschaft
- Einbeziehung starker Akteur*innen auf dem Fachgebiet in die Kommunikation“ (Müller 2014).

Ähnliche Kennzeichen für gelungene Wissenschaftskommunikation werden auch von denjenigen Wissenschaften genannt, die in diesem Forschungsfeld tätig sind. Aus der entsprechenden Hochschulforschung wird auf folgende Erfolgsfaktoren hingewiesen (Schmermund 2019):

- **Glaubwürdigkeit** ist eine zentrale Erfolgsbedingung von Wissenschaftskommunikation, die aufgrund von zunehmender Wissenschaftsskepsis an Bedeutung gewinnt. Glaubwürdigkeit wiederum ist an Transparenz gebunden, welche sich durch die Offenlegung von Akteur*innen, Finanzierungen und angewandter Methoden erreichen lässt.
- Gelungene Wissenschaftskommunikation ist zudem auf eine **vermittelnde Instanz** angewiesen welche interessenunabhängig zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit vermittelt und Deutungsvorschläge für gesellschaftliche Auswirkungen wissenschaftlicher Erkenntnisse macht.
- **Zielgruppenspezifische Ansprache** ist ebenfalls ein relevanter Erfolgsfaktor der Wissenschaftskommunikation. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass eine Kommunikation, welche sich pauschal und unspezifisch an „die“ allgemeine Öffentlichkeit wendet, wenig zielführend ist.
- Ein weiterer Erfolgsfaktor ist die **Personalisierung und Individualisierung**. Wissenschaftskommunikation gelingt demzufolge besser, wenn anstelle von weitgehend anonymen

Institutionen Forschende mit eigenen Persönlichkeiten sichtbar bleiben. Kommunikationsformate, die die Persönlichkeit der Forscher*innen lebendig darstellen, sind wirkmächtiger.

- ▶ Zudem ist der **Alltagsbezug** ein wichtiges Kriterium für gelingende Wissenschaftskommunikation. Wissenschaftliche Ergebnisse lassen sich umso effektiver kommunizieren, je größer der Bezug zur Lebenswirklichkeit der Rezipient*innen ist.
- ▶ Um erfolgreich einen Alltagsbezug herzustellen, ist es unabdingbar **Verständlichkeit** zu gewährleisten. Zudem ist die **Bedeutsamkeit** von erheblicher Relevanz, denn nur als bedeutsam wahrgenommene Informationen gelingt es hinreichend Aufmerksamkeit zu erzeugen. Zur Erzeugung von Bedeutsamkeit eignet sich wiederum besondere eine angemessene emotionale Aufladung von Kommunikationsinhalten, um den Rezipient*innen Möglichkeiten der persönlichen Identifikation und Betroffenheit zu eröffnen (ebd.).

Traditionell wird Wissenschaftskommunikation als ein kommunikatives Dreieck zwischen den folgenden drei Akteursgruppen aufgefasst (ohne Autor Siggener Aufruf 2014):

- ▶ „**Wissenschaftler*innen** sind die Hauptakteur*innen der Wissenschaftskommunikation. Sie können und müssen Wissenschaft glaubwürdig, authentisch und fachlich richtig kommunizieren. Ihr Wissen und ihre Deutungshoheit implizieren eine besondere Verantwortung gegenüber der Gesellschaft.
- ▶ **Kommunikator*innen** sind Manager*innen der Wissenschaftskommunikation. Sie priorisieren und akzentuieren Themen und moderieren Dialogprozesse. Sie schaffen Räume und Möglichkeiten zur Kommunikation zwischen Bürger*innen und Wissenschaftler*innen. Sie sind für die Entscheidenden im Wissenschaftssystem Seismografen für gesellschaftliche Entwicklungen mit Relevanz für die Wissenschaft. Sie fördern die Weiterentwicklung der Wissenschaftskommunikation und stellen die Qualität ihrer Arbeit auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse und strategischer Konzepte sicher.
- ▶ **Journalist*innen** verstehen sich als Anwälte der Öffentlichkeit. Sie beobachten, kommentieren und bewerten sowohl die Wissenschaft selbst als auch die Qualität der Wissenschaftskommunikation.“ (ohne Autor Siggener Aufruf 2014 S.2).

Insgesamt lässt sich ein neues, kritisches Bewusstsein gegenüber der Wissenschaft feststellen. Daraus ergibt sich eine Erklärungspflicht von Wissenschaft gegenüber einer Öffentlichkeit, welche Wissenschaft befördern oder verhindern und Vertrauen in die Wissenschaften bilden oder entziehen kann.

Erfolgreiche Wissenschaftskommunikation arbeitet wertegeleitet und strategisch sowie selbst-reflexiv und selbtkritisch. Sie basiert auf definierten sowie transparenten Qualitätskriterien und arbeitet faktentreu. Sie macht die Grenzen ihrer Aussagen sichtbar und sorgt für Transparenz der Interessen sowie finanziellen und politischen Abhängigkeiten.

Weil neue wissenschaftliche Entwicklungen die Lebenswelt von Menschen beeinflussen, ist nicht nur ein lebensweltlicher Bezug für eine gelungene Kommunikation erfolgsentscheidend, sondern auch eine Rückkopplung mit der Öffentlichkeit um ihr Gestaltungsoptionen zu eröffnen. Daraus ergibt sich einen möglichst frühzeitigen Einbezug von Öffentlichkeit in wissenschaftliche Entwicklungsprozesse sowie eine Befähigung der Öffentlichkeit zur faktenbasierten Diskussion. Eine erfolgreiche Wissenschaftskommunikation macht daher wissenschaftlich erarbeitete Handlungsoptionen im Dialog mit der Gesellschaft zugänglich und verständlich und ist offen für gesellschaftliche Veränderungen (vgl. ohne Autor Siggener Aufruf 2014).

2.1.4 Beispiele für gelungene Wissenschaftskommunikation

Ein wesentlicher Faktor erfolgreicher Wissenschaftskommunikation ist der Dialog mit den verschiedenen Adressaten und Stakeholdern (siehe oben). Im Prinzip geht es darum, wie Stefan Müller einprägsam formuliert, „den Bürger vom Zuschauer zum Akteur zu machen“ (ebd.). Besonders hohe Resonanz haben deshalb zunehmend Formate, die den direkten Kontakt mit Wissenschaftler*innen ermöglichen und die jeweiligen Interessengruppen aktiv einbeziehen wie beispielsweise die „Lange Nacht der Wissenschaften“ in verschiedenen deutschen Städten. Rund um die Veranstaltungen selbst gibt es eine Website, Medienpartnerschaften, einen Podcast sowie weitere begleitende und zielgruppenorientierte Kommunikationsformate (vgl. LNDW 2021).

NABU-Challenges „Und Action. Zusammen Zukunft machen“

Die NABU-Kampagne „Und Action“ (NABU 2021a) möchte für einen nachhaltigen Lebensstil sensibilisieren und zeigen, wie sich dies im Alltag konkret umsetzen lässt. Das gelingt in besonderer Weise, weil die Kampagne einen Bezug zu aktuellen Alltagsfragen herstellt und das „gelernte“ und beliebte Format der Challenges (ein Bsp. für sog. „Gamifikation“) nutzt, die in den sozialen Netzwerken für Aufmerksamkeit und Beteiligung sorgen. Die Ziele der Challenges sind dabei einfach, klar und vor allem realistisch. Die Februar-Challenge lautete zum Beispiel „Einen Monat 2°C weniger heizen!“, während es aktuell unter dem Titel „Grillfest ohne Tropenrest“ um Herausforderungen im heimischen Garten geht. Zentrale Plattform für die Kommunikation ist eine Landingpage, begleitend wird die Aktion über den Newsletter und soziale Medien wie Instagram (die Heimat der Challenges) kommuniziert.

Abbildung 1: Und Action. Zusammen Zukunft machen



(Bildquelle: instagram/nabu 2021)

Noch weiter gehen Projekte, in denen sich Bürger*innen aktiv mit einem eigenen Beitrag beteiligen können. Das BMBF hat für solche „Citizen-Science-Projekte“ die Plattform www.buerger-schaffen-wissen.de eingerichtet. Diese Formate bieten zugleich gute Möglichkeiten begleitender Kommunikation in ganz unterschiedlichen Kanälen (Portale und Landingpages, Social-Media-Kanäle, Apps, aber auch Printmedien wie Ratgeber, Ausmalbögen oder Unterrichtsmaterialien etc.).

Citizen-Science-Klassiker: Stunde der Gartenvögel

Die jährliche „Stunde der Gartenvögel“ (NABU 2021b) des NABU brach im Jahr 2021 alle Rekorde: Rund 150.000 Menschen beteiligten sich an der Aktion am zweiten Maiwochenende, bei der Interessierte für eine Stunde Vögel in ihrem Garten, auf dem Balkon oder im Park zählt. Ziel ist, ein möglichst umfassendes Bild über die Vogelbestände in Deutschland zu ermitteln. Die Teilnehmenden, die auch Preise gewinnen können, sind also unmittelbar an einem wissenschaftlichen Projekt beteiligt. Gleichzeitig sensibilisiert die Kampagne für Themen wie Klima- und Artenschutz und vermittelt Kenntnisse über die heimische Vogelwelt. Auch hier gibt es ein leicht verständliches und klares Ziel, das Thema knüpft direkt an den Alltag der Menschen an und ermöglicht jedem eine einfache Umsetzung direkt vor der eigenen Haustür. Verstärkt wurde der Erfolg der Aktion, von der auch in überregionalen Medien berichtet wurde, allerdings durch besondere Faktoren (kurz zuvor war das Thema Meisensterben überregional in vielen Medien präsent, und offenbar führte die Corona-Krise zu einem verstärkten Naturbezug und mehr häuslichen Aktivitäten).

Interdisziplinäre Kooperationen: Dawn Chorus

Dass für Citizen Science Projekte auch interdisziplinäre Kooperationen sinnvoll sein können, zeigt Dawn Chorus, das Wissenschaftskommunikation, Vogelzählung und ein Kunstprojekt verbindet (<https://dawn-chorus.org/>). Die Citizen Science Plattform DAWN CHORUS ist ein Projekt von BIOTOPIA (neues Naturkundemuseum Bayern) und der Stiftung Nantesbuch. Wissenschaftliche Unterstützung leistet das Institut für Ornithologie des Max-Planck-Instituts in Seewiesen, Deutschland.

Wissenschaftskommunikation auf Instagram: das kleine, persönliche Format

Der Social-Media-Kanal Instagram bietet gute Möglichkeiten, auch zu sehr spezifischen Themen über den persönlichen Kontakt einer/es Wissenschaftlers*in eine Community aufzubauen und Reichweite zu erzielen.⁴

Vorhandene Kanäle nutzen und verknüpfen

Die Kommunikation auf Instagram lässt sich mit einer guten Content-Strategie und einem aktiven Community Management sehr gut auf vorhandenen Kanälen (z. B. dem Instagram-Account des UBA) aufsetzen. Insgesamt ist zu empfehlen, bereits vorhandene Kanäle und Instrumente (z. B. auch die Luftreinhalte-App des UBA) für die zu erarbeitende Kommunikationsstrategie zu nutzen.

2.1.5 Weitere Beispiele

Kampagne „Aktion Feldrittersporn“

Der Feldrittersporn ist, wie viele andere Ackerwildkräuter, stark gefährdet. Dabei sind Ackerwildkräuter für ein gesundes Ökosystem, beispielsweise als Nahrungsgrundlage für blütenbestäubende Insekten, sehr wichtig. Um die Bevölkerung für den Schutz dieser Pflanzen zu sensibilisieren, hat das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) die Aktion Feld-Rittersporn gestartet. Hauptzielgruppe waren Schüler*innen, dazu gab es Plakate und eine Aktionsseite des Auftraggebers (vgl. Sandstein Kommunikation 2021a).

Abbildung 2: Informations- und Werbematerial zur Aktion Feld-Rittersporn



(Bildquelle: Sandstein Kommunikation 2021a)

⁴ Gute Beispiele für Wissenschaftskommunikation über Instagram finden sich unter anderem auf www.wissenschaftskommunikation.de/wissenschafts%C2%ADkommunikation-via-instagram-drei-beispiele-18393/ (21.03.2021).

Wanderausstellung „Abfall ist mehr als nur Müll“

Ebenfalls für das LfULG konzipiert und gestaltet wurde die Wanderausstellung mit dem Titel „Abfall ist mehr als nur Müll“. 1,3 Millionen Tonnen Müll entstehen jedes Jahr in sächsischen Haushalten. Höchste Zeit also, sich Gedanken darüber zu machen, wie sich Abfall vermeiden, richtig trennen oder kreativ wiederverwenden lässt. Die von Sandstein konzipierte und gestaltete Ausstellung ist passend zum Thema aus Recyclingpappe und Holz gefertigt. So ist sie flexibel einsetzbar, platzsparend und in zwei Transportkisten gut zu transportieren (Sandstein Kommunikation 2021b).

Abbildung 3: Abfall ist mehr als nur Müll



(Bildquelle: Sandstein Kommunikation 2021b)

Hofgeflüster.sachsen.de: Forschungsprojekt zum digitalen Agrarmarketing

Wie landwirtschaftliche Themen den Verbraucher*innen zugänglich gemacht werden können, stand als zentrales Thema im Mittelpunkt des Projekts „Hofgeflüster.sachsen.de“. Die Dringlichkeit ergibt sich daraus, dass die Produktionsweisen von Nahrungsmitteln von immer mehr Menschen kritisch hinterfragt und zunehmend regionale und nachhaltige Produkte nachgefragt werden. Oftmals führen jedoch lückenhafte Informationen und auch Vorurteile zu einer eher negativ gefärbten Wahrnehmung der Landwirtschaft. Vor diesem Hintergrund hat sich das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) in einem Forschungsprojekt der Aufgabe gestellt, für Landwirt*innen einen Prototyp für die digitale Kommunikation zu entwickeln. Mit dem Portal www.hofgeflüster.sachsen.de wurde eine digitale Plattform geschaffen, die sowohl für landwirtschaftliche Betriebe nutzbar ist, sich aber auch an Verbraucher*innen richtet und zudem auf weitere digitale Kommunikationsprojekte im sächsischen Agrarmarketing übertragbar ist. Umgesetzt wurde das Portal als Teil des Innovationsprojektes simul+ Innovation Hub (SIH). Mit Hilfe dieses Innovations-Hubs sollen Forschungseinrichtungen, Unternehmen und Behörden gemeinsam herausgehobene Innovationsvorhaben im Bereich ländlicher Raum realisieren (vgl. Sandstein Kommunikation 2021c).

Abbildung 4: Beispiel für einen Webauftritt im Rahmen von Hofgeflüster.sachsen.de

The screenshot shows a website page with a green header. The main content features a hand-drawn illustration of a cow being milked by a milking machine, with other cows in a field in the background. Below the illustration, a copyright notice reads: "© Sandstein Neue Medien GmbH". To the right, there are two light blue boxes: "Ansprechpartner" (Contact Person) and "Bürgertelefon" (Citizen Phone). The text in the main content area says: "Milchwissen: Wir informieren Sie! Wir vom Lehr- und Versuchsgut Köllitsch (LVG) laden Sie herzlich ein, uns zu den Milchkühen und Kälbern zu begleiten. Wir zeigen Ihnen, wie die moderne Landwirtschaft".

(Bildquelle: LfULG o. J.)

2.2 Öffentliche Beteiligung

2.2.1 Defitorisches

Bürgerbeteiligung bedeutet die Möglichkeit aller betroffenen und interessierten Bürgerinnen und Bürger, ihre Interessen und Anliegen bei öffentlichen Vorhaben zu vertreten und einzubringen. Öffentlichkeitsbeteiligung bedeutet, dass sich neben Bürgerinnen und Bürgern auch Interessengruppen wie Kammern oder NGOs beteiligen können (vgl. Paust 2016).

2.2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen

2.2.2.1 Aarhus Konvention

Die Aarhus Konvention (BMUV 2020b) ist ein völkerrechtlicher Vertrag, der jeder Person Rechte im Umweltschutz zuschreibt. Die Übereinkunft trat 2001 in Kraft und wurde 2007 von Deutschland ratifiziert. Sie umfasst das Recht auf Information über Umweltfragen, Beteiligung an Verwaltungsverfahren zu Projekten mit Umweltauswirkungen sowie die Möglichkeit Klage gegen Umweltbeeinträchtigungen zu führen. Mit dem Öffentlichkeitsbeteiligungsgesetz von 2006 hat Deutschland die europäische Umsetzung der Aarhus Konvention in nationales Recht umgesetzt und dafür insbesondere das UMVG und das BImSchG aber auch des KrWG und anderer hinsichtlich der Regelungen zur Öffentlichkeitsbeteiligung an die Aarhus Konvention bzw. deren europäische Umsetzung in EG-Richtlinie 2003/35/EG angepasst.

2.2.2.2 § 6 der 43. BImSchV

Im Rahmen der nationalen Umsetzung der europäischen Richtlinie (EU) 2016/2284 (NEC-Richtlinie) durch die 43. BImSchV ist vorgeschrieben, dass das BMUV die Öffentlichkeit frühzeitig bei der Erstellung und Aktualisierung des nationalen Luftreinhalteprogramms beteiligt. Gemäß § 6 der 43. BImSchV sind der Entwurf des NLRP einen Monat lang zur Einsicht auszulegen, der Öffentlichkeit Stellungnahmen einzuräumen und fristgemäß eingegangene Stellungnahmen beim Beschluss des nationalen Luftreinhalteprogramms zu berücksichtigen sowie das beschlossene nationale Luftreinhalteprogramm einschließlich einer Darstellung des Ablaufs des Beteiligungsverfahrens und der Gründe und Erwägungen, auf denen der getroffene Beschluss beruht, öffentlich bekannt zu geben.

2.2.2.3 Verwaltungsentscheidungen

Ob und wie die Öffentlichkeit bei Verwaltungsentscheidungen beteiligt werden muss, hängt wesentlich von der Art des Verwaltungsverfahrens ab. Diesbezüglich lassen sich Zulassungs-, Planungs- und Planfeststellungsverfahren unterscheiden.

► **Zulassungsverfahren** sind verwaltungsrechtliche Verfahren, die sich auf ein bestimmtes Projekt, etwa die Erteilung einer Baugenehmigung für ein bestimmtes Gebäude oder die Erteilung einer immissionsschutzrechtlichen Genehmigung beziehen. Bei Zulassungsverfahren hat die zuständige Behörde keinen Entscheidungsspielraum, denn sie ist stets verpflichtet, die Genehmigung zu erteilen, wenn die gesetzlich bestimmten Voraussetzungen vorliegen. Daher beschränken sich die Einflussmöglichkeiten im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung auf eine Überprüfung ob die gesetzlichen Voraussetzungen vorliegen.

Zu unterscheiden sind dabei allerdings

- Verfahren für die ein Umweltverträglichkeitsprüfung gemäß § 5 UVPG vorgeschrieben ist, dessen Durchführung im UVPG detailliert geregelt ist.
- Des Weiteren sind bei immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren gemäß (§ 10 BImSchG) für die förmliche Genehmigung bestimmter Anlage, die in der 4. BImSchV genannt sind, die Öffentlichkeit zu beteiligen. Vorgeschrieben sind nach § 10 BImSchG das Genehmigungsvorhaben öffentlich bekannt zu machen, zu etwaige Einwendungen aufzufordern, Antragsunterlagen zur Einsicht auszulegen und Einwendungen entgegenzunehmen sowie einen Erörterungstermin zu bestimmen und Einwendungen zu erörtern.

► **Planungsverfahren** sind verwaltungsrechtliche Verfahren, die zur Koordinierung und Planung von verschiedenen Themen wie beispielsweise der Raumordnung (Raumordnungsplan), Bebauung (Bebauungsplan), Abfallbeseitigung (Abfallbeseitigungsplan) und Luftreinhaltung (Luftreinhalteplan) durchgeführt werden. Für bestimmte Pläne und Programme schreibt das UVPG in § 33 die Durchführung einer Strategischen Umweltprüfung (SUP) vor. Dazu zählen gemäß Anhang 5 Nr. 2.2 UVPG auch Luftreinhaltepläne nach § 47 (1) BImSchG (1). Der Verfahrensablauf für eine SUP ist in den §§ 33 – 46 UVPG geregelt und stellt die nationale Umsetzung der EG-Richtlinie (2001/42/EG) über die Prüfung der Umweltauswirkungen bestimmter Pläne und Programme dar. Hinsichtlich der Öffentlichkeitsbeteiligung ist im Rahmen der SUP vorgeschrieben die Öffentlichkeit allgemein- und für Nichtfachleute verständlich über die Umweltauswirkungen des Planes zu informieren.

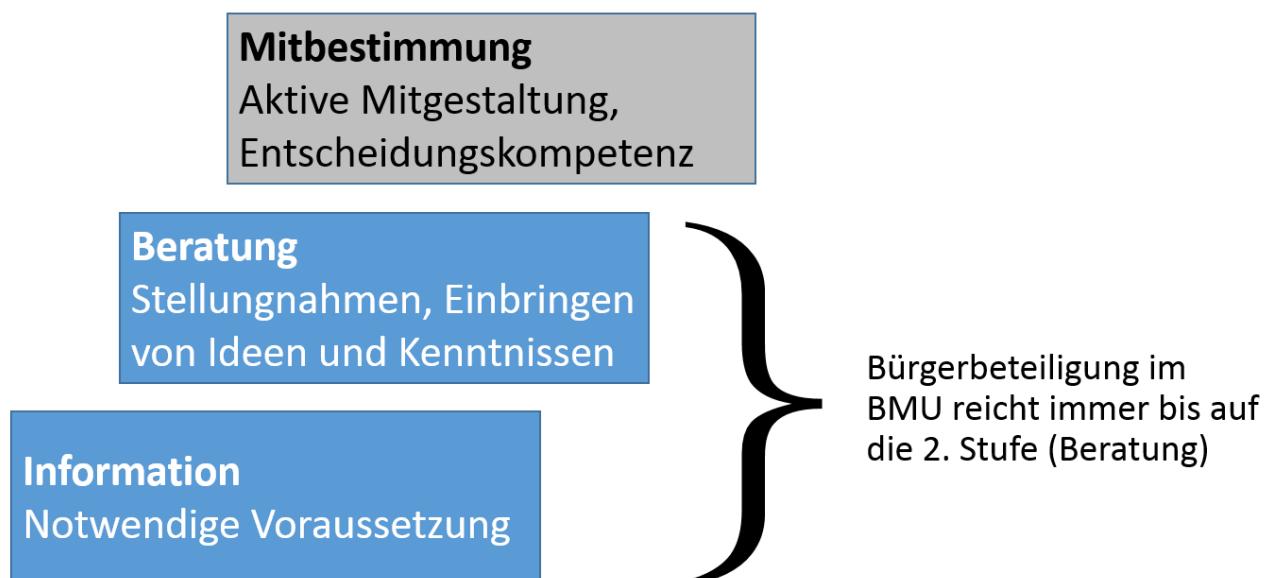
- **Planfeststellungsverfahren** sind besondere Verwaltungsverfahren über die Zulässigkeit raumbedeutsamer Vorhaben und Infrastrukturmaßnahmen. Für sie ist gemäß Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG) eine förmliche Beteiligung der Öffentlichkeit zwingend vorgeschrieben. Demgemäß muss der Plan öffentlich zur Einsicht ausgelegt werden. Verbandskla-geberechtigte Vereinigungen können Stellungnahmen abgeben und betroffene natürliche Personen Einwendungen erheben. Die Stellungnahmen und Einwendungen sind von der zuständigen Behörde zu erörtern und mit einer Stellungnahme der Planfeststellungsbehörde zu zuleiten. Bei Einwendungen, für die bei der Erörterung keine Einigung erzielt wurde und für welche Auflagen zum Wohl der Allgemeinheit oder zur Vermeidung nachteiliger Wirkungen auf Rechte andere untnlich oder mit dem Vorhaben unvereinbar sind, können Be- troffene Anspruch auf angemessene Entschädigung in Geld geltend machen.

2.2.3 Grundlagen der Bürgerbeteiligung bei Umweltbelangen

Das BMU hat eigene Leitlinien (IFOK GmbH, FÖV 2019) für gute Bürgerbeteiligung entwickeln lassen. Die Leitlinien sollen zum einen zur einheitlich hohen Qualität von Bürgerbeteiligungsverfahren, die vom BMU durchgeführt werden, beitragen. Zum anderen sollen die Leitlinien und ihre Erläuterungen den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des BMU als konkrete Handlungs-hilfe für die Durchführung von Bürgerbeteiligungsverfahren dienen.

Im klassischen Beteiligungsmodell wird zwischen drei Stufen der Beteiligung unterschieden, die aufeinander aufbauen. Bürgerbeteiligung im BMU reicht häufig bis auf die zweite Stufe. Die Bürgerkonferenzen („Klimaschutzplan 2050“) reichen aus unserer Sicht in Stufe drei hinein (vgl. Punkt Bürgerkonferenzen („Klimaschutzplan 2050“)).

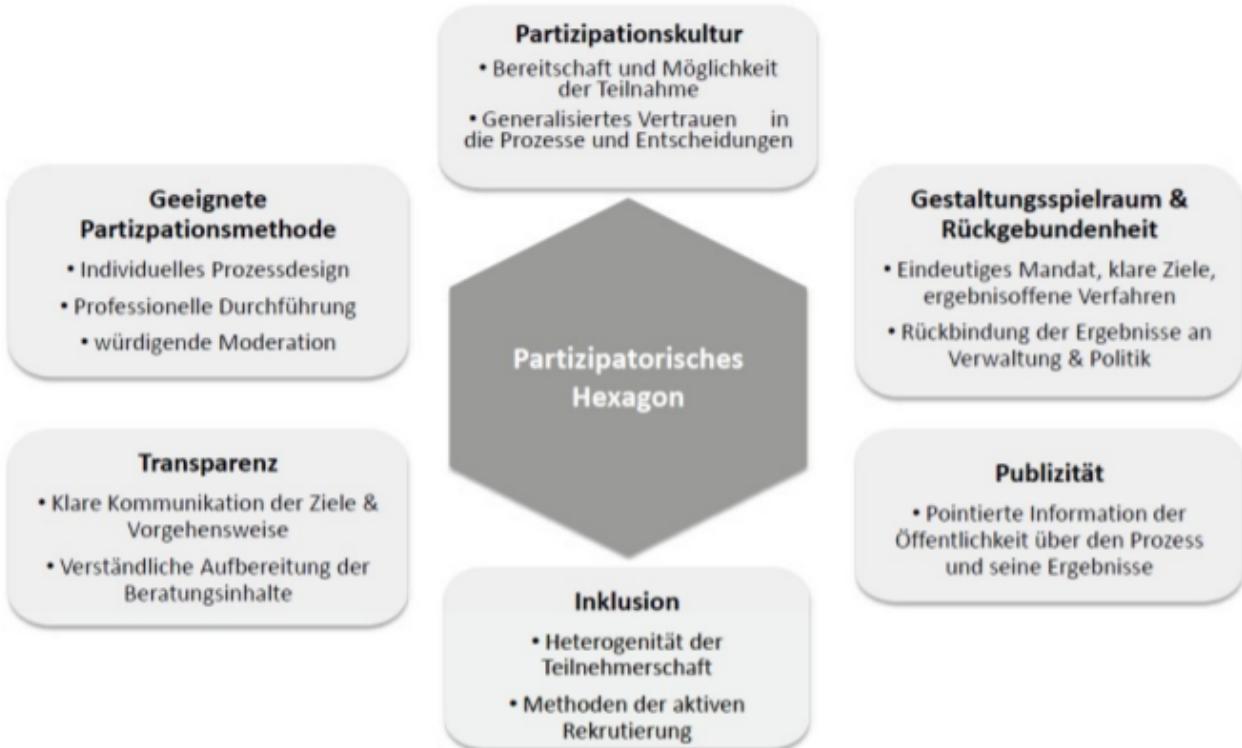
Abbildung 5: Die drei Stufen der Beteiligung



(Quelle: IFOK GmbH, FÖV 2019)

Die folgende Abbildung 6 fasst die zentralen Aspekte einer erfolgreichen Bürgerbeteiligung schematisch zusammen.

Abbildung 6: Partizipatorisches Hexagon – Gut gemachte Bürgerbeteiligung



(Quelle: Kamlage 2014)

2.2.4 Grundvoraussetzungen für gute Bürgerbeteiligungen:

► Klare Ziel- und Rahmensexzung

Es herrscht Klarheit über Zuständigkeiten und den politischen Entscheidungsprozess, in dem Bürgerinnen und Bürger beteiligt werden sollen.

Es ist zu klären, ob und welche Eckpunkte des Entscheidungsprozesses bereits bestehen, welche Ziele verfolgt werden und welche Rahmenbedingungen bereits gesetzt sind.

► Durchdachtes Verfahrensdesign

Das Referat für Bürgerbeteiligung und die inhaltlich zuständigen Organisationseinheiten im BMUV arbeiten im Beteiligungsverfahren zusammen.

In einem transparenten Verfahren werden Bürgerinnen und Bürger eingeladen und ausgewählt. Es werden möglichst alle Bevölkerungsschichten angesprochen.

► Hohe Verfahrensqualität

Die beteiligten Bürgerinnen und Bürger werden früh und eindeutig über Gestaltungsspielräume und Beteiligungsziele informiert. Bürgerinnen und Bürger und BMUV gleichen ihre Erwartungen

vor dem Hintergrund der gegebenen Möglichkeiten ab, um frühzeitig Missverständnisse und Enttäuschungen zu vermeiden.

► Adäquater Umgang mit den Ergebnissen und Evaluation

Alle wesentlichen Verfahrensschritte und Zwischenergebnisse werden dokumentiert, damit sie auch nach Abschluss des Beteiligungsverfahrens nachvollziehbar bleiben (IFOK GmbH, FÖV 2019)

2.2.5 Beispiele erfolgreicher Bürgerbeteiligung

2.2.5.1 Bürgerkonferenzen im Zusammenhang mit dem „Klimaschutzplan 2050“

Abbildung 7: Ablauf der Bürgerbeteiligung



(Quelle: BMU 2017)

Der Prozessablauf der Bürgerbeteiligung:

„Am 14. September 2015 wurde begonnen, Bürgerinnen und Bürger per Zufallsauswahl anzurufen und für eine Teilnahme zu gewinnen. Ziel war es, möglichst viele unterschiedliche Stimmen zu hören und einen Querschnitt der Bevölkerung abzubilden. Aber die Erfahrung ähnlicher Verfahren bestätigte sich auch hier: Teilnehmende mit höheren Bildungsabschlüssen waren stärker repräsentiert und auch bei der Gewinnung von jungen Menschen stieß dieses Auswahlverfahren an Grenzen.

Der Tag des Bürgerdialogs zum Klimaschutzplan 2050 fand zeitgleich an 5 Orten in Deutschland statt: Die Teilnehmenden diskutierten einen Tag lang über Klimaschutzmaßnahmen und entwickelten schließlich 77 Maßnahmenvorschläge. Weiterhin wurden an jedem Ort zwei Bürger-Delegierte gewählt.

Unter www.klimadialog2050.de wurden ab dem 24. November 2015 alle 77 Maßnahmenvorschläge, die am Tag des Bürgerdialogs erarbeitet wurden, für die allgemeine Öffentlichkeit zugänglich online gestellt. Ziel des Online-Dialogs war, eine inhaltliche Rückmeldung zu den Vorschlägen zu bekommen. Dafür wurde eine Kommentar-Funktion zu jeder Maßnahme eingerichtet. Insgesamt wurden 635 Kommentare gesammelt. Die Kommentierung war bis zum 21. Dezember 2015 möglich.

In dem Bürgerdialog erarbeiteten die Bürgerinnen und Bürger 77 Maßnahmenvorschläge zu folgenden Themen: Energiewirtschaft, Gebäude, Verkehr, Landwirtschaft/Landnutzung, Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Alle Ergebnisse des Bürgerdialogs und des Online-DIALOGS gingen in einen Bürgerreport ein. Dieser wurde Ende Januar 2016 in redaktioneller Zusammenarbeit mit den Bürger-Delegierten erarbeitet.

Am Tag des Bürgerdialogs und im Online-Dialog wurden insgesamt 12 Bürger-Delegierte gewonnen, die im weiteren Prozess mitwirkten. Die Bürger-Delegierten wirkten zum einen am Bürgerreport mit. Darüber hinaus brachten sie die Bürger-Empfehlungen im sogenannten Delegiertengremium ein, in dem auch 13 Vertreter/innen aus Bundesländern, Kommunen und Verbänden mitwirkten.

Das Delegiertengremium bündelte die Empfehlungen von Bürgern, Ländern, Kommunen und Verbänden zu einem gemeinsamen Maßnahmenkatalog.

Am 19. März 2016 übergaben Bürger, Verbände, Kommunen und Bundesländer den Maßnahmenkatalog gemeinsam an die Bundesumweltministerin Frau Dr. Barbara Hendricks. Diese lobte den Prozess und das Engagement der Teilnehmenden und betonte den innovativen Charakter des Dialogs.

Nach der Übergabe des Maßnahmenkatalogs an die Bundesumweltministerin hat das Ministerium die Empfehlungen geprüft und ein Feedback dazu abgegeben, was in den Klimaschutzplan einfließen soll. Von den insgesamt 77 im Bürgerdialog erarbeiteten Maßnahmen sind 52 in den Klimaschutzplan eingearbeitet worden.

Der Klimaschutzplan 2050 wurde am 14. November 2016 vom Bundeskabinett beschlossen. Er gibt für den Prozess zum Erreichen der nationalen Klimaschutzziele im Einklang mit dem Übereinkommen von Paris inhaltliche Orientierung für folgende Handlungsfelder: Energieversorgung, Gebäude- und Verkehrsbereich, Industrie und Wirtschaft sowie Land- und Forstwirtschaft.

Bei einer Abschlusskonferenz, die am 16. Februar 2017 stattgefunden hat, hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit auf den Prozess zurückgeblickt, das Ergebnis vorgestellt und in den breiten Beteiligungsprozess eingeordnet. Außerdem hat es einen Ausblick auf künftige Dialoge gegeben“ (BMU 2017).

Das Bürgerbeteiligungsverfahren wurde evaluiert. Hier die wichtigsten Ergebnisse:

Das Bürgerbeteiligungsverfahren wurde insgesamt gut bewertet. Insbesondere die Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger erzielte eine große Zustimmung zumal eine derartige Beteiligung von Bürgerinnen und Bürger – neben Kommunen, Ländern und Verbänden – am Entstehungsprozess eines solchen Klimaschutzplans keine Selbstverständlichkeit ist.

„**Hohe Ergebnis- und Prozessakzeptanz durch Zufallsbürger.** Insgesamt zeigen sich positive Effekte von Bürgerbeteiligung mithilfe zufällig ausgewählter Bürgerinnen und Bürger in Bezug auf Ergebnis- und Prozessakzeptanz politischer Entscheidungen. Auch in der Bevölkerung selbst findet die Idee durchaus Zustimmung. Hinzu kommt, dass konkrete Erfahrungen mit zufällig ausgewählten Bürgern zu einer gesteigerten Wertschätzung und Akzeptanz dieser Idee führen.

Das gesamte Verfahren wurde überwiegend mit guten und sehr guten Noten bedacht. Dabei **ragt besonders die Präsenzveranstaltung**, also der Tag des Bürgerdialogs, positiv heraus.

Während etwa 40 Prozent der Befragten die Präsenzveranstaltung als „sehr gut“ bezeichneten, gaben nur etwa 15 Prozent der ersten **Online-Phase** diese Note, bei der zweiten waren es etwa zehn Prozent.

Dennoch: Die Mischung von Präsenz-Veranstaltungen mit Online-Beteiligung d. h. Transparenz und der offene Zugang zum Verfahren sind für einen Großteil der Bevölkerung wichtige Voraussetzungen zur Akzeptanz von Bürgerbeteiligung. Daher ist eine Ergänzung durch Online-Beteiligung für erfolgreiche Verfahren notwendig.

Als der Klimaschutzplan zwischen den Ressorts und schließlich im Kabinett verhandelt wurde, wurde dies weniger positiv bewertet. Vor allem **mangelnde Transparenz und Information** für diese Phase standen im Zentrum der Kritik“ (Faas et al. 2017).

2.2.5.2 Integriertes Energie- und Klimaschutzkonzept Baden-Württemberg

Mit dem Landes-Klimaschutzgesetz von 2013 und dem darauf basierenden ersten, aktuellen Integrierten Energie- und Klimaschutzkonzept (IEKK) hat sich Baden-Württemberg anspruchsvolle Ziele für den Klimaschutz gesetzt und konkrete Strategien und Maßnahmen für deren Erreichung erarbeitet. Dieses Konzept wurde gemeinsam mit der Öffentlichkeit weiterentwickelt und aktualisiert.

Fast 340 Personen haben sich in 2019 über die Beteiligungsplattform des Landes online mit dem vorläufigen Maßnahmenkatalog zum künftigen Klimaschutz befasst, Vorschläge kommentiert und ergänzt oder eigene Ideen eingebracht. Weitere rund 250 Bürgerinnen und Bürger sowie Vertreterinnen und Vertreter von Verbänden sind zu den Konferenzen gekommen, um miteinander die Klimaschutzzorschläge zu diskutieren und zu bewerten. Herausgekommen ist ein umfangreiches Paket an Anregungen, das in den nächsten Wochen vom Umweltministerium ausgewertet wird (vgl. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg 2019).

Eckdaten:

- ▶ Insgesamt standen in der Onlinebeteiligung rund 150 Maßnahmen zur künftigen Energie- und Klimaschutzpolitik zur Diskussion und Kommentierung. Sie betreffen die sechs Sektoren Strom, Wärme, Verkehr, Land- und Forstwirtschaft, Industrie und Stoffströme sowie übergreifende Fragestellungen.
- ▶ 7000 Einzelempfehlungen aus der Bevölkerung, 400 neue Maßnahmenvorschläge und 584 beteiligte Bürgerinnen und Bürger
- ▶ Formate: Onlinebeteiligung, den Bürgerkonferenzen, den Verbändetischen und den Treffen mit jungen Aktivisten der „Fridays for Future“-Bewegung
- ▶ Ziele: 90 Prozent weniger Treibhausgasausstoß bis zum Jahr 2050 (im Vergleich zu 1990) beziehungsweise 42 Prozent bis 2030 (so soll es in der Novelle des Klimaschutzgesetzes stehen)

Besonderheit: Hohe Beteiligung der Bevölkerung von Baden-Württemberg. Hoher (positiver) Aufwand wie z. B. den eingesetzten Formaten der Beteiligung.

2.2.5.3 Öffentlichkeitsbeteiligung Luftreinhalteplan „Modellstadt Reutlingen“

Das Land Baden-Württemberg wurde vom Verwaltungsgerichts Sigmaringen vom 22. Oktober 2014 verpflichtet, den Luftreinhalteplan für Reutlingen so zu ändern, dass dieser die erforderlichen Maßnahmen zur schnellstmöglichen Einhaltung der Immissionsgrenzwerte enthält.

Hierfür wurde vom Land Baden-Württemberg und dem Regierungspräsidium Tübingen das Projekt „Modellstadt Reutlingen“ entwickelt, durch Fachgutachter inhaltlich bearbeitet und gleichzeitig von Beginn an mit einer intensiven Bürger- und Öffentlichkeitsbeteiligung begleitet.

Ein zentraler Punkt der Beteiligung stellte die sog. **Spurgruppe** dar, in der alle relevanten gesellschaftlichen Gruppen vertreten waren. Die Mitglieder der Spurgruppe sollten als Beratungsgremium und als Multiplikatoren in die von ihnen vertretenen Gruppen fungieren.

Ferner wurden die **Bürgerinnen und Bürger in Informationsveranstaltungen und online im Beteiligungsportal Baden-Württemberg** eingebunden sowie kontinuierlich über die Medien und im Internet informiert.

Die fachliche Bearbeitung des Projektes startete mit einer umfassenden Gesamtbetrachtung aller Einflüsse, die Auswirkungen auf die Luftqualität in Reutlingen haben. Im Weiteren wurden Maßnahmen zunächst möglichst umfassend benannt, eine konkrete Auswahl für Reutlingen getroffen, deren Minderungspotenziale ermittelt und daraus Maßnahmenkombinationen / Szenarien entwickelt, die es ermöglichen die Grenzwerte in Reutlingen baldmöglichst einzuhalten. Aktuelle und zukünftige Entwicklungen wie z. B. die Öffnung des Scheibengipfeltunnels bei Reutlingen wurden dabei berücksichtigt.

Der Gesamtprozess des Projektes war in fünf Arbeitsphasen des Fachgutachtens eingeteilt, zu denen jeweils Workshops mit der Spurgruppe stattfanden. In den Workshops wurde über die Arbeitsstände und Zwischenergebnisse des Fachgutachtens diskutiert und beraten und Anregungen und Ideen für den weiteren Arbeitsprozess von Seiten der Spurgruppe gegeben. Der erste Workshop fand im Juli 2016 statt, der letzte und sechste Workshop im September 2017.

Zusätzlich wurde nach dem dritten und nach dem fünften Workshop abends jeweils eine **Informationsveranstaltung für die breite Öffentlichkeit** durchgeführt. Diese wurde im Vorfeld mit dem Motto „*Durchatmen in Reutlingen - mit vereinten Kräften für die Luftreinhaltung*“ bzw. „*Durchatmen in Reutlingen - Luftreinhalteplanung für Reutlingen*“ über die lokale Presse und mit Postkarten, die an verschiedenen Stellen / Geschäften etc. in der Stadt verteilt wurden, bekanntgemacht und beworben.

Die erste Informationsveranstaltung wurde von ca. 100 Teilnehmenden besucht und diente dazu in Form von Vorträgen, Themenständen und einer Podiumsdiskussion über mögliche Maßnahmen für die Luftreinhaltung in Reutlingen zu informieren.

Auf der zweiten Informationsveranstaltung wurde über den aktuellen Entwurf der 4. Fortschreibung des Luftreinhalteplans Reutlingen informiert und Anregungen zur Umsetzung der Maßnahmen eingeholt. Zusätzlich diente diese Veranstaltung als Auftakt für die Onlinebeteiligung, die vom 23.2. bis 23.3.2017 im Online-Beteiligungsportal des Landes Baden-Württemberg stattfand. Insgesamt sind über das Beteiligungsportal 39 Kommentare eingegangen.

Der Beteiligungsprozess wurde kontinuierlich evaluiert. Dazu fanden vertrauliche, ausführliche Interviews mit Mitgliedern der Spurgruppe zu drei Zeitpunkten im Prozess statt. Die Ergebnisse der Öffentlichkeitsbeteiligung und der Evaluation wurden in einem Abschlussbericht zusammengefasst. Als Ergebnis der drei Evaluationsrunden wurde in dem Abschlussbericht festgehalten:

- ▶ „[...] dass die Mitglieder der Spurgruppe mit dem Ablauf der Öffentlichkeitsbeteiligung und der Gestaltung des Prozesses grundsätzlich zufrieden waren.“
- ▶ „Die Einflussmöglichkeiten der Spurgruppe auf das Ergebnis (Luftreinhalteplan) sowie das Ambitionsniveau der Maßnahmen blieben jedoch hinter den Erwartungen zurück.“

- *Dies war auch dem notwendigerweise eng gesteckten Zeitrahmen und dem engen Fokus auf eine schnellstmögliche Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte geschuldet - ein Spannungsfeld, welches das Projekt nicht auflösen konnte.“ (Büttner et al. 2018).*

2.2.5.4 Luftreinhalteplan 2018-2025 Berlin

Ausgangslage: Die bisherigen Maßnahmen (z. B. Umweltzone, Förderung von umweltfreundlichen Verkehrsmitteln) reichen nicht aus, um die gesetzlichen Grenzwerte für Stickstoffdioxid (NO_2) und in bestimmten Jahren bei ungünstigen Wetterlagen auch die für Feinstaub (PM_{10}) einzuhalten.

Mit dem Luftreinhalteplan 2018-2025 soll sich das ändern. Dafür wertete die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz bis Anfang 2019 die aktuellen Grenzwertüberschreitungen, ihre Ursachen sowie die Wirksamkeit der bisherigen Maßnahmen aus.

Für die Fortschreibung des neuen Luftreinhalteplans wurde die Öffentlichkeit beteiligt durch:

- a.) eine Online-Umfrage
- b.) eine formelle Öffentlichkeitsbeteiligung. Der Entwurf zum Luftreinhalteplan wurde online zur öffentlichen Diskussion gestellt

Umsetzung Onlinebefragung:

Die Umfrage zu bisherigen und neu geplanten Maßnahmen zur Luftreinhaltung in Berlin, war vom 3. Dezember 2018 bis zum 4. Januar 2019 aktiv. Die Befragung ermöglichte die Beantwortung von Fragen zur Luftqualität und räumte die Möglichkeit ein, Kommentare abzugeben. Die Kommentare wurden gesammelt und ausgewertet und sind nach Möglichkeit in den Entwurf zum Luftreinhalteplan eingeflossen.

Abbildung 8: Beispielhaftes Ergebnis der Online-Befragung



(Bildquelle: Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz 2019a)

Beispiele für Kommentare:

- ▶ „Wir fordern den regierenden Bürgermeister von Berlin, Herrn Müller (SPD) auf, die Umfrage zum Luftreinhalteplan Berlin 2018-25 zu verlängern oder zu wiederholen und vorher alle (!) Haushalte zu informieren.
- ▶ Die Antwortmöglichkeiten sind zu tendenziös und geben keine möglichen anderen Antworten als erwartet werden her. Andere Gründe welche zur Umweltverschmutzung und der darauffolgenden Belastungen bleiben außer Acht.
- ▶ Um eine wirkliche Klarheit bei der Umweltverschmutzung zu erhalten, müssen deutlich mehr Gesichtspunkte in der Umfrage mit einbezogen werden.
- ▶ Sie sollten mal darauf achten, dass die abgegebenen Stimmen nach dem benutzten Verkehrsmittel gewichtet werden. Wenn NUR Radfahrer die Meinung äußern, ist ja wohl klar was rauskommt!!! “ (Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz 2019a).

Erste Bewertung Arbeitsgemeinschaft:

Die Grundgesamtheit bei der Online-Befragung (n=474) erscheint bei einer Stadtbevölkerung von 3,8 Mio. gering. Einige Hinweise aus der Befragung/den Kommentaren (ohne Anspruch auf Repräsentativität) weisen darauf hin, dass zu wenig Bürger von der Online-Befragung erfahren haben, um sich daran zu beteiligen. Was die generellen Luftreinhaltemaßnahmen anbetrifft, fühlen sich die Befragten zu wenig informiert. Generelle Schwächen von (Online-)Befragungen werden auch hier kritisiert, da Antwortvorgaben manipulativ erscheinen. Dennoch muss bei derartigen Befragungen einbezogen werden, wieviel Budget dafür zur Verfügung steht, was sowohl die Gesamtzahl der potenziell zu Befragenden als auch die Möglichkeit „offene“ Fragen zu stellen limitiert.

Umsetzung formelle Öffentlichkeitsbeteiligung:

Unter mein.berlin.de wurde der Entwurf zum Luftreinhalteplan online zur öffentlichen Diskussion gestellt. Bürgerinnen und Bürger, Verbände, Institutionen und Firmen konnten ihre Vorschläge und kritischen Fragen zum Entwurf des Luftreinhalteplans, 2. Fortschreibung (2019) einbringen.

Die Senatsverwaltung erhielt nach Veröffentlichung des Entwurfs 49 Einwendungen von Privatpersonen oder Unternehmen. Außerdem reichten 14 Verbände Stellungnahmen ein. Alle Stellungnahmen wurden bei der Fertigstellung des Luftreinhalteplans und der Entscheidung über seine Annahme gemäß § 47 Abs. 5a Satz 6 BImSchG angemessen berücksichtigt. Alle Einwender*innen erhielten schriftlich Antwort (vgl. Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz 2019b).

Auszug einer Stellungnahme zu den Luftqualitätsgrenzwerten:

Stellungnahme: Die Grenzwerte müssen nicht nur eingehalten, sondern deutlich unterschritten werden, um negative Gesundheitseffekte zu vermeiden.

Berücksichtigung: Die EU-weit geltenden Grenzwerte leiten sich aus den WHO-Empfehlungen, aber auch aus Argumenten der Wirtschaftspolitik und der technischen Machbarkeit ab. Für Stickstoffdioxid (NO_2) stimmt der Richtwert der WHO mit dem EU-Grenzwert überein, bei PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ hingegen empfiehlt die WHO zum Teil wesentlich niedrigere Werte (z. B. $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$) als gesetzlich vorgeschrieben.

Tabelle 3: Vergleich EU-Grenzwert / WHO-Richtwerte (2005) für ausgewählte Luftschadstoffe

	EU-Grenzwert	WHO-Richtwert
PM ₁₀	40 µg/ m ³	20 µg/m ³
PM _{2,5}	20 µg/m ³	10 µg/m ³
NO ₂	40 µg/m ³	40 µg/m ³

Der PM₁₀-Grenzwert wird bereits seit nunmehr drei Jahren in Berlin eingehalten. Der Grenzwert für PM_{2,5} wurde noch nie überschritten. Die WHO-Empfehlung sowohl für PM₁₀ als auch für PM_{2,5} hingegen wird in Berlin flächendeckend überschritten. Rechtlich gibt es jedoch derzeit keine Möglichkeit, im Rahmen des Luftreinhalteplans schärfere Anforderungen an die Luftqualität zu stellen als gesetzlich vorgeschrieben. Daher kann die Forderung nach einem deutlichen Unterschreiten der EU-Grenzwerte im Luftreinhalteplan nicht berücksichtigt werden. Wie in Kapitel 9 des Luftreinhalteplans angekündigt, soll jedoch eine Luftreinhaltestrategie entwickelt werden, die das Erreichen der WHO-Richtwerte bis 2030 zum Ziel haben soll. Dies wird auch zu einer deutlichen Unterschreitung von Grenzwerten führen“ (Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz 2019b).

49 Einwendungen von Privatpersonen oder Unternehmen bei einer 3,77 Mio. Stadt erscheinen gering. Die Qualität wie die Einwendungen beantwortet worden sind ist sehr präzise und auf den*die Einwender*in eingehend (Augenhöhe, Transparenz).

2.2.5.5 Weitere Beispiele

- ▶ Bürgerräte und Bürgerforen („Integriertes Umweltprogramm 2030“)
- ▶ Bürgerwerkstätten („Ressourceneffizienzprogramm II/ProgRess II“)
- ▶ Online-Dialoge (verschiedene Programme wie „Weißbuch Stadtgrün“)
- ▶ International Association for Public Participation (iap2)

2.2.6 Beispiele für digitale Applikationen

Es gibt weitere Beispiele für digitale Anwendungen, vor allem Apps zum Thema Luftqualität und Luftreinhaltung, die sowohl Informationen liefern als auch interaktiv nutzbar sind.

Scan4Chem

Die kostenlose und werbefreie App Scan4Chem des Umweltbundesamtes wurde im Rahmen des EU LIFE Projekts „AskREACH“ entwickelt und gibt Verbraucherinnen und Verbrauchern die Möglichkeit, Anfragen zu besonders besorgniserregenden Stoffen an Produktanbieter zu stellen. Die App wurde 2017 entwickelt und wird -nach einem Relaunch- in zahlreichen europäischen Ländern in 12 Sprachen angeboten. Alle Länderversionen der App sind an eine Datenbank angegeschlossen, in die Produktanbieter ihre Informationen zu besonders besorgniserregenden Stoffen in ihren Produkten eingeben können. Unternehmen können Anfragen mithilfe der App zentral beantworten und ihrer Auskunftspflicht somit effizienter nachkommen – und ggf. zeigen, dass keine besorgniserregenden Stoffe in ihren Produkten enthalten sind (vgl. UBA 2020d).

Gefahrstoffschneillauskunft

Die App Gefahrstoffschneillauskunft (GSA) ist ein Teildatenbestand von ChemInfo, die sich in Darstellung und Datenumfang speziell an Einsatzkräfte wie Feuerwehr und Technisches Hilfs-

werk (THW) sowie Rettungskräfte richtet, um im Notfall schnell Auskunft zum korrekten Umgang mit Gefahrstoffen zu geben. Die GSA2.0-App verfügt aktuell über vier Profile (Feuerwehr, Fachberater, Rettungsdienst und Technisches Hilfswerk), zwei unterschiedliche Suchmasken bzw. -methoden für die Stoffsuche nach Namen, UN- und CAS-Nummer sowie eine Warntafelsuche für Informationen zum Transport von Chemikalien. Die App richtet sich an Behörden und Dienststellen des Bundes sowie gemeinsam von Bund und Ländern betriebene Dienststellen, Länder- und kommunale Behörden sowie Einsatzkräfte, welche einfache hoheitliche Aufgaben durchführen. Die Gefahrstoffschneillauskunft wurde 2013/2014 im Rahmen eines Forschungsvorhabens des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe entwickelt und 2014 vom UBA als App für mobile Endgeräte beauftragt (vgl. UBA 2016a).

Luftqualität

Die App „Luftqualität“ wurde 2019 vom Umweltbundesamtes (UBA) beauftragt. Sie stellt stündlich aktualisierte Daten für die Luftschadstoffe Feinstaub (PM_{10}), Stickstoffdioxid und Ozon zur Verfügung. Die Daten stammen von über 400 Luftmessstationen aus ganz Deutschland. Ein Luftqualitätsindex, informiert zudem über die Luftqualität an jeder Station und gibt entsprechende Gesundheitstipps für Aktivitäten im Freien.

Feinstaub

Die App Feinstaub bzw. „Particular Matter“ ist eine open Source Software der Firma Chillibits. Sie greift auf den hosting service der GitHub Plattform zurück. Sie visualisiert weltweit erfasste Feinstaubdaten, benachrichtigt bei Grenzwertüberschreitungen und ermöglicht die Integration eigener Messdaten sowie den Vergleich und die Auswertung von Messdaten (vgl. Chillibits 2020).

Luftqualität Niedersachsen

Die App wurde vom niedersächsischen Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz herausgegeben und ist seit Mitte 2019 nutzbar. Die App informiert stündlich über die Luftqualität an 28 Messstationen des lufthygienischen Überwachungssystems Niedersachsen und bewertet diese. Zusätzlich enthält die App die wichtigsten Wetterparameter. Per GPS wird der aktuelle Standort des Nutzers oder der Nutzerin ermittelt und die Luftqualitätsdaten der nächstgelegenen Messstation automatisch angezeigt. Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit, gezielt Informationen über einzelne Messstationen und Messkomponenten abzurufen. Neben der Darstellung der aktuellen Werte werden für die Messkomponenten Verlaufskurven über die jeweils letzten 48h angeboten (vgl. Niedersächsisches Umweltministerium 2019).

Air Quality

Die App Air Quality wurde 2017 vom Schweizer Unternehmen IQAir entwickelt. Sie visualisiert und prognostiziert für weltweite Standorte die Luftqualität und benutzt dabei den 6-stufigen Air Quality Health Index welcher die gesundheitliche Wirkung der Luftschadstoffe Feinstaub, NO_2 , O_3 , CO, SO_2 , NH_3 und Blei kategorisiert. Die App beinhaltet ferner Warnungen bei Grenzwertüberschreitungen und gibt Verhaltenshinweise (vgl. IQAir 2020).

Weitere

- ▶ Air Quality – AirCare von Gorjan Jovanovski
- ▶ Air Quality Index von BreezoMeter
- ▶ AirLief - Personal Air Pollution Monitor & Adviser
- ▶ Air Matters von Air Matters Network Pty Ltd
- ▶ Luftqualität von FFZ srl

3 Allgemeine wissenschaftliche Wirkungsbewertung der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019

3.1 Kumulierte Wirkungen aller Maßnahmen des NLRP von 2019 auf die nationalen Emissionen

Im Folgenden werden auf der Basis der NEC-Richtlinie (EU) 2016/2284 und der Emissionsberichterstattung 2018 sowie auf der Basis des nationalen Luftreinhalteprogramms von 2019 die nationalen Reduktionsverpflichtungen und die prognostizierte kumulierte Wirkung der Mindeungsmaßnahmen dargestellt.

Gemäß der europäischen Richtlinie 2016/2284 vom 14.12.2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe (NEC-Richtlinie) hat sich Deutschland verpflichtet seine nationalen Emissionen zu reduzieren. Die folgende Tabelle 4 weist die diesbezüglichen Reduktionverpflichtungen aus.

Tabelle 4: Reduktionverpflichtung der nationalen Emissionen ggü. den Emissionen des Jahres 2005

NEC-Richtlinie (EU) 2016/2284	NOx	SO ₂	NH ₃	NM VOC	PM _{2,5}
zu erreichende Reduktion ab 2020 ggü. 2005	39%	21%	5%	13%	26%
zu erreichende Reduktion ab 2030 ggü. 2005	65%	58%	29%	28%	43%

(Quelle: Jakobs et al. 2019)

Gemäß Emissionsberichterstattung 2018 hat Deutschland für das Basisjahr 2005 folgende reduktionspflichtige nationale Emissionsmengen berichtet:

Tabelle 5: Emissionen im Basisjahr 2005 gemäß Emissionsberichterstattung 2018 in kt

Emissionsberichterstattung 2018	NOx	SO ₂	NH ₃	NM VOC	PM _{2,5}
Nationale Emissionen 2005 in kt	1.460*)	473	625*)	1.123*)	135

*) ohne Emissionen aus der Landwirtschaft (NFR 3B und 3D, vgl. Art. 4 Abs. 3 d) der NEC-Richtlinie

(Quelle: Jakobs et al. 2019)

Gemäß des nationalen Luftreinhalteprogrammes 2019 ergaben sich für Deutschland in 2030 folgende, zur Einhaltung der Reduktionsverpflichtungen zusätzlich notwendige Emissionsreduktionen im Vergleich zum Basis-Szenario (WM-Szenario):

Tabelle 6: Zusätzlich notwendige nationale Emissionsreduktion in 2030 gemäß NLRP von 2019

Notwendige Emissionsreduktion in kt	NOx	SO ₂	NH ₃	NM VOC	PM _{2,5}
In 2030 ggü. WM-Szenario	92	32	126	/	3

(Quelle: Jakobs et al. 2019)

Die potenzielle Wirkung aller Maßnahmen und Maßnahmenpakete im WAM-Szenario des nationalen Luftreinhalteprogramms in 2030 zeigt die folgende Tabelle 7:

Tabelle 7: Kumulierte Wirkung aller Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 in 2030 (WAM-Szenario)

Reduktionswirkung aller Maßnahmen aus dem NLRP im WAM-Szenario in kt	NOx	SO ₂	NH ₃	NMVOC	PM _{2,5}
Klimaschutzmaßnahmen des MWMS des Projektionsberichts 2017	24,6	26,6	/	2,0	1,6
Ausstieg aus der Verstromung von Stein- und Braunkohle gemäß Empfehlungen der Kommission „Wachstum, Strukturwandel, Beschäftigung“	32,3	34,8	0,5	0,9	1,5
Nationale Umsetzung der MCP-Richtlinie (EU) 2015/2193 gemäß Beschluss der Bundesregierung vom 18.03.2019	31,2	0,2	/	/	0,1
Beibehaltung der Regelung für Festbrennstoffkessel der 1. BImSchV	/	/	/	/	1,3
Maßnahmenpaket Straßenverkehr – Umweltprämie und Software-Update für Pkw, Hardware-Nachrüstung für Busse, Förderung Umweltverbund, Fortschreibung der CO ₂ -Grenzwerte für Pkw	7,2	/	0,2	5,5	0,3
Maßnahmenpaket Landwirtschaft	/	/	133	/	/
ggf. Förderung eines Wechsels der in der industriellen Produktion eingesetzten Brennstoffe hin zu schwefelärmeren Brennstoffen oder effizienteren Technologien zur Abgasreinigung	/	8,2	/	/	/
nur falls zur Erreichung der NOX-Minderungsziele zu 2030 zwingend erforderlich: Änderung der 13.BImSchV für ausgewählte Brennstoffe außer Kohle	2,1	/	/	/	/
Summe potenzieller Emissionsreduktionen im WAM-Szenario in 2030 ggü. WM-Szenario	97	70	134	8	5

(Quelle: NLRP 2019, S. 93 Tabelle 34)

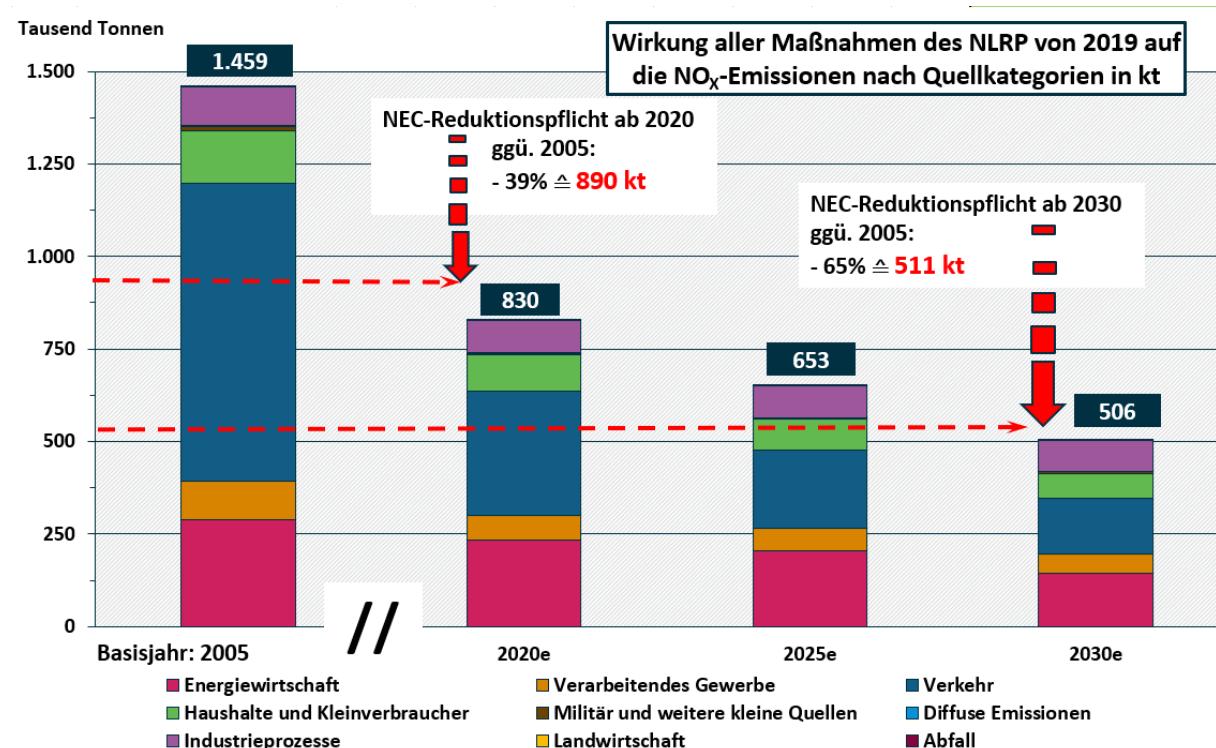
Ein Vergleich von Tabelle 6 und Tabelle 7 zeigt, dass die potenziellen Emissionsreduktionen der im WAM-Szenario betrachteten Maßnahmen im Jahr 2030 bei allen Schadstoffen, z. T. mit etwas Puffer, die Einhaltung der europäischen Reduktionsverpflichtungen der NEC-Richtlinie gewährleisten.

3.2 Sektorspezifische Wirkungen aller Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die nationalen Emissionen

3.2.1 Sektorspezifische Wirkung der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die NO_x-Emissionen

Die folgende Abbildung zeigt die im NLRP von 2019 bewertete sektorspezifische Maßnahmenwirkung auf die NO_x-Emissionen.

Abbildung 9: Sektorspezifische Wirkung aller Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die nationalen NO_x-Emissionen



(Quelle: Eigene Darstellung nach Jakobs et al. 2019)

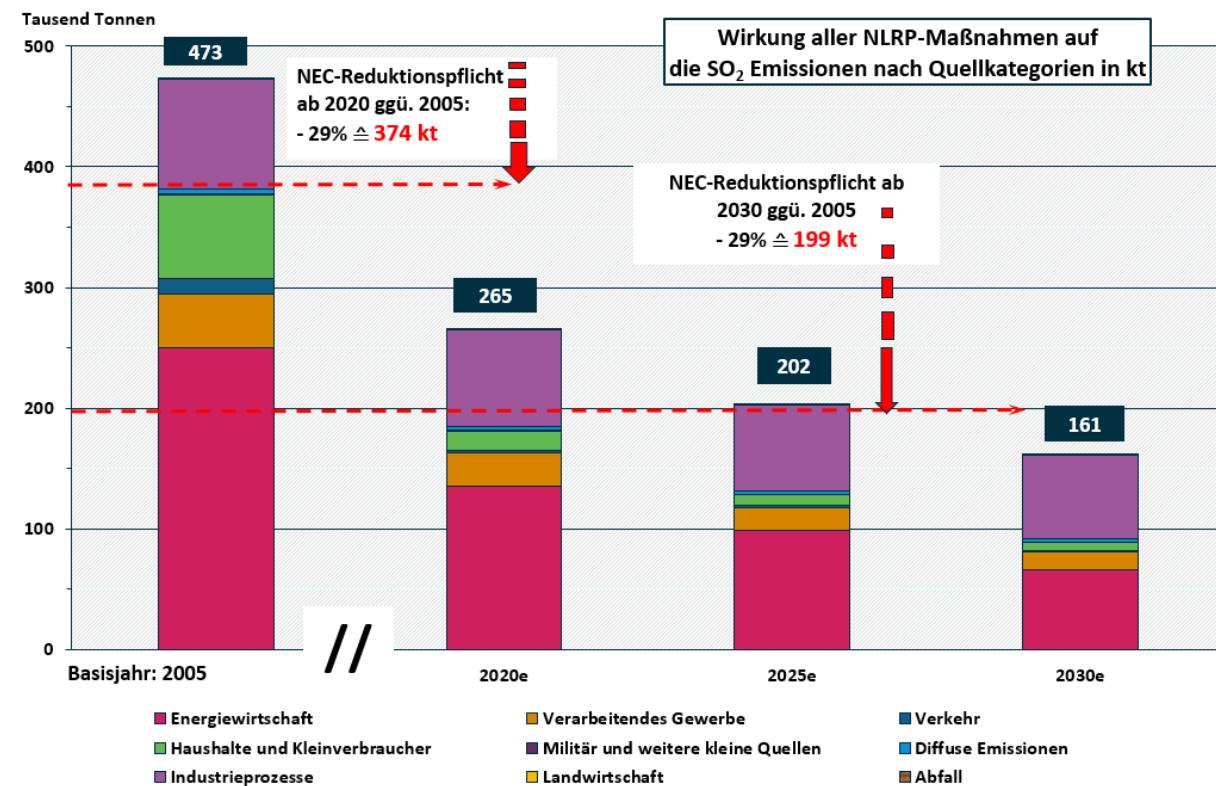
Alle Minderungsmaßnahmen des NLRP von 2019 zusammen bewirken eine zusätzliche potenzielle Reduktion der nationalen NO_x-Emissionen um 97 kt im Jahr 2030 gegenüber dem WM-Szenario. Die Abbildung illustriert ferner die Höhe der Reduktionsverpflichtungen der NEC-Richtlinie gegenüber den Emissionen im Basisjahr 2005 (gemäß Emissionsberichterstattung 2018). Für das Jahr 2030 ist diesbezüglich eine Reduktion auf 511 kt gefordert. Das WAM-Szenario erreicht eine Übererfüllung der Reduktionsverpflichtung in 2030 von rund 5 kt.

Die Abbildung verdeutlicht ferner, dass NO_x insbesondere aus dem Verkehrssektor, gefolgt von der Energiewirtschaft, emittiert wird. Entsprechend zielen die Maßnahmen des NLRP von 2019 auf Emissionsminderungen in diesen Sektoren.

3.2.2 Sektorspezifische Wirkung der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die SO₂-Emissionen

Die folgende Abbildung 10 zeigt die im NLRP von 2019 bewertete sektorspezifische Maßnahmenwirkung auf die nationalen SO₂-Emissionen aus den sektorspezifischen Quellgruppen.

Abbildung 10: Sektorspezifische Wirkung aller Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die nationalen SO₂-Emissionen



(Quelle: Eigene Darstellung nach Jakobs et al. 2019)

Alle Minderungsmaßnahmen des NLRP von 2019 zusammen bewirken eine zusätzliche potenzielle Reduktion der nationalen SO₂-Emissionen um 70 kt im Jahr 2030 gegenüber dem WM-Szenario.

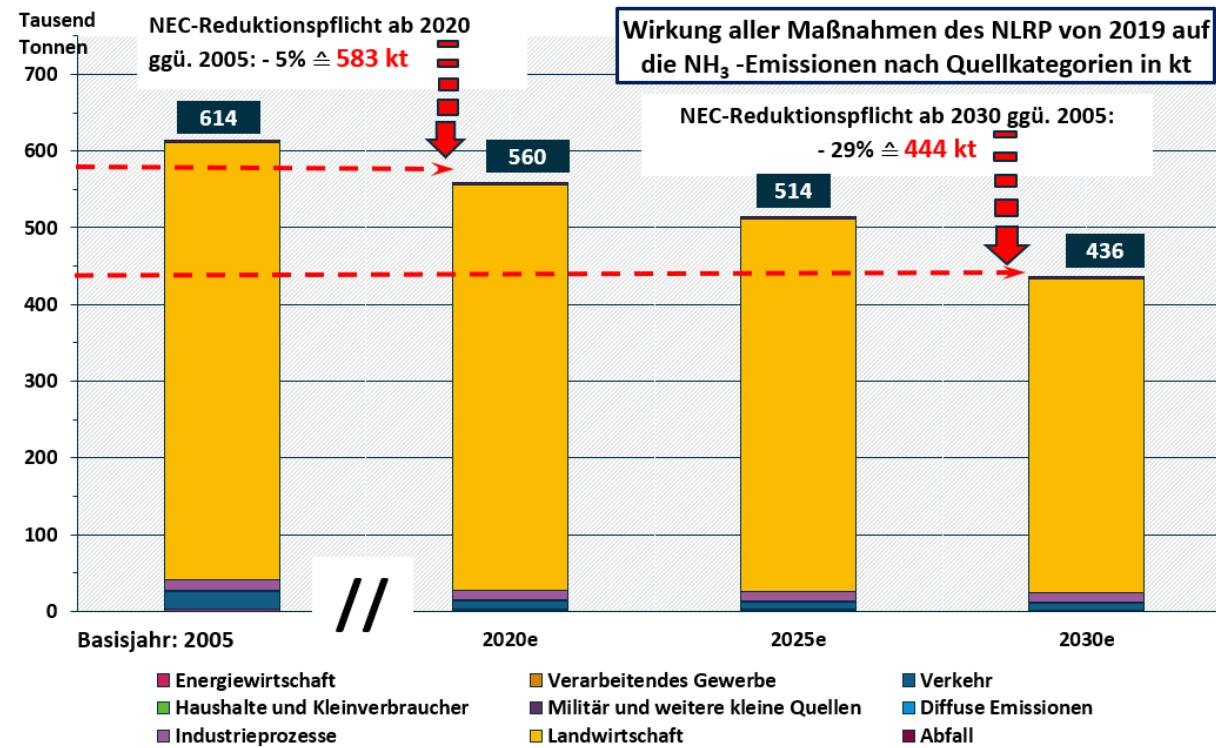
Die Abbildung 10 illustriert ferner die Höhe der Reduktionsverpflichtungen der NEC-Richtlinie gegenüber den Emissionen im Basisjahr 2005 (gemäß Emissionsberichterstattung 2018). Für das Jahr 2030 ist diesbezüglich eine Reduktion auf 199 kt gefordert. Das WAM-Szenario erreicht eine Übererfüllung der Reduktionsverpflichtung in 2030 von rund 38 kt.

Die Abbildung verdeutlicht ferner, dass SO₂ insbesondere aus der Energiewirtschaft, gefolgt von den Industrieprozessen, den Haushalten und Kleinverbrauchern sowie dem verarbeitenden Gewerbe emittiert wird. Entsprechend zielen die Maßnahmen des NLRP von 2019 auf Emissionsminderungen in diesen Sektoren.

3.2.3 Sektorspezifische Wirkung der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die NH₃-Emissionen

Die folgende Abbildung 11 zeigt die im NLRP von 2019 bewertete sektorspezifische Maßnahmenwirkung auf die nationalen NH₃-Emissionen

Abbildung 11: Sektorspezifische Wirkung aller Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die nationalen NH₃-Emissionen



(Quelle: Eigene Darstellung nach Jakobs et al. 2019)

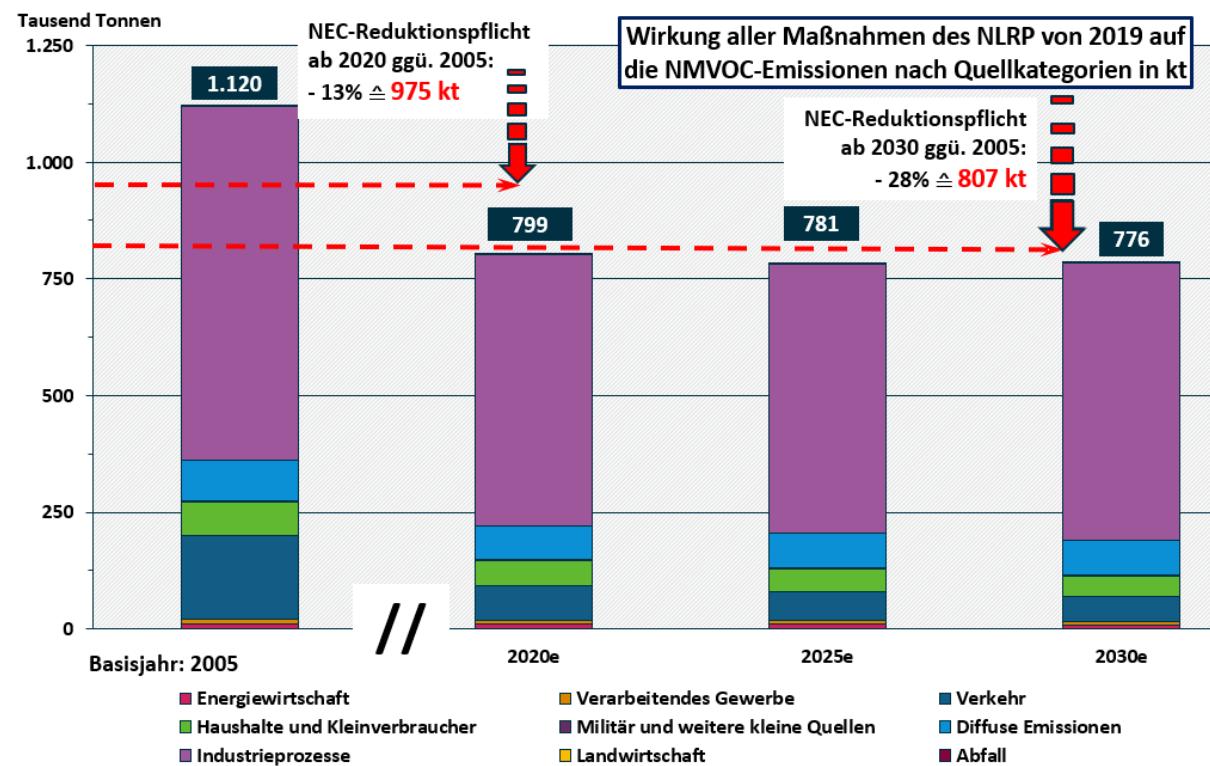
Alle Minderungsmaßnahmen aus dem NLRP von 2019 zusammen bewirken eine zusätzliche potenzielle Reduktion der nationalen NH₃-Emissionen um rund 134 kt im Jahr 2030 gegenüber dem WM-Szenario. Die obige Abbildung 11 illustriert ferner die Höhe der Reduktionsverpflichtungen der NEC-Richtlinie gegenüber den Emissionen im Basisjahr 2005 (gemäß Emissionsberichterstattung 2018). Für das Jahr 2030 ist diesbezüglich eine Reduktion auf 444 kt gefordert. Das WAM-Szenario erreicht eine Übererfüllung der Reduktionsverpflichtung in 2030 von rund 8 kt.

Aus der Abbildung ist deutlich erkennbar, dass NH₃ weit überwiegend aus der Landwirtschaft emittiert wird. Zu einem deutlich geringeren Teil tragen auch der Verkehr und Industrieprozesse zu den nationalen Emissionen von Ammoniak bei. Entsprechend zielen die Maßnahmen des NLRP von 2019 insbesondere auf Emissionsminderungen im landwirtschaftlichen Sektor.

3.2.4 Sektorspezifische Wirkung der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die NMVOC-Emissionen

Die folgende Abbildung 12 zeigt die im NLRP von 2019 bewertete sektorspezifische Maßnahmenwirkung auf die nationalen NMVOC-Emissionen.

Abbildung 12: Sektorspezifische Wirkung aller Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die nationalen NMVOC-Emissionen



(Quelle: Eigene Darstellung nach Jakobs et al. 2019)

Alle Minderungsmaßnahmen des NLRP 2019 zusammen bewirken eine zusätzliche potenzielle Reduktion der nationalen NMVOC-Emissionen um rund 8 kt im Jahr 2030 gegenüber dem WM-Szenario.

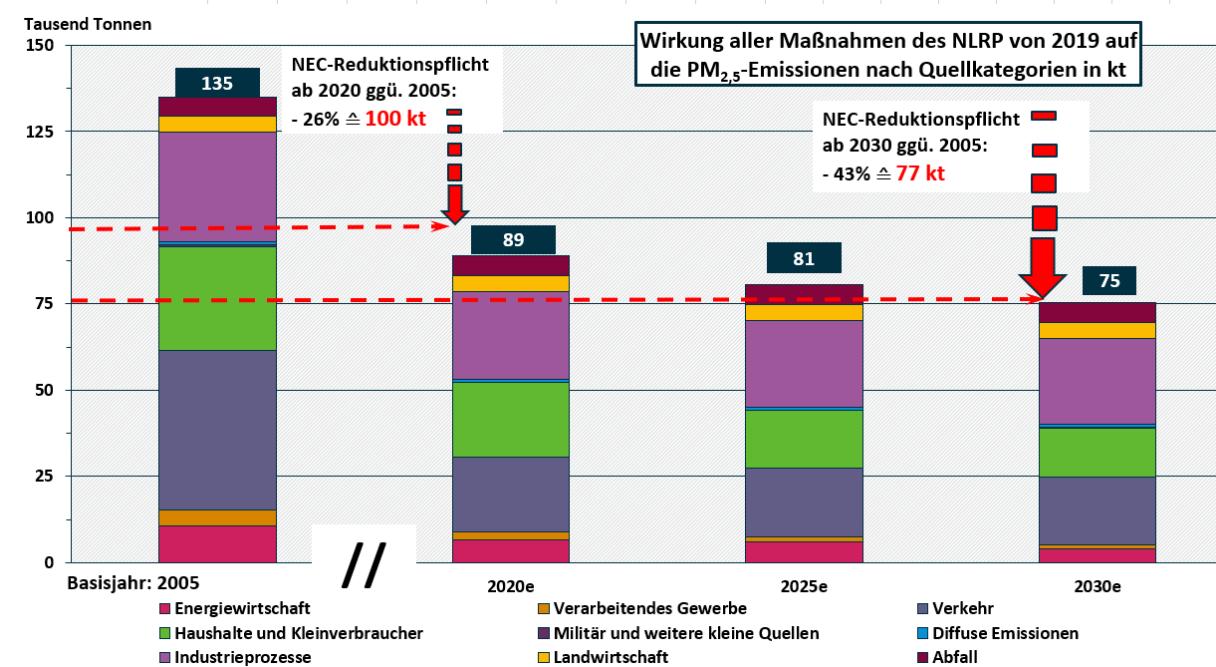
Die Abbildung 12 illustriert die Höhe der Reduktionsverpflichtungen der NEC-Richtlinie gegenüber den Emissionen im Basisjahr 2005 (gemäß Emissionsberichterstattung 2018). Für das Jahr 2030 ist diesbezüglich eine Reduktion auf 807 kt gefordert. Das WAM-Szenario erreicht eine Übererfüllung der Reduktionsverpflichtung in 2030 um rund 31 kt.

Die Abbildung verdeutlicht ferner, dass NMVOC im Wesentlichen aus Industrieprozessen, nachrangig auch aus dem Verkehrssektor sowie aus Haushalten und Kleinverbrauchern emittiert werden. Da die Reduktionsverpflichtung in 2030 bereits im WM-Szenario eingehalten wird, enthält das NLRP von 2019 keine spezifischen zusätzlichen Maßnahmen zur Minderung der NMVOC-Emissionen. Gleichwohl sind Minderungsmaßnahmen enthalten, die sich auch auf die NMVOC-Emissionen auswirken.

3.2.5 Sektorspezifische Wirkung der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die PM_{2,5}-Emissionen

Die folgende Abbildung 13 zeigt die im NLRP von 2019 bewertete sektorspezifische Maßnahmenwirkung auf die nationalen PM_{2,5}-Emissionen.

Abbildung 13: Sektorspezifische Wirkung aller Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die nationalen PM_{2,5}-Emissionen



(Quelle: Eigene Darstellung nach Jakobs et al. 2019)

Alle Minderungsmaßnahmen des NLRP von 2019 zusammen bewirken eine zusätzliche potenzielle Reduktion der nationalen PM_{2,5}-Emissionen um rund 5 kt im Jahr 2030 gegenüber dem WM-Szenario.

Die obige Abbildung zeigt auch die Höhe der Reduktionsverpflichtungen der NEC-Richtlinie gegenüber den Emissionen im Basisjahr 2005 (gemäß Emissionsberichterstattung 2018). Für das Jahr 2030 ist diesbezüglich eine Reduktion auf 77 kt gefordert. Das WAM-Szenario erreicht eine Übererfüllung der Reduktionsverpflichtung in 2030 um rund 2 kt.

Die Abbildung verdeutlicht ferner, dass PM_{2,5} im Wesentlichen aus dem Verkehrssektor, Industrieprozessen sowie aus Haushalten und Kleinverbrauchern aber auch aus der Energiewirtschaft emittiert wird. Entsprechend zielen die Maßnahmen des NLRP von 2019 auf Emissionsminderungen in diesen Sektoren.

3.3 Unsicherheiten bei der Projektion nationaler Luftschadstoff-Emissionen

Bereits die Datengrundlage der Emissionsprojektionen, das Emissionsinventar für zurückliegende Jahre, enthält Unsicherheiten. Der informative Inventarbericht zur Emissionsberichterstattung 2018 schätzte im Mittel je Schadstoff eine mögliche Unterschätzung der nationalen Gesamtemissionen von maximal 27 Prozent und eine mögliche Überschätzung von maximal 10 Prozent ab. Der Status quo der Unsicherheitenabschätzung im Emissionsinventar ist im aktuellen informativen Inventarbericht zur Berichterstattung 2022 (IIR 2022) im Kapitel 1.7 nachzulesen.

In einem nächsten Schritt kommen die Unsicherheiten bei der Projektion der Aktivitäten, die Emissionen erzeugen sowie bei der Projektion der spezifischen Emissionsfaktoren dieser Aktivitäten hinzu. Aus der Multiplikation von projizierten Aktivitätsraten (Aktivität pro Jahr) und projizierten Emissionsfaktoren (Emission pro Aktivität) ergeben sich die berechneten zukünftigen Emissionen. Naturgemäß und durch den Vergleich zurückliegender Prognosen mit tatsächlich eingetretenen Entwicklungen bestätigt, existieren dabei große Unsicherheiten, die umso größer werden, je weiter der projizierte Zeitraum in die Zukunft reicht.

Beispielsweise gleichen die Annahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien sowie zu sinkenden Emissionsfaktoren durch technische Maßnahmen das angenommene Wirtschaftswachstum sowie die Zunahmen beim Energiebedarf aus und führen in Summe zu sinkenden Emissionen. Weicht die tatsächliche Entwicklung von der angenommenen ab, können auch die tatsächlich eintretenden Emissionen von den projizierten abweichen. Sensitivitätsanalysen, bei denen ausgewählte Parameter in definiertem Maß verändert werden, können helfen, einzuschätzen, in welchen Bereichen sich von der Projektion abweichende Entwicklungen besonders stark auf die Emissionen auswirken.

Die NEC-Richtlinie versucht den bekannten Unsicherheiten Rechnung zu tragen, indem die Reduktionsverpflichtungen relativ zu den jeweils für 2005 berichteten Emissionen festgelegt sind und die Emissionsprojektionen alle zwei Jahre sowie die nationalen Luftreinhalteprogramme mindestens alle vier Jahre aktualisiert werden müssen. Der informative Inventarbericht 2022 (IIR 2022) stellt die aktualisierten Emissionsprojektionen den Projektionen des NLRP 2019 im Kapitel 9 gegenüber.

3.4 Kumulierte Wirkungsbewertung der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 auf die Luftqualität

Zum Schutz der Umwelt und der menschlichen Gesundheit wurden auf EU-Ebene gesetzliche Regelungen zur Limitierung der nationalen Emissionsmengen und der Begrenzung der Schadstoffkonzentrationen in der Umgebungsluft festgelegt. Aktuell haben die folgenden EU-Richtlinien Gültigkeit:

- ▶ EU-Richtlinie 2016/2284 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, in Deutschland umgesetzt über die 43. Bundesimmissionsschutzverordnung (43. BImSchV)
- ▶ EU-Luftqualitätsrichtlinie (EU-Richtlinie 2008/50/EG), in der Grenz- und Zielwerte für die Konzentrationen (Immissionsbelastung) verschiedener Schadstoffe in der Außenluft festgelegt wurden, in Deutschland umgesetzt über die 39.BImSchV

Die Luftqualität an einem Ort wird sowohl von den lokal freigesetzten Emissionen als auch von den aus der näheren und weiteren bis fernen Umgebung herantransportierten Luftschadstoffen beeinflusst.

Wie sich Emissionsminderungen an einzelnen Emissionsquellen (z. B. Abschalten eines Kraftwerkes) oder für ganze Sektoren (z. B. Reduktion der Fahrleistungen und Abgasemissionen im innerörtlichen Straßenverkehr) an einem Ort in der dort gemessenen Luftsadstoffbelastung auswirken, kann sehr unterschiedlich sein und hängt zum einen von Art und Lage der Emissionsquelle und deren Quellstärke und zum anderen von den meteorologischen und sonstigen ortsspezifischen Randbedingungen ab. So wirkt sich die Minderung einer über einen 200 Meter hohen Schornstein abgegebenen Emissionsmenge in der Regel quellnah nicht besonders stark aus, da die freigesetzten Luftsadstoffe direkt verdünnt und mit dem Wind weiter transportiert werden und erst später stark verdünnt in Bodennähe gelangen. Dagegen werden die Abgasemissionen von Fahrzeugen auf einer innerstädtischen, auf beiden Seiten bebauten Straße mit hohem Verkehrsaufkommen bodennah freigesetzt und können sich je nach lokalen Bedingungen in solchen Straßenschluchten auch stark anreichern und zu hohen gemessenen Konzentrationen führen, an denen die lokalen Emissionen aus dem Straßenverkehr folglich den größten Anteil haben. Entsprechend wird sich eine Minderung der Abgasemissionen in solch einer Straße direkt auch deutlich in einer Reduktion der dort gemessenen Luftsadstoffkonzentrationen zeigen.

Im NLRP von 2019 werden für die in Bezug auf die NEC-Richtlinie relevanten Luftsadstoffe SO₂, NO_x, NMVOC, NH₃ und PM_{2,5} sowohl die Entwicklung der nationalen Emissionen von 2005 bis 2016 als auch deren Prognose bis 2020 und 2030 beschrieben. Um diese Daten zu ermitteln, hat das UBA ein umfangreiches System aufgebaut, das die Zeitreihen der nationalen Emissionen sehr differenziert nach Emissionssektoren und -subsektoren enthält und in die Zukunft fortschreibt.

Um die Auswirkung der Entwicklung der Emissionen auf die Luftqualität beurteilen zu können, werden zum einen Messungen durchgeführt, um die Ist-Situation und auch die Entwicklungen in der Vergangenheit bis heute zu erfassen, und zum anderen komplexe Modellberechnungen durchgeführt, um aus diesen Messungen flächendeckende Informationen abzuleiten sowie um Prognosen für die Zukunft zu erstellen, z. B. für verschiedene Emissionszenarien.

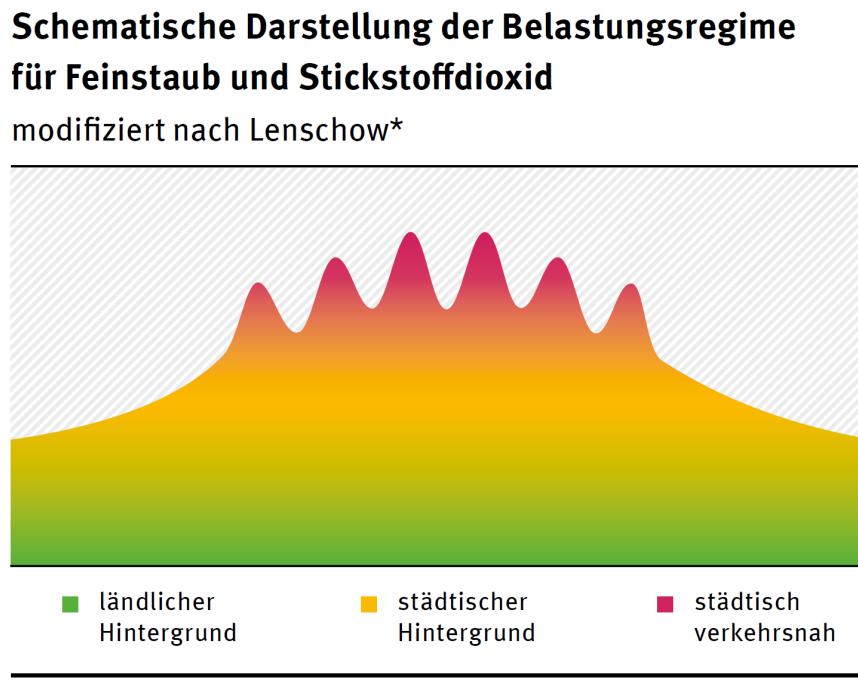
3.4.1 Entwicklung der Luftqualität

Das UBA berichtet jährlich in einem Hintergrundbericht zu der Entwicklung der Luftqualität in Deutschland für die momentan relevanten Luftsadstoffe Feinstaub (PM_{2,5}), Stickstoffdioxid (NO₂) und Ozon (O₃). Basis stellen die Daten dar, die überwiegend in den Messnetzen der Bundesländer an über 600 Messstationen zur Überwachung der Luftqualität erfasst werden. Diese messen eine Vielzahl von Stoffkonzentrationen.

Je nach Lage der Messstationen können diese vereinfacht einem der folgenden drei sogenannten „Belastungsregime“ zugeordnet werden (vgl. auch Abbildung 14):

- ▶ Ländlicher Hintergrund
- ▶ Städtischer Hintergrund
- ▶ Städtisch verkehrsnah

Abbildung 14: Schema der Belastungsregime für PM_{2,5} und NO₂



* Lenschow et. al., Some ideas about the sources of PM₁₀, Atmospheric Environment 35 (2001) S23–S33

(Quelle: UBA 2023a)

„Das Regime „**ländlicher Hintergrund**“ steht für Gebiete, in denen die Luftqualität weitgehend unbeeinflusst von lokalen Emissionen ist. Stationen in diesem Regime repräsentieren somit das großräumige Belastungsniveau, das auch als großräumiger Hintergrund bezeichnet wird.“

Das Regime „**städtischer Hintergrund**“ ist charakteristisch für Gebiete, in denen die gemessenen Schadstoffkonzentrationen als typisch für die Luftqualität in einer Stadt angesehen werden können. Die Belastung ergibt sich dabei aus den Emissionen der Stadt selbst (Straßenverkehr, Heizungen, Industrie etc.) und denen des großräumigen Hintergrunds.

Stationen des Regimes „**städtisch verkehrsnah**“ befinden sich typischerweise an stark befahrenen Straßen. Dadurch addiert sich zur städtischen Hintergrundbelastung ein Beitrag, der durch die direkten Emissionen des Straßenverkehrs entsteht.“ (UBA 2023a S. 7).

Die obige Abbildung aus (UBA 2023a) stellt die Beiträge der einzelnen Belastungsregime schematisch vereinfacht dar, gibt allerdings laut UBA nur die ungefähren Größenverhältnisse wieder.

„Ein weiteres Belastungsregime bilden industriennahe Messungen, mit denen der Beitrag industrieller Quellen auf die Luftqualität in naheliegenden Wohngebieten beurteilt werden soll.“ (UBA 2023a S. 7)

Die Entwicklungen der Luftschaadstoffkonzentrationen für Feinstaub (PM_{2,5}), NO₂ und Ozon in Deutschland aus dem UBA-Hintergrundbericht für das Jahr 2022 (UBA 2023a) werden im Folgenden kurz dargestellt, um die aktuelle Situation der Luftqualität in Deutschland zu beschreiben. Diese drei Schadstoffe wurden ausgewählt, da deren Konzentrationen über oder knapp unter den geltenden Grenz- und Zielwerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit liegen. Für CO und SO₂ liegen die gemessenen Konzentrationen deutlich unter den gültigen Grenzwerten, im

Rahmen der Diskussion zur Verbesserung der Luftqualität stehen diese Schadstoffe aktuell daher nicht im Fokus.

Verglichen werden die aktuell gemessenen Luftschatstoffkonzentrationen mit den aktuell gültigen Grenzwerten. Seit Herbst 2022 liegt allerdings ein Entwurf für eine Aktualisierung der EU-Luftqualitätsrichtlinie vor, der im Vergleich zu den heute gültigen Grenzwerten, deutlich verschärft enthält, die ab 2030 eingehalten werden sollen.

Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5})

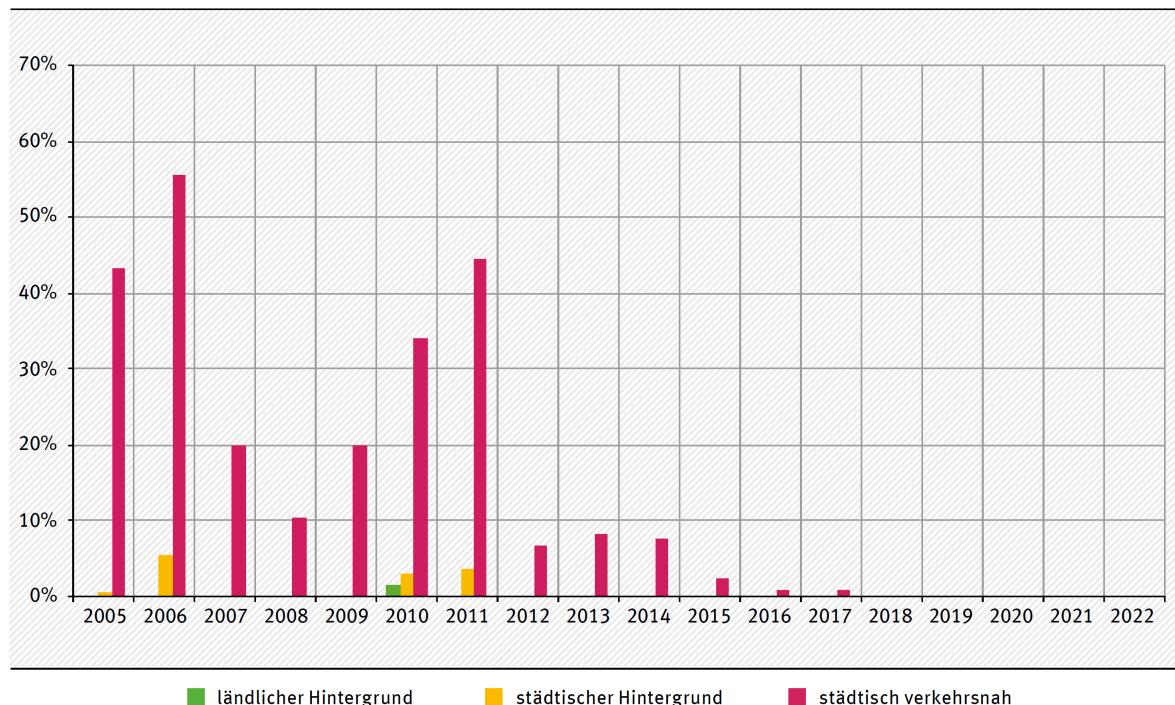
Messungen für Feinstaub werden für unterschiedliche Fraktionen des Feinstaub durchgeführt, aktuell werden in den Messnetzen der Länder typischerweise PM₁₀ und PM_{2,5} gemessen. PM₁₀-Partikel sind vereinfacht ausgedrückt Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von bis zu 10 µm und PM_{2,5}-Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser bis zu 2,5 µm dementsprechend eine Teilmenge vom PM₁₀. Die Feinstaubfraktion PM_{2,5} enthält zum größten Teil Teilchen mit einem Durchmesser kleiner als 2,5 µm und zu einem geringen Teil auch Teilchen die größer als 2,5 µm sind. Je kleiner die Partikel sind, umso lungengängiger sind sie. Aufgrund der geringen Größe von Feinstaub-Partikel, können sie Tage bis Wochen in der Atmosphäre verbleiben und über weite Distanzen bis zu 1.000 km transportiert werden. Daher ist Feinstaub auch von hoher nationaler und internationaler Relevanz. Dies spiegelt sich auch in der NEC-Richtlinie bzw. den dort festgeschriebenen Reduktionsverpflichtungen von Emissionen von PM_{2,5} -Direktemissionen sowie der Emissionen von Vorläuferstoffen, die in der Atmosphäre sekundären Feinstaub bilden, wider.

In Bezug auf die Luftqualität werden beide Fraktionen betrachtet. Die EU-Luftqualitätsrichtlinie gibt sowohl für PM₁₀ als auch für PM_{2,5} einen Grenzwert für den Jahresmittelwert an (40 bzw. 25 µg/m³). Zusätzlich wird für PM₁₀ ein Grenzwert für den Tagesmittelwert (50 µg/m³) angegeben, der nicht mehr als 35-mal im Jahr überschritten werden darf. Für PM_{2,5} fordert die EU-Luftqualitätsrichtlinie außerdem die durchschnittliche Exposition der Bevölkerung gegenüber PM_{2,5} bis zum Jahr 2020 zu senken. Hierzu wird der sogenannte AEI-Wert (Average Exposure Indicator, Mittelwert ausgewählter Stationen im städtischen Hintergrund über jeweils drei Jahre) ermittelt. Für Deutschland leitet sich aus der Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG eine Minderung des AEI um 15% bis 2020 bezogen auf 2010 ab.

Von diesen verschiedenen aktuell gültigen Grenzwerten war in Deutschland in den letzten Jahren der **PM₁₀-Tagesmittelwert** nur noch an einigen Stationen überschritten, während vor 10 bis 15 Jahren teilweise noch an über der Hälfte der Stationen Überschreitungen gemessen wurden (vgl. Abbildung 15). Schon seit mehreren Jahren wird an keiner Messstation in Deutschland eine Überschreitung gemessen.

Abbildung 15: Anteil der Messstationen mit Überschreitung des Grenzwertes für den PM₁₀-Tagesmittelwert

Prozentualer Anteil der Messstationen mit Überschreitung des PM₁₀-Grenzwertes für das Tagesmittel im jeweiligen Belastungsregime, Zeitraum 2005–2022



(Quelle: UBA 2023a)

Für den PM₁₀-Jahresmittelwert wurden seit 2000 keine Werte über dem Grenzwert gemessen, auch für den PM_{2,5}-Jahresmittelwert wurde seit Inkrafttreten in 2015 an keiner Station eine Überschreitung gemessen. Für den PM_{2,5}-AEI wurde das Minderungsziel -15% gegenüber 2010 in 2020 erreicht.

Stickstoffdioxid (NO₂)

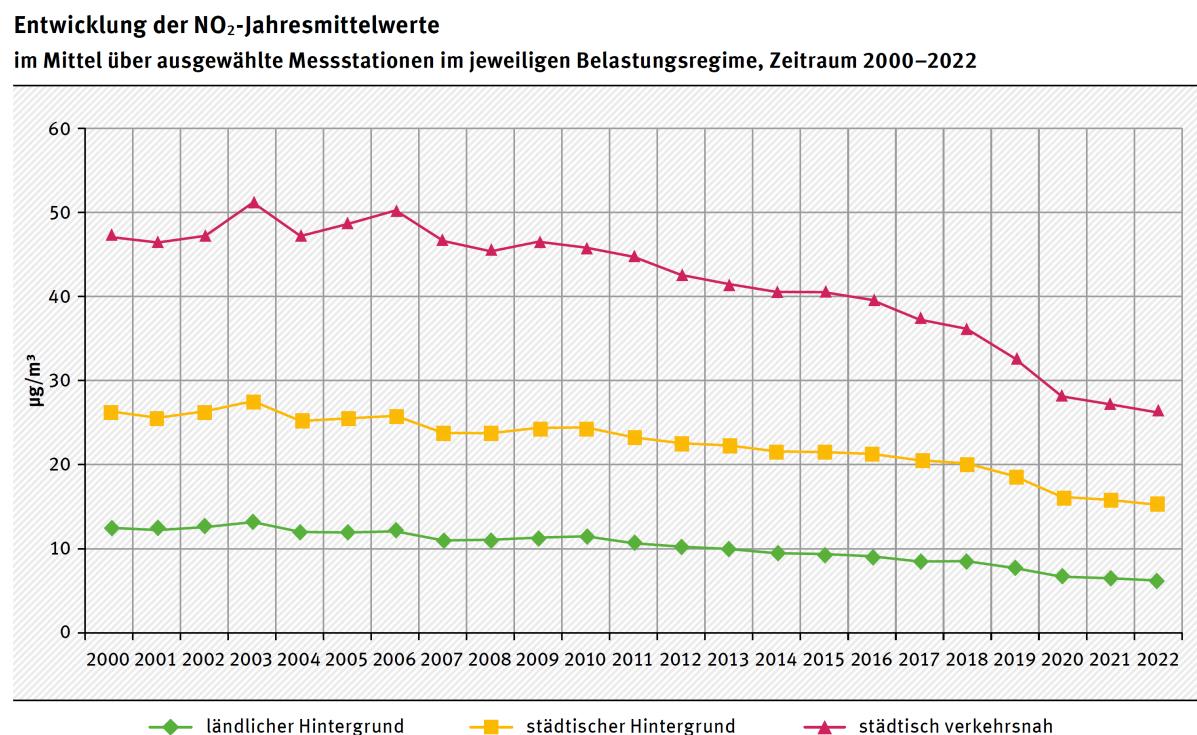
Während bei den Emissionen üblicherweise die NO_x-Emissionen summarisch betrachtet werden (NO_x = Summe aus NO₂ und NO, ausgewiesen als NO₂) und die Grenzwerte für Abgasemissionen sich auch auf NO_x beziehen, ist in Bezug auf die Luftqualität die Betrachtung der NO₂-Konzentrationen relevant. Entsprechend gibt es Grenzwerte für die Außenluft für NO₂.

NO₂ ist eine reaktive Stickstoffverbindung, die selbst schädliche Umweltwirkungen auslösen kann, aber auch als Vorläufersubstanz bei der Bildung von bodennahem Ozon und sekundären Partikeln eine wesentliche Rolle spielt.

Der Grenzwert für den NO₂-Jahresmittelwert liegt nach der EU-Luftqualitätsrichtlinie bei 40 µg/m³. Dieser wurde seit Inkrafttreten im Jahr 2010 in Deutschland an vielen städtischen verkehrsnahen Messstationen deutlich überschritten, im Jahr 2019 noch an ca. 24% dieser Stationen und im Jahr 2022 voraussichtlich nur noch an zwei Messstationen. Insgesamt zeigt die Entwicklung der NO₂-Jahresmittelwerte in den letzten Jahren, seit ca. 2010, einen Rückgang (vgl. Abbildung 16). Der Mittelwert aller verkehrsnahen Messstationen lag erstmalig im Jahr 2016 erkennbar unter dem Grenzwert von 40 µg/m³ und ist seitdem weiter gesunken.

Der Grenzwert für die NO₂-Stundenmittelwerte (200 µg/m³ darf nicht mehr als 18-mal im Jahr überschritten werden) wird im Jahr 2022 wie in den Vorjahren nicht überschritten und stellt damit keine kritische Größe dar.

Abbildung 16: Entwicklung der NO₂-Jahresmittelwerte 2000-2021



(Quelle: UBA 2023a)

Bodennahes Ozon (O₃)

Bodennahes Ozon ist ein Luftschadstoff, der nicht direkt emittiert wird, sondern in Bodennähe bei intensiver Sonneneinstrahlung durch komplexe photochemische Prozesse aus Ozonvorläufersubstanzen, überwiegend Stickstoffoxiden und flüchtigen organischen Verbindungen, entsteht (vgl. UBA 2023a).

Für Ozon wird bei der Überschreitung der Informationsschwelle von 180 µg/m³ (1-Stundenmittelwert) die Öffentlichkeit über die Medien informiert, dass für besonders empfindliche Bevölkerungsgruppen ein Risiko für die Gesundheit besteht. Beim Überschreiten der Alarmschwelle (240 µg/m³, 1-Stundenmittelwert) wird die Öffentlichkeit über die Medien gewarnt, dass für alle Menschen ein Risiko für die Gesundheit besteht.

Außerdem sollen als Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit Ozonwerte über 120 µg/m³ (höchster täglicher 8-Stundenmittelwert) an höchsten 25 Tagen im Kalenderjahr auftreten, gemittelt über 3 Jahre. Langfristig sollen die 8-Stundenmittelwerte 120 µg/m³ gar nicht mehr überschreiten.

In Deutschland wurde in der Vergangenheit der Informationsschwellenwert (und auch der Alarmschwellenwert) immer wieder überschritten, wobei die Überschreitungen von Jahr zu Jahr sehr unterschiedlich oft auftraten. Grund für die starken Schwankungen der Ozonspitzen über die Jahre ist die hohe Abhängigkeit der Ozonkonzentrationen vom Wetter. Eine Bildung boden-

nahen Ozons findet besonders stark bei intensiven Sonneneinstrahlung statt. „Bei länger anhaltenden sommerlichen Hochdruckwetterlagen kann sich das gebildete Ozon in den unteren Schichten der Atmosphäre anreichern und dort zu erhöhten Werten führen.“ (UBA 2023a S.18).

Der langfristige Zielwert für den 8-Stundenmittelwert ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wurde im Jahr 2022 nur an einer Station eingehalten und an allen anderen wie auch in den letzten Jahren stets überschritten, wobei die räumliche Verteilung der Belastungspeaks je nach Jahr sehr unterschiedlich ausfiel, abhängig von den jeweiligen meteorologischen Randbedingungen. Norddeutschland ist generell weniger von hohen Ozonkonzentrationen betroffen (vgl. UBA 2023a).

3.4.2 Prognose der Luftqualität bis 2030

Um die zukünftige Entwicklung der Luftschatdstoffbelastung für größere Gebiete wie Deutschland zu prognostizieren, werden sogenannte regionale Chemie-Transport-Modelle eingesetzt, die bis zu einer Modellauflösung von ca. $1 \times 1 \text{ km}^2$ belastbare Ergebnisse liefern.

Mit den Modellen werden die Strömungs- und Ausbreitungsvorgänge in einem dreidimensionalen Rechengebiet, das in kleine Volumina eingeteilt ist, ermittelt. Zusätzlich werden die komplexen chemischen Umwandlungsvorgänge über ein integriertes Chemie-Modell berücksichtigt. Im Ergebnis liegen mittlere Konzentrationswerte pro Volumenelement vor. Die Berechnungen werden auf Basis von stündlichen Eingangsdaten für ein Jahr durchgeführt und die Ergebnisse meist in Form von jahresmittleren Konzentrationswerten ausgewiesen. Relevante Eingangsdaten sind die Emissionen, die in dem betrachteten Gebiet freigesetzt werden und in einer zum Modell passenden räumlichen Verteilung vorliegen müssen und die zusätzlich über geeignete Zeitprofile auf Stundenwerte disaggregiert werden. Des Weiteren werden Zeitreihen der meteorologischen Randbedingungen und der Konzentrationen aller relevanten Stoffkomponenten an den Einströmrändern des Modellgebietes benötigt. Um Randeffekte möglichst zu minimieren und gleichzeitig die Rechenzeit überschaubar zu halten, werden häufig sogenannte genestete Rechenläufe durchgeführt, wobei zunächst Berechnungen z. B. für Europa gesamt in größerer räumlicher Auflösung und dann innerhalb dieses Gebietes „eingenestet“ Berechnungen für kleinere Gebiete wie z. B. Deutschland in feinerer räumlicher Auflösung durchgeführt werden. Für die kleineren Gebiete können dann die Randwerte aus dem Rechenlauf für die größeren Gebiete entnommen werden.

Das EURAD-Modell ist ein solches Chemie-Transport-Modell, mit dem im Rahmen der Arbeiten für das NLRP von 2019 Immissionsberechnungen durchgeführt wurden. „Das EURAD-Modell beschreibt die physikalischen, chemischen und dynamischen Prozesse, die für die chemische Produktion, den Transport und die Deposition atmosphärischer Spurenstoffe von Bedeutung sind. Als Ergebnis liefert das Modell die zeitliche Variation und die räumliche Verteilung atmosphärischer Spurenstoffe für ausgewählte Gebiete. Anthropogene und biogene Emissionen können in das System integriert werden und erlauben die Untersuchung der Auswirkungen von Emissionsszenarien auf die Konzentration atmosphärischer Spurenstoffe und deren Deposition.“ (Jakobs et al. S.143).

Die Berechnungen mit dem EURAD-Modell wurden für Deutschland mit einer horizontalen Gitterweite von $2 \times 2 \text{ km}^2$ durchgeführt. D. h. im Ergebnis liegen für die bodennahen Volumenelemente mit dieser horizontalen Gitterweite die mittleren Konzentrationen für die relevanten Luftschatdstoffkomponenten vor. Bei dieser Auflösung entspricht dies einer Modellierung der Hintergrundkonzentration. Die Konzentrationen wie sie z. B. an einer städtischen verkehrsnahen Messstation gemessen werden, können hiermit also nicht abgebildet werden.

Die Luftschatzstoffbelastung an solchen verkehrsnahen Belastungsschwerpunkten (Hot-Spots) setzt sich aus den Beiträgen der lokalen Emittenten (lokale Zusatzbelastung) sowie der Beiträge weiterer städtischer, urbaner sowie europäischer Emittenten (Hintergrundbelastung) zusammen. Die Hintergrundbelastung stellt einen relevanten Anteil der Belastung an den Hot-Spots dar bzw. entspricht der Luftschatzstoffbelastung, der z. B. die städtische Bevölkerung abseits der stark verkehrsbeeinflussten und dicht bebauten Straßenzüge im Mittel ausgesetzt ist. Die Kenntnis über die Höhe der Hintergrundbelastung, deren Verursacher sowie deren zukünftigen Entwicklung ist deshalb für Strategien der Luftreinhalteplanung sehr wichtig.

Die mit dem EURAD-Modell berechneten Werte für die Hintergrundbelastungen sind daher nicht mit Messungen an Hot-Spots vergleichbar. Diese im Rahmen der amtlichen Luftüberwachung gemessenen lokalen Belastungen an Hot-Spots sind insbesondere bei NO₂ häufig deutlich höher als die Hintergrundbelastung, da solche Messungen bodennah (wenige Meter über Grund) und punktuell erfolgen und nur für den jeweiligen Straßenzug repräsentativ sind. Zudem wird die Luftschatzstoffkonzentration ggf. durch dichte Straßenrandbebauung (Straßenschlucht) und schlechte Durchlüftungsverhältnisse erhöht. Die Hot-Spot-Betrachtung erfolgt im Rahmen der lokalen Luftreinhalteplanung für die betroffenen Städte in der Zuständigkeit der Landesumweltbehörden und erfordert die Einbeziehung von Ausbreitungsmodellen auf lokaler Skala mit räumlichen Auflösungen im Meterbereich.

EURAD Modellrechnungen für die Szenarien WM und WAM

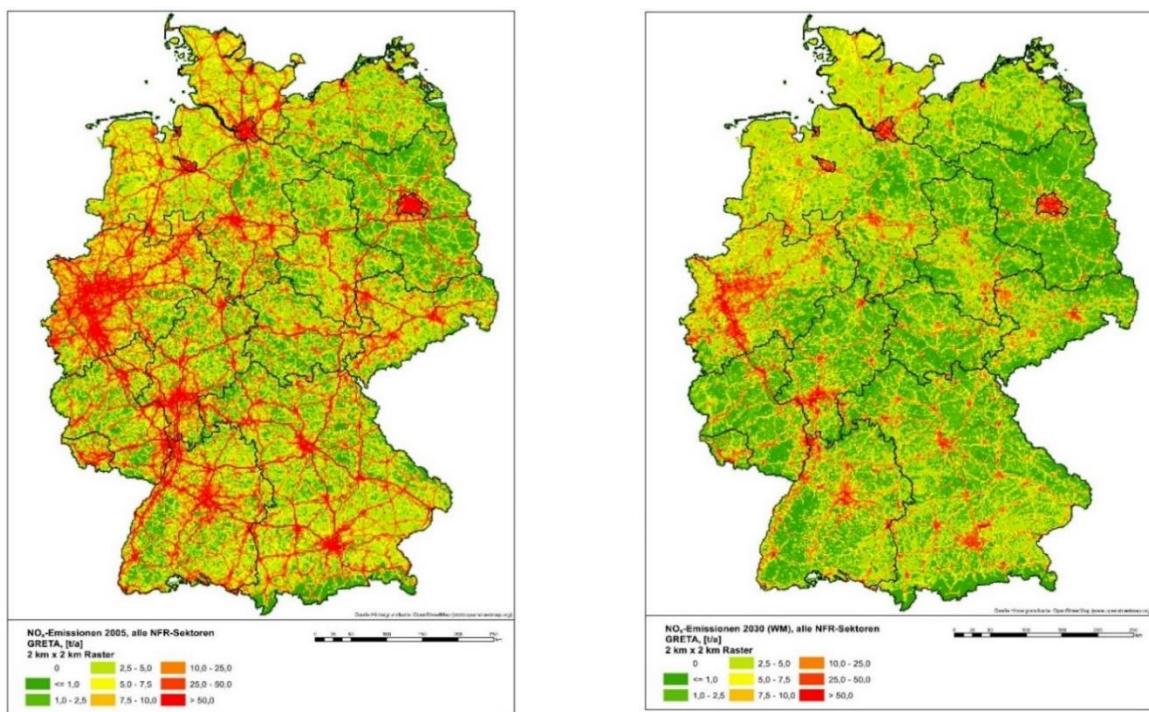
Im Rahmen der Arbeiten für das NLRP 2019 wurden mit dem EURAD-Modell umfangreiche Berechnungen zur Simulation der zukünftigen Hintergrundbelastung durchgeführt (UFOPLAN-Vorhaben 2019). Für die Prognose der Entwicklung der Luftqualität bis 2030 wurden für die zwei Szenarien WM (with measures) und WAM (with additional measures) die Konzentrationen der relevanten Luftschatzstoffe ermittelt. Bezuglich der meteorologischen Randbedingungen wurde in allen Berechnungen die Meteorologie des Jahres 2005 verwendet, um die Ergebnisse unabhängig von den meteorologischen Eingangsdaten vergleichbar zu halten und ausschließlich die Wirkungen der veränderten Emissionen gegenüber dem Jahr 2005 zu ermitteln.

Die Emissionen, die für diese Berechnungen verwendet wurden, sind die nationalen Emissionen der Szenarien WM und WAM. Zunächst wurden diese mit dem am UBA eingesetzten Gridding-Tool GRETA räumlich in das erforderliche 2 x 2 km²-Gitter verteilt.

Beispielhaft zeigt die nachfolgende Abbildung 17 für NO_x links die Emissionen im Jahr 2005 und rechts die prognostizierten Emissionen im Jahr 2030 im WM-Szenario.

Die räumliche Verteilung der NO_x-Emissionen wird stark von den Emissionen des Verkehrssektors (überwiegend Straßenverkehr) geprägt. Zwischen 2005 und 2030 nehmen die Emissionen, insbesondere die des Verkehrssektors, bereits im WM-Fall deutlich ab (vgl. Abbildung 17).

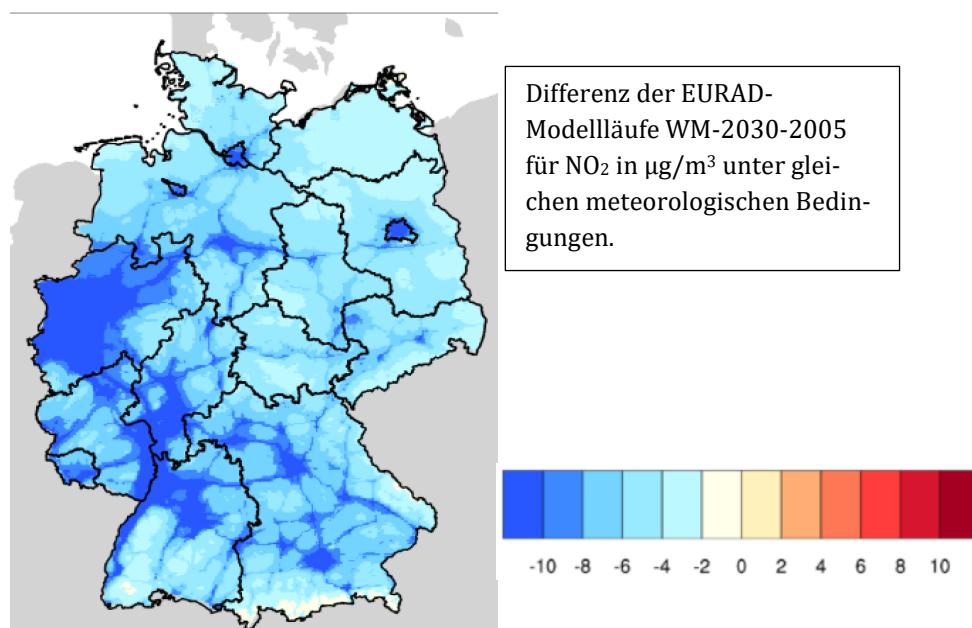
Abbildung 17: Räumliche Verteilung der NO_x-Emissionen 2005 und 2030 gemäß NLRP von 2019



NO_x-Emissionen Deutschland 2005 (links) und 2030 WM-Szenario (rechts) räumlich verteilt mit GRETA im 2x2 km Raster
(Quelle: Jakobs et al. 2019)

Entsprechend zeigen auch die Ergebnisse der Immissionsberechnungen mit dem EURAD-Modell im NLRP von 2019 eine deutliche Reduktion der jahresmittleren NO₂-Konzentrationen von 2005 bis 2030 (vgl. Abbildung 18). In hochbelasteten verkehrsreichen Gebieten (z. B. in Nordrhein-Westfalen, Ballungsraum Ruhrgebiet) ist ein Rückgang der modellierten Hintergrundbelastung um bis zu 10 µg/m³ zu verzeichnen.

Abbildung 18: Räumliche Verteilung der Immissionen von NO₂ als Differenz zw. 2005 und 2030

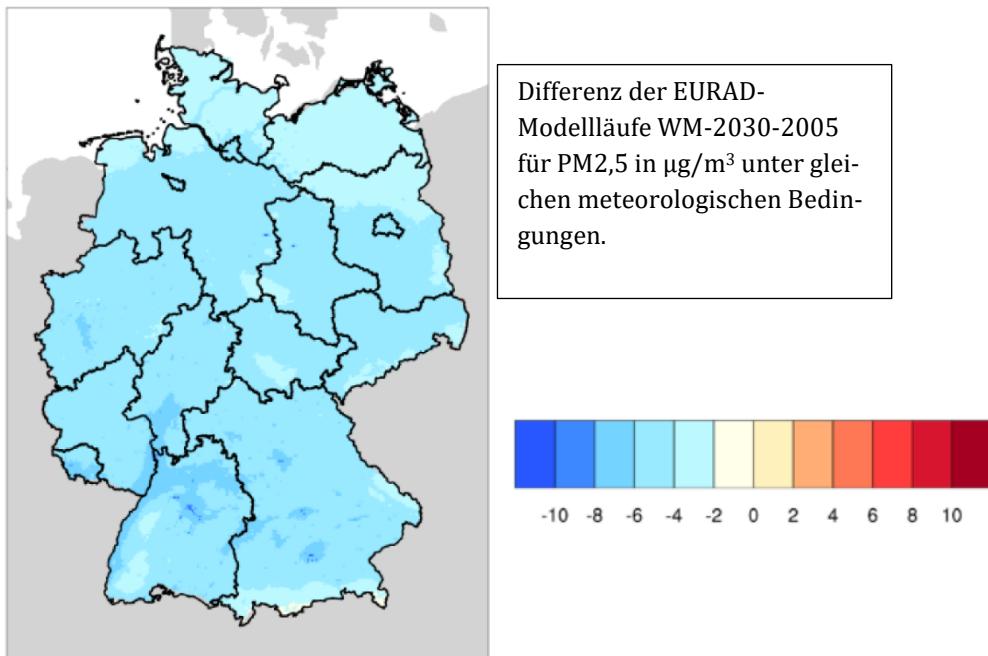


(Quelle: NLRP 2019)

Dagegen zeigt die räumliche Struktur der Differenz der mit dem EURAD-Modell berechneten PM_{2,5}-Konzentrationen von 2005 bis 2030 (vgl. Abbildung 19) einen sehr flächigen Rückgang, der überwiegend im Bereich von -4 bis -6 µg/m³ liegt. Tendenziell lässt sich für dichter besiedelte Gebiete ein etwas höhere Rückgang erkennen als in den übrigen Gebieten.

Die PM_{2,5}-Hintergrundkonzentrationen bestehen nicht nur aus primär freigesetzten PM_{2,5}-Feinstäuben, sondern in hohem Maße auch aus sekundär aus Vorläufersubstanzen (z. B. NO_x, SO₂, NH₃, VOC) gebildeten Aerosolen. Daher ist eine Zuordnung der ermittelten Rückgänge zu einzelnen Quellgruppen nicht direkt möglich.

Abbildung 19: Räumliche Verteilung der Immissionen von PM_{2,5} als Differenz zw. 2005 und 2030



(Quelle: NLRP 2019)

Im NLRP von 2019 sind entsprechend auch die Ergebnisse der Immissionsberechnungen für das WAM-Szenario dargestellt. Diese zeigen für alle betrachteten Luftschadstoffe relativ geringe Unterschiede in den simulierten mittleren Hintergrundkonzentrationen zwischen dem WM-Szenario und dem WAM-Szenario. D. h. auf die mit dem EURAD-Modell berechneten mittleren Hintergrundkonzentrationen der angegebenen Luftschadstoffe haben die zusätzlichen Maßnahmen im WAM-Szenario einen eher geringen zusätzlichen Effekt im Vergleich zum WM-Szenario. Bei den Ammoniakkonzentrationen (NH₃) ist tendenziell ein etwas größerer Unterschied zwischen dem WM- und dem WAM-Szenario zu erkennen. Dies ist auf die zusätzlichen Maßnahmen im WAM-Szenario im Bereich der Landwirtschaft (Tierhaltung und Wirtschaftsdüngerausbringung) zurückzuführen.

Wichtig zur Einordnung der Ergebnisse ist es - wie bereits oben beschrieben - zwischen Hintergrundbelastung und deren Entwicklung und den lokalen Belastungen z. B. an verkehrsnahen Hotspots zu unterscheiden. Die mit dem EURAD-Modell prognostizierten Minderungen der Luftschadstoffkonzentrationen (z. B. für NO₂ bis 2030 (WM-Szenario) von bis zu 10 µg/m² in hochbelasteten verkehrsreichen Gebieten) gelten für die Hintergrundbelastung. Bei einer räumlich differenzierten Betrachtung würden sich noch deutlich höhere Konzentrationen für die Hotspots ergeben. Diese würden ggf. dann auch noch eine zusätzliche Minderung der lokalen Zusatzbelastung durch die Maßnahmen im WAM-Szenario erfahren.

Die Immissionsberechnungen mit dem EURAD-Modell wurden für die zwei Szenarien WM und WAM durchgeführt. Dadurch liegt die immissionsseitige Wirkung der zusätzlichen Maßnahmen im WAM-Szenario im Vergleich zum WM-Szenario nur summarisch für das gesamte Maßnahmenbündel vor. Es wurden keine zusätzlichen Berechnungen durchgeführt, um die Wirkungen der zusätzlich im WAM-Szenario berücksichtigten Maßnahmen einzeln zu berechnen.

3.4.3 Auswirkungen auf die Gesundheit

Obwohl sich die Luftqualität in Deutschland in den letzten Jahrzehnten deutlich verbessert hat, ist noch kein Zustand erreicht, bei dem nachteilige gesundheitliche Wirkungen ausgeschlossen werden können (vgl. UBA 2019c).

Die aktuell geltenden Grenz- und Zielwerte wurden von der EU im Jahr 2008 festgelegt. Bis auf den Grenzwert für den NO₂-Jahresmittelwert sind die aktuell gültigen Grenzwerte weniger ambitioniert als die entsprechenden Empfehlungen der WHO (world health organization) aus dem Jahr 2005. Die WHO hat im Jahr 2021 neue Empfehlungen zu Luftqualitätsleitwerten veröffentlicht. Diese liegen für die hier betrachteten Luftschadstoffe (PM_{2,5}, NO₂ und Ozon) noch deutlich niedriger.

Gemessen an den aktuell gültigen Grenz- und Zielwerten sind in Deutschland vor allem die Konzentrationen von NO₂ und Ozon immer noch zu hoch. Für Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5}) werden zwar die aktuell gültigen Grenzwerte in Deutschland eingehalten, aber die deutlich strengeren WHO-Empfehlungen, insbesondere die im Jahr 2021 veröffentlichten (z. B. ein Zielwert für PM_{2,5} von 5 µg/m³ im Jahresmittel) werden flächendeckend überwiegend nicht eingehalten.

Auf den Menschen können die aktuellen Außenluftkonzentrationen der hier diskutierten Luftschadstoffe gesundheitliche Auswirkungen haben:

- ▶ NO₂ ist ein Reizgas und kann tief in den Atemtrakt eindringen. Dort kann NO₂ am Lungengewebe Zellschäden auslösen und entzündliche Prozesse verursachen, sowie zu einer verstärkten Reizbarkeit der Bronchien führen (vgl. UBA 2018a).
- ▶ Feinstaub kann je nach Größe in die Bronchien oder bis in die Lungenbläschen eindringen. Ultrafeine Partikel (< 0,1 µm) können sogar bis in das Lungengewebe und in den Blutkreislauf eindringen. Je nach Größe und Eindringtiefe der Teilchen sind die gesundheitlichen Wirkungen verschieden (vgl. UBA 2019c).
- ▶ Ozon ist ein Reizgas und kann zu einer verminderten Lungenfunktion, entzündlichen Reaktionen der Atemwege und Atemwegsbeschwerden führen. Bei körperlicher Anstrengung können sich diese Auswirkungen verstärken (vgl. UBA 2019c).

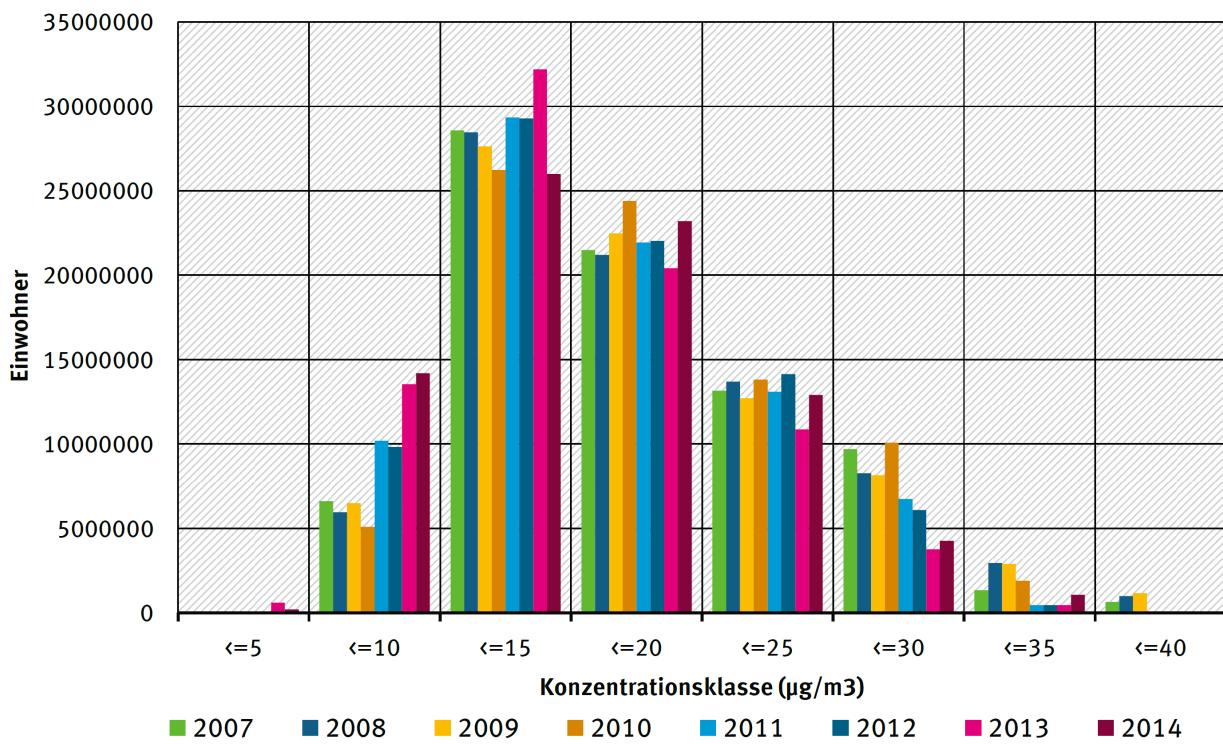
Gesundheitliche Wirkungen von Umweltschadstoffen werden im Rahmen von umweltempidemiologischen Studien an ausgewählten Gruppen der Bevölkerung (Kohorten) untersucht. Ziel dieser Studien ist es, das Risiko für gesundheitliche Wirkungen durch Luftverschmutzung zu beschreiben. Als Maßeinheit werden u.a. verlorene gesunde Lebensjahre (DALYs, disability-adjusted life years) genutzt (vgl. UBA 2017b).

Im NLRP 2019 sind keine Aussagen zur Auswirkung der Luftqualität auf die menschliche Gesundheit enthalten, aber das UBA hat dazu in jüngerer Zeit Ergebnisse von Forschungsvorhaben veröffentlicht. Eine gute Einführung in diese Thematik hat das UBA in einem Erklärfilm „umweltbedingte Krankheitslasten“ veröffentlicht (vgl. UBA 2017a).

Ergebnisse zur Quantifizierung der umweltbedingten **Krankheitslast aufgrund der NO₂-Exposition** in der Außenluft in Deutschland finden sich in (Schneider et al. 2018). Es wurden dort für verschiedene Krankheiten wie Herzkreislauferkrankungen, Diabetes Typ 2, Schlaganfall, Asthma und die chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) Krankheitslasten durch Hintergrund-NO₂-Langzeitexposition ermittelt. Für die Modellrechnungen wurden eher konservative Annahmen getroffen, z. B. wurde lediglich die NO₂-Belastung des städtischen und ländlichen Hintergrunds berücksichtigt und nicht die gemessenen NO₂-Spitzenbelastungen an verkehrsnahe Messstationen. Für das Jahr 2014 wurden rund 6.000 zurechenbare (attributable) vorzeitige Todesfälle aufgrund von Herzkreislauferkrankungen statistisch ermittelt (vgl. UBA 2018a).

Zur Schätzung der **Belastung der Bevölkerung** wurde außerdem ein **Belastungsindex** berechnet, der die durchschnittliche bevölkerungsgewichtete NO₂-Konzentration pro Jahr darstellt. Hierzu wurden Daten zur Einwohnerdichte mit den Daten der deutschlandweiten NO₂-Belastung räumlich verschnitten. Es werden pro NO₂-Konzentrationsklasse die Anzahl der betroffenen Einwohner*innen dargestellt (vgl. Abbildung 20). Demnach sind die meisten Einwohner*innen an ihrem Wohnort langfristig NO₂-Belastungen zwischen 10 und 15 µg/m³ ausgesetzt. In Ballungsräumen werden mancherorts zum Teil deutlich höhere Werte als 40 µg/m³ erreicht, die aber nicht berücksichtigt wurden, da nur die Hintergrundbelastung betrachtet wurde (vgl. UBA 2018a).

Abbildung 20: Einwohnerzahl in Konzentrationsklassen der NO₂-Hintergrundbelastung 2007-2014



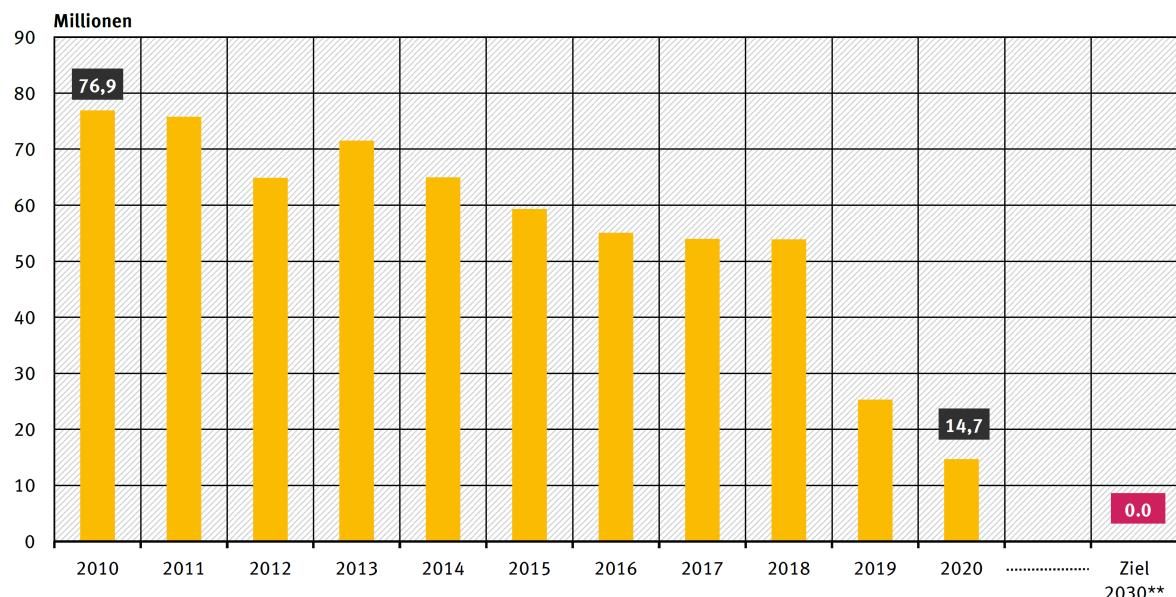
(Quelle: UBA 2018a)

Eine vergleichbare Methode hat das UBA angewandt, um die **attributablen vorzeitigen Todesfälle, die auf Feinstaub zurückzuführen sind**, zu ermitteln (UBA 2023b). Die Krankheitslast für Feinstaub wird dort mit rund 41.000 vorzeitigen Todesfällen in 2014 angegeben und liegt damit höher als die oben für NO₂ ausgewiesene (die unter recht vorsichtigen Annahmen ermittelt wurde).

Auch für Feinstaub gibt das UBA einen **Indikator für die Belastung der Bevölkerung** an, die bevölkerungsgewichtete Feinstaubbelastung (vgl. Abbildung 21). Auch hier gehen nur Ergebnisse der Messstationen für den städtischen und ländlichen Hintergrund ein, nicht die höherbelasteten verkehrsnahen Stationen. Nach diesem Indikator lag die Anzahl der Menschen, die in Deutschland Feinstaubkonzentrationen oberhalb des WHO-Richtwertes (2005) für die PM_{2,5}-Fraktion ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ausgesetzt sind, 2020 bei 14,7 Millionen und damit zwar deutlich geringer als 2010, aber immer noch sind ca. 20 % der Bevölkerung davon betroffen. Wird die Belastungssituation mit dem 2021 veröffentlichten strengeren WHO-Richtwert für PM_{2,5} ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verglichen, dann ist nahezu die gesamte Bevölkerung von einer Überschreitung dieses Wertes betroffen. Das UBA schlägt als Ziel vor, die Belastung der gesamten Bevölkerung bis 2030 flächendeckend unterhalb des WHO-Richtwertes von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu reduzieren (vgl. UBA 2023b).

Abbildung 21: Von Überschreitung des WHO-Richtwertes für PM_{2,5} betroffene Bevölkerung

Von Überschreitung des WHO-Richtwertes (von 2005) für Feinstaub (PM_{2,5}) betroffene Bevölkerung*



* Richtwert gemäß Air Quality Guidelines 2005: $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel; Berechnung auf Grundlage der aktuellen BevölkerungsdichteVerteilung (Zensus 2011).

Quelle: Umweltbundesamt 2022

** Ziel angesetzt vom UBA in Anlehnung an die Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung (für PM10)

(Quelle: UBA 2023c)

Auch **bodennahes Ozon** stellt weiterhin ein Gesundheitsrisiko dar. Intensive Sonneneinstrahlung begünstigt die Bildung von Ozon in Bodennähe. Nach Angaben des UBA prognostizieren Klimamodelle, „dass sich die gesundheitlichen Risiken von Phasen mit erhöhter sommerlicher Luftverschmutzung – unter anderem mit Ozon – im Zusammenwirken mit sommerlicher Hitze zukünftig erhöhen werden“ (UBA 2023d). Dabei wird vermutet, dass sich beide Einzelwirkungen in ihrer Kombinationswirkung verstärken können. Um die gesundheitlichen Belastungen durch Ozon zu verringern, müssen die Emissionen der Schadstoffe, die die Ozonbildung befördern, großräumig sinken. Dazu zählen vor allem die Stickstoffoxide (NO_x) und die flüchtigen Kohlenwasserstoffe (VOC), aber auch Methan (CH₄) (vgl. UBA 2023d).

4 Allgemein verständliche Übersetzung von Wirkungsbewertungen

4.1 Grundlagen einer sachgemäßen Vereinfachung und allgemein verständliche Übersetzung

Vorbemerkung

Für eine sachgemäße Vereinfachung der Wirkung des NLRP 2019 ist es unerlässlich einige Grundlagen der Luftreinhaltung allgemein verständlich darzustellen. Denn nur mit Hilfe dieser Grundlagen ist es der allgemeinen Bevölkerung und fachlich nicht versierten Öffentlichkeit möglich, die Wirkungen einzelner Maßnahmen in einem NLRP angemessen und fundiert zu bewerten, zu gestalten und Akzeptanz bei persönlicher Einschränkung durch Maßnahmen zu entwickeln. Die folgenden Ausführungen haben daher einen allgemeinen Charakter und verstehen sich als Maßnahmen übergreifend. Ferner finden sich allgemein verständliche Ausführungen über die Entstehung, die wesentlichen Quellgruppen sowie die Schadwirkungen auf Mensch und Umwelt der einzelnen, unter der NEC-Richtlinie geregelten Luftsabdstoffe. Schließlich werden die NEC-Richtlinie und das NLRP allgemein verständlich beschrieben.

Diese Ausführungen verstehen sich als Versatzstücke, die den einzelnen Dossiers der Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 vorangestellt, in der Kommunikation genutzt werden können.

4.1.1 Allgemein verständliche Darstellung der NEC-Schadstoffe

NMVOC

Diese Bezeichnung steht für flüchtige organische Verbindungen ohne Methan und umfasst damit viele verschiedene Einzelverbindungen. Es ist eine Abkürzung aus dem englischen Fachbegriff „Non-Methane Volatile Organic Compounds“. NMVOC steht damit für organische, also kohlenstoffhaltige Stoffe, die schon bei Raumtemperatur verdampfen (umgangssprachlich „Verdunsten“) können. Das Gas Methan, CH_4 , ist explizit ausgeklammert. Einige Vertreter dieser Stoffklasse haben eine hohe sogenannte photochemische Reaktivität. Das heißt unter Sonneneinstrahlung verändert sich ihre chemische Gestalt. Deshalb gelten sie als sogenannte Vorläufersubstanzen für die Bildung von bodennahem Ozon aber auch von Feinstaub. Denn wenn sie in der Atmosphäre bei Sonnenlicht reagieren, bilden sie neue Verbindungen aus denen dann später Ozon oder Feinstaub entstehen kann. NMVOC selber entstehen hauptsächlich, wenn die Lösungsmittel in Farben, Lacken oder Klebstoffen verdunsten. Eine weitere Emissionsquelle von NMVOC ist der Verkehr. Dort ist es neben dem Abgas die Verdunstung von Treibstoff, bei der NMVOC freigesetzt werden. Außerdem stammen NMVOC aus der Landwirtschaft. Dort ist der organische Dünger wie z. B. Gülle oder Jauche zu 95 % für die landwirtschaftlichen Emissionen von NMVOC verantwortlich.

Gesundheitlich besonders schädlich sind NMVOC, wenn sie in Innenräumen freigesetzt werden, oder wenn sie direkt eingeatmet werden, denn wie der Name schon sagt, verflüchtigen sie sich unter freiem Himmel sehr schnell. Vergiftungsanzeichen sind Kopfschmerzen, Überempfindlichkeitsreaktionen, Müdigkeit, Leistungsminderung, Schlafstörungen und Reizungen der Atemwege. Es gibt zwar kein international verbindliches durch die WHO definiertes Krankheitsbild, aber NMVOC wird als Wohngift mit dem sogenannten „Sick-Building-Syndrom“ in Verbindung gebracht. Das tritt auf, wenn Menschen in bestimmten Räumen oder Gebäuden mit unspezifischen Beschwerden oder Symptomen reagieren, die nach Verlassen des Gebäudes rasch wieder

nachlassen. Ursachen können Ausdünstungen von flüchtigen organischen Verbindungen sein, die aus neu angebrachten Materialien freigesetzt werden, etwa aus Boden- und Teppichklebern, Lacken, Farben und Anstrichen, Dämmmaterialien sowie Schädlingsbekämpfungs- und Reinigungsmitteln.

Schwefeldioxid (SO₂)

Schwefeldioxid (SO₂) entsteht hauptsächlich bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen, wie Kohle und Heizöl. Wesentliche Emissionsquellen sind daher Verbrennungsanlagen der Energiewirtschaft, der Industrie und des Gewerbes aber auch der privaten Haushalte. Bekannt wurde SO₂ als Luftschadstoff im Zusammenhang mit dem sauren Regen, der insbesondere in den 1980er Jahren zur dramatischen Zunahme des Waldsterbens geführt hatte. Ursächlich dafür ist, dass SO₂ mit Wasser zu Schwefelsäure reagiert. Daher zählt SO₂ auch zu den Hauptverursachern der Versauerung von Böden und Gewässern.

Eine hohe Konzentration von Schwefeldioxid in der Luft gefährdet sensible Ökosysteme wie Wald und Gewässer. Für die menschliche Gesundheit kann es die für die menschliche Blutbildung wichtigen B12-Vitamine schädigen und dadurch eine Anämie (Blutarmut) hervorrufen.

Stickstoffoxide (NO_x)

Stickstoffoxide (NO_x) ist eine Sammelbezeichnung für zwei unterschiedliche Verbindungen von Stickstoff und Sauerstoff. Nämlich Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂). NO_x entsteht während der Verbrennung bei relativ hohen Temperaturen. Ursächlich dafür ist, dass bei den allermeisten Verbrennungen Luft zugeführt wird. Luft besteht jedoch zu ca. 78% aus Stickstoff. Dieser reagiert in der Verbrennung zu NO_x. Aufgrund dieser Entstehung wird es auch thermisches NO_x genannt. Daneben kann auch ein Brennstoff Stickstoff enthalten, der dann während der Verbrennung ebenfalls zu NO_x reagiert. Das wird dann als promptes NO_x bezeichnet. Größte Verursacher von NO_x-Emissionen sind der Verkehr und Kraftwerke in der Energiewirtschaft und in der Industrie.

NO_x ist wie SO₂ verantwortlich für die Versauerung, da es ähnlich wie SO₂ mit Wasser zur Säure, nämlich der Salpetersäure reagiert. Daher ist NO_x auch wie SO₂ ein Hauptverursachen der Versauerung von Böden und Gewässern. Bodennahe Stickstoffoxide sind beim sogenannten Sommersmog verantwortlich für die Ozonbildung (O₃). Dabei bewirkt die UV-Strahlung im Sonnenlicht die Bildung von Ozon. Stickstoffdioxid (NO₂) reizt und schädigt die Atmungsorgane und erhöhte Konzentrationen in der Atemluft können die menschliche Lungenfunktion beeinträchtigen.

Ammoniak (NH₃)

Ammoniak entsteht beim Abbau von abgestorbenen Pflanzen, tierischen Exkrementen sowie mineralischem Dünger. Daher ist mit Abstand die Landwirtschaft die größte Emissionsquelle von NH₃.

Ammoniak ist ein stark stechend riechendes, farbloses, wasserlösliches und giftiges Gas, das zu Tränen reizt und ersticken wirkt. Aufgrund seiner guten Wasserlöslichkeit ist es besonders für Fische und Wasserlebewesen gefährlich (vgl. UBA 2014a).

Feinstaub

Feinstaub ist eine Sammelbezeichnung für kleine Teilchen (Partikel), die aus vielen unterschiedlichen organischen und anorganischen Bestandteilen bestehen und sehr verschiedene chemische Eigenschaften besitzen können. Je nach Durchmesser der Partikel wird zwischen PM₁₀ und PM_{2,5} unterschieden. Wobei PM₁₀ alle Partikel mit einem Durchmesser von kleiner als 10 µm und PM_{2,5} Partikel mit einem Durchmesser von kleiner als 2,5 µm bezeichnet. Damit ist PM_{2,5} eine

Teilmenge von PM₁₀. Der Feinstaub ist ungefähr so groß wie Bakterien und kann mit bloßem Auge nicht gesehen werden. Der gut sichtbare Staub, der bei Baustellen oder bei der Getreideernte zu beobachten ist, besteht zum Großteil aus Grobstaub. Grundsätzlich gilt dabei: Je kleiner die Partikel sind, umso tiefer können diese beim Einatmen in die Atemorgane eindringen.

Ein Hauptverursacher von Feinstaub ist der Verkehr. Ursächlich sind dabei die Rußpartikel die bei der Verbrennung von Dieselkraftstoff entstehen. Darüber hinaus entsteht Feinstaub im Verkehr aber auch durch den Abrieb von Reifen, Bremsen und Straßenbelag sowie durch die Wiederaufwirbelung von Staubpartikeln, die bereits zu Boden gesunken sind. Eine weitere Emissionsquelle von Feinstaub sind die privaten Haushalte. Dort ist es der sogenannte Hausbrand. Also beispielsweise Öfen, Kamine oder Heizungsanlagen die mit festen Brennstoffen wie Kohle oder Holzbrennstoffen betrieben werden. Aber auch Feuerungen in der Industrie und der Energiewirtschaft sowie die Bauwirtschaft emittieren Feinstaub. Daneben erscheinen im Inventar Feuerwerk, Rauchen, Grillen und Brauchtumsfeuer als relevante Feinstaubquellen. Infolge der geringen Größe und des geringen Gewichts der Feinstaub-Partikel können ganz besonders die kleinen Teilchen über Tage und Wochen in der Atmosphäre verweilen und dort über weite Distanzen transportiert werden.

Insbesondere die kleinen PM_{2,5}-Staubpartikel können, weil sie über die Atemwege tief in die menschliche Lunge bzw. Lungenbläschen gelangen, zu Atemwegserkrankungen, wie Bronchitis, Asthma oder Lungenkrebs, führen.

Feinstaub entsteht aber nicht nur direkt als feste Partikel, sondern wird auch aus anderen gasförmigen Schadstoffen wie NO_x, SO₂ oder NH₃ gebildet, wenn sich diese als feine Tröpfchen, so genannten Aerosole, zusammensetzen. Das nennt sich dann sekundäre Feinstaubbildung und die verantwortlichen gasförmigen Schadstoffe werden deshalb auch Feinstaub Vorläufersubstanzen genannt (vgl. UBA o. J.).

4.1.2 Allgemein verständliche Grundlagen der Luftreinhaltung

Emissionen

Als Emission wird die Freisetzung von Schadstoffen in die Luft verstanden. Um die nationalen Emissionen eines Landes festzustellen, müssen alle Emissionsquellen zusammengezählt werden. Die Emissionsquellen eines Landes können sehr verschieden sein. Typische Emissionsquellen sind Kraftwerke zur Energieerzeugung, Industrieprozesse zur Herstellung von Produkten wie Metall, Glas, Papier, Keramik, Lebensmitteln und anderen industriellen Erzeugnissen aber auch das Gewerbe, der Handel und das Erbringen von Dienstleistungen ist mit der Freisetzung von Luftschaadstoffen verbunden. Emissionen werden auch durch landwirtschaftliche Tätigkeiten wie die Tierhaltung und den Einsatz von Düngemitteln freigesetzt. Eine weitere wichtige Emissionsquelle sind private Haushalte, wenn sie Wärme erzeugen, um Räume zu heizen und warmes Wasser zu haben. Auch durch den Verkehr werden viele Schadstoffe in die Luft freigesetzt. Sei es das private Auto oder Motorrad, Busse, Lastwagen, Züge, Flugzeuge oder Schiffe. All diese Verkehrsmittel setzen Luftschaadstoffe frei. Selbst wenn sie nicht mit einem Verbrennungsmotor betrieben werden, entstehen Partikelemissionen aus Abrieb (die einzige Ausnahme könnten hier Segelschiffe darstellen). Um alle Emissionen aus diesen verschiedenen Emissionsquellen zusammen zu zählen gibt es Emissionsinventare. Das sind lange Listen in denen alle Emissionsquellen verzeichnet sind. Damit soll sichergestellt werden, dass keine Emissionsquellen vergessen werden aber auch keine Emissionen doppelt gezählt werden.

Emissionsberechnung

Um die Emissionen eines Landes zu berechnen, ist es notwendig, genau zu wissen, welche Schadstoffe eine Emissionsquelle emittiert und natürlich in welcher Menge. Daher gibt es für jeden Schadstoff einer Emissionsquelle einen Emissionsfaktor. Dieser gibt an wieviel Schadstoff eine Emissionsquelle bezogen auf ihre Aktivität emittiert. Zum Beispiel wieviel Feinstaub ein Bus der Dieselkraftstoff benutzt pro Kilometer, pro Liter Kraftstoff oder pro Terajoule emittiert. An diesem Beispiel wird klar, dass Emissionsfaktoren nicht nur für einen Schadstoff - hier Feinstaub - und eine Emissionsquelle - hier der Bus - sondern auch für den eingesetzten Treibstoff - hier Diesel - gelten. Um nun die Menge an Feinstaub zu berechnen die der Bus emittiert, braucht es neben dem Emissionsfaktor beispielsweise auch noch die Menge an Dieselkraftstoff die im Bus verbrannt wird. Solche Mengen werden Aktivitätsraten genannt. Mit Hilfe von einem Emissionsfaktor und einer Aktivitätsrate lässt sich dann die Emission eines Schadstoffes aus einer Emissionsquelle pro Zeiteinheit (z. B. pro Jahr) berechnen. Weil es so viele verschiedene Emissionsquellen gibt, werden auch ganz unterschiedliche Aktivitätsraten gebraucht. Im Verkehr sind es beispielsweise die verbrauchten Treibstoffe wie Benzin, Diesel, Kerosin oder Schweröl, bei der Energieerzeugung die verbrauchten Brennstoffe wie Kohle, Erdöl oder Erdgas, bei Industrieprozessen wiederum die Menge an hergestellten Industrieprodukten und in der Landwirtschaft die Anzahl der gehaltenen Tiere und die eingesetzte Düngermenge.

Transmission

Wenn die Emissionen aus Schornsteinen, Auspuffrohren, Tierställen oder Ackerflächen freigesetzt werden, befinden sich die Schadstoffe zunächst in der Atmosphäre. Um zu beurteilen wie schädlich diese freigesetzten Luftsabstoffe für Mensch und Umwelt sind, ist als nächster Schritt ihr Transport in der Atmosphäre von Bedeutung. Denn zum einen werden die Schadstoffe z. B. durch den Wind von der Emissionsquelle weg transportiert. Das bedeutet, dass Schadstoffe nicht nur am Ort ihrer Freisetzung also der Emissionsquelle schädlich wirken können, sondern auch an entfernteren Orten. Zum anderen können Schadstoffe durch verschiedene Depositionsprozesse, wie Regen, auch wieder aus der Atmosphäre verschwinden. Des Weiteren unterliegen die Schadstoffe während ihres Transports Umwandlungen. Durch Verdünnung nimmt ihre Konzentration ab und durch die Sonnenstrahlung, die Luftfeuchte oder den Kontakt mit anderen Schadstoffen können sie umgewandelt werden. Dieser Transport und die dabei stattfindende Umwandlung wird Transmission genannt. Für die Transmission ist es wichtig wie die Emissionen freigesetzt werden. Handelt es sich um eine einzelne Emissionsquelle an einem Ort wie z. B. ein Kohlekraftwerk, dann ist das eine Punktquelle. Bei mobilen Quellen wie dem Verkehr wird von einer Linienquelle gesprochen und beim Einsatz von Düngemittel auf einem landwirtschaftlich genutzten Acker handelt es sich um eine Flächenquelle.

Immission

Wenn die Luftsabstoffe durch die Transmission transportiert und umgewandelt worden sind, bestimmen sie die Luftqualität am Punkt der Belastung. Solche Luftverunreinigungen die an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Zeit vorhanden sind, werden Immissionen genannt. Am Ort der Immission können die Schadstoffe über die Luft negativen Einfluss auf die menschliche Gesundheit, die Vegetation aber auch auf den Boden, Gewässer und Materialien haben. Zusätzlich können aus der Luft deponierende Schadstoffe negative Umweltwirkungen zur Folge haben.

Exposition

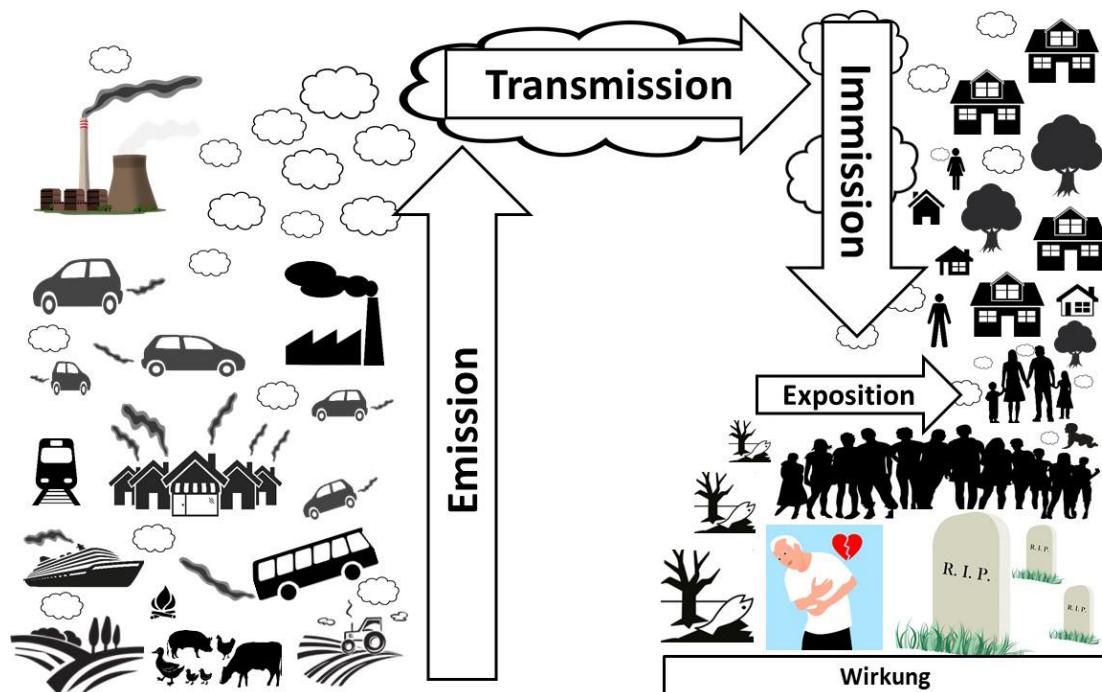
Während die Immission das Vorhandensein eines Schadstoffes beschreibt, stellt die Exposition den Kontakt mit einem Schadstoff und seine Aufnahme durch einen Organismus dar. Diese Unterscheidung ist wesentlich, um die Schädlichkeit von Luftschaadstoffen zu beurteilen. Denn von Schadstoffen mit denen niemand in Kontakt kommt und die nicht aufgenommen werden, kann auch keine gesundheitliche Belastung ausgehen. Eine schädliche Wirkung auf Ökosysteme oder Materialien kann es natürlich trotzdem geben. Die Exposition von Luftschaadstoffen erfolgt in der Regel über die Atemwege. Bei anderen Schadstoffen kann sie aber auch über die Haut z. B. von Lösungsmitteln oder die Nahrung z. B. von Nitrat im Grundwasser erfolgen. Weil Luftschaadstoffe auch zu Boden fallen können - das nennt sich dann trockene Deposition - oder durch den Regen aus der Luft herausgewaschen werden können - was nasse Deposition genannt wird - erfolgt insbesondere bei Pflanzen, Böden und Gewässern auch auf diesem Weg eine Exposition. Es ist meist nicht möglich, die Exposition eines Menschen vollständig und exakt zu messen. In der Regel ist daher eine Schätzung über mathematische Modelle nötig. Oft liefert erst die Kombination aus Messung und Schätzung ein realistisches Bild.

Wirkung

Um die Schädlichkeit von Luftschaadstoffen abschließend bewerten zu können, ist ihre Schadwirkung entscheidend. Die Schadwirkung hängt von der Giftigkeit und der Menge des aufgenommenen Schadstoffes aber auch von der Empfindlichkeit des aufnehmenden Organismus sowie der Dauer der Exposition ab. Für unterschiedliche Pflanzen und Tiere aber eben auch für verschiedene Menschen kann derselbe Schadstoff in der gleichen Konzentration in unterschiedlichem Ausmaß Gesundheitsschäden hervorrufen. Typisches Beispiel für Menschen, deren Gesundheit durch die Exposition von Luftschaadstoffen besonders gefährdet ist, sind Kinder und alte Menschen aber auch gesundheitlich vorgeschädigte und kranke Personen.

Die folgende Abbildung illustriert die obigen Ausführungen.

Abbildung 22: Wirkungspfad von Luftschaadstoffen



(Quelle: Eigene Darstellung)

4.1.3 Allgemein verständliche Darstellung von NEC-Richtlinie und NLRP

Die NEC-Richtlinie

Als NEC-Richtlinie wird die Richtlinie (EU) 2016/2284 vom 14.12.2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe bezeichnet. NEC ist die Abkürzung von „National Emission Ceiling“. Dies ist der Name der Richtlinie in englischer Sprache. Diese Bezeichnung stammt noch von der Vorgängerrichtlinie aus 2001, die Emissionshöchstmengen für die EU-Mitgliedstaaten festlegte.

Bei der NEC-Richtlinie handelt es sich um eine EU-weite Verpflichtung zur Luftreinhaltung, in der sich Deutschland zusammen mit allen anderen europäischen Mitgliedstaaten verpflichtet hat, seine nationalen Emissionen von bestimmten Luftschadstoffen zu reduzieren. Bei den reduktionspflichtigen Luftschadstoffen handelt es sich um NO_x, SO₂, NMVOC, NH₃ und PM_{2,5}. Für jeden dieser Luftschadstoffe hat sich Deutschland verpflichtet ab den Jahren 2020 und dem Jahr 2030 seine Emissionen um einen festgelegten prozentualen Anteil zu reduzieren. Die prozentuale Reduktionsverpflichtung bezieht sich dabei auf die nationalen Emissionen im Jahr 2005. Die folgende Tabelle beziffert die prozentualen Reduktionen zu denen sich Deutschland verpflichtet hat:

Tabelle 8: Reduktionverpflichtung Deutschlands gemäß NEC-Richtlinie

NEC-Richtlinie (EU) 2016/2284	NO _x	SO ₂	NH ₃	NMVOC	PM _{2,5}
zu erreichende Reduktion ab 2020 ggü. 2005	39%	21%	5%	13%	26%
zu erreichende Reduktion ab 2030 ggü. 2005	65%	58%	29%	28%	43%

Das nationale Luftreinhalteprogramm

Neben den Reduktionsverpflichtungen ist in der NEC-Richtlinie unter anderem auch festgelegt, dass alle EU-Mitgliedstaaten regelmäßig ein Programm an die europäische Kommission schicken müssen, in dem sie beschreiben, wie sie ihre Reduktionsverpflichtungen erfüllen wollen. Dieser Bericht heißt nationales Luftreinhalteprogramm und muss mindestens alle vier Jahre aktualisiert werden. Das deutsche NLRP von 2019 enthält Emissionsprognosen für die Jahre 2020, 2025 und 2030 sowie Strategien und Maßnahmen, mit denen Deutschland seine Reduktionsverpflichtungen erfüllen will.

Deutschland hat am 22. Mai 2019 sein erstes nationales Luftreinhalteprogramm beschlossen und an die EU-Kommission geschickt. Für 2023 steht die Berichterstattung eines aktualisierten nationalen Luftreinhalteprogrammes an.

5 Allgemeine Anforderung an erfolgreiche Kommunikation

Hauptziel der Kommunikation ist, die wissenschaftliche Bewertung der jeweiligen Maßnahme so verständlich darzustellen, dass möglichst viele Bürger*innen sie umfassend beurteilen können. Dazu gehört auch eine sachgemäße Vereinfachung der zugrundeliegenden wissenschaftlichen Methoden, Annahmen und Unsicherheiten.

Diese Übersetzung soll die Grundlage dafür sein, sowohl Akzeptanz in breiten Teilen der Gesellschaft zu erzeugen als auch dazu zu motivieren, sich am politischen Entscheidungsprozess für die verschiedenen Maßnahmenoptionen aktiv zu beteiligen.

Aus unserer Erfahrung braucht es dafür ein aktivierendes, niedrigschwelliges Format, dass es den betroffenen Zielgruppen leichtmacht, an dem Prozess teilzunehmen und von bloßer Betroffenheit auch ins Handeln zu kommen. Darüber hinaus ist es für eine gelungene Kommunikation erforderlich, neben Faktenwissen auch emotionale (Ängste, Wünsche, Spaß) und soziale Faktoren (Anerkennung in der Bezugsgruppe, soziale Kontrolle, Verhaltensregeln) zu berücksichtigen.

Bezogen auf die Kommunikationsstrategie sowie die Medien und Formate ist insbesondere mit Blick auf die Wissenschaftskommunikation folgendes zu berücksichtigen (AVS/BTE 2022):

Von den Zielgruppen ausgehen

Für eine erfolgreiche Kommunikation braucht es eine Zielgruppendefinition, die auch die zielgruppenspezifischen Werte, Wünsche und emotionalen Dispositionen mit einbezieht. Ausgangspunkt dafür sind die ermittelten betroffenen Emittentengruppen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Emittentengruppen von mehreren Maßnahmen betroffen sein können, aber nicht für jede Maßnahme in der Kommunikation separat adressiert werden sollten. Nach der Analyse derartiger Überschneidungen werden erfolgsversprechende Zielgruppencluster gebildet.

„Auf dieser Basis werden Zielgruppenprofile und die passenden Kommunikationsformate (Themen, Botschaften, Kanäle bzw. Medien) erarbeitet. Ziel ist es, bei den ausgewählten Zielgruppen - bezogen auf das maßnahmenrelevante Thema - zunächst Aufmerksamkeit und Interesse zu wecken, um dann Handlungen (Beteiligung, Empfehlung) oder Verhaltensänderungen zu initiieren“ (AVS/BTE 2022 S.51).

Menschliches Verhalten und auch Verhaltensänderungen sind oft widersprüchlich (Dinge wider besseres Wissen zu tun, sozialer Druck, etc.). Strategisch kann es sinnvoll sein, zunächst vor allem themenaffine Zielgruppen und Multiplikator*innen anzusprechen und darüber dann andere Gruppen zu erreichen.

Für Strategie und Maßnahmenplanung ist außerdem zu berücksichtigen, dass private Verbraucher*innenzielgruppen (Autofahrer*innen, Hausbesitzer*innen) anders anzusprechen und zu motivieren sind als Vertreter*innen von Institutionen und Unternehmen. Während für erstere die persönliche und emotionale Betroffenheit von einer Maßnahme ein wesentlicher Antrieb für Akzeptanz oder Verhaltensänderungen sind, agieren Vertreter*innen von Institutionen in einem komplexen Interessengeflecht (vgl. AVS/BTE 2022).

Aufmerksamkeit wecken und Reichweite schaffen

Kommunikation findet immer vor einem thematischen und inhaltlichen Hintergrund, niemals im luftleeren Raum statt. Aktuelle Themen mit hoher Medienrelevanz, Bilder im Kopf (z. B. beim

Thema Tierwohl) sind jedoch auch Chancen, mit bestimmten Betroffenheitsthemen Aufmerksamkeit zu wecken und einen Dialog zu eröffnen.

Entscheidend für den Erfolg von Kommunikation ist, „Aufmerksamkeit in einem Umfeld mit sehr vielen konkurrierenden Informationsangeboten zu wecken. Dazu braucht es einen starken Reiz und Vereinfachungen wie Slogans oder Aufrufe (z. B. ein emotionales Thema, ein erschreckendes Bild), die für komplexe Sachverhalte stehen. Erst wenn der Adressat oder die Adressatin bereit sind, auf ein Gespräch einzugehen, können komplexere Zusammenhänge und Themen kommuniziert werden“ (AVS/BTE 2022 S.51).

Kommunikation hat nur Wirkung „mit der entsprechenden Reichweite. Das heißt, Botschaften und Inhalte müssen innerhalb der Zielgruppe möglichst stark verbreitet werden. Dafür müssen analoge und digitale Medien zielgruppengerecht verknüpft werden. Dabei gilt es, Medien, Multiplikator*innen und Meinungsführer*innen einzubeziehen und alle Maßnahmen möglichst so zu verbinden, dass sie sich gegenseitig verstärken“ (AVS/BTE 2022 S.51).

Glaubwürdigkeit durch Personalisierung und Individualisierung

Ein weiterer Erfolgsfaktor ist die Personalisierung und Individualisierung. Kommunikation gelingt besser, wenn nicht anonyme Institutionen, sondern Personen sichtbar werden. Kommunikationsformate, bei denen Wissenschaftler*innen oder Expert*innen Inhalte persönlich und lebendig darstellen, haben eine besonders hohe Wirkung. Das heißt auch, die angewandten Methoden darzustellen und Hintergrundinformationen zu Akteur*innen transparent zu machen (vgl. Schmermund 2019).

Kommunikation im digitalen Zeitalter bedeutet Dialog

Kommunikation im digitalen Zeitalter bedeutet vor allem, ein Gespräch zu initiieren und im besten Fall zu moderieren. Das betrifft klassische Medien und Veranstaltungsformate ebenso wie den „Marktplatz“ der Sozialen Medien. Das hat Auswirkungen auf die Kommunikationshaltung, da eine reine Informationsvermittlung kaum eine dauerhafte Resonanz erzielt. Das heißt auch, dass reine „Forschungs-PR“ in den Hintergrund tritt und ein ernst gemeinter und transparenter Dialog gelingt. Dieser Dialog sollte darüber hinaus so früh wie möglich begonnen werden. Gerade im digitalen Umfeld sind darüber hinaus oft virale Kampagnen „von unten“ (z. B. von Initiativen und Vereinen) sehr erfolgreich. Hier ist zu überlegen, ob und wie sich eine ähnliche Mechanik entwickeln lässt (vgl. Müller 2014, AVS/BTE 2022).

Relevanz für die Zielgruppe: Alltagsbezug, Verständlichkeit und Selbstwirksamkeit

Ein Thema hat Relevanz für die Zielgruppe, „wenn es an ihre Lebenswirklichkeit, aktuelle gesellschaftliche Fragestellungen oder konkrete Bedürfnisse anknüpft und wenn für die Adressat*innen erkennbar wird, was sie selbst in ihrem Alltag beeinflussen oder verändern können. Ein konkretes Ziel und eine möglichst regionale oder lokale Fokussierung (z. B. eine regionale Auswirkung oder Ausprägung einer Maßnahme) sind wichtig, um zum Handeln zu ermutigen (Selbstwirksamkeit im eigenen Umfeld). Dazu gehört auch, komplexe Sachverhalte einfach, verständlich und möglichst emotional aufzubereiten“ (AVS/BTE 2022, S. 52).

5.1 Methodisches Vorgehen und Aufbau des Kommunikationskonzepts

Ein Kommunikationskonzept als Basis einzelner Maßnahmen ist wie folgt aufgebaut:

Analyse des IST-Zustands bezogen auf die Kommunikation: Um die Grundlagen der Kommunikationsstrategie (Zielgruppen, Ziele, Kernthemen) erarbeiten zu können, ist es zunächst notwendig zu analysieren, welche Themen von welchen gesellschaftlichen Gruppen besetzt werden. „Dies ermöglicht es einzuschätzen, wer bisher an dem Diskurs in welcher Form beteiligt ist und wer ggf. zukünftig stärker einbezogen werden soll. Darüber hinaus liefert die Analyse des IST-Zustands wichtige Informationen zur Entwicklung der jeweiligen Kommunikationsstrategie (Kernthemen, Botschaften).“ (AVS/BTE 2022, S. 54).

Zielgruppen: „Auf der Basis der ermittelten maßnahmenspezifischen Emittentengruppen werden zunächst Zielgruppencluster erstellt. Sie bilden die Basis für eine differenzierte Zielgruppenbeschreibung nach der Persona-Methode. Diese Beschreibung enthält auch das Mediennutzungsverhalten und berücksichtigt emotionale Dispositionen (Limbic-Map)“ (AVS/BTE 2022, S. 54).

Kommunikationsziele: „Für jede der Zielgruppen werden maßnahmenspezifische Kommunikationsziele definiert (z. B. für ein Thema sensibilisieren, die Akzeptanz erhöhen, zu Beteiligung motivieren)“ (AVS/BTE 2022, S. 54).

Strategie, Kernthemen und Botschaften: „Je nach Zielgruppe und Maßnahme werden zentrale Themen und Botschaften erarbeitet, über die die Maßnahmen anschaulich und zielgruppenorientiert vermittelt werden können. Dazu gehört auch ein entsprechendes Wording und ggf. eine Bildsprache, die an die Werte und Interessen der Zielgruppen anschließen“ (AVS/BTE 2022, S. 54). Als eine Möglichkeit bieten sich hierzu zum Beispiel die gesundheitliche Wirkung von Luftreinhaltemaßnahmen in Form verlorener Lebensjahre an.

Kanäle, Medien und Kommunikationsformate: „Auf dieser Basis werden dann individuell die passenden Kanäle, Medien und Kommunikationsformate entwickelt. Das können Veranstaltungsformate ebenso wie digitale Kanäle als auch klassische Medien sein. Ziel ist die umfassende Nutzung zielgruppenspezifischer Medien, um alle Teile der Gesellschaft zu erreichen“ (AVS/BTE 2022, S. 54).

6 Emissionen aus der Landwirtschaft – Einführung

Zur Einführung in den Themenbereich „Maßnahmen zur Minderung der Emissionen aus der Landwirtschaft“ wird hier zunächst in einem einführenden Kapitel auf die Relevanz der Emissionen aus dem Sektor Landwirtschaft in Bezug auf die Luftqualität eingegangen.

Wie die Darstellung der Emissionen und deren Prognose gemäß des Nationalen Luftreinhalteprogramms in Kapitel zeigt, entstehen **Ammoniak-Emissionen (NH₃)** vorrangig im Sektor Landwirtschaft. Der Beitrag der Landwirtschaft zu den gesamten NH₃-Emissionen liegt bei über 95%. Im Sektor Landwirtschaft treten daneben in einem deutlich geringeren Umfang auch Emissionen von Stickstoffoxiden (NO_x), flüchtigen organischen Verbindungen ohne Methan (NMVOC) und Feinstaub auf. Stickstoffoxide und Ammoniak sind reaktive Verbindungen des **Stickstoffs**. Die Maßnahmen aus dem NLRP von 2019 im Sektor Landwirtschaft zielen vor allem darauf ab, die NH₃-Emissionen zu reduzieren.

Das an die Luft freigesetzte NH₃ hat nur eine relativ geringe Lebensdauer von einigen Stunden bis wenigen Tagen in der Atmosphäre. Ein kleiner Teil wird unmittelbar quellnah durch Austauschprozesse mit Boden und Wasseroberflächen sowie der Vegetation wieder aus der Atmosphäre entfernt. Der größere Teil verändert sich in der Luft chemisch z. B. mit Schwefeldioxid oder Stickstoffoxiden zu Ammoniumsalzen. Diese Partikel lagern sich zu Aerosolen zusammen. Diese sogenannten sekundären Aerosole tragen zu einem relevanten Anteil zur gesamten Feinstaubbelastung bei, die im Rahmen der Luftqualitätsüberwachung in den Fraktionen PM₁₀ oder PM_{2,5} reglementiert ist. Diese Aerosole können länger in der Atmosphäre verbleiben und werden vom Wind transportiert, gegebenenfalls dabei auch weiter chemisch und physikalisch verändert und irgendwann abgelagert. Somit gelangen diese aus den NH₃-Emissionen entstandenen Partikel auch in Gewässer und Böden. Die Wirkung auf die Luftqualität, die hier im Fokus steht, ist damit nur ein Aspekt der Umweltwirkungen der NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft.

Um die Bedeutung des Beitrags der NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft an den gesamten Stickstoffemissionen in Deutschland zu verdeutlichen, wird im Folgenden

- ▶ zunächst kurz die vom UBA entwickelte integrierte Stickstoffminderungsstrategie für Deutschland erläutert (Kap. 6.1).
- ▶ Daran anschließend wird die Stickstoff-Gesamtbilanz der Landwirtschaft betrachtet, um die Komplexität des Sektors Landwirtschaft in Bezug auf die Entstehung von Stickstoffemissionen zu beschreiben (Kap. 6.2).
- ▶ Im Weiteren wird auf die aktuelle Gesetzeslage zur Minderung von Emissionen und Nährstoffeinträgen insgesamt und konkret aus der Landwirtschaft (Kap. 6.3) und das Düngegesetz und die in diesem Kontext wichtige Düngeverordnung und Stoffstrombilanzverordnung eingegangen (Kap. 6.4).
- ▶ Vor diesem Hintergrund werden dann die Beiträge verschiedener Teilsektoren zu den NH₃-Emissionen der Landwirtschaft erläutert (Kap. 6.5), bevor in den nachfolgenden Kapiteln (Kap. 7 bis 10) auf verschiedene Einzelmaßnahmen eingegangen wird.

6.1 Nationale integrierte Stickstoffminderungsstrategie

Stickstoff ist als elementarer Stickstoff N_2 ein Hauptbestandteil der Erdatmosphäre. In dieser molekularen Form ist Stickstoff sehr reaktionsträge. Reaktiv wird Stickstoff erst in oxidiertener oder reduzierter Form.

Der Begriff reaktiver Stickstoff umfasst verschiedene chemische Verbindungen. Die besonders umweltrelevanten sind die folgenden (Öko-Institut 2020):

- ▶ Gase (Luftschadstoffe): Ammoniak (NH_3), Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO_2), Lachgas (N_2O)
- ▶ Säuren und Salze: Salpetersäure (HNO_3), salpetrige Säure (HNO_2), Ammonium (NH_4^+) und Nitrat (NO_3^-).

Die verschiedenen Formen des reaktiven Stickstoffs sind sehr mobil und ineinander umwandelbar. Sie zirkulieren über einen bio-geo-chemischen Kreislauf zwischen Luft, Boden, Wasser und Organismen (UBA 2021a).

Reaktiver Stickstoff ist für Lebensprozesse von grundlegender Bedeutung. Er dient als Pflanzennährstoff und zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und ist damit ein zentraler Bestandteil landwirtschaftlicher Systeme. Stickstoff wird von Pflanzen aus dem Boden in Form von Ammonium (NH_4^+) und Nitrat (NO_3^-) direkt aufgenommen und trägt zur Eiweißsynthese von Pflanzen bei (UBA 2021b).

Früher konnte Stickstoff als Dünger für die landwirtschaftliche Produktion nur aus natürlichen Quellen gewonnen werden (zum Beispiel Dung, Salpeterlagerstätten). Heute ermöglicht die industrielle Produktion von synthetischem Mineraldünger eine ausreichende Stickstoffversorgung von Kulturpflanzen. Zur Absicherung der für die Ernährung der Weltbevölkerung notwendigen hohen Erträge sind heutzutage zusätzlich hergestellte synthetische (stickstoffhaltige) Mineraldünger unverzichtbar (vgl. UBA 2021b).

Der Konsum tierischer Produkte ist mit deutlich höheren Stickstoffemissionen verbunden als der Verzehr pflanzlicher Produkte. Das liegt in erster Linie daran, dass Tiere in der Mast nur einen Teil des Stickstoffs im Futter aufnehmen können und den Rest wieder ausscheiden. Auch geht Stickstoff im Futteranbau ungenutzt verloren und im Stall und bei der Lagerung von Wirtschaftsdüngern (Mist und Gülle) entweicht ein Teil des Stickstoffs als Ammoniak (NH_3) an die Luft (vgl. UBA 2021b).

Ebenso relevant in Bezug auf die Freisetzung von reaktivem Stickstoff sind neben der Landwirtschaft die Sektoren Mobilität, elektrische Energieversorgung und industrielle Produktion, da diese zur Freisetzung von Stickstoffemissionen (NO_x) aus Verbrennungsprozessen führen. Grundsätzlich zeigt sich, dass seit der industriellen Revolution durch anthropogene Prozesse deutlich mehr elementarer Stickstoff in reaktive Formen umgewandelt wurde als davor.

Wenn die Menge des an die Umwelt abgegebenen reaktiven Stickstoffs zu groß wird, dann wird er zu einem der bedeutendsten Schadstoffe für Menschen und Ökosysteme und es werden natürliche Stoffkreisläufe und Ökosystembeziehungen empfindlich gestört (UBA 2021a).

Die große Problematik der zunehmenden Mengen an reaktivem Stickstoff in der Umwelt führte dazu, dass die Störung der Nährstoffkreisläufe von Stickstoff zu den neun zentralen natürlichen Systemen und Prozessen gehört, für die planetare Belastungsgrenzen formuliert wurden, die erstmals im Jahr 2009 von einem Kreis von internationalen Wissenschaftler*innen veröffentlicht wurden (Rockström 2009) und die Diskussion über die ökologische Tragfähigkeit der Erde forcierten (vgl. BMUV 2023).

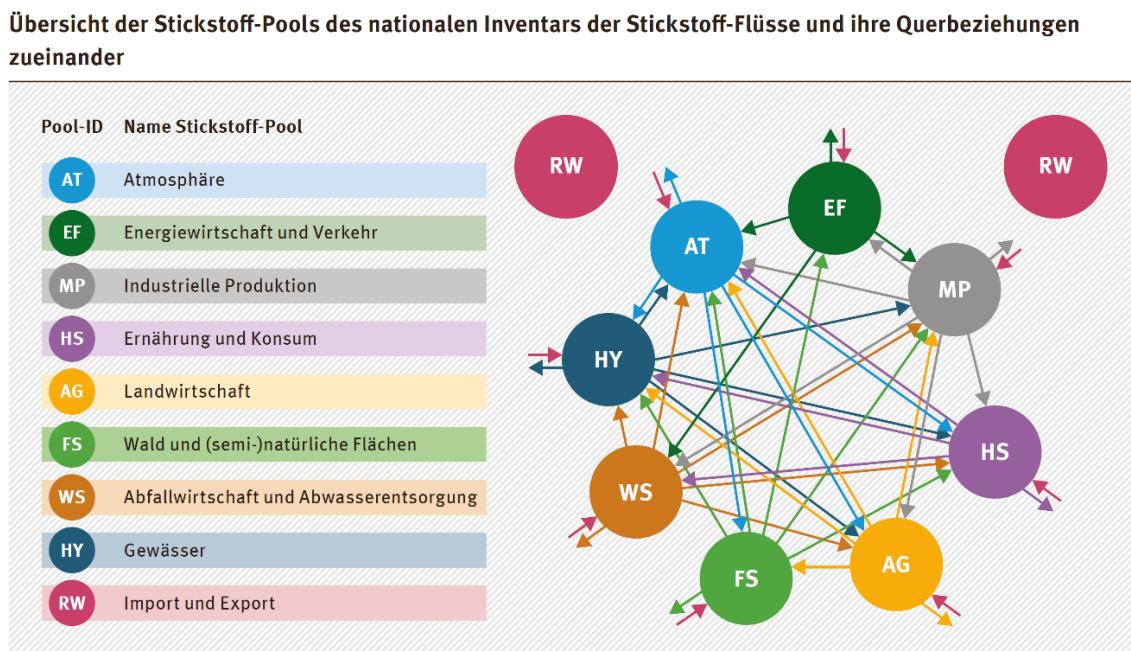
Dieser im Übermaß in die Umwelt eingebrachte **reaktive Stickstoff** führt zu folgenden Belastungen von Ökosystemen (UBA 2021c):

- ▶ Belastung der Luftqualität z. B. durch NO₂, NH₃ und Bildung von sekundären Feinstaub,
- ▶ Belastung des Grundwassers durch Nitrat,
- ▶ Eutrophierung (Anreicherung von Nährstoffen) in Wäldern, Mooren, Heiden, Oberflächengewässern und Meeren,
- ▶ Versauerung (Abnahme des pH-Wertes) von Ökosystemen (Böden, Oberflächengewässer, Meere) und somit eine Beeinträchtigung der biologischen Vielfalt sowie
- ▶ Klimaänderung durch Lachgasemissionen (N₂O).

Um die beschriebene Komplexität des Stickstoffkreislaufes für Deutschland quantitativ zu erfassen, wurden vom UBA die relevantesten nationalen Stickstoffflüsse inventarisiert (UBA 2021b). Eine Übersicht der Stickstoff-Pools des nationalen Inventars der Stickstoffflüsse und die Komplexität ihrer Querbeziehungen zueinander zeigt anschaulich Abbildung 23.

Mit Hilfe des nationalen Stickstoff-Inventars kann z. B. analysiert werden welcher Verursacherbereich wieviel zur Stickstoffproblematik beiträgt. Auch kann damit die Frage beantwortet werden in welchem Maß unterschiedliche Bereiche des gesellschaftlichen Handels die verschiedenen Umweltbereiche belasten. Diese Kenntnisse sind die Voraussetzung für eine effektive Maßnahmenplanung zur Verminderung der Freisetzung von reaktivem Stickstoff.

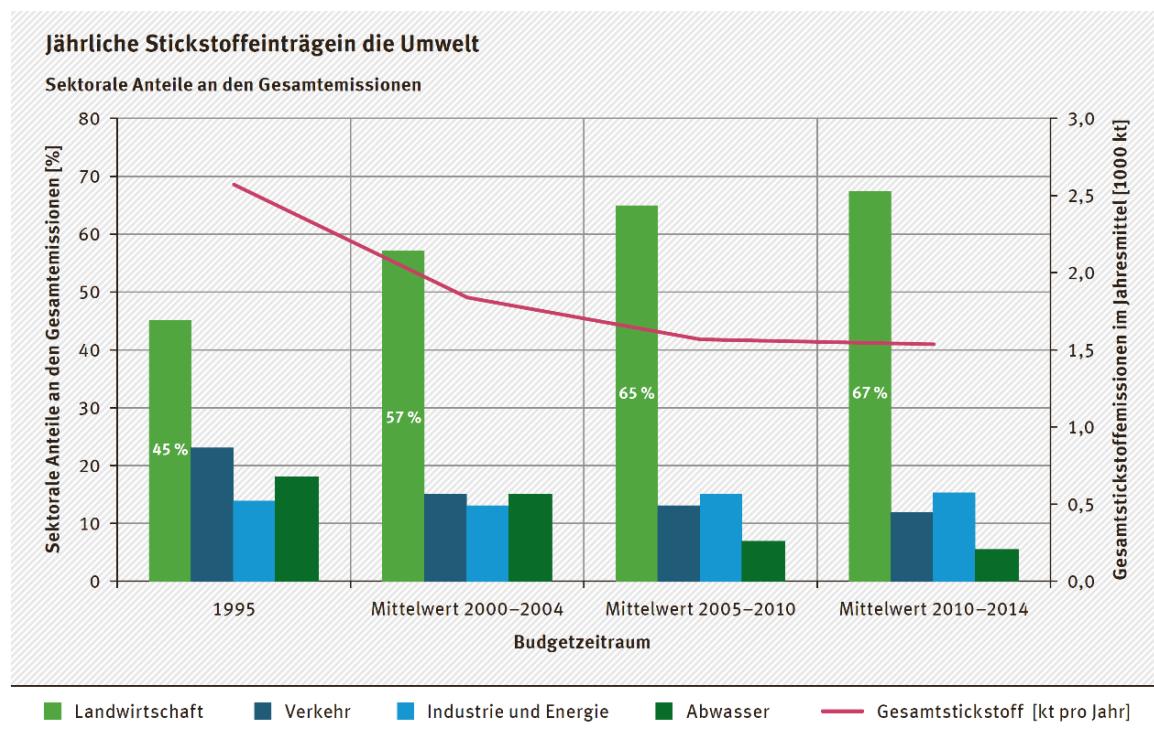
Abbildung 23: Übersicht der Stickstoff-Pools des nationalen Inventars der Stickstoffflüsse



(Quelle: UBA 2021b)

Die vom UBA veröffentlichte Zeitreihe der Bilanz der jährlichen Stickstoffeinträge in die Umwelt für alle relevanten Sektoren zeigt Abbildung 24. Der Beitrag der Landwirtschaft dominiert mit 67 % im Zeitraum 2010 bis 2014 deutlich die gesamten Stickstoffeinträge in die Umwelt und ist seit 1995 stetig angestiegen. Die Anteile der Sektoren Verkehr, Industrie/Energie und Abwasser tragen alle jeweils unter 20 % bei.

Abbildung 24: Zeitliche Entwicklung der Anteile der verschiedenen Verursacherbereiche an den Gesamtstickstoffemissionen



* Zur besseren Vergleichbarkeit der Studien wurden die Ergebnisse zum Eintrag aus der Landwirtschaft in Oberflächengewässer des Budgetierungszeitraumes 1995 mit Hilfe von Umweltbundesamt (2019) angepasst.

Quelle: Alfred Töpfer Akademie für Naturschutz (NNA) (1997); Umweltbundesamt (2009); Umweltbundesamt (2015); Umweltbundesamt (2019); und Bach et al. (2020)

(Quelle: UBA 2021b)

Zur Problematik der Gesamtstickstoffemissionen führt das BMU aus, dass zur nachhaltigen Senkung der Emissionen von reaktivem Stickstoff in Wasser, Luft und Boden Veränderungen in zentralen Wirtschaftsbereichen und Lebensbereichen, wie Verkehr, Landwirtschaft, Energieversorgung und Konsum notwendig sind, d. h. allein mit technischen Maßnahmen wird es nicht möglich sein, die Stickstoffemissionen ausreichend zu mindern (vgl. BMU 2020a).

Um dieses Ziel zu erreichen, wird für Deutschland derzeit eine **nationale integrierte Stickstoffminderungsstrategie** entwickelt. Dazu verfolgt das BMU zusammen mit dem UBA einen integrierten Ansatz und nicht eine sektorale Betrachtung, da es aufgrund der Komplexität des Problems sinnvoll ist, alle Verursacherbereiche (Verkehr, Industrie/Energieversorgung, Landwirtschaft, etc.) und alle betroffenen Umweltmedien (Luft, Wasser, Boden, etc.) zusammen zu betrachten.

Zur Unterstützung der strategischen Minderungsbemühungen wurde vom UBA eine integrierte **Stickstoffobergrenze als Zwischenziel für 2030** ermittelt, die die Wirkungen in den verschiedenen Umweltmedien und die Minderungsanforderungen in unterschiedlichen Emissions- und Wirtschaftssektoren zu einem gemeinsamen Zielwert zusammenführt (Heldstab et al. 2020 und Geupel et al. 2021). Im Weiteren hat das UBA ein **Aktionsprogramm** zur integrierten Stickstoffminderung erarbeiten lassen, das **Maßnahmen zur Erreichung des Stickstoffziels** enthält, die vor allem die zwei Sektoren Landwirtschaft und Verkehr (Oehlmann et al. 2021) betreffen. Einige der dort genannten Maßnahmen befinden sich bereits als Maßnahmen im nationalen Luftreinhalteprogramm von 2019.

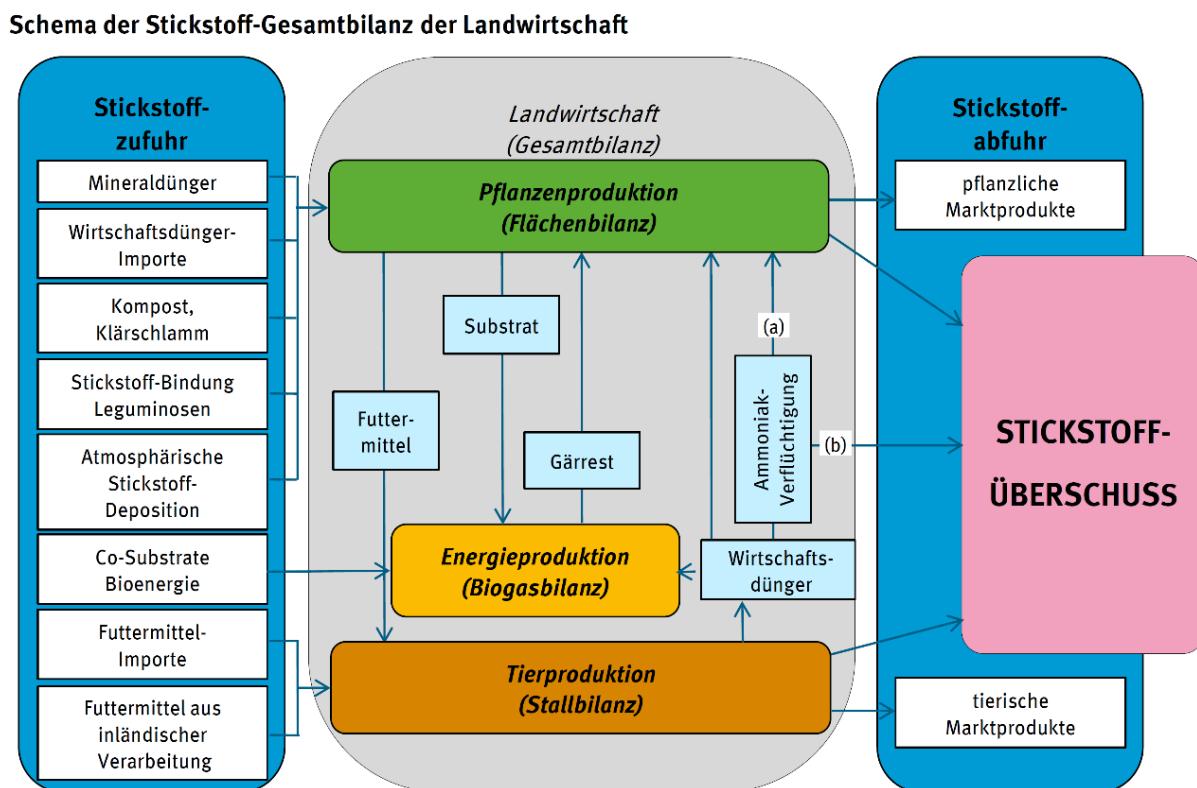
6.2 Stickstoff-Gesamtbilanz der Landwirtschaft

Im Sektor Landwirtschaft entstehen Stickstoffemissionen bei unterschiedlichen Tätigkeiten und Prozessen. In Abbildung 25 ist das Schema der Stickstoff-Gesamtbilanz der Landwirtschaft dargestellt, wobei die relevanten Zuflüsse und Abflüsse und die innerbetrieblichen Stickstoffflüsse gekennzeichnet sind.

Solch eine **Stickstoffbilanz** kann entsprechend für jeden landwirtschaftlichen Betrieb erstellt werden. Die Zufuhr von Stickstoff erfolgt je nach Tätigkeit des Betriebes z. B. in Form von Mineraldünger, importierten Wirtschaftsdünger oder Futtermittelimporten. Innerhalb des Betriebes werden die Prozesse über die Stallbilanz, Flächenbilanz und gegebenenfalls Biogasbilanz betrachtet. Die Stickstoffabfuhr erfolgt über die erzeugten tierischen und pflanzlichen Marktprodukte. Der rechnerische **Stickstoffüberschuss** verbleibt in der Umwelt. In diesem Wert werden sowohl Stickstoff-Emissionen an Luft sowie der Stickstoff-Eintrag in Gewässer und Böden (sofern nicht zur Pflanzenproduktion eingesetzt) zusammengefasst.

Aktuelles Ziel der Bundesregierung ist es, den Stickstoffüberschuss aus der Landwirtschaft bis 2030 auf 70 kg/ha*a abzusenken (UBA 2023e, Die Bundesregierung 2020). In der Vergangenheit ist dieser Wert tendenziell gesunken und lag im fünfjährigen gleitenden Mittel der Jahre 2016 - 2020 bei 87 kg/ha*a. Bei einer Fortführung des bisherigen Trends wird nach der Prognose des UBA das Ziel 2030 nicht erreicht.

Abbildung 25: Schema der Stickstoff-Gesamtbilanz der Landwirtschaft



Quelle: verändert nach Häußermann, U.; Bach, M.; Klement, I.; Breuer, I. (2019): Stickstoff-Flächenbilanzen für Deutschland mit Regionalgliederung Bundesländer und Kreise – Jahre 1995 bis 2017. UBA TEXTE 131/2019

(Quelle: UBA 2023e)

6.3 Für den Sektor Landwirtschaft relevante EU-Gesetze in Bezug auf Emissionen und Stickstoffeinträge

Bereits heute regeln folgende für den Sektor Landwirtschaft relevanten EU-Gesetze die Rahmenbedingungen z. B. zur Reduktion von Emissionen oder von Stickstoffeinträgen in Gewässer:

- ▶ NEC-Richtlinie (Reduktionsziele für Luftschaadstoffemissionen z. B. NH₃ und PM_{2,5})
- ▶ IE-Richtlinie (die Industrieemissionsrichtlinie bildet die Grundlage für die Genehmigung von besonders umweltrelevanten Industrieanlagen, u.a. der landwirtschaftlichen Intensivtierhaltung)
- ▶ EU-Luftqualitätsrichtlinie (Grenzwerte für Konzentrationen von Luftschaadstoffen in der Außenluft, z. B. NO₂, PM_{2,5} oder Ozon)
- ▶ EU-Nitrat-Richtlinie (Grenzwerte für den Nitrateintrag in Oberflächengewässer)
- ▶ EU-Wasserrahmenrichtlinie (regelt u.a. Grenzwerte für das Grundwasser).

Die Umsetzung dieser EU-Gesetze in nationales Recht erfolgte in Deutschland durch diverse Gesetze und Verordnungen.

Vertragsverletzungsverfahren der EU gegenüber Deutschland zeigen, dass die Einhaltung dieser Grenzwerte aktuell nicht überall gelingt, z. B. zu sehen in dem Urteil des europäischen Gerichtshofs bezüglich der Nicht-Einhaltung der Luftqualitäts-Grenzwerte für NO₂ im Jahr 2021.

6.4 Düngegesetz, Düngeverordnung und Stoffstrombilanzverordnung

Das Düngegesetz bildet in Deutschland die gesetzliche Grundlage für die Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen und ist auch die gesetzliche Grundlage für die Düngeverordnung.

Düngegesetz

Das Düngegesetz regelt insbesondere die Anforderungen an das Inverkehrbringen und die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Pflanzenhilfsmitteln und Kultursubstraten (BMEL 2023). Nähere Bestimmungen hierzu wurden in weiteren Rechtsverordnungen erlassen, z. B. der Düngeverordnung, der Verwaltungsvorschrift zur einheitlichen Ausweisung belasteter Gebiete – Neuausweisung der belasteten Gebiete oder der Stoffstrombilanzverordnung.

Im Mai 2023 wurde ein Entwurf zu Anpassungen am Düngegesetz vom Bundeskabinett beschlossen. Die Anpassungen waren notwendig „um EU-Recht umzusetzen, die Stoffstrombilanz-Verordnung zu optimieren und eine Verordnung zum Wirkungsmonitoring der Düngeverordnung einzuführen“ (BMEL 2023b). Die Anpassungen sollen vor allem das Verursacherprinzip im Düngerecht weiter stärken.

Düngeverordnung

„Im Jahr 2017 wurden das Düngegesetz (DüngG) und die Düngeverordnung (DüV) grundlegend überarbeitet, um die Effizienz der Düngung zu erhöhen, mögliche Beeinträchtigungen von Grundwasser und Oberflächengewässer weiter zu verringern und **NH₃-Emissionen aus landwirtschaftlichen Quellen zu vermindern**“ (BLE 2020 S.4). Da die EU zusätzliche Änderungen zur Umsetzung des EUGH-Urteils aus dem Jahr 2018 forderte, wurde am 01.05.2020 die jetzt gültige novellierte Düngeverordnung in Kraft gesetzt.

„Die Düngeverordnung regelt die gute fachliche Praxis bei der Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und soll außerdem stoffliche Risiken, z. B. Umweltbelastungen, durch die Anwendung dieser Stoffe vermindern.“ (BLE 2020 S.4).

Wesentliche Aktivitäten/Prozesse in landwirtschaftlichen Betrieben, die durch die Düngeverordnung geregelt werden, sind folgende:

- ▶ Düngebedarfsermittlung
- ▶ Ausbringungsbeschränkungen für stickstoff- und phosphorhaltige Nährstoffeinträge durch Standort (z. B. Abstand zu Gewässern, Hangneigung) und Bodenzustand (z. B. nicht aufnahmefähige überschwemmte, wassergesättigte, gefrorene oder schneedeckte Böden)
- ▶ Sperrzeiten (um Nährstoffeinträge im Winter zu vermeiden) und Lagerkapazitäten (ausreichendes Lagervolumen, um während der Sperrzeiten anfallenden Wirtschaftsdünger lagern zu können)
- ▶ Ausbringungstechnik (z. B. für flüssigen und festen Wirtschaftsdünger) und Einarbeitung (d. h. die Zeitspanne in der der Dünger nach der Ausbringung in den Boden eingearbeitet wird)
- ▶ Betriebliche Stickstoffobergrenze für organische und organisch-mineralische Düngemittel
- ▶ Aufzeichnungspflichten (jede einzelne Düngemaßnahme muss innerhalb von zwei Tagen sachgerecht dokumentiert werden)
- ▶ Für mit Nitrat belastete und eutrophierte Gebiete (sogenannte rote Gebiete) gelten zusätzlich noch weitergehende Regelungen.

Stoffstrombilanzverordnung

Am 1. Januar 2018 ist die Stoffstrombilanzverordnung in Kraft getreten. Sie ist neben dem Düngegesetz und der Düngeverordnung der dritte Baustein des sogenannten Düngepakts.

„Mit der Stoffstrombilanzverordnung verfolgt der Gesetzgeber das Ziel, die Nährstoffflüsse in den Betrieben transparenter zu machen. Dadurch sollen Nährstoffverluste aus der Landwirtschaft verringert und die Einhaltung von Umweltzielen gewährleistet werden. [...] Bei der Stoffstrombilanz werden alle Nährstoffströme, die in den Betrieb gehen, und solche, die wieder hinausgehen dokumentiert und bewertet“ (Praxis-Agrar 2023 S.1).

Die Nährstoffflüsse müssen sowohl für Stickstoff als auch für Phosphor dokumentiert werden, wobei nur für Stickstoff eine Bewertung erfolgt.

In (Praxis-Agrar 2023) wird weiter erläutert, dass die Stoffstrombilanz schrittweise eingeführt wird und ab 2018 alle Betriebe mit mehr als 50 Großviecheinheiten oder mit mehr als 30 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche bei einer Besatzdichte von jeweils mehr als 2,5 Großviecheinheiten je Hektar eine Stoffstrombilanz erstellen müssen. Dies betrifft in erster Linieviehstarke Betriebe mit einer hohen Tierbestandsdichte. Darüber hinaus sind ab 2018 auch kleinereviehhaltende Betriebe betroffen, wenn sie Wirtschaftsdünger von anderen Landwirtschaftsbetrieben aufnehmen. Außerdem müssen Betriebe mit Biogasanlagen eine Stromstoffbilanz aufstellen, wenn sie Wirtschaftsdünger aus anderen Betrieben beziehen. Ab 2023 soll die Stoffstrombilanz auch für viehlose Betriebe gelten. Es sollen dann alle Betriebe mit mehr als 20 Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche eine Stoffstrombilanz erstellen (vgl. Praxis-Agrar 2023).

In (Landwirtschaftskammer NRW 2022) wird ausgeführt: „Wenn der vorgegebene Kontrollwert von 175 kg N/ha im dreijährigen Mittel überschritten wird bzw. der individuell berechnete Wert im dreijährigen Mittel um mehr als 10 % überschritten wird, die zuständige Behörde eine Beratung innerhalb von sechs Monaten nach Feststellung anordnen kann. [...] Eine Ordnungswidrigkeit kann sich ergeben, wenn die vorgegebenen Aufzeichnungen nicht oder nicht richtig erstellt werden oder wenn diese nicht sieben Jahre aufbewahrt werden.“ (Landwirtschaftskammer NRW 2022)

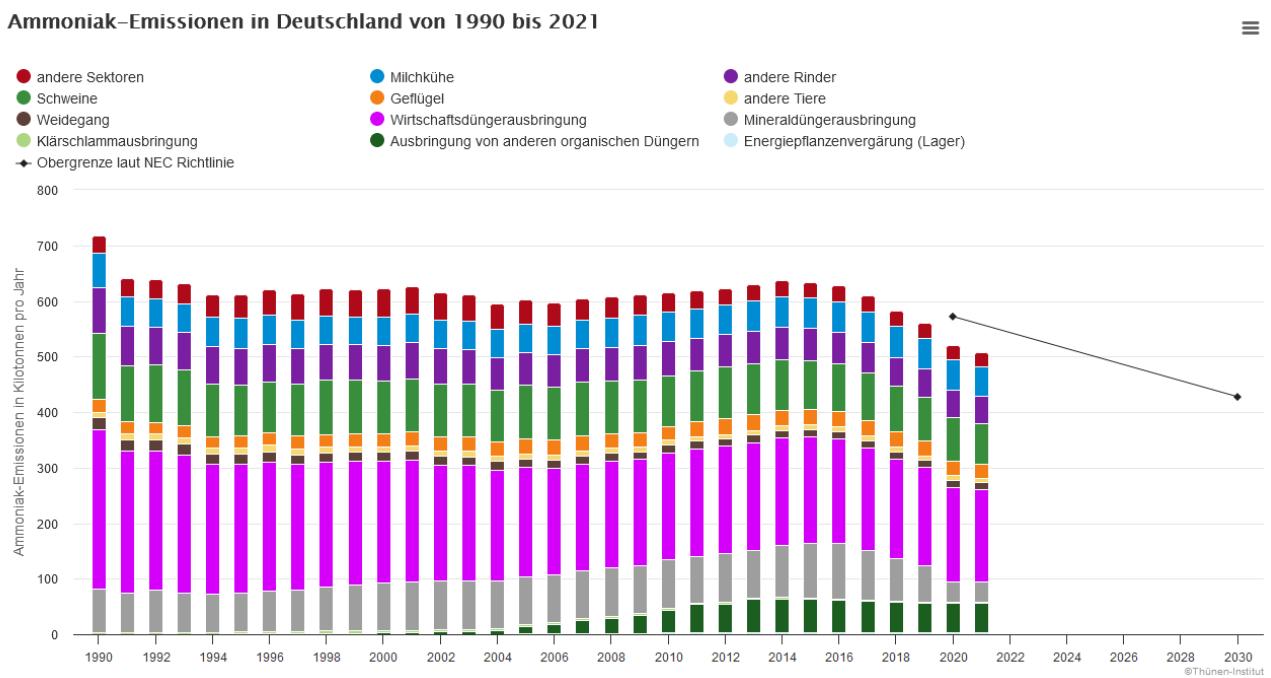
Vom BMEL und weiteren Länderbehörden werden zur Unterstützung der Landwirt*innen Anleitungen und Programme zur Erstellung solcher Stoffstrombilanzen zur Verfügung gestellt.

Vom UBA wird eine Novellierung der Stoffstrombilanzverordnung empfohlen (UBA 2023k), die den betrieblichen Stickstoffüberschuss an die ausgebrachte Wirtschaftsdüngermenge koppelt und auf 50 bis 120 kg/ha*a begrenzt. Außerdem wird empfohlen, den Stickstoffüberschuss bis 2030 schrittweise auf maximal 90 kg/ha*a abzusenken, um das Ziel der Nachhaltigkeitsstrategie von im Mittel für Deutschland 70 kg/ha*a für den Zeitraum 2028 bis 2032 (Die Bundesregierung 2020) zu erreichen.

6.5 NH₃-Emissionen der Landwirtschaft nach Teilsektoren

Die Entwicklung der NH₃-Emissionen in Deutschland von 1990 bis 2021 zeigt Abbildung 26. Während für alle anderen relevanten Luftschatdstoffe (NO_x, SO₂, NMVOC und PM_{2,5}) seit 1990 deutliche Abnahmen erreicht werden konnten, zeigen die NH₃-Emissionen, die von der Landwirtschaft dominiert werden, bis 2015 teilweise sogar eher einen leicht ansteigenden Trend und erst nach 2015 sinkende Emissionen.

Abbildung 26: Entwicklung der NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft 1990 bis 2021



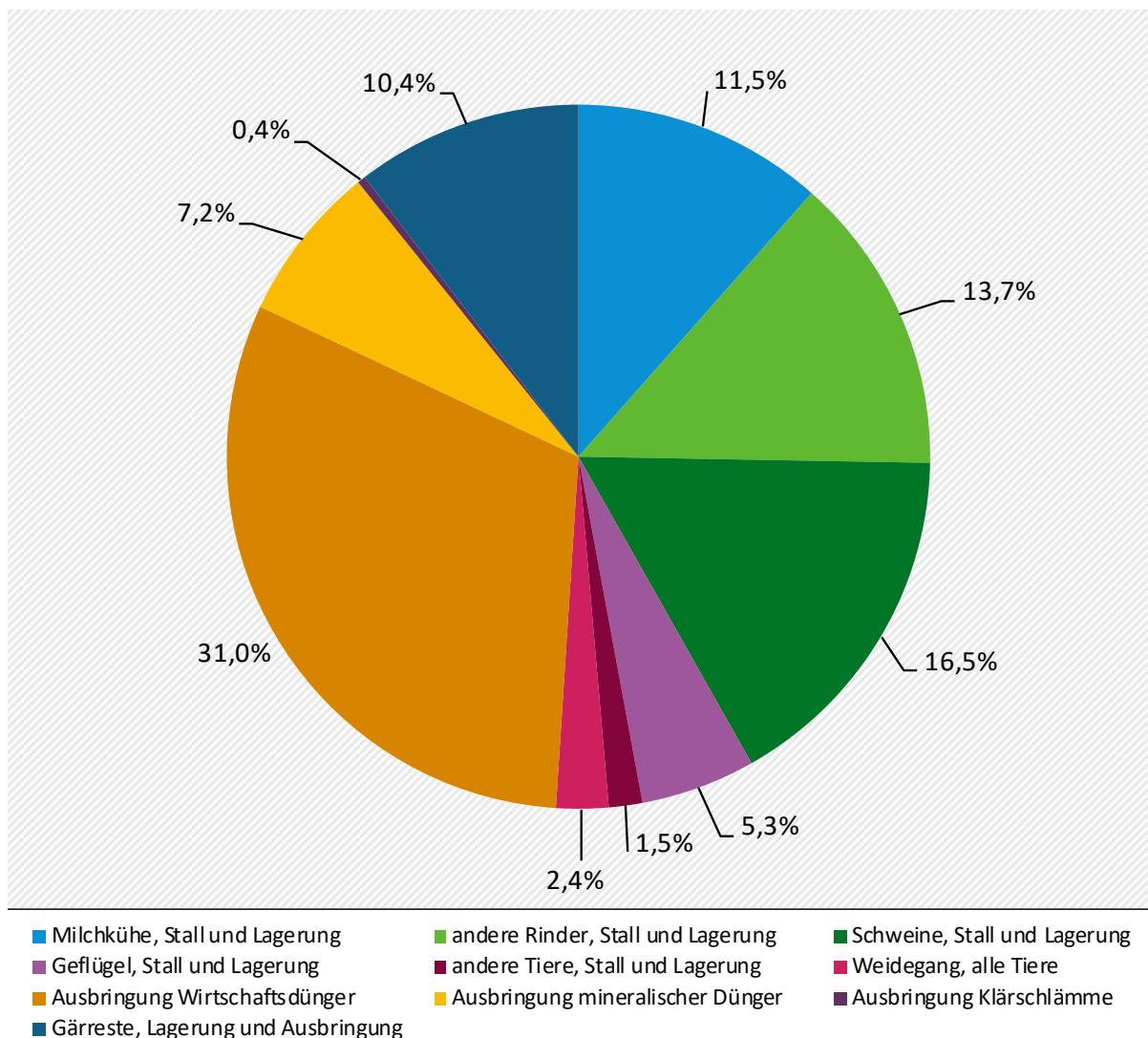
(Quelle: Thünen-Institut 2023)

In der Landwirtschaft entstehen NH₃-Emissionen in der gesamten Prozesskette von der Fütterung der Tiere, der Stallhaltung und dem Weidegang, der Lagerung von Wirtschaftsdünger

(Gülle, Festmist) und der Ausbringung des Wirtschaftsdüngers auf Ackerboden und Grünland (vgl. Abbildung 27). Außerdem entstehen nennenswerte NH₃-Emissionen bei der Ausbringung von mineralischem Dünger und bei der Ausbringung von Gärresten aus der Biogaserzeugung auf landwirtschaftlichen Flächen.

Der größte Anteil der NH₃-Emissionen kommt aus der Tierhaltung. Im Jahr 2020 entfielen 51% auf die Teilbereiche Stall, Lagerung von Wirtschaftsdünger und Weidegang (vgl. Abbildung 27). Bei der Ausbringung von Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftlichen Flächen wurden 31 % der NH₃-Emissionen freigesetzt. Auf die Ausbringung von mineralischem (synthetischem) Dünger entfielen 7 % und auf die Ausbringung von Gärresten 10 % der NH₃-Emissionen.

Abbildung 27: NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft in Deutschland im Jahr 2020



(Quelle: eigene Darstellung nach Thünen-Institut 2022)

Maßnahmen zur Reduktion der NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft können in Anlehnung an (Häußermann et al. 2019) den folgenden Bereichen zugeordnet werden:

- Nährstoffarme **Mehrphasenfütterung** (an den jeweiligen Futterbedarf angepasste Stickstoff-reduzierte Fütterung)

- ▶ **Verfahrenstechnische Maßnahmen im Stall** (Spaltentypen, Spaltenreinigung, Spaltenbeläge, Güllekühlung, Urease-Inhibitoren, ...)
- ▶ **Abluftreinigung** in zwangsgelüfteten Ställen (überwiegend Schweineställe)
- ▶ Techniken für eine **emissionsarme Lagerung** von Gülle, Stallmist und Gärresten (Lagerabdeckung, Ansäuerung von Gülle und Gärresten, Geflügelkottrocknung, ...)
- ▶ **Emissionsarme Ausbringung** von Dünger (Gülle, Festmist, Gärreste, mineralische Dünger) auf und unbestelltem/bestelltem Acker- und Grünlandflächen.
- ▶ **Systemintegrierte Maßnahmen** (Ansäuerung von Gülle direkt im Stall, Nährstoffrückgewinnung durch Gülle- und Gärrestverarbeitung)
- ▶ Reduktion des **Tierbestandes**

Daneben gibt es noch **ökonomische Maßnahmen**, die darauf abzielen, Emissionsreduktionen aufgrund von z. B. Abgaben, Gebühren, Steuern oder dem Abbau von umweltschädlichen Subventionen zu erzielen.

Bei der Umsetzung von Maßnahmen in einzelnen Teilbereichen ist grundsätzlich darauf zu achten, dass es insgesamt zu einer Emissionsreduktion kommt und nicht die Emissionen von einer Stelle in der Prozesskette (z. B. Lagerung von Wirtschaftsdünger nicht mehr offen, sondern abgedeckt) zu einer anderen Stelle (z. B. bei der Ausbringung von Wirtschaftsdünger) verschoben werden (sog. Pollution swapping).

Das NLRP von 2019 enthält zur Reduktion der NH₃-Emissionen zur Zielerreichung 2030 gemäß NEC-Richtlinie im Wesentlichen Maßnahmen aus dem Sektor Landwirtschaft. Dies sind konkret die folgenden:

- ▶ Maßnahmen bei der Ausbringung von Wirtschaftsdünger und der dafür maximal zulässigen Einarbeitungszeit,
- ▶ Maßnahmen im Bereich der Fütterung und Stallhaltung von Tieren, auch technischer Art z. B. zur Abluftreinigung,
- ▶ Maßnahmen bei der Lagerung von Mist und Gülle und
- ▶ eine Maßnahme Reduktion des Gesamtbilanzüberschusses von Stickstoff.

6.6 Sachgemäße Vereinfachung der Landwirtschaft als Emissionsquelle

Die Landwirtschaft ist als Quelle von Emissionen ein ganz besonderer Sektor, denn sie umfasst eine Vielzahl von Betrieben mit ganz unterschiedlichen Tätigkeiten der Tierzucht und des Pflanzenanbaus. Eine ganz besondere Rolle spielt dabei die Freisetzung von Stickstoff und seinen Verbindungen.

6.6.1 Anmerkungen zum natürlichen Stickstoffkreislauf

So ziemlich alle Lebewesen brauchen Stickstoff als Baustein für Eiweiße (Proteine) und die Erbsubstanz DNS. Stickstoff ist daher auch Baustein aller Enzyme, die den pflanzlichen, tierischen und menschlichen Stoffwechsel steuern. Stickstoff ist daher für das Leben auf der Erde unentbehrlich.

Eigentlich ist genug Stickstoff vorhanden, denn die Luft besteht zu 78% aus gasförmigem Stickstoff. Doch leider liegt dieser Luftstickstoff in einer Form vor, den Pflanzen und Tiere nicht nutzen können. Diese Form wird Elementarstickstoff (N_2) genannt. Für Pflanzen ist diese Situation ähnlich wie in der griechischen Legende von König Tantalus. Er wurde von den Göttern grausam bestraft, indem er bis zum Kinn im Wasser stehen musste, jedoch seinen Durst nicht daran stillen konnte, da es vor ihm zurückwich, wenn er davon trinken wollte. Auch Pflanzen sind von Stickstoff umgeben, bauchen diesen zum Überleben, können es aber nicht nutzen. Daher heißt es, Luftstickstoff ist nicht bioverfügbar.

Doch mit Hilfe von Mikroorganismen im Boden hat die Natur im Laufe der Evolution ein System entwickelt den Luftstickstoff so zu verändern, dass er den Pflanzen zur Verfügung steht. Ist der Stickstoff erstmal in den Pflanzen steht er dann auch den pflanzenfressenden Tieren und schließlich auch den fleischfressenden Tieren zur Verfügung. Um den Pflanzen Stickstoff verfügbar zu machen, arbeiten unterschiedliche Arten von Mikroorganismen eng zusammen. Dabei gilt die Regel, dass der „Abfall“ der einen Art, der anderen Art als „Nahrung“ dient.

Zunächst muss der gasförmige Luftstickstoff „festgehalten“ also fixiert werden. Dies tun spezielle Mikroorganismen wie z. B. Knöllchenbakterien: Sie wandeln Luftstickstoff in Ammonium (NH_4^+) um. Die heißen deshalb auch Stickstofffixierer und leben an den Wurzeln von Pflanzen wie Klee oder Lupine. Diese Pflanzen können bereits Ammonium aufnehmen und werden daher in der Landwirtschaft auch als Gründünger angebaut. Doch die meisten Pflanzen bevorzugen Stickstoff in Form von Nitrat (NO_3^-). Dazu sind jedoch andere Mikroorganismen, die sogenannten Nitrifizierer notwendig. Die einen Nitrifizierer wandeln das von den Stickstofffixierern produzierte Ammonium zunächst in Nitrit (NO_2^-) um. Dann wandeln anderer Nitrifizierer das Nitrit (NO_2^-) schließlich in das von den meisten Pflanzen so dringend benötigte Nitrat (NO_3^-) um.

In geringerem Umfang kann Luftstickstoff auch bei Gewittern ganz ohne Mikroorganismen in Nitrat umgewandelt werden. Einmal organisch gebunden, zirkuliert über 90 % des bioverfügbarren Stickstoffs in einem verkürzten Kreislauf innerhalb der Biomasse. Das heißt, dass abgestorbene Pflanzen und Tiere von speziellen Mikroorganismen, den sogenannten Destruenten, zerstellt werden und der enthaltene Stickstoff wieder zu Ammonium umgewandelt wird. Das steht dann den Nitrifizierern wieder zur Herstellung von Nitrat zur Verfügung und der kurze Stickstoffkreislauf ist geschlossen. Um auch den großen Stickstoffkreislauf zu schließen, sind nochmal spezielle Mikroorganismen nötig. Diese sogenannten De-Nitrifizierer können das Nitrat, welches nicht von Pflanzen aufgenommen wird, wieder in elementaren Luftstickstoff umwandeln.

Durch menschliche Aktivitäten wird in den globalen Stickstoffkreislauf massiv eingegriffen. Denn weil Stickstoff für das Wachstum von Pflanzen so wichtig ist, hat der Mensch schon früh begonnen Stickstoffdünger einzusetzen. Dazu nutzt er entweder organischen Stickstoff in Form von Gülle und Festmist oder mineralischen Stickstoff in Form von synthetischen Stickstoffdüngern.

6.6.2 Anmerkungen zum Stickstoff als Umweltproblem

Als Grundbaustein der Natur und als Nährstoff für alle Lebewesen ist Stickstoff unentbehrlich und findet sich in Luft, Wasser und Boden, in Pflanzen und Tieren und natürlich auch im Menschen. 99% des gesamten Stickstoffs der Erde befindet sich als elementarer Luftstickstoff in der Atmosphäre. Der Rest ist reaktiver Stickstoff. Das sind Stickstoffverbindungen wie Ammonium (NH_4^+), Nitrit (NO_2^-), Nitrat (NO_3^-), Ammoniak (NH_3), Lachgas (N_2O) oder Stickstoffoxide (NO_x), die sich schnell umwandeln können. Durch den Menschen hat sich die jährliche Freisetzung von reaktiven Stickstoffverbindungen seit Mitte des 19. Jahrhunderts verzehnfacht. Dies führt zu er-

heblichen Umweltbelastungen und Gesundheitsrisiken. Stickstoffoxide werden bei der Verbrennung z. B. von Kohle und Öl zur Energieerzeugung, aber auch in der Industrie und im Verkehr freigesetzt. Den größten Anteil der freigesetzten Stickstoffemissionen hat jedoch mit mehr als 60% die Landwirtschaft. In der Landwirtschaft sind es insbesondere der synthetische Dünger und die Ausscheidungen von Nutztieren aus denen Stickstoffverbindungen freigesetzt werden. Beides wird zum Düngen auf Ackerflächen eingesetzt. Dabei wird die Stickstoffverbindung Ammoniak freigesetzt. Diese gelangt sowohl in die Luft, wird aber auch durch Regen in den Boden gewaschen und gelangt so als Nitrat in das Trinkwasser.

Besonders die Düngung mit Gülle und synthetischen Stickstoffdünger erhöhen die Einträge in die Umwelt. Denn ein großer Anteil des Stickstoffs wird nicht von den Pflanzen aufgenommen, sondern landet in der Atmosphäre und in Gewässern. Zusätzlich belasten die Emissionen aus der Tierhaltung die Atmosphäre.

Dieser Stickstoffüberschuss bringt Ökosysteme aus ihrem Gleichgewicht. Stickstoffliebende Pflanzen verdrängen andere Pflanzen und das führt zu einem Verlust der biologischen Vielfalt. In Gewässern kommt es durch zu viel Stickstoff zu einem Überangebot an Nährstoffen. Dabei wird Sauerstoff verbraucht, den andere Wasserlebewesen wie z. B. Fische aber dringend brauchen. Im Boden wird das überschüssige Stickstoff als Nitrat ausgewaschen und belastet das Grundwasser, aus dem das Trinkwasser für uns Menschen gewonnen wird. Zudem kann Nitrat Krebs erzeugen und ist vor allem für Säuglinge gefährlich. Zudem ist auch die erhöhte Freisetzung von Lachgas (N_2O) in die Atmosphäre gefährlich, denn Lachgas ist ein Treibhausgas und zudem noch 265-mal klimawirksamer als CO_2 (vgl. UBA 2021b).

6.6.3 Anmerkungen zur Ammoniakproblematik in der Landwirtschaft

Die Freisetzung von Ammoniak aus der Landwirtschaft stellt auch deshalb ein besonderes Problem dar, weil die Emission von Ammoniak nicht nur zur Grundwasserbelastung mit Nitrat und zur Eutrophierung von Gewässern führt, sondern durch Reaktion mit anderen Luftschadstoffen auch zur Bildung von gesundheitsschädlichem Feinstaub, zur Bodenversauerung und zur indirekten Emission von Lachgas beiträgt.

Ammoniak in der Luft kann für Pflanzen je nach Empfindlichkeit auch direkt schädlich sein. Darauf sind in der Genfer Luftreinhalte Konvention Grenzwerte – sogenannte „critical levels“ – definiert, ab denen von einer Schadwirkung ausgegangen wird. Für empfindliche Ökosysteme wie Flechten liegt dieser „critical level“ bei 1 μg Ammoniak pro m^3 Luft. Bei höheren Pflanzen gelten erst Werte über 2-4 μg Ammoniak pro m^3 Luft als pflanzenschädlich.

Aufgrund internationaler Abkommen zur Luftreinhaltung, wie die europäische NEC-Richtlinie, hat sich Deutschland verpflichtet in den kommenden Jahren seine Ammoniak-Emissionen zu reduzieren. Im Zuge der NEC-Richtlinie hat Deutschland versprochen bis zum Jahr 2030 die Emission von Ammoniak um 29 % gegenüber dem Jahr 2005 abzusenken (vgl. Abbildung 11).

Die Landwirtschaft ist mit 95 % Hauptverursacher für das in ganz Deutschland freigesetzte Ammoniak. Ammoniak hat zwar in der Luft nur eine geringe Lebensdauer von einigen Stunden bis Tagen und ein kleiner Teil sinkt sofort wieder zu Boden, doch ein großer Teil wird in der Luft umgewandelt zu kleinen Tröpfchen, an denen sich Partikel bilden, die als Feinstaub vom Wind weiter weg transportiert werden (vgl. Thünen-Institut o. J.).

Innerhalb der Landwirtschaft sind es vor allem die NH_3 -Emissionen aus der Tierhaltung und Böden. Bei der Tierhaltung entstehen Ammoniak-Emissionen insbesondere in Ställen und der La-

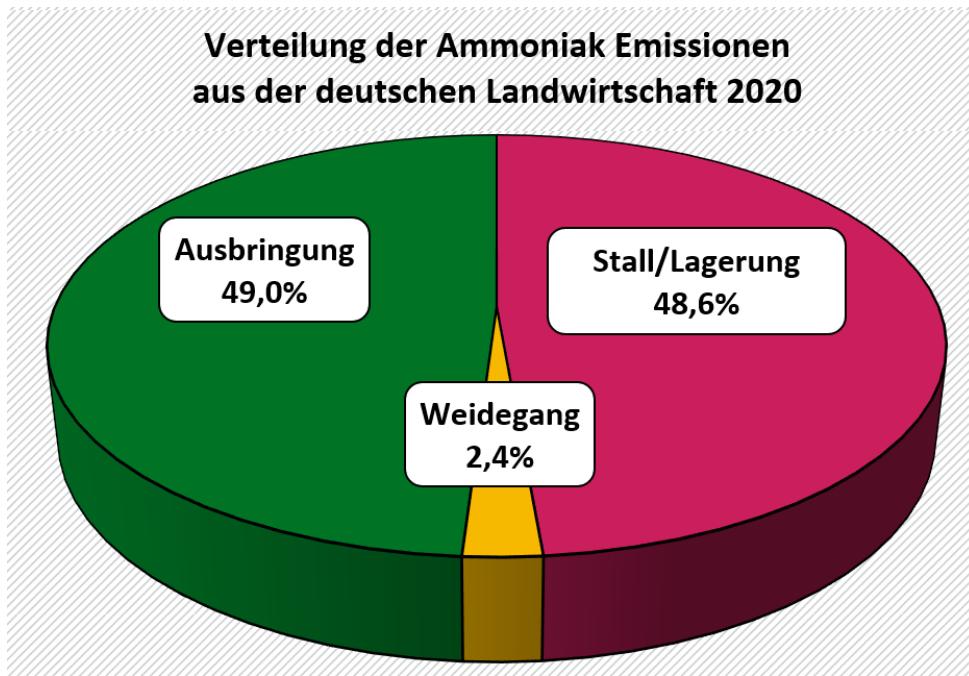
gerung tierischer Ausscheidungen wie Gülle, Mist und Jauche (Wirtschaftsdünger). Denn die Exkreme der Nutztiere enthalten Harnstoff und Eiweiß, die in Ammoniak umgewandelt werden. In der Luft reagiert gasförmiges Ammoniak mit Schwefeldioxid oder Stickstoffoxiden relativ schnell zu Ammoniumsalzen. Diese Partikel lagern sich zu Aerosolen, also Feinstaub, zusammen.

Für die NH₃-Emission aus Böden sind es vor allem die Ausbringung von Gülle und aber auch von Mineraldünger, bei denen Ammoniak freigesetzt wird. Denn sowohl Wirtschaftsdünger als auch mineralischer Dünger enthalten Ammoniumstickstoff, der im Kontakt mit der Atmosphäre schnell in gasförmiges Ammoniak umgewandelt werden kann. Viel Ammoniak entweicht bei der Ausbringung von Gülle aber auch von Festmist und Gärresten. Besonders viel Ammoniak entweicht, wenn die Ausbringungen von Gülle bei hohen Temperaturen im Sommer erfolgt und wenn sie nur oberflächlich verteilt wird (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2018).

In der Landwirtschaft stammen über ¾ aller Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung sowie aus der Ausbringung von Kunstdünger und von flüssiger Gülle, die zusammen mit Mist auch Wirtschaftsdünger oder Hofdünger genannt wird. In den Ausscheidungen von Nutztieren befindet sich viel Ammoniumstickstoff, der bei Kontakt mit der Atmosphäre in gasförmiges Ammoniak umgewandelt wird. Darum spielt bei der Lagerung, dem Transport und der Ausbringung auf die Felder, die Aufenthaltsdauer der Gülle an der Luft eine entscheidende Rolle bei der Entstehung der Ammoniak-Emissionen. Um die Aufenthaltsdauer der Gülle an der Luft möglichst kurz zu halten wird sie bei der Ausbringung auf die Felder möglichst schnell und tief in den Boden eingebracht sowie luftdicht gelagert. Weitere Möglichkeiten zur Verringerung der Emissionen von Ammoniak aus der Tierhaltung sind eine proteinreduzierte Fütterung der Nutztiere und eine Belüftung der Tierställe, welche ein Entweichen des Ammoniaks minimiert. Neben der Tierhaltung im Stall und dem Umgang mit Mineraldünger entstehen in der Landwirtschaft Ammoniak-Emissionen auch aus den Ausscheidungen der Tiere die auf einer Wiese grasen (Weidehaltung). Schließlich entstehen in der Landwirtschaft auch noch Ammoniak-Emissionen aus der Ausbringung von Kunstdünger und Klärschlamm. Eine besondere Emissionsquelle von Ammoniak ist zudem die Vergärung von Energiepflanzen z. B. in Biogasanlagen und die Ausbringung ihrer Gärreste auf Ackerflächen.

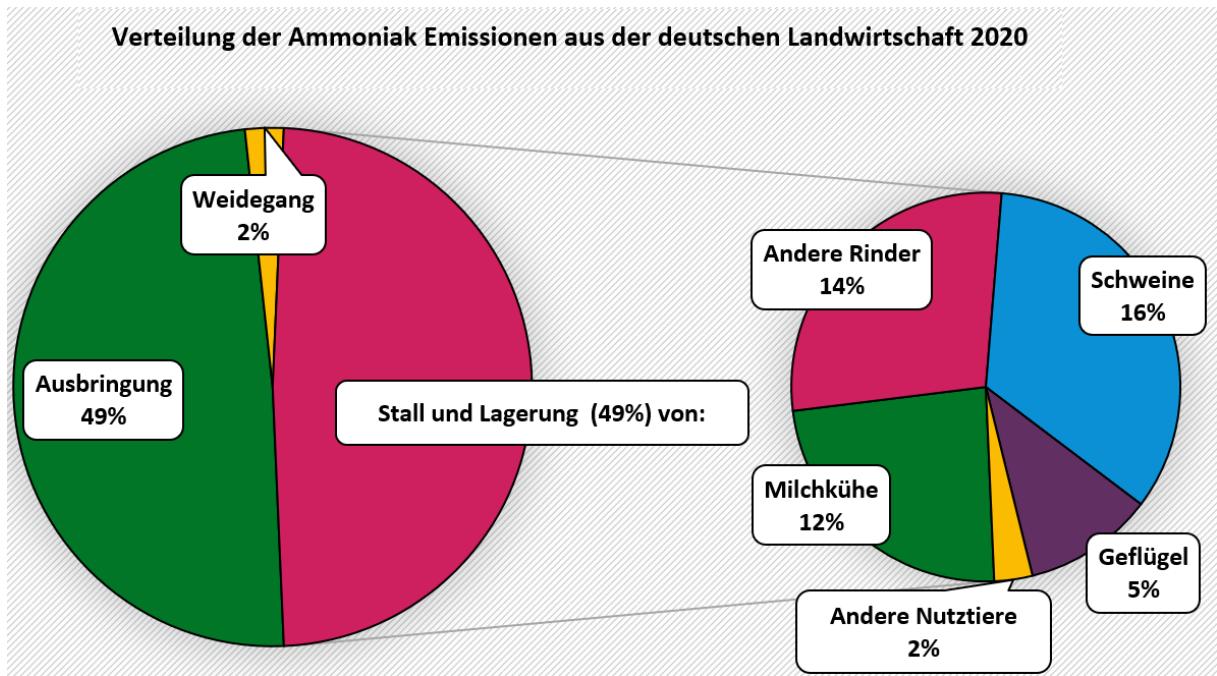
Die folgenden drei Abbildungen zeigen die unterschiedlichen Emissionsquellen von Ammoniak in der Landwirtschaft (Abbildung 28) und illustrieren Details über die landwirtschaftliche Emissionsquelle Stallhaltung und Lagerung von Wirtschaftsdünger (Abbildung 29) sowie über die Emissionsquelle Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen (Abbildung 30).

Abbildung 28: Verteilung der nationalen Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft - Insgesamt



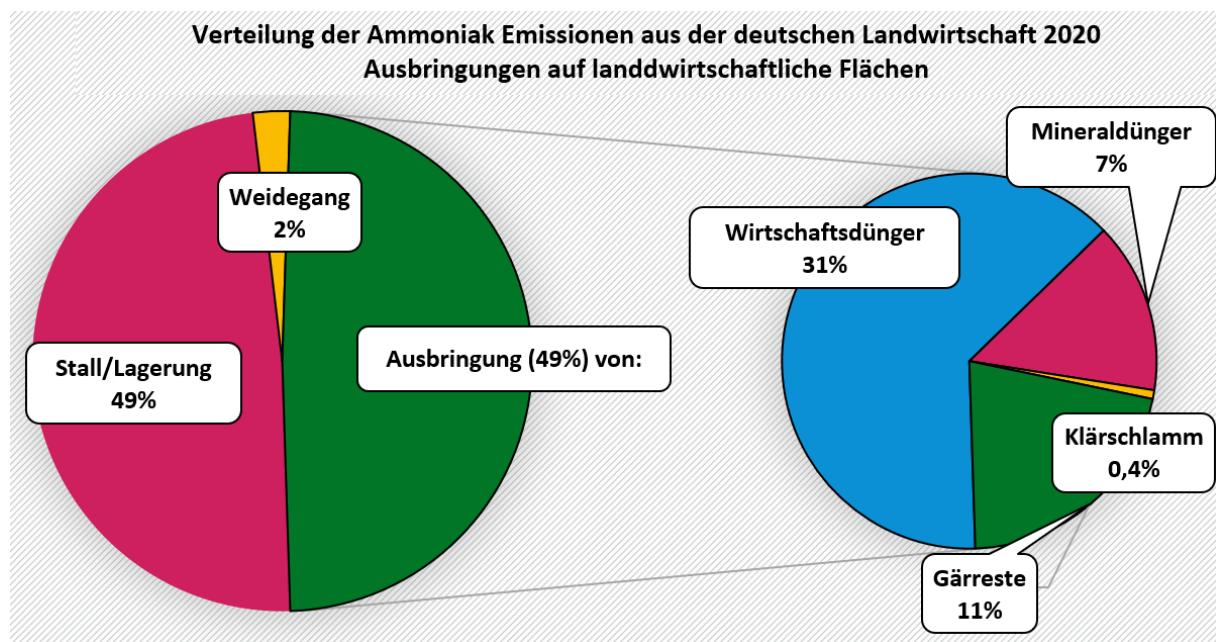
(Quelle: Eigene Darstellung nach Thünen-Institut 2022)

Abbildung 29: Verteilung der nationalen Emissionen Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft - Stallhaltung und Lagerung



(Quelle: Eigene Darstellung nach Thünen-Institut 2022)

Abbildung 30: Verteilung der nationalen Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft - Ausbringung



(Quelle: Eigene Darstellung nach Thünen-Institut 2022)

Die weitaus wichtigsten Emissionsquellen für Ammoniak waren 2020 die landwirtschaftliche Tierhaltung sowie das Management von Wirtschaftsdünger mit insgesamt knapp 98 % aller landwirtschaftlichen Ammoniak-Emissionen. Die Weidehaltung von Nutztieren verursacht lediglich 2 % der landwirtschaftlichen Ammoniak-Emissionen (vgl. Abbildung 28). Die Ausscheidungen von Nutztieren enthalten hohe Anteile an Ammoniumstickstoff, der bei Kontakt mit der Atmosphäre in gasförmiges Ammoniak umgewandelt wird. Insgesamt werden durch die Stallhaltung von Nutztieren und der Lagerung ihrer Ausscheidungen 49% aller landwirtschaftlichen Ammoniak-Emissionen verursacht. Davon stammen 26 % aus der Rinderhaltung, 16 % aus der Schweinehaltung, 5 % aus der Geflügelhaltung und rund 1 % aus der Haltung anderer Nutztiere (vgl. Abbildung 29).

Die Ausbringung auf landwirtschaftliche Flächen verursacht ebenfalls knapp 49 % der landwirtschaftlichen Ammoniak-Emissionen. Davon stammt mit 31 % der Großteil aus der Ausbringung von Wirtschaftsdünger – also Gülle und Mist. Weitere 7 % stammen aus der Ausbringung harnstoffhaltigen Mineraldüngern. Rund 10 % der landwirtschaftlichen Ammoniak-Emissionen gehen auf die Vergärung von Energiepflanzen inklusive der Gärrestausbringung zurück. Ein sehr kleiner Anteil von gerade einmal 0,4 % der landwirtschaftlichen Ammoniak-Emissionen stammt aus der Ausbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftliche Flächen.

Neben dem Ammoniak spielen aber auch Lachgas und Methan wichtige Rollen bei den Emissionen aus der Landwirtschaft. Lachgas wird aus intensiv genutzten Ackerflächen beim Einsatz von Kunstdünger frei. Methan entsteht bei der Tierhaltung von Wiederkäuern wie Rinder, Schafe, oder Ziegen. Sowohl Methan als auch Lachgas sind besonders wirksame Klimagase, denn Methan ist 25-mal klimaschädlicher als Kohlendioxid und Lachgas ist sogar 300-mal so klimawirksam. Aus landwirtschaftlich intensiv genutzten Ackerflächen mit hohem Kunstdüngereinsatz entweicht schließlich auch noch Stickstoff, der Verbindungen mit Sauerstoff eingegangen ist. Eines dieser sogenannten Stickstoffoxide und zwar das Stickstoff-Mono-Oxid wird aus gedüngten Ackerflächen freigesetzt.

Die verschiedenen Formen von Stickstoff sind sehr mobil und ineinander umwandelbar. Je nach biologischen, geologischen und chemischen Bedingungen durchläuft Stickstoff einen Kreislauf zwischen Luft, Boden, Wasser sowie Pflanzen und Tieren. Gelangt Stickstoff in großen Mengen in die Umwelt, wird er zu einem der bedeutsamsten Schadstoffe für Menschen und Ökosystem, denn ein Überschuss an Stickstoff trägt zu schwerwiegenden Umweltproblemen bei. Dazu zählen:

- ▶ Beitrag zum Klimawandel durch die Emissionen von Lachgas
- ▶ Belastung der Luftqualität durch Ammoniak, Stickstoffoxiden und Feinstaub
- ▶ Belastung des Grundwassers durch Nitrat
- ▶ Nährstoffüberschuss von Ökosystemen im Boden und im Wasser
- ▶ Versauerung von Gewässern und Böden
- ▶ Artensterben

Aufgrund der komplexen Zusammenhänge wird versucht die Senkung von Emissionen aus der Landwirtschaft mit einem abgestimmten Bündel von Minderungsmaßnahmen herbeizuführen. Eingebettet ist das in eine integrierte nationale Stickstoffminderungsstrategie. Diese Strategie versucht wie bei einem Inventar alle Eingänge, Lagerungen, Umwandlungen und Abgänge der unterschiedlichen Stickstoffverbindungen zu erfassen und zu bilanzieren.

Mit Hilfe eines Inventars aller Stickstoffflüsse in Deutschland lassen sich die Quellen und die Verursacher des in die Umwelt freigesetzten Stickstoffs erkennen und entsprechende Maßnahmen adressieren. Mit Hilfe des Stickstoffinventars sollen die Betriebe selber entscheiden können, an welcher Stelle in ihrem Betrieb Maßnahmen zur Minderung besonders erfolgsversprechend sind und zudem sicherstellen, dass es die Stickstoff-Emissionen auch tatsächlich reduziert und nicht bloß in einen anderen Betriebsbereich verlagert werden.

Aus den bisherigen Bilanzen zeigt sich, dass sich seit dem Jahr 1995 die Einträge von Stickstoff aus der Landwirtschaft über die Jahre erhöht haben, während andere Quellen wie Verkehr, Industrie oder Abwasser, ihre Umwelteinträge von Stickstoff senken konnten.

Auch in der europäischen Umweltpolitik spielt Stickstoff als Schadstoff eine zentrale Rolle. Neben der NEC-Richtlinie mit ihren Reduktionsverpflichtungen für NO_x (vgl. Kapitel 3) gibt es noch die Grenzwerte der europäischen Luftqualitätsrichtlinie, der Wasserrahmenrichtlinie und die Nitrat-Richtlinie. Alle drei legen Grenzwerte für Stickstoff als Luftschaadstoff sowie für Nitrat im Oberflächengewässer und im Grundwasser fest. Obwohl diese europäischen Umweltgesetze durch mehrere Verordnungen auch in deutsches Recht umgesetzt wurden, hält Deutschland nicht alle Grenzwerte ein.

Bereits im Jahr 2017 wurden in Deutschland das Düngegesetz und die Düngeverordnung weitreichend überarbeitet. Ein Grund der Überarbeitung war der Schutz von Grund- und Oberflächengewässer sowie die Freisetzung von Ammoniak zu senken. Gerade die Düngeverordnung legt fest was bei der betrieblichen Praxis beachtet werden muss. Sie regelt die Technik und die Beschränkung der Düngerausbringung sowie die Ermittlung des Bedarfs an Düngemittel und legt Stickstoffobergrenzen und Aufzeichnungspflichten fest.

Ein weiterer rechtlicher Baustein ist die Stoffstrombilanzverordnung von 2018. Ihr Ziel ist es, die Nährstoffflüsse in landwirtschaftlichen Betrieben transparenter zu machen. Dazu macht sie Vorgaben wie Nährstoffe, die in Betrieben eingesetzt werden, ihn als pflanzliche oder tierische Produkte wieder verlassen oder in die Umwelt freigesetzt werden, zu bilanzieren sind. Ab dem

Jahr 2023 müssen alle Betriebe mit mehr als 20 Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche ihre Nährstoffe bilanzieren. Wenn im Ergebnis der Bilanz ein Betrieb drei Jahre lang mehr als 175 kg Stickstoff pro Hektar um mehr als 10 % überschreitet, kann eine Beratung angeordnet werden.

Gemäß den Zusammenhängen bei der Entstehung, der Umwandlung und der Freisetzung von Stickstoffverbindungen gibt es in der Landwirtschaft ganz unterschiedliche Maßnahmen, um den Eintrag von Stickstoffverbindungen in die Umwelt zu reduzieren. Angefangen bei der stickstoffarmen Fütterung, über verfahrenstechnische Maßnahmen im Stall und seiner Abluftreinigung sowie über die emissionsarme Lagerung von Gülle, Stallmist und Gärresten bis hin zur emissionsarmen Ausbringung von Kunst- und Wirtschaftsdünger sowie dem Einsatz von Hemmstoffen, um die Bildung von Ammoniak und Nitrat im Boden und im Stall zu hemmen.

Eine weitere sehr effektive Maßnahme zur Vermeidung von Stickstoff-Emissionen aus der Landwirtschaft ist die Reduktion des Tierbestandes.

Daneben gibt es noch ökonomische Maßnahmen die durch Abgaben, Gebühren, Steuern oder dem Abbau von umweltschädlichen Subventionen versuchen geldwerte Anreize zu schaffen, um die Freisetzung von Stickstoffverbindungen zu reduzieren.

Das NLRP von 2019 umfasst insgesamt 12 Maßnahmen, welche die Landwirtschaft betreffen. Davon adressieren vier Maßnahmen die Ausbringung von Wirtschaftsdünger, drei Maßnahmen adressieren baulichen Maßnahmen in Tierställen und jeweils zwei Maßnahmen adressieren die nährstoffarme Fütterung der Tiere. Eine Maßnahme betrifft die Reduktion der Stickstoffüberschüsse der landwirtschaftlichen Betriebe. Das NLRP von 2019 beziffert die gesamte Reduktionswirkung dieser Maßnahmen mit 133 kt Ammoniak pro Jahr.

6.7 Allgemeine Anforderungen an erfolgreiche Kommunikation in der Landwirtschaft

Der Landwirtschaftssektor in Deutschland trägt maßgeblich zum Ausstoß von Luftschadstoffen bei. Dafür verantwortlich sind vor allem Emissionen aus der Tierhaltung sowie durch landwirtschaftlich genutzte Böden als Folge einer stickstoffhaltigen Düngung. Die Komplexität und Vielfalt von Emissionen wurden in den vorangegangenen Kapiteln detailliert aufgezeigt.

Für die Kommunikation stellt diese Komplexität eine besondere Herausforderung dar. Einerseits sind die relevanten Interessengruppen von politischen Entscheidungsträger*innen über Landwirt*innen bis hin zu Verbraucher*innen sehr heterogene Zielgruppen. Stark differierende Interessen und Standpunkte haben in der Vergangenheit mangels Kommunikation vielmals zu Missverständnissen, Fehleinschätzungen und Vorwürfen im öffentlichen (Medien-)Raum geführt.

Hinzu kommt, dass die Landwirtschaft im Allgemeinen zunehmend im Fokus der Öffentlichkeit steht. Interessierte Verbraucher*innen setzen sich zunehmend mit dem Thema auseinander bzw. werden medial mit dem Thema (z. B. durch Berichterstattungen über Bauernproteste etc.) konfrontiert. Der mangelnde Dialog, wenig Verständnis für Forderungen seitens der Landwirt*innen und Unwissenheit führen demzufolge auch zu Kritik. Diese Tendenzen haben dazu geführt, dass sich die Gesellschaft in Deutschland zunehmend in zwei stark auseinanderliegende Interessengruppen gespalten hat: Auf der einen Seite Produzent*innen, die Lebensmittel herstellen, verarbeiten und verkaufen, auf der anderen Seite Konsument*innen. Die Kommunikation zwischen beiden Gruppen wird immer problematischer und ist geprägt von wechselseitigen Schuldzuweisungen. Landwirtschaft darf und sollte nicht isoliert und losgelöst vom Nutzer*innenverhalten hinsichtlich Kaufverhalten, Ernährungsgewohnheiten etc. betrachtet werden.

Hier hat sich ein Konflikt zugespitzt, der insbesondere in stark landwirtschaftlich geprägten Regionen und Bundesländern mit einem großen Anteil an Nutztierhaltung ein besonderes Augenmerk bekommt. Ein wachsendes Misstrauen gegenüber der modernen arbeitsteiligen Landwirtschaft gefährdet die Entwicklungsmöglichkeiten der Bauer*innen und bedroht damit das Zentrum der Wertschöpfungskette bei Lebensmitteln insgesamt.

6.7.1 Transparenz und Dialog

In diesem Kontext gewinnen Transparenz und eine aktive und strategisch orientierte Öffentlichkeitsarbeit zunehmend an Bedeutung. Transparente Informationsangebote und Dialoge sind gefragt. Die Wechselwirkungen im Handlungsfeld von Politik, Landwirtschaft, Verbraucher*innen und Einzelhandel machen es unumgänglich, diese 4 Bereiche gemeinsam zu betrachten. Handlungsmotivationen entstehen durch Überzeugung und nicht durch den symbolischen „erhobenen Zeigefinger“. Viele Landwirt*innen engagieren sich bereits auf verschiedene Art und Weise - im Dialog mit Verbraucher*innen, Nachbar*innen, Geschäftspartner*innen, Behörden und in weiteren gesellschaftlichen Bereichen. Allerdings stoßen diese auch an ihre Grenzen, wenn es um die Festlegung von Rahmenbedingungen per Gesetz und politischen Entscheidungen geht. Eine Annahme an dieser Stelle ist, dass auch auf dieser Ebene ein weiterführender und interaktiver Diskurs - ggf. auch in der EU-Politik - hilfreich sein kann, Verhaltensänderungen herbeizuführen (vgl. Berghorn et al. 2013).

Ein zweiter Aspekt besteht darin, dass Themen aus der Landwirtschaft verbrauchernah und laienverständlich aufbereitet werden müssen. Nicht jedes Einzelthema (z. B. Reduktion des Tierbestandes zur Minderung von Emissionen) kann losgelöst aus dem Gesamtkontext vermittelt werden. Der Blick hinter die Kulissen eines landwirtschaftlichen Betriebes mit all seinen Facetten und Ansätzen zum Tierwohl und Umweltschutz erzeugt viel eher ein authentisches Bild und erreicht im Ergebnis mehr Akzeptanz bei Verbraucher*innen als beispielsweise Skandalvideos zur Massentierhaltung.

Ein dritter wichtiger Punkt ist eine ganzheitliche Betrachtung relevanter Maßnahmen in der Landwirtschaft. Insbesondere die verschiedenen Formen von Emissionen, die Auswirkungen auf Klima und Umwelt haben, sollten im Gesamtkontext aufgegriffen und gezeigt werden. Darauf wird auch in den folgenden Kapiteln immer wieder eingegangen.

6.7.2 Funkstille zwischen Landwirtschaft und Bevölkerung

Ein weiteres Hauptproblem liegt auch darin, dass Kommunikation das sei, was andere verstehen und nicht, was wir selbst sagen und erklären. Dadurch, dass sich die Gesellschaft in den letzten Jahrzehnten sehr gewandelt habe und 75% der Deutschen in Städten lebten, herrsche momentan eine Funkstille zwischen Landwirtschaft und Bevölkerung. Darum sei es wichtig, dass Landwirt*innen auf die Gesellschaft zugehen, Brücken bauen und der Bevölkerung immer wieder zeigen, was sie tagtäglich machen. Nur mit viel Präsenz und einem öffentlichen Erscheinungsbild des Betriebs – beispielsweise durch einen Webauftritt, soziale Medien, Veranstaltungen, Messen und Ausbildungsbörsen – könne die Landwirtschaft erfolgreich kommunizieren und für die persönliche Standortsicherung sorgen (vgl. Gieschen 2019).

Auch seitens der Politik wird eine Veränderung bei Landwirt*innen wahrgenommen. Silvia Breher, Bundestagsabgeordnete und Mitglied im Landwirtschaftsausschuss im Bundestag, argumentierte: „Die Landwirte sind durchaus bereit, sich zu verändern. Das tun sie jeden Tag und nicht erst seit heute, sondern schon seit es Landwirtschaft gibt.“ Landwirtschaft entwickle sich ständig positiv weiter. „Nur, das kriegen sie nicht mehr verkauft.“

Sie habe den Eindruck, dass die Menschen gar keine Chance mehr hätten, das mitzubekommen, weil Landwirtschaft in der Öffentlichkeit viel zu wenig wahrgenommen werde – „und wenn, dann ist das oft tendenziell“.

Man könne aber den Verbraucher*innen keinen Vorwurf machen, wenn sie auf Lockangebote wie „Unser Fleisch ist super günstig, und außerdem kümmern wir uns ums Tierwohl“ reagieren und günstig einkaufen. „Nur, der Landwirt kann weder damit noch davon leben“, sagte Breher weiter (vgl. Lehmann 2020).

6.7.3 Stimmungsbarometer der Landwirt*innen - Einfluss der Corona-Pandemie

Bestehende Investitions- und Förderprogramme schaffen einen Rahmen, um landwirtschaftliche Betriebe weiterzuentwickeln und in technische Innovationen zu investieren. So ist der Anteil der Landwirt*innen, die in neue Landtechnik und dabei insbesondere in umweltschonende Landmaschinen investiert haben und investieren wollen, deutlich gestiegen. Gleichzeitig sind auch Steigerungen in geplanten Investitionen in Ställe, Hof- und Stalltechnik zu erkennen.

Die Corona-Krise hinterlässt laut den Ergebnissen des DBV-Konjunkturbarometers (siehe Abbildung 31) weiterhin auch deutliche Spuren in der Stimmung der Landwirt*innen. Während 28 Prozent angeben, durch die Corona-Pandemie Umsatzverluste zu erleiden, gehen 14 Prozent davon aus, zu Corona bedingten neuen Absatzchancen gekommen zu sein.

Laut den Befragungsergebnissen des „Konjunkturbarometers Agrar 2021“ teilen nur noch 21 Prozent der Befragten die Einschätzung, dass mit der Corona-Situation die deutsche Landwirtschaft wieder einen höheren Stellenwert in der Gesellschaft bekommen wird. Im März 2020 waren dies noch 46 Prozent gewesen. Mit 49 Prozent befürchtet dagegen fast die Hälfte der Landwirt*innen, dass durch das Virus die Sorgen und Nöte der landwirtschaftlichen Betriebe aus dem Blick geraten könnten.

Abbildung 31: Konjunkturbarometer Agrar



(Bildquelle: Deutscher Bauernverband 2021)

7 Landwirtschaft: Maßnahme: „Verpflichtende Vorgaben zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger“

7.1 Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung

7.1.1 NH₃-Emissionen bei der Ausbringung von Wirtschaftsdünger

Der Bereich **Ausbringung von Wirtschaftsdünger** auf landwirtschaftliche Flächen trägt fast zu einem Dritteln zu den gesamten NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft bei (vgl. Abbildung 27). Die Rahmenbedingungen für die Ausbringung von Dünger sind über die Düngeverordnung geregelt. Die Düngeverordnung liegt in der aktuellen Fassung vom 01.05.2020 vor (vgl. Kap. 6.4).

Die NH₃-Emissionen durch die Ausbringung von Wirtschaftsdünger hängen von verschiedenen Einflussgrößen wie den Bodeneigenschaften, den klimatischen Bedingungen, der Ausbringtechnik und den Eigenschaften des Wirtschaftsdüngers ab. Es sind daher verschiedene Ansatzpunkte zur Reduzierung der NH₃-Emissionen bei der Ausbringung möglich, die im Folgenden erläutert werden.

Einarbeitungszeit:

Direkt nach der Ausbringung des Düngers sind die NH₃-Emissionen am höchsten und nehmen mit der Zeit degressiv ab, „wobei i.d.R. innerhalb von 48 Stunden 90% bis 100% des Stickstoffs als Ammoniak freigesetzt werden. Zeitnahe Einarbeitung oberflächig ausgebrachter Wirtschaftsdünger reduziert daher die NH₃-Emissionen unter ansonsten gleichen Bedingungen erheblich“ (Häußermann et al. 2019 S.39). Dies kann z. B. durch kombinierte Geräte erfolgen, die eine Ausbringung und Einarbeitung mit einem Gerät ermöglichen, oder muss durch einen zweiten Arbeitsgang zeitnah nach der Ausbringung erfolgen.

Ausbringtechnik für Gülle (flüssigem Wirtschaftsdünger):

Es werden die folgenden Ausbringtechniken unterschieden (Landwirtschaftskammer NRW 2021):

- ▶ **Breitverteiler:** „Beim Breitverteiler wird die Gülle breitflächig auf dem Boden und gegebenenfalls den Pflanzen verteilt. Dazu werden Prallköpfe oder Schwenkdüsen verwendet. Diese Technik ist vergleichsweise preiswert, hat aber Nachteile, weil dabei sehr viel Geruch entsteht und Düngestoffe verloren gehen. Aufgrund der Nachteile läuft diese Technik aus: Seit dem 1. Februar 2020 darf diese Technik nicht mehr auf bestelltem Ackerland, ab 1. Februar 2025 auch nicht mehr auf Grünland eingesetzt werden. Auf unbestelltem Ackerland darf die Technik weiterhin eingesetzt werden, es muss aber eine Einarbeitung des Düngers innerhalb von maximal 4 Stunden erfolgen. Ab 1. Februar 2025 wird der Zeitraum für die Einarbeitung auf unbestelltem Ackerland auf 1 Stunde reduziert. Unter bestimmten Bedingungen können Ausnahmen erlaubt werden.“ (Landwirtschaftskammer NRW 2021).
- ▶ **Schleppschlauch:** „Schleppschläuche bringen die Gülle streifenförmig nah an die Pflanzenwurzel. Auf Grünland wird allerdings die Gülle auf die Grasnarbe aufgebracht und erst bei Niederschlägen in den Wurzelbereich abgespült. Die Grasnarbe wird nicht verletzt. Auch für bestellte Ackerflächen ist dieses Verfahren gut geeignet.“ (Landwirtschaftskammer NRW 2021).
- ▶ **Schleppschuh:** „Bei Schleppschuhen werden mit Federstäben der Schlauch und die Kufen auf den Boden gedrückt und das Gras geteilt. Dieses Verfahren ist besonders bei höherem Gras gut geeignet: nach der Ablage wird der Göllestreifen durch das zurückweichende Gras

verborgen. Dadurch werden Emissionen gemindert. Im Ackerbau ist der Einsatz ebenfalls denkbar. Die Technik ist relativ leicht, wartungsarm und erfordert nur geringe Zugkraft.“ (Landwirtschaftskammer NRW 2021).

- ▶ **Schlitzverfahren:** „Beim Schlitzverfahren schneidet eine Scheibe den Boden auf und drückt den Boden v-förmig auseinander. In den Schlitz wird die Gülle zwischen 1-5 cm tief eingebracht. Auch in den Fahrspuren kommt die Gülle dadurch sicher in den Boden. Die Ammoniakverluste sind im Vergleich zu den anderen Verfahren deutlich geringer. Positiv ist die gute Nährstoffausbeute, weil der Dünger direkt an die Wurzeln der Pflanze gebracht wird. Das Schlitzverfahren kann auf Grünland den Nachteil haben, dass der Boden offenbleibt und sich dadurch Unkräuter an den Rändern ansiedeln können. Die Technik ist relativ teuer und schwer.“ (Landwirtschaftskammer NRW 2021).
- ▶ **Injektortechnik:** „Gülleinjektoren werden im Ackerbau eingesetzt. Da die Gülle direkt in den Boden eingearbeitet wird, entfällt ein Arbeitsgang. Die erforderlichen Maschinen sind massiv gebaut und teuer, die Arbeitsbreiten sind dadurch begrenzt.“ (Landwirtschaftskammer NRW 2021).

Die Wirkung dieser emissionsmindernden Ausbringtechniken gegenüber der Ausbringung mit einem Breitverteiler wird in (Häußermann et al. 2019) mit ca. 65% für den Schleppschuh und rund 80% für das Schlitzverfahren angegeben. Es wird dort auch darauf hingewiesen, dass die erhöhten Stickstoffeinträge durch die emissionsmindernde Ausbringtechnik in den Boden nur dann nicht die Nitratauswaschung erhöht, wenn die zusätzlich zu dem Wirtschaftsdünger ausgebrachte Mineraldüngermenge angepasst wird.

Ansäuerung von Gülle

Durch die Ansäuerung der Gülle mit Hilfe von Schwefelsäure wird der pH-Wert abgesenkt. Dies hat zur Folge, dass weniger NH₃-Emissionen bei der Ausbringung entstehen und mehr pflanzenverfügbarer Stickstoff im Boden anfällt (Kaupenjohann et al. 2019). „Durch die Ansäuerung in Verbindung mit der Schleppschlauchablage wird eine Verminderung der Ammoniakemissionen um ca. 60% bis 70% gegenüber einer Ausbringung nicht angesäuerter Gülle mit dem Schleppschlauch erreicht. Damit lassen sich die Ammoniakemissionen etwa auf das Niveau von Schlitztechniken senken, jedoch bei Aufrechterhaltung der großen Arbeitsbreiten und der hohen Verfahrensleistungen von Schleppschlauchsystemen.“ (Häußermann et al. 2019 S.40).

Ausbringtechnik für Festmist:

Festmist wird mit Festmiststreuern ausgebracht. Hier zielt die Entwicklung auf moderne Universalstreuer, mit denen sowohl Festmist als auch andere Feststoffe, z. B. Kompost oder Kalk ausgebracht werden können. Zudem wird die Dokumentations- und Nachweispflicht durch mehr elektronisch erfasste Mengen und Zeiten unterstützt (vgl. Fischer, K. 2020).

7.1.2 Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahme

Im NLRP von 2019 (NLRP 2019) sind zusätzliche Maßnahmen zur Reduktion der NH₃-Emissionen enthalten, die die Ausbringung von Wirtschaftsdünger betreffen und die über das WM-Szenario hinausgehen. Für diese Maßnahmen sind dort die folgenden erzielbare NH₃-Emissionsreduktionen angegeben:

- ▶ Kein Einsatz von Breitverteilern auf unbestelltem Ackerland (prognostizierte NH₃-Minderung für 2025 3 kt, für 2030 6 kt)

- ▶ Sofortige Einarbeitung (< 1h) flüssiger Wirtschaftsdünger auf unbestelltem Ackerland (prognostizierte NH₃-Minderung für 2025 7 kt, für 2030 6 kt)
- ▶ Sofortige Einarbeitung (<1h) fester Wirtschaftsdünger auf unbestelltem Ackerland (prognostizierte NH₃-Minderung für 2025 5 kt, für 2030 16 kt)
- ▶ Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger auf bestelltem Ackerland und Grünland nur mit Injektions-/Schlitztechniken bzw. Neutralisation durch Säurezugabe (prognostizierte NH₃-Minderung für 2025 16 kt, für 2030 48 kt)

Insgesamt ergibt sich für dieses Maßnahmenbündel zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger eine NH₃-Minderung von 76 kt für 2030 (vgl. NLRP 2019).

Die Maßnahme „Verpflichtende Vorgaben zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger“ aus den Maßnahmenvorschlägen des UBA für das Aktionsprogramm zur integrierten Stickstoffminderung (Oehlmann et al. 2021) wird dort wie folgt formuliert:

- ▶ „Verkürzung der Einarbeitungszeit auf <1h für flüssigen Wirtschaftsdünger (Gülle, Jauche, Gärreste) sowie Festmist (Rinder, Schweine, Geflügel) auf unbestelltem Ackerland
- ▶ Ausbringung von flüssigem Wirtschaftsdünger auf bewachsenes Ackerland und Grünland mit Schlitzverfahren oder alternativ Schleppschlauch mit Neutralisation
- ▶ Zusätzliche Verlängerung der Sperrfristen zur Ausbringung von organischen Wirtschaftsdüngern (generelles Ausbringungsverbot vom 15. September bis 1. März)
- ▶ Unterlassung der N-Düngung von Fahrspuren“ (Oehlmann et al. 2021 S.126).

Die hier betrachtete Maßnahme „Ausbringung von Wirtschaftsdünger“ zielt also vor allem auf die rasche Einarbeitung von flüssigem Wirtschaftsdünger und Festmist auf unbestelltem Ackerland ohne Vorgabe der Technik aber mit Vorgabe einer Einarbeitungszeit <1h, und der Ausbringung von flüssigem Wirtschaftsdünger auf bewachsenem Ackerland und Grünland mit Vorgabe der emissionsmindernden Technik Schlitzverfahren oder alternativ Schleppschuh und gleichzeitiger Neutralisation der Gülle durch Ansäuerung ab.

Zusätzlich wird durch die im Aktionsprogramm geforderten generellen Sperrfristen das Zeitfenster für die Ausbringung eingeschränkt. Dem letzten Punkt „Unterlassung von N-Düngung auf Fahrspuren“ wird nur ein sehr geringes Emissionsminderungspotenzial attestiert.

Die jeweiligen Teilmaßnahmen, die eine Verkürzung der Einarbeitungszeit <1h betreffen, sind mittlerweile durch die Novellierung der DüV 2020 bereits eingeführt und müssen ab dem 01.02.2025 eingehalten werden (Ausnahmen gelten für Festmist von Hufen- und Klauentieren und Kompost, da durch diese Düngemittel nur geringe Mengen Ammoniak freigesetzt werden).

Im Aktionsprogramm (Oehlmann et al. 2021) wird das NH₃-Emissionsminderungspotenzial für die Maßnahme verpflichtende Vorgaben zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger mit >25 kt N (entspricht ca. >30 kt NH₃) angegeben.

Im NLRP-Bericht von 2019 wird für die verschiedenen Teilmaßnahmen, die die Ausbringung von Wirtschaftsdünger betreffen (Verkürzung der Einarbeitungszeit, Nutzung Schlitzverfahren bzw. Schleppschlauch mit Neutralisation, etc. siehe oben) für das Jahr 2030 insgesamt eine NH₃-Emissionsminderung von 76 kt NH₃/a ausgewiesen. Dies entspricht ca. 57% des für alle Maßnahmen aus der Landwirtschaft im NLRP von 2019 angegebenen Minderungspotenzial von 133 kt/a.

Bezogen auf die gesamten nationalen NH₃-Emissionen aller Sektoren im WM-Szenario 2030 aus dem NLRP von 2019 in Höhe von 570 kt/a ergibt sich ein Emissionsminderungspotenzial dieser Einzelmaßnahme in der Landwirtschaft von ca. 13%.

7.1.3 Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen

Um für die Maßnahme „Verpflichtende Vorgaben zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger“ die Unsicherheiten der NH₃-Emissionen zu betrachten, wurde Angaben aus dem German Informative Inventory Report 2022 (vgl. IIR 2022) für den NFR-Sektor 3Da2a Animal manure applied to soils herangezogen. Diese liegen im Bereich von -17% bis +19%.

Tabelle 9: Unsicherheiten der Emissionen aus der Quellgruppe 3Da2a Animal manure applied to soils (Ausbringung von Wirtschaftsdünger), Bezugsjahr 2019, gemäß IIR-Report 2022

Unsicherheiten in der Quellgruppe 3Da2a Animal manure applied to soils		
Schadstoff	Untere Abweichung in %	Obere Abweichung in %
NH ₃	-16,95%	+18,52%

(Quelle: IIR 2022)

Angegeben sind die schadstoffspezifischen Unsicherheiten der Emissionen wie sie für das Jahr 2021 berichtet wurden. Dargestellt ist die mittlere untere und obere Abweichung vom berichteten Wert in Prozent.

7.1.4 Auswirkungen der Maßnahme auf die Luftqualität

Vorbemerkung

NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft werden überwiegend flächig bodennah freigesetzt. Die Quellgebiete liegen im ländlichen Raum, dort wo Landwirtschaft betrieben wird. Einzelne Großställe können aber auch als relevante Punktquellen mit lokal hohen Emissionen betrachtet werden.

Für NH₃-Konzentrationen in der Luft gibt es keine Grenzwerte in der EU-Luftqualitätsrichtlinie. Da aber NH₃ zur Bildung von sekundären Aerosolen und damit zur Feinstaubbelastung beiträgt, sind die Auswirkungen der NH₃-Emissionen auf diesem Weg indirekt durch die Grenzwerte für PM_{2,5} und PM₁₀ mitberücksichtigt.

In hoher Konzentration in der Luft kann NH₃ direkt schädlich für Pflanzen sein. Daher sind in der Genfer Luftreinhaltekonvention (Göteborg Protokoll) sogenannte „critical levels“ festgelegt (Schutz von Flechten (empfindliche Ökosysteme) 1 µg/m³, Schutz von höheren Pflanzen 2-4 µg/m³). Stickstoffliebende Pflanzen können NH₃ für ihr Wachstum nutzen und Schäden entstehen erst bei höheren Konzentrationen (vgl. Bayerisches Landesamt für Umwelt 2018).

In Bezug auf den Eintrag von Stickstoff, u.a. über NH₃, in Ökosysteme (Pflanzen, Boden) wurden sogenannte „critical loads“, spezifische jährliche Belastungsraten bezogen auf die Fläche, festgelegt. Diese liegen je nach Empfindlichkeit des Ökosystems unterschiedlich hoch.

Zudem wird der Eintrag in Gewässer durch die EU-Nitrat-Richtlinie über Grenzwerte geregelt.

Abschätzung der Maßnahmenwirkung auf die Luftqualität

Die zusätzlichen Maßnahmen im WAM-Szenario im NLRP von 2019, die sich auf die Minderung der NH₃-Emissionen beziehen, gehören alle zum Sektor Landwirtschaft. Die erzielbare Gesamtemissionsminderung dieser zusätzlichen Maßnahmen wird im NLRP von 2019 mit 133 kt NH₃ ausgewiesen.

In Bezug auf die Luftqualität können die Prognosen im NLRP von 2019, die über Modellrechnungen mit dem EURAD-Modell ermittelt wurden, herangezogen werden. Diese zeigen sowohl für das WM als auch für das WAM-Szenario 2030 gegenüber 2005 für die NH₃-Konzentrationen Minderungen, die eine ähnliche räumliche Struktur aufweisen, wobei die größten Minderungen in Nordwest- und Südost-Deutschland erzielt werden, dort wo die landwirtschaftlichen Aktivitäten am größten sind.

Über die hier betrachtete Maßnahme, die die Technik zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger auf landwirtschaftlichen Flächen betrifft, kann, wie oben erläutert, ca. 57 % des Minderungspotenzials aus dem im NLRP von 2019 ausgewiesenen Gesamtpotenzial für NH₃ realisiert werden. Diese zusätzliche Emissionsminderung wird in den landwirtschaftlichen geprägten Gebieten überwiegend bodennah flächig freigesetzt und wird tendenziell damit zu einer weiteren Reduktion der NH₃-Hintergrundbelastung im Vergleich zum WM-Szenario führen.

Da, wie bereits erläutert, NH₃-Emissionen zur Bildung von sekundären Aerosolen beitragen, tragen sie auch zur PM_{2,5}-Hintergrundbelastung bei. Die mittleren PM_{2,5}-Konzentrationen lagen im Jahr 2020 in Deutschland im Bereich von 7 bis 10 µg/m³, je nach Belastungsregime (ländlich, städtisch, städtisch verkehrsnah).

Die Ergebnisse der Modellrechnungen mit dem EURAD-Modell, bei denen über ein komplexes Chemie- und Aerosolmodell diese sekundäre Aerosolbildung explizit mit berechnet wird, zeigen gemäß NLRP von 2019 ein Minderungspotenzial der PM_{2,5}-Belastung durch die zusätzlichen Maßnahmen im WAM-Szenario, die auch die Landwirtschaftsmaßnahmen enthalten. Wie hoch der Anteil der Minderung der NH₃-Emissionen daran ist, kann über diese Modellrechnungen nicht abgeschätzt werden.

Bezüglich der PM_{2,5}-Hintergrundbelastung ist zu beachten, dass ein hoher Anteil durch den großräumigen Transport, d. h. aus anderen Teilen von Europa und weltweit verursacht wird. Entsprechend ist die Wirkung einer Reduktion des durch die Emissionen aus Deutschland verursachten Anteils insgesamt vergleichsweise gering.

Im Rahmen eines Forschungsprojektes der Max-Planck-Gesellschaft wurde die Wirkung der Minderung von NH₃-Emissionen aus Düngung und Viehzucht auf die Feinstaubkonzentration in Europa und Nordamerika ermittelt, um aufzuzeigen, dass neben den direkten Feinstaubemissionen, z. B. aus dem Verkehrssektor, vor allem auch die sekundär gebildeten Feinstaubpartikel zu einem relevanten Maß zur gesamten Feinstaubbelastung beitragen (Pozzer et al. 2017). Es wurde gezeigt, dass eine weltweite Halbierung der NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft in Europa 11 %, in den USA 19 % und in China 34 % Minderung der PM_{2,5}-Feinstaubbelastung zur Folge haben kann. Für Deutschland wurde eine durchschnittliche PM_{2,5}-Belastung von 14 µg/m³ für das Jahr 2015 angegeben und eine Reduktion auf 12,4 µg/m³ im Minderungsszenario (-50 % NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft). Des Weiteren wurden auch die gesundheitlichen Effekte modelliert. Die Ergebnisse zeigen, dass eine europaweite NH₃-Reduktion um 50 % die PM_{2,5}-Sterblichkeitsrate um fast 20 % verringert.

7.2 Allgemein verständliche Übersetzung der Wirkungsbewertung

7.2.1 Maßnahmenspezifische Übersetzung der Wirkungsbewertung

Maßnahmen um die NH₃-Emissionen bei der Ausbringung von Wirtschaftsdünger zu reduzieren zielen allgemein darauf ab, ein schnelles Eindringen der Gülle in den Boden zu ermöglichen. Dadurch soll der Kontakt mit der Atmosphäre minimiert werden, um eine Umwandlung in gasförmiges Ammoniak möglichst zu verhindern sowie eine rasche und möglichst umfassende Aufnahme durch Pflanzen zu verbessern.

Um dieses Ziel zu erreichen ist die Technik der Ausbringung entscheidend. Für Gülle, also flüssigen Wirtschaftsdünger, werden traditionell sogenannte **Breitverteiler** eingesetzt. Dabei wird die Gülle in Tanks auf das Feld gebracht und breitflächig auf den Boden verspritzt. Bei dieser Technik entstehen sehr viel NH₃-Emissionen denn die Gülle ist längere Zeit der Luft ausgesetzt, weil die verteilte Gülle lange Zeit braucht um in den Boden zu versickern. Zudem ist diese Art der Ausbringung auch mit erheblicher Belästigung durch den stechenden Geruch von Ammoniak verbunden.

Eine etwas fortschrittlicher Technik zur Ausbringung von Gülle ist der **Schleppschlauch**. Dieser verspritzt die Gülle nicht großflächig, sondern leitet sie durch Schläuche, die über den Boden schleifen, in Linien direkt an die Pflanzreihen. Allerdings bleibt die Gülle auch bei dieser Technik auf dem Boden und benötigt weiterhin Zeit um in den Boden zu versickern.

Daher gibt es die sogenannten **Schleppschuhe**. Bei dieser Ausbringungstechnik werden auch Schläuche genutzt. Aber diese werden durch Federstäbe auf den Boden gedrückt. Damit lässt sich die Verweilzeit der Gülle an der Luft weiter verringern und die NH₃-Emissionen damit noch mehr reduzieren. Gegenüber den Breitverteilern lassen sich dadurch die NH₃-Emissionen um 65% reduzieren.

Um die Verweilzeit an der Luft noch weiter zu reduzieren gibt es das sogenannte **Schlitzverfahren**. Dabei wird der Boden erst durch Scheiben geöffnet und die Gülle dann direkt in den Boden eingebracht. Dies reduziert die Verweilzeit an der Luft noch mehr und beschleunigt die Aufnahme durch die Pflanzen. Dadurch lassen sich die NH₃-Emissionen um 80% gegenüber den Breitverteilern reduzieren.

Das fortschrittlichste Verfahren zur Ausbringung von Gülle ist die sogenannte **Injektortechnik**. Bei dieser Ausbringungstechnik, wird der Boden ebenfalls geöffnet und die Gülle bis in die Wurzel Tiefe der Pflanzen injiziert. Gegenüber den Breitverteilern lassen sich dadurch die NH₃-Emissionen bis zu 90% reduzieren.

Eine weitere Methode zur Reduktion von NH₃-Emissionen durch die Ausbringung aber auch die Lagerung von Gülle ist die Ansäuerung. Dabei wird die Gülle bereits im Stall, bei der Lagerung oder während der Ausbringung angesäuert und der pH-Wert der Gülle durch die Zugabe von Säure herabgesetzt. Dadurch wird die Umwandlung von Ammonium in Ammoniak reduziert und damit auch die Freisetzung von Ammoniak verringert. Gegenüber der Ausbringung von nicht angesäuerter Gülle mit der Schleppschlauchtechnik lassen sich so die NH₃-Emissionen um bis zu 70% reduzieren. Zusätzlich werden die NH₃-Emissionen aus dem Stall und der Gülle Lagerung ebenfalls reduziert.

Weitere Maßnahmen zur Reduktion von Ammoniak aus der Ausbringung von Gülle sind jahreszeitliche Beschränkungen. Dabei werden die Wachstumsperioden der Pflanzen berücksichtigt und eine Ausbringung in den Wintermonaten untersagt.

Auch die Bodenbeschaffenheit und die Art der landwirtschaftlichen Nutzung der Böden lassen sich in Maßnahmen zur Reduktion der NH₃-Emissionen bei Ausbringung von Gülle berücksichtigen. Dazu zählt das Verbot der Gülleausbringung auf Fahrspuren oder die Differenzierung zwischen unbestelltem Ackerland, Grünland und bewachsenem Ackerland.

Einige der hier genannten Maßnahmen sind bereits mit der Neufassung der Düngeverordnung im Jahr 2020 gesetzlich vorgeschrieben. So muss ab dem Jahr 2025 die Einarbeitung von flüssigem Wirtschaftsdünger wie Gülle oder Jauche auf unbestelltem Ackerland innerhalb von einer Stunde erfolgen. Auch gelten für die Wintermonate Dezember und Januar Sperrfristen für organische Düngemittel auf unbestelltem Ackerland sowie für Festmist auf Acker- und Grünland.

7.3 Maßnahmenspezifische Kommunikation

7.3.1 Allgemeine Anforderungen an erfolgreiche Kommunikation bei Emissionsmaßnahmen in der Landwirtschaft

Auf Basis der in Kapitel 0 aufgeführten methodischen Herangehensweise wird auch die Kommunikation für die Maßnahme „Ausbringung von Wirtschaftsdünger für Emissionen aus der Landwirtschaft“ strukturiert.

7.3.2 Analyse des IST-Zustands

Die in Kapitel 7 betrachtete Maßnahme „Ausbringung von Wirtschaftsdünger“ zielt darauf ab, durch schnelles Einarbeiten von Gülle Stickstoff-Emissionen zu reduzieren. Die Vorgaben zur Ausbringung von Dünger sind in der Düngeverordnung (DÜV 2020) geregelt.

Es gab viel Kritik an der DÜV 2020, der Bundesrat kritisierte auch fachliche Mängel. Problematisch war vor allem die spezifische Dokumentation der tatsächlich durchgeführten Düngungsmaßnahmen. Bislang galt der Nährstoffvergleich als Richtlinie. Die Entscheidung der Festlegungen für „Rote Gebiete“ wurde vertagt. Dies führte zu Unsicherheiten bei den Landwirt*innen und hatte betriebswirtschaftliche Konsequenzen für landwirtschaftliche Unternehmen, v.a. in nitratbelasteten roten Gebieten. Eine Untersuchung hinsichtlich der Existenzgefährdung von fünf Betrieben ergab, dass Acker- und Gemüselandwirt*innen eher von wirtschaftlichen und existentiellen Folgen betroffen seien als Landwirt*innen mit Viehzucht.

„Die genauere Betrachtung der Ergebnisse zeigt, dass die Bedeutung der einzelnen Schadenspositionen zwischen den Betrieben stark variiert. Im Acker- und Gemüsebau stellt der Ertragsverlust der angebauten Kulturen mit Abstand die größte Schadensposition dar. In den beiden Veredlungsbetrieben mit angeschlossener Biogasanlage verursacht vor allem die Ersatzbeschaffung von Futter [...] und die Abgabe von Wirtschaftsdüngern den größten Einzelschaden. Dies gilt auch im Milchviehbetrieb. Die Schaffung zusätzlicher Lagerkapazität ist ebenfalls relativ „teuer“. [...]. Die flächenscharfe 170 kg N/ha-Grenze stellt insbesondere Betriebe mit hohem Anfall an Wirtschaftsdüngern vor Probleme. Ohne den Einsatz von Mindestmineraldüngermengen ist es nicht möglich, auf die Veränderung der Pflanzenbestände zu reagieren. Dies erschwert eine gute Kulturführung erheblich.“ (Buhk 2020)

Im Mai 2023 hat das BMEL einen Entwurf für ein neues Düngegesetz beschlossen. Damit zielt die Bundesregierung darauf ab, mehr Verlässlichkeit und Planbarkeit für Landwirt*innen zu erzeugen. Zentrales Ziel sei es weiterhin, dem Verursacherprinzip zu folgen. Bundesminister Özdemir sagt dazu: "Einige Regionen in Deutschland kämpfen seit Jahren mit sehr hohen Nitratbelastun-

gen in ihren Gewässern. Ein Grund dafür sind Düngeregeln, die über die Jahre zwar immer wieder geändert wurden, aber nicht verlässlich und wirksam genug sind. Wir packen das jetzt an. Mit dem neuen Düngegesetz legen wir den Grundstein für verlässliche Düngeregeln, mit denen Höfe Planungssicherheit haben, das Verursacherprinzip stärker Beachtung findet und unser Wasser sauber bleibt.“

Das BMEL möchte mit den Änderungen des Düngevertrags folgende Ziele erreichen:

- ▶ das Verursacherprinzip stärken (insbesondere in den nitratbelasteten „Roten Gebieten“),
- ▶ die Daten bzgl. Nährstoffen und Düngepraxis landwirtschaftlicher Betriebe nachvollziehen und bewerten, um darauf aufbauend für die Betriebe gezielte Maßnahmen abzuleiten,
- ▶ eine größere Flexibilität ermöglichen, um z. B. den Geltungsbereich der Stoffstrombilanz direkt in der Verordnung zu regeln,
- ▶ die gute fachliche Praxis im Umgang mit Nährstoffen auf einzelbetrieblicher Ebene detaillierter und besser regeln und damit eine präzisere Bilanzierung und Bewertung von Nährstoffflüssen zu ermöglichen,
- ▶ bestehende Vorschriften harmonisieren, wie etwa die Schwellenwerte, die einen Betrieb zur Stoffstrombilanz verpflichten,
- ▶ den Mehraufwand für Betriebe verringern, indem einmal erhobene Daten besser bzw. mehrfach verwendet werden,
- ▶ die Instrumente für einen zielgerichteten Vollzug der Düngeregeln stärken, indem z. B. eine Ordnungswidrigkeit bei mehrfach wiederholter Nichteinhaltung der zulässigen Bilanzwerte eingeführt wird (vgl. BMEL Pressemitteilung 2023).

Diese sich in zeitlichen Abständen verändernden bzw. nachjustierten Regelungen erfordern kontinuierliches Lernen der Landwirt*innen. Die Wahl der Dünge Mengen und -zeitpunkte, die Sortenwahl oder Sortenmischungen sowie Kenntnisse über Precision Farming oder flächenspezifische Bewirtschaftung bieten Potential, durch spezifische Düngeverfahren und -techniken Stickstoff zu mindern.

Auch wenn fast alle Landwirt*innen von der Maßnahme „Ausbringung von Wirtschaftsdünger“ betroffen sind, muss die Ansprache differenziert werden. Die Zielgruppe „Landwirt*innen“ ist nicht homogen, sondern stark differenziert zu betrachten, wie das folgende Kapitel zeigt.

7.3.3 Zielgruppen

7.3.3.1 Landwirt*innen

Eine der Hauptzielgruppen der stickstoffmindernden Maßnahmen sind Landwirt*innen. Diese Gruppe ist – trotz der scheinbar gleich gestellten Interessenlage – geprägt von einer starken Differenzierung. Segmentierungsfaktoren sind hier sozio-kulturelle Aspekte (Sinus-Milieus). Aber auch die psychografischen Merkmale und die emotionale Ebene nach der Limbic Map (Ängste, Wünsche, Hoffnungen, Bedürfnisse) sind Segmentierungsfaktoren.

Ausgehend von einer Erhebung anlässlich der Agrima 2013 lassen sich vier Typen von Landwirt*innen (n= 2.024) herausarbeiten.

Eckdaten zur Erhebung:

- ▶ Evaluation des Mediennutzungs- und Informationsverhalten von Landwirt*innen unter Berücksichtigung betrieblicher Strukturen im Langzeitverlauf
- ▶ Durchführung durch das Marktforschungsinstitut Produkt + Markt (Wallenhorst)
- ▶ Befragungszeitraum: November 2012 bis Februar 2013
- ▶ Persönlich mündliche Interviews
- ▶ Auftraggeber: AOL (Arbeitsgemeinschaft Organisationsgebundene Landpresse) und Agrarfachmedienverlage

Quotierter Stichprobe:

- ▶ 2.024 Landwirt*innen
- ▶ Hochrechnung auf eine Grundgesamtheit von 206.000 Landwirte*innen in Deutschland

Die beruflich flexiblen Orientierungssucher*innen (Typ 1):

- ▶ sie stehen dem Strukturwandel neutral abwartend gegenüber
- ▶ sie sind in ihrer Region bedingt verankert
- ▶ sie sind eher modern
- ▶ es besteht eine geringe Bindung zum Beruf des Landwirtes
- ▶ sie sind moderat risikobereit
- ▶ sie sind bestrebt Anschluss zu halten

Weitere Eckdaten:

- ▶ das Durchschnittsalter liegt bei 49 Jahren
- ▶ sie sind zu 56 Prozent im Haupterwerb
- ▶ 16 Prozent von Ihnen sind Wachstumsbetriebe
- ▶ die Durchschnittsfläche liegt bei 58 ha
- ▶ Investitionen von 63.700.- Euro sind geplant

Die dynamisch engagierten Unternehmer*innen (Typ 2):

- ▶ sie sehen den Strukturwandel als Chance
- ▶ sie sind politisch bzw. öffentlich aktiv
- ▶ sie sind vom Typ her Manager*in
- ▶ sie sind Pioniere und risikofreudig
- ▶ sie sehen den Erfolg durch Verantwortung
- ▶ sie sind anspruchsvoll und gut vernetzt

- der Beruf wird als Berufung gesehen

Weitere Eckdaten:

- das Durchschnittsalter liegt bei 48 Jahren
- sie sind zu 87 Prozent im Haupterwerb
- sie sind zu 50 Prozent Wachstumsbetriebe, es gibt kaum Aussteiger
- die Durchschnittsfläche liegt bei 153 ha
- Investitionen von 188.000.- Euro sind geplant

Die bodenständigen Landwirt*innen unter Veränderungsdruck (Typ 3):

- der Beruf wird als Berufung gesehen
- sie sind in der Region verankert und traditionsorientiert
- sie sind vom Typ her “Praktiker*in” und “Folger*in”
- sie haben wenig “Tellerrandmentalität”
- sie nehmen den Strukturwandel vorsichtig an

Weitere Eckdaten:

- das Durchschnittsalter liegt bei 51 Jahren
- sie sind zu 77 Prozent im Haupterwerb
- sie sind zu 22 Prozent Wachstumsbetriebe
- die Durchschnittsfläche liegt bei 68 ha
- Investitionen von 68.000.- Euro sind geplant

Die resignierten Landwirt*innen auf dem Rückzug (Typ 4):

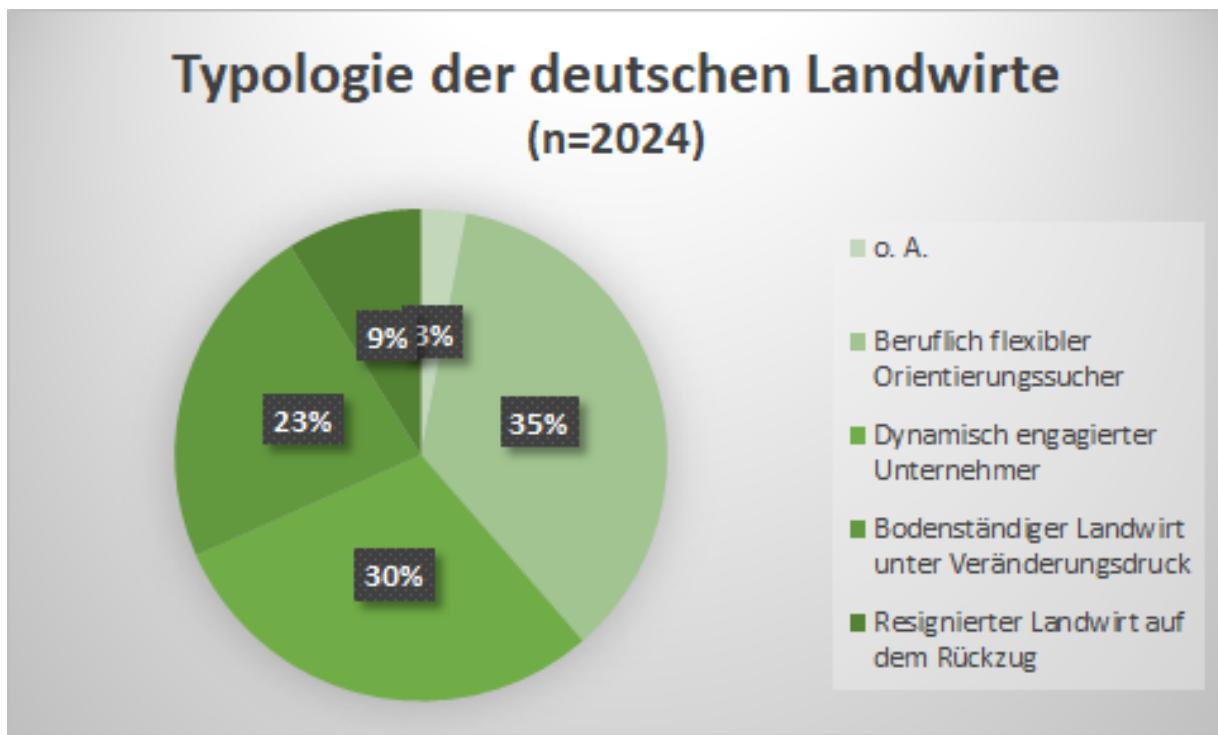
- sie haben wenig Zuversicht, sie haben den Anschluss verloren
- sie sind vom Typ her “Praktiker*in” und “Folger*in”
- sie sind traditionell
- sie besuchen wenig Veranstaltungen und leben zurückgezogen
- sie sehen den Strukturwandel und die Öffentlichkeit als “Feind”

Weitere Eckdaten:

- das Durchschnittsalter liegt bei 58 Jahren
- sie sind zu 52 Prozent im Haupterwerb

- sie sind zu 4 Prozent Wachstumsbetriebe und zu 37 Prozent Ausstiegsbetriebe
- die Durchschnittsfläche liegt bei 35 ha
- Investitionen von 13.500.- Euro sind geplant

Abbildung 32: Übersicht über die Anteile der jeweiligen Landwirt*innen-Typen



(Quelle: Münch 2013)

Informationsverhalten der Landwirt*innen – Nutzung des Internets

Das Internet wird hauptsächlich benutzt um Wetterinformationen zu erhalten (68 Prozent jeden Tag/mehrmals pro Woche). Es folgt Informationen zu Märkten und Preisen zu suchen (35 Prozent jeden Tag/mehrmals pro Woche). 30 Prozent nutzen das Internet jeden Tag/mehrmals pro Woche um tagesaktuelle Agrarnachrichten zu lesen. 22 Prozent nutzen das Internet jeden Tag/mehrmals pro Woche um Pflanzenschutzhinweise zu erhalten. Nur 6 Prozent nutzen das Internet jeden Tag/mehrmals pro Woche um bei Experten Rat einzuholen (vgl. Münch 2013).

Der Strukturwandel in der Landwirtschaft schreitet weiter voran, was auch eine zweite Marktforschungsstudie (Agrimastudie 2019) bestätigt. Im Vergleich zur Studie von 2013 wurde der Stichprobenumfang nochmal erhöht. So wurden 3.126 Landwirt*innen (darunter 2.609 in Westdeutschland und 517 in Ostdeutschland) befragt.

Der Strukturwandel ist gekennzeichnet durch eine Reduktion der Gesamtzahl landwirtschaftlicher Betriebe, jedoch dafür durch immer größer werdende Betriebe. Die Zahl der ökologisch wirtschaftenden Betriebe nimmt dabei leicht zu.

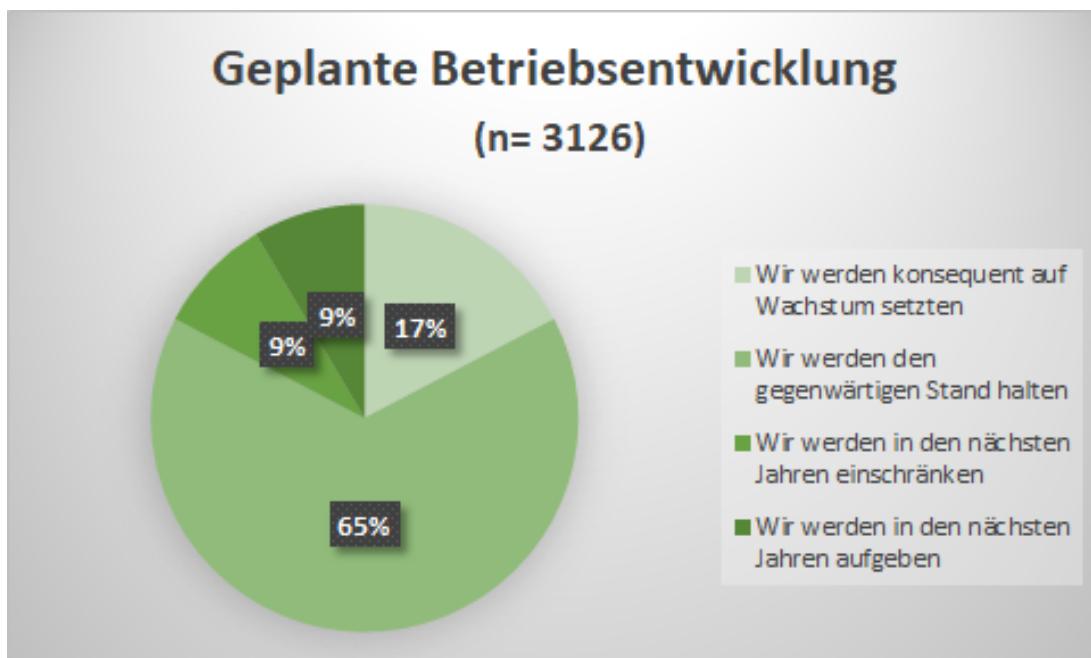
Ermittelt wurde darüber hinaus das Informations- und Investitionsverhalten der Landwirt*innen hinsichtlich ihrer Betriebsführung. Hervorzuheben ist dabei, dass 88,8 Prozent der Befragten angaben, sich primär mit anderen Landwirt*innen auszutauschen. Gefolgt von 81,5 Prozent, welche ihre Informationen aus den regionalen Wochenblättern (z. B. Bauernblatt für Schleswig-

Holstein und Hamburg, Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Badische Bauern Zeitung) beziehen. 65,3 Prozent gaben an, sich über die Offizialberatung (Die Länder sind i.d.R. verantwortlich für die unabhängige staatliche oder staatlich geförderte Beratung) zu informieren.

Die Entwicklung der Betriebe:

Etwa 82 Prozent der Landwirt*innen wollen die Größe ihrer Betriebe stabil halten oder wachsen. Die Anzahl der landwirtschaftlichen Betriebe insgesamt hat erneut abgenommen, allerdings scheint sich der Strukturwandel etwas zu verlangsamen. So antworteten etwa zwei Drittel der Betriebe, dass sie den gegenwärtigen Stand halten wollen. Betriebe oberhalb 100 ha nehmen weiter zu.

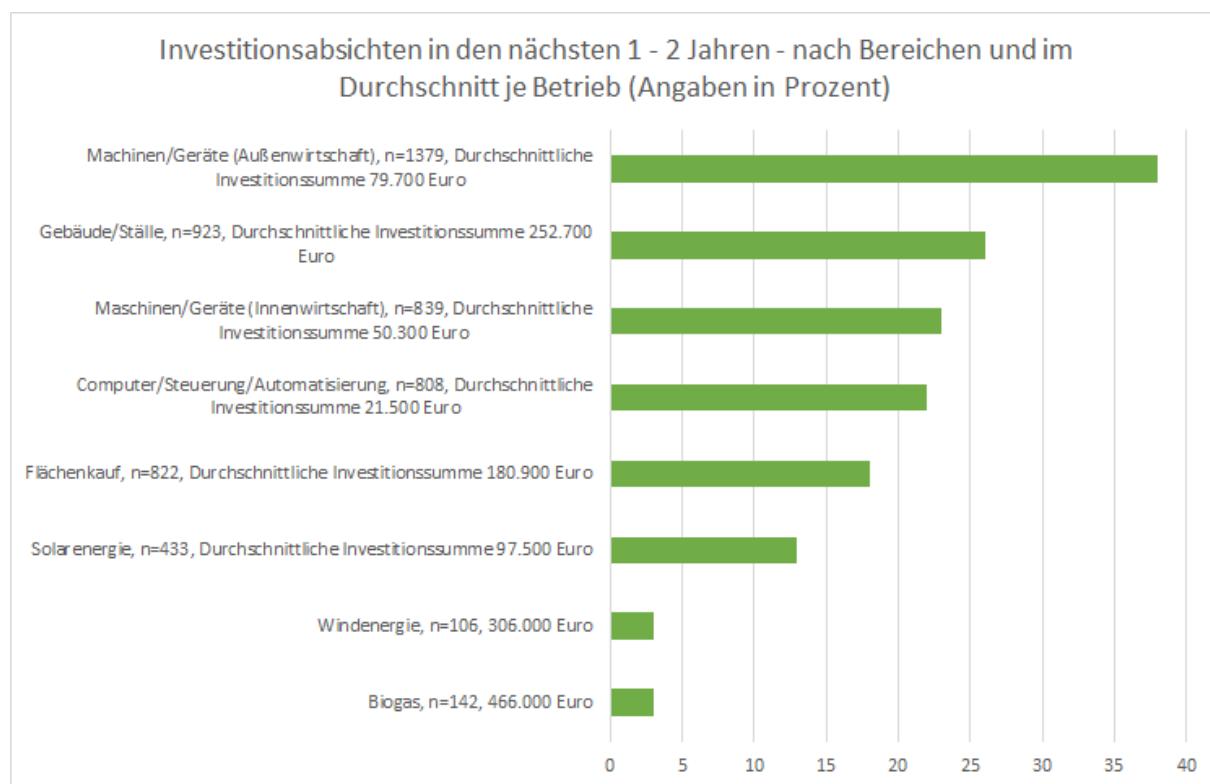
Abbildung 33: Geplante Betriebsentwicklung



(Quelle: Münch 2013)

Was das Investitionsverhalten der Landwirt*innen 2018 und 2019 anbetrifft, gaben knapp 40 % an, im Durchschnitt für Maschinen und Geräte für die Außenwirtschaft 79.700 Euro auszugeben. Die Investitionsausgaben sind generell gestiegen mit der zunehmenden Größe und dem Spezialisierungsgrad in der Landwirtschaft.

Abbildung 34: Investitionsvorhaben von Landwirtschaftsbetrieben



(Quelle: Marktforschungsinstitut Produkt und Markt 2018)

Eine Segmentierung der landwirtschaftlichen Zielgruppen kann je nach Fragestellung auf unterschiedliche Weise erfolgen. Dabei setzt die Identifikation der geeigneten Zielgruppen eine genaue Kenntnis jeder Segmentation voraus.

Die landwirtschaftlichen Zielgruppen unterscheiden sich in ihrem Informations- und Kommunikationsverhalten in der Art und Intensität der Nutzung der verschiedenen Kommunikationskanäle.

Eine ganzheitlich aus einer Hand auf die jeweilige Zielgruppe abgestimmte crossmediale Kampagne leitet den Entscheidungsfindungsprozess des Landwirtes und kann die Kaufaktivierung auslösen.

7.3.3.2 Verbraucher*innen

Auch die Zielgruppe der Verbraucher*innen ist zu segmentieren. Konsumverhalten und Ernährungsgewohnheiten, Lebensumstände, Bildungsgrad und Einkommen sind Faktoren, die diese Zielgruppe nochmals stark unterscheiden (vgl. Bruhn 2008).

Nicht involvierte* Verbraucher*in:

- ▶ Geringe Bedeutung von Produktinformationen, Preisen und Fachgeschäften
- ▶ Geringe Bedeutung der Qualitätsaspekte Gesundheit, Bioprodukte und Frische
- ▶ Bequemlichkeit beim Kochen ist wichtig und Planung ist unwichtig

- ▶ Starke Ausprägung des Snack-Verhaltens
- ▶ Bildungsgrad: Überwiegend Berufsausbildung / Abitur
- ▶ Durchschnittsalter: 37 Jahre

Enthusiastische*r Verbraucher*in

- ▶ Höchste Bedeutung von Produktinformationen, Preisen und Fachgeschäften
- ▶ Hohe Bedeutung von Gesundheit, Neuigkeitsgrad, Bioprodukten und Frische
- ▶ Großes Interesse am Kochen, Planung ist wichtig und Bequemlichkeit unwichtig
- ▶ Soziale Aspekte und Lifestyle sind sehr wichtig
- ▶ Durchschnittsalter: 49 Jahre
- ▶ Bildungsgrad: Überwiegend Berufsausbildung / Abitur

Abenteuerlustige*r Verbraucher*in

- ▶ Höchste Bedeutung der Qualitätsaspekte Neuigkeitsgrad und Geschmack
- ▶ Höchste Bedeutung des Interesses am Kochen und der Suche nach neuen Wegen
- ▶ Höchste Bedeutung der Kaufmotive Selbsterfüllung und soziale Beziehungen
- ▶ Durchschnittsalter: 44 Jahre
- ▶ Bildungsgrad: überwiegend Hochschulabschluss

Interessierte*r Verbraucher*in

- ▶ Hohe Bedeutung von Produktinformationen, Fachgeschäften und Einkaufslisten
- ▶ Geringste Einstellung gegenüber Werbung
- ▶ Hohe Bedeutung von Gesundheit und Frische sowie die höchste Bedeutung von Bioprodukte
- ▶ Kochen ist nicht Aufgabe der Frau
- ▶ Durchschnittsalter: 46 Jahre
- ▶ Bildungsgrad: überwiegend Abitur / Hochschulabschluss

Konservative*r Verbraucher*in

- ▶ Hohe Bedeutung von Preisen und höchste Bedeutung von Einkaufslisten
- ▶ Neuigkeitsgrad und die Suche nach neuen Wegen unwichtig

- ▶ Planung ist sehr wichtig
- ▶ Kochen ist keine Familienangelegenheit, sondern die Aufgabe der Frau
- ▶ Höchste Bedeutung des Kaufmotivs Sicherheit
- ▶ Bildungsgrad: Überwiegend Realschule Berufsausbildung
- ▶ Durchschnittsalter: 56 Jahre

7.3.3.3 Ernährungsgewohnheiten der Zielgruppe Verbraucher*innen

Landwirtschaft, Nahrungsmittel und Ernährungsgewohnheiten von Verbraucher*innen stehen in engem Zusammenhang zueinander, siehe dazu auch Kapitel 9.1 über das Kompetenznetzwerk Nutztierhaltung, die sogenannte Borchert-Kommission. Aus dem Ernährungsreport des BMEL 2020 geht hervor, dass sich das Konsum- und Ernährungsverhalten der Verbraucher*innen in Deutschland in den letzten Jahren verändert hat und sich ein Bewusstsein für verschiedene Aspekte wie Herkunft der Produkte, Regionalität, gesunde Ernährung etc. entwickelt hat. Was Motivation und Bedürfnisse für diesen Antrieb sind, wird im Folgenden verdeutlicht (vgl. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. 2020).

Ebenfalls aus dem Ernährungsreport geht hervor, dass Verbraucher*innen zunehmend dazu tendieren, Alternativen zu tierischen Produkten zu erwerben. Allerdings sind weit mehr als die Hälfte (75 Prozent) noch nicht überzeugt, sondern von Neugier getrieben, Alternativen auszuprobieren. Lediglich 37 Prozent sehen darin eine gesundheitliche Motivation, nur 41 Prozent der Befragten begründen ihr Handeln mit dem Umwelt- / Klimaaspekt.

Kriterien, die Kaufentscheidungen beeinflussen, sind ebenfalls sehr vielschichtig. Eine sehr hohe Relevanz haben Geschmack und regionale Herkunft. Allerdings spielt auch der Preis eine nicht unwesentliche Rolle, immerhin gaben dies 46 Prozent der Befragten an.

Der Fleischverbrauch liegt „seit einigen Jahren insgesamt weitgehend unverändert bei etwa 60 kg pro Kopf und Jahr. Zwar sinkt der Verbrauch von Schweinefleisch (-370 g/Kopf u. Jahr), bei Rind- und Kalbfleisch (+130 g) sowie Geflügel (+190 g) zeigt sich jedoch weiterhin ein Anstieg im Verbrauch. (...). Bei Milch und Milchprodukten sind tendenziell sinkende Verbrauchsmengen erkennbar, am stärksten ausgeprägt bei Milch. Der Verbrauch von Käse hingegen steigt weiter an mit durchschnittlich + 200 g pro Kopf und Jahr“ (DGE 2022).

7.3.3.4 Erwartungen der Verbraucher*innen an die Landwirtschaft

Immer mehr Verbraucher*innen wollen verstärkt auf saisonale Produkte mit kurzen Transportwegen zurückgreifen. Gleichzeitig legen sie Wert darauf, beim Lebensmitteleinkauf die Landwirtschaft in ihrer Region zu unterstützen. Doch wie wichtig die regionale Herkunft ist, hängt auch stark vom Produkt ab. Hier liegen frische Erzeugnisse vorn – allen voran Milch, Milcherzeugnisse und Eier, Brot und Backwaren sowie frisches Gemüse und Obst. Fleisch und Wurstwaren hingegen belegen den vierten Platz.

Artgerechte Tierhaltung, faire Löhne und Qualität der Lebensmittel sind die wichtigsten Aspekte, die Verbraucher*innen bei der Landwirtschaft im Fokus sehen möchten. Die Verringerung gesundheits- und umweltbelastender Emissionen liegt dabei mit 48 Prozent nur an 6. Stelle des TOP-8-Rankings (vgl. Deutsche Gesellschaft für Ernährung 2020).

7.3.3.5 Politische Entscheidungsträger*innen und Initiator*innen

Die Schlüsselakteure in der deutschen Agrarpolitik sind in verschiedenen Institutionen, Vereinen und Verbänden zu finden:

- ▶ Agrarpolitiker*innen in Bund und Ländern
- ▶ Mitglieder der Agrarverwaltung
- ▶ Repräsentanten von Umwelt-, Verbraucherschutz- und Tierschutzverbänden
- ▶ Verbände des Agrarsektors

Wie schon bei den Zielgruppen Verbraucher*innen und Landwirt*innen ist auch diese Zielgruppe von sehr unterschiedlichen Interessen, Handlungsspielräumen und Bedürfnissen geprägt. Die Ausgestaltung von politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen national und EU-weit stehen teilweise auch widersprüchlich zu den Handlungsspielräumen und den Strukturen in den einzelnen Ländern.

7.3.4 Kommunikationsziele

Folgende Ziele sollen mit der Strategie und den Kommunikationsmaßnahmen erreicht werden:

Bei Landwirt*innen:

- ▶ Handlungsanreize schaffen (Investitionen), Kompetenzen stärken
- ▶ Akzeptanz schaffen und Verständnis erhöhen
- ▶ Bereitschaft für Informationsaustausch stärken
- ▶ Transparenz schaffen

Bei Verbraucher*innen:

- ▶ Bewusstsein und Verständnis für Komplexität des Themas schaffen
- ▶ Information zum und Akzeptanz für das Thema (und andere Beteiligte / Landwirt*innen)
- ▶ Handlungsanreize schaffen und Verhaltensänderungen auslösen

Bei Politiker*innen:

- ▶ Bewusstsein und Verständnis für Praxis erzeugen
- ▶ Dialogbereitschaft erhöhen
- ▶ Transparenz stärken für ressortübergreifendes Agieren

Bei Vertreter*innen des Einzelhandels:

- ▶ Information zum und Akzeptanz für das Thema (und andere Beteiligte / Landwirt*innen)
- ▶ Handlungsanreize schaffen in Richtung Verbraucher*innen
- ▶ Bereitschaft für Informationsaustausch stärken

7.3.5 Strategischer Ansatz

7.3.5.1 Themensetting zu Umsetzungsunterstützungen für Landwirt*innen

Mit den folgenden konkreten Umsetzungsmaßnahmen durch den Bund und die Länder können Landwirt*innen dabei unterstützt werden, die gesetzlichen Vorgaben zur Düngung zu bewältigen:

- ▶ Investitionsförderung
- ▶ Bundesprogramm Nährstoffe (die Prüfung der Ansäuerung von Gülle zur Reduzierung der Ammoniakemissionen, Modellvorhaben zur Aufbereitung von Gülle und Gärresten)
- ▶ Entwicklung neuer präziser Techniken (zum Beispiel Sensor- und Robotertechnik) bei der Düngung
- ▶ Förderung des qualitativen Wachstums in der Tierhaltung
- ▶ Bessere Bestimmung und Abgrenzung der nitrat- und phosphatsensiblen Gebiete
- ▶ Anspruchsvolle Wasserkooperationen
- ▶ Stärkere Beratung für eine bedarfsgerechte und an die Entwicklung der Tiere angepasste Fütterung

Dieses Maßnahmenpaket zeigt die Vielschichtigkeit, mit der sich Landwirt*innen auseinander setzen müssen, um gesetzliche Forderungen (Düngeverordnung) zu erfüllen. Eine aufeinander aufbauende Kommunikation in verschiedenen Medien und Kanälen mit Handlungsbeispielen (best practice) erhöht die Chance, über die erforderlichen Maßnahmen informiert zu sein. Best practice-Beispiele zeigen, wie es in der Praxis umgesetzt werden kann. Inwieweit tatsächlich ein Umdenken erzeugt wird, bleibt offen. D. h. die Kommunikation allein rund um die Maßnahmen scheint nicht erfolgsversprechend, da Überzeugung, Motivation und ein Umdenken erreicht werden müssen. Demzufolge gehen auch die Anforderungen an die Kommunikation auf eine andere Ebene (vgl. BMEL, DVB, DRV 2019).

Kommunikation der Werte

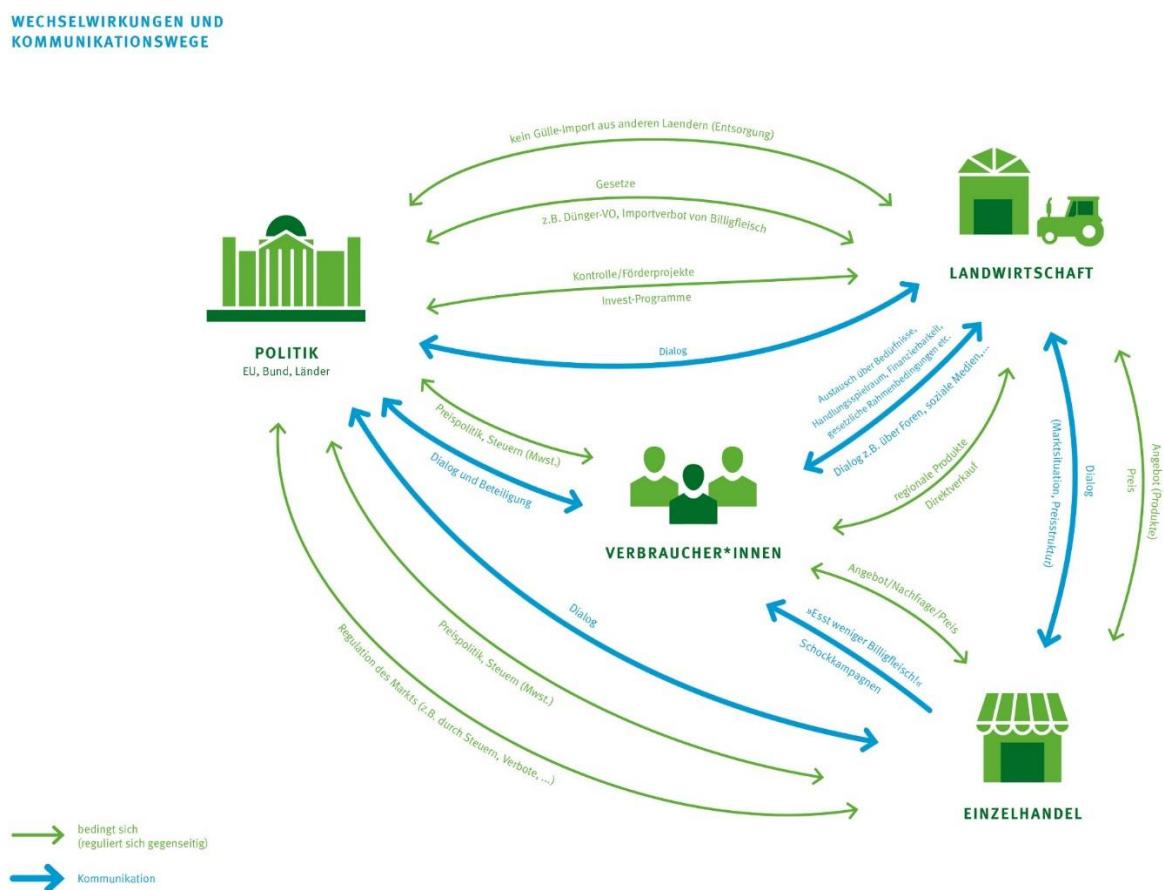
Die stark unterschiedlich geprägten Interessenlagen von Landwirt*innen und Verbraucher*innen zeigen es deutlich, dass grundsätzlich ein tiefgreifender Wandel in der Kommunikation herbeizuführen ist, um beide Interessengruppen wieder zusammenzurücken. Produktion und Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen sowie Ställe und die Nachfrage und der Verbrauch von Lebensmitteln sind so eng miteinander verknüpft, dass dieser Zusammenhang wieder deutlich in den Fokus gerückt werden muss. Für die Land-, Agrar- und Ernährungswirtschaft heißt das: Information ist weiterhin wichtig – aber mit Fakten allein kann niemand mehr überzeugt werden.

Ein Hebel, der diese Kommunikationslücke überbrücken kann, ist die sogenannte „Kommunikation der Werte“ (nach Berghorn et al. 2013), die allem Handeln zugrunde liegen. Eine Art und Weise der Kommunikation, die vor allem die Emotionen anspricht. Als ein zentrales Ergebnis einer von der Stiftung Westfälische Landschaft beauftragte Studie zur Agrarkommunikation wurden „Sieben Strategien für mehr Akzeptanz und Vertrauen“ erarbeitet und mit internationalen Best-Practice-Beispielen hinterlegt.

Umfassende Recherchen, persönliche Gespräche und zahlreiche Fallbeispiele zeigen eine Entwicklung von Impulsen für zukunftsgerichtete Kommunikationsstrategien für die heimische Landwirtschaft. Bewusst wird dabei das aktive, konkrete Tun ins Zentrum dieser Strategien gestellt: (Berghorn et al. 2013)

- ▶ Verorten
- ▶ Gestalten
- ▶ Informieren
- ▶ Ausbilden
- ▶ Begeistern
- ▶ Heilen
- ▶ Bündeln

Abbildung 35: Wechselwirkungen und Kommunikationswege zwischen Politik, Landwirtschaft, Verbraucher*innen und Einzelhandel



(Quelle: Eigene Darstellung)

Im Hinblick auf die strategische Ausrichtung der Kommunikation wird deutlich, dass Landwirtschaft in seiner Komplexität von der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Nutzflächen über die

Verarbeitung von Produkten bis hin zur Vermarktung mit weit mehr als klima- und umweltschützenden Maßnahmen betrachtet werden muss. Der Informations- und Handlungsbedarf aus Sicht der Verbraucher*innen geht weit über Kommunikationsmaßnahmen zu einer stickstoffmindernden Maßnahme wie die "Verpflichtende Vorgaben zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger in Verbindung mit Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger auf bestelltem Acker und Grünland nur mit Injektions-/Schlitztechniken bzw. Neutralisation durch Säurezugabe" hinaus. Ein gegenseitiges Verständnis, Akzeptanz für die individuellen Anliegen, Bedürfnisse, (Zukunfts-) Ängste, (finanzielle) Handlungsspielräume sind nur einige Aspekte, die alle Beteiligten in ihrem Denken, Tun und Handeln beeinflussen. Erst wenn Aufklärung und Information erfolgt, Verständnis und Akzeptanz für andere Beteiligte erzeugt wurde, kann es gelingen, eine nachhaltige und langfristige Veränderung im Verhalten zu bewirken.

Die folgenden kommunikativen Ansätze und Formate zeigen beispielhaft, wie Informationstransfer, Transparenz und Dialog praktisch umgesetzt werden können.

7.3.5.2 Landwirtschaft verbrauchernah erklärt

Die Kommunikationslücke zwischen Landwirtschaft und Verbraucher*innen ist groß. Ein erster Schritt in eine verständliche Kommunikation besteht darin, landwirtschaftliche Themen fachfremd und laienverständlich mit entsprechendem Wording und einer ansprechenden Bildsprache zu vermitteln. Dabei geht es um reine Informationen. Sowohl in der Presse- als auch Kommunikationslandschaft zeigt sich eine Spezialisierung hinsichtlich Agrarkommunikation, um komplexe Sachverhalte und Fachthemen laienverständlich und verbrauchernah zu kommunizieren und zu erklären.

7.3.5.3 Agrar-Botschafter*innen

Motivierte und engagierte Landwirt*innen fungieren als Botschafter*innen und bringen Akteure aus Politik, Markt, Landwirtschaft und Verbraucher*innen zum Dialog. Sie bündeln zentrale Fragestellungen aus den Bereichen und vermitteln lösungsorientiert. Durch ihren Bezug zur Landwirtschaft sind sie authentisch. Anhand von best-practice-Beispielen zeigen sie erfolgreiche Vermittlung und Dialoge in anderen Regionen oder stellen zukunftsorientierte Lösungen aus landwirtschaftlichen Betrieben vor. Politische Entscheidungsträger*innen, Netzwerkpartner*innen und Verbraucher*innen werden in diesen Dialog eingebunden und können selbst Themen oder Fragestellungen setzen.

Best Practice: Testimonial Bauer Willi

Agrar-Blogger Bauer Willi (alias Dr. Willi Kremer-Schillings) ist promovierter Agrarwissenschaftler und Landwirt im Nebenerwerb. Als Blogger veröffentlicht er Beiträge, forciert Diskussionen und einen Austausch zu landwirtschaftlichen Themen in verschiedenen Kontexten. Im regionalen Umfeld werden Landwirt*innen bzw. Personen mit agrarfachlicher Expertise zu Marken und Testimonials, sie spielen in der unmittelbaren Kommunikation in der Nachbarschaft eine tragende Rolle und stehen als Botschafter*in und Vertreter*in einer Branche. Auch stehen Information, Dialog, Austausch, Transparenz an oberster Stelle.⁵

⁵ Beispiel für Testimonials: <https://landwirt-media.com/sauerei-mehr-mut-zur-kreativen-kommunikation/>

Best Practice: Rundreise und Dialog

Zwei Landwirt*innen (Annika Ahlers, Phillip Krainbring) aus Everswinkel (Nordrhein-Westfalen) reisen auf dem Roadtrip "Agrar" durch Deutschland und zeigen die Vielfalt der Landwirtschaft mit regionalen Schwerpunkten. Sie motivieren Landwirt*innen, mit anderen Akteur*innen und Verbraucher*innen in den Dialog zu kommen und den Kreislauf aus Vorurteilen und Schuldzuweisungen zu stoppen. Ergebnisse der Diskussionen werden veröffentlicht und transparent gemacht.⁶

7.3.5.4 Rollenwechsel und Mitbestimmung

Durch einen Perspektivwechsel und mehr Mitbestimmung erreicht man mehr Verständnis für ein Anliegen. Außerdem müssen ein Mehrwert und Nutzen für die Betroffenen erkennbar sein. So kann ein Rollenwechsel die Perspektive von Akteur*innen verändern und Akzeptanz und Toleranz für die "andere Seite" erzeugt werden. Wenn also Verbraucher*innen die Rolle von Landwirt*innen übernehmen und Entscheidungen zu Herstellungsverfahren, Produkten oder Preisen treffen dürfen, kann ein größeres Verständnis erzielt werden. Unter welchen Kriterien Verbraucher*innen mitbestimmen oder Entscheidungen treffen dürfen, obliegt verschiedener Kontrollorgane. Dennoch ist der Ansatz des Rollenspiels ein wirksames Mittel, Entscheidungen nachvollziehbar und transparent zu machen.

Best practice: "Du bist hier der Chef"

Eine Gruppe von Verbraucher*innen hat sich unter dem Label „Du bist hier der Chef“ zusammengefunden, um sich mit Herkunft, Herstellungsverfahren und Qualitätsmerkmalen von Lebensmitteln auseinanderzusetzen. Organisiert durch eine Vereinsstruktur seit Juni 2019 bringen sie engagierte Verbraucher*innen in Deutschland zusammen, um über Produkte und Produktionsprozesse sowie Preisstrukturen zu informieren bzw. eigene Produkte bei Landwirt*innen in Auftrag zu geben. Diesem Prozess geht ein Voting voraus, um die Produktauswahl vornehmen zu können. Ziel ist, mehr Transparenz in die gesamte Wertschöpfungskette von Produkten zu bringen und Akzeptanz für Preisgestaltung zu erzeugen. Die Idee basiert auf einer internationalen Bewegung, die bereits 2016 in Frankreich begann.⁷

Best practice: Der Niedersächsische Weg

Im Mai 2020 haben sich erstmals in Niedersachsen Naturschutzverbände, Landwirtschaft und Politik auf konkrete gemeinsame Ziele für eine Verbesserung des Natur-, Arten- und Gewässerschutzes geeinigt. Möglich war dies, weil alle Akteur*innen und Beteiligte überzeugt mitgewirkt und Zugeständnisse im Sinne des Gesamtprojektes gemacht haben. Wichtig war den Beteiligten, dass keine Entscheidungen über den Kopf der Landwirtschaft hinweg getroffen werden. Sie sollen bei der Nutzung ihrer Flächen Mitspracherecht haben. Am 25. Mai 2020 kam es zur Unterzeichnung des Niedersächsischen Weges, am 9. September 2020 wurde er durch den Landtag beschlossen.

⁶ Beispiel für Roadtrip: <https://erklaerbauer.de/>

⁷ Beispiel: <https://dubisthierderchef.de/informieren>

Das Ergebnis: Der Niedersächsische Weg vereint mehr Gewässer-, Arten- und Naturschutz mit einer fairen Bezahlung für die Landwirt*innen. Noch lange sind nicht alle Vertragspunkte final besprochen. In regelmäßigen Abständen soll innerhalb der drei gebildeten Arbeitsgruppen Naturschutz, Wasser sowie Landwirtschaft und Wald getagt werden, um kontinuierlich am Niedersächsischen Weg zu arbeiten.

Abbildung 36: Grafik „Der Niedersächsische Weg“



(Bildquelle: Land Niedersachsen o. J.)

7.3.5.5 Agrar-Blogger und der „Gläserne Bauernhof“

Die Anzahl der Social-Media-Kanäle und Blogs zum Thema Landwirtschaft ist sprunghaft angestiegen. Die Erkenntnis, dass ein Informations- und Kommunikationsbedarf und die Nachfrage an Transparenz vorhanden sind, steigt. So können social-media-affine Landwirt*innen Themen setzen, Diskussionen herbeiführen und den „Blick hinter die Kulissen“ ermöglichen. Hierin können einerseits neue Techniken und Verfahren aus dem Betrieb gezeigt und vorgestellt werden. Andererseits können in diesen Kanälen auch aktuelle (Medien-)Themen weiterverfolgt, mitdiskutiert oder Meinungen eingeholt und ausgetauscht werden. Auch verwandte Themen zur Preisgestaltung, zur Marktsituation oder Gesetzesentwürfen kommen auf die Agenda. Social Media ist Zwei-Wege-Kommunikation und setzt auf Antwort, Resonanz, Beteiligung und weiterführende Diskussion. Auch Messenger Dienste wie WhatsApp o.ä. werden von fast allen Landwirt*innen in Deutschland (81%) genutzt. Diese Dienste dienen bislang vorrangig für Pull-Informationen (Nachrichten holen bzw. lesen). Das Potenzial kann dahingehend ausgebaut werden, dass Landwirt*innen interaktiv mit ihren Zielgruppen kommunizieren (vgl. DLG e.V. o. J.).

Best practice: Hofgeflüster Sachsen

Wie können landwirtschaftliche Themen den Verbrauchern zugänglich gemacht werden? Diese Frage stand als zentrales Thema im Mittelpunkt eines Projektes des Freistaates Sachsen, denn immer mehr Menschen hinterfragen die Produktionsweisen von Nahrungsmitteln und setzen

zunehmend auf regionale und nachhaltige Produkte. Dabei führen Vorurteile und mangelnde Informationen oft zu einer negativ gefärbten Wahrnehmung der Landwirtschaft.

Das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) hat es sich in einem Forschungsprojekt zur Aufgabe gemacht, einen Prototyp für die digitale Kommunikation für Landwirt*innen zu entwickeln. Das Portal www.hofgefluester.sachsen.de richtet sich einerseits an Verbraucher*innen, soll andererseits aber auch für landwirtschaftliche Betriebe nutzbar und auf weitere digitale Kommunikationsprojekte im sächsischen Agrarmarketing übertragbar sein. Das Portal wurde als Teil des Innovationsprojektes simul+ Innovation Hub (SIH) 2019 umgesetzt.

Dieses Pilotprojekt wurde im Lehr- und Versuchsgut (LVG) Köllitsch realisiert. Die Grundidee bestand darin, verbrauchernahe (auch kritische) Themen abzubilden (z. B. Ausbringung von Gülle) sowie Fragen aus Verbrauchersicht neutral und fachfremd zu beantworten (vgl. LfULG o. J.)

In Ergänzung zu diesem Projekt hat das LfULG einen Leitfaden zur Öffentlichkeitsarbeit für Landwirt*innen erstellt, um Handlungsempfehlungen kompakt abzubilden.⁸

7.3.5.6 Beteiligungen und Diskussionsplattformen

Ackerbaustrategie 2035 und Onlinebeteiligung

Die ehemalige Landwirtschaftsministerin des Bundes, Julia Klöckner, hat das Diskussionspapier zur Ackerbaustrategie 2035 im Dezember 2019 der Öffentlichkeit vorgestellt. Aufgrund der COVID-19-Pandemie wurde der geplante öffentliche Diskussionsprozess zur Strategie umgestellt und um eine Onlineplattform, auf der sich alle Bürger*innen zum Diskussionspapier äußern konnten, erweitert. Eine Beteiligung war vom 7. Juli bis zum 31. August 2020 möglich. Zudem wurden die Länder sowie Verbände aus Landwirtschaft und Umwelt um schriftliche Stellungnahme gebeten.

Die Ackerbaustrategie 2035 widmet sich der Ertragssicherung, der Ressourcenschonung, der Biodiversität und Nachhaltigkeit, stellt neue Fruchtfolgen und deren Wirtschaftlichkeit vor und thematisiert Zielkonflikte. In über 50 Maßnahmen wird aufgezeigt, wie landwirtschaftliche Nutzung, Sicherung der Grundversorgung für Mensch und Tier besser zusammengebracht werden und weiterentwickelt werden können, mit einem besseren Schutz der Ressource Boden.

Die Strategie soll im Hinblick auf diese komplexen Herausforderungen einen gesamtgesellschaftlichen Konsens für einen nachhaltigen und ressourceneffizienten Ackerbau in Deutschland fördern.

Zum ersten Mal führte deshalb das Bundeslandwirtschaftsministerium eine breit angelegte Beteiligung und einen Diskussionsprozess durch (vgl. BMEL o. J.).

⁸ Vgl. Publikationsdatenbank Freistaat Sachsen <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/37207>

Das Untersuchungsdesign:

Von den insgesamt 3096 registrierten Nutzer*innen haben insgesamt 1027 Teilnehmer*innen Beiträge und Kommentare abgegeben bzw. bewertet. Dies entspricht einem Prozentsatz von 33 Prozent.

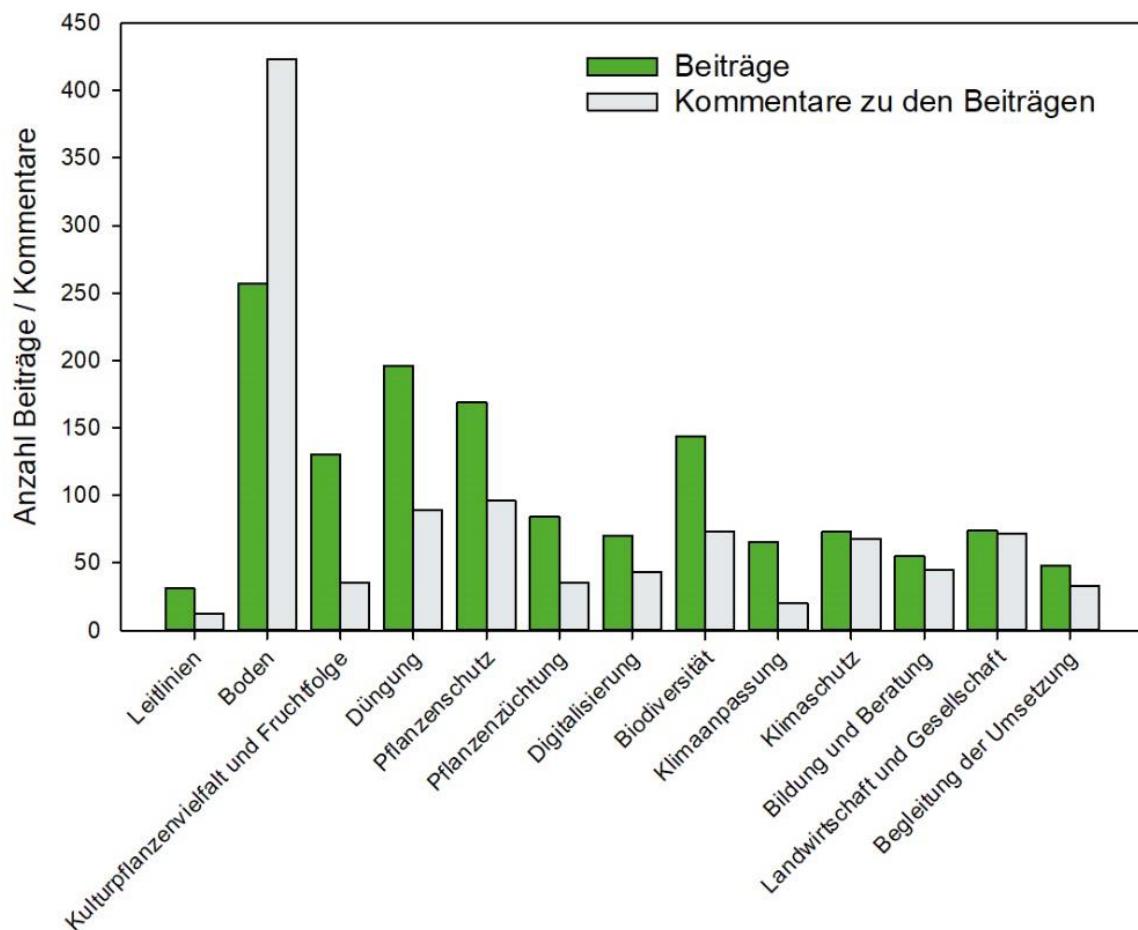
Teilnahme an der Onlineplattform nach Personengruppen:

- ▶ Landwirt*innen: 61 Prozent
- ▶ Im landwirtschaftlichen Bereich Tätige: 23 Prozent
- ▶ Interessierte Bürger*innen: 10 Prozent
- ▶ Sonstige: 6 Prozent

Inhalte der Onlinebefragung

Auf der Onlineplattform wurden insgesamt 1557 öffentliche Beiträge eingestellt, zu welchen wiederum 1097 Kommentare abgegeben wurden. Zudem wurden 1534 nichtöffentliche (d. h. auf der Plattform nicht sichtbare) Rückmeldungen abgegeben. Auffallend war, dass die meisten öffentlichen Beiträge – und insbesondere die meisten Kommentare – im ersten Handlungsfeld „Boden“ zu finden waren (vgl. Abbildung 37). Hier wurden jedoch nicht nur Beiträge zum Thema „Boden“ erstellt, sondern auch zu allen anderen Themenbereichen.

Abbildung 37: Öffentliche Beiträge und Kommentierungen zu den Handlungsfeldern



(Quelle: BMEL o. J.)

Für ausgewählte Handlungsfelder sind im Folgenden eine Zusammenfassung der Beiträge und Forderungen der Teilnehmer*innen sowie beispielhaft einige Originalbeiträge aufgeführt.

Handlungsfeld Boden

Im Handlungsfeld Boden wurden vorrangig die Themen Boden- bzw. Erosionsschutz, Humusaufbau und letztlich die Bodenfruchtbarkeit diskutiert. Dabei ging es häufig um die Relevanz von Humus als CO₂ – Speicher/Senke. Nach Ansicht vieler Teilnehmer*innen sollte der Humusaufbau eine wichtige Maßnahme sein, auch in Bezug auf Düngung, Biodiversität und Klimaanpassung.

- ▶ „Humusaufbau ist von elementarer Bedeutung. Humus bedeutet beim Großteil der landwirtschaftlichen Flächen: Bodenleben, Wasserhaltekraft, CO₂-Bindung, Fruchtbarkeit, Erosionsschutz sowie ein höheres Leistungspotential.“ (Das hier verwendete Zitate wurden wortwörtlich übernommen, eventuelle Rechtschreibfehler wurden korrigiert.)
- ▶ Um den Humusaufbau zu fördern, seien Maßnahmen wie organische Düngung, Zwischenfruchtanbau und die Fruchtfolgegestaltung (humusmehrende Kulturen) elementar.

Zudem wurde die Bedeutung von Bodenbearbeitungsverfahren thematisiert. Viele Teilnehmer*innen sind der Meinung, dass die Ziele im Handlungsfeld Boden meist nur mit einer deutlichen Reduzierung der Bodenbearbeitungsintensität (nicht wendende Bodenbearbeitung, Direktsaat) und der Anwendung von glyphosathaltigen Pflanzenschutzmitteln zu erreichen sind. Viele Beiträge zielen darauf ab, dass ohne diese die Umsetzbarkeit genannter Bodenbearbeitungsverfahren nicht oder nur mit einer steigenden Intensität der Bodenbearbeitung möglich ist. Die steigende Intensität hätte einen erhöhten Humusabbau, die Freisetzung von CO₂ und ein vermehrtes Aufkommen von Bodenerosion zur Folge. Die Ziele „Bodenschutz weiter stärken“ und die „Bodenfruchtbarkeit erhöhen“ seien somit nicht ohne weiteres umsetzbar.

- ▶ „Der Einsatz von Glyphosat ist ein wichtiger Baustein im Bereich konservierender Bodenbearbeitung und Direktsaat für Erosionsschutz und Schutz vor Eintrag von Boden in Gewässer.“
- ▶ Ferner thematisierten die Teilnehmer*innen den Flächenverbrauch und die Versiegelung von Böden.
- ▶ „Den Flächenverbrauch senken halte ich für die wichtigste Maßnahme. Egal wie der Ackerbau ist, er bewahrt das Ackerland. Ist Ackerfläche aber einmal zu Bauland geworden oder anderweitigen Siedlungsmaßnahmen zum Opfer gefallen, ist er unwiederbringlich verloren.“
- ▶ Darüber hinaus würden außerlandwirtschaftliche Akteure auf dem Bodenmarkt dafür sorgen, dass die Bodenpreise weiterhin ansteigen und den landwirtschaftlichen Betrieben die Wirtschaftsgrundlage entzogen wird.
- ▶ „Boden sollte kein Spekulationsgegenstand sein. Hier ist dringend der Gesetzgeber gefragt.“

Handlungsfeld Düngung

Das Handlungsfeld Düngung wurde sehr kontrovers auf der Onlineplattform diskutiert. Die Kritik an der aktuellen Novellierung der Düngeverordnung stand dabei deutlich im Vordergrund: Die vorgeschriebene Stickstoffreduzierung, vor allem in den „roten Gebieten“, würde nach Ansicht vieler Teilnehmer*innen langfristig zu einem Humusabbau und somit einer geringeren Bodenfruchtbarkeit führen. Zusätzlich würden sowohl die Produktqualitäten (bspw. Proteingehalt)

als auch das Ertragsniveau verschiedener Kulturen sinken. Eine häufige Forderung war hingegen, den Ansatz einer bedarfsgerechten Düngung zu verfolgen. Dieser Ansatz sei aktuell jedoch nicht mit der geltenden Düngeverordnung vereinbar.

- ▶ „Eine bedarfsgerechte Düngung der Kulturpflanzen ist essentiell. Nur so können hohe Erträge und Qualitäten produziert werden, die auch an den globalen Märkten nachgefragt werden. Aber auch für die Bodenfruchtbarkeit und den Humusvorrat ist eine Düngung nach Bedarf notwendig. Die pauschale Reduzierung der Düngung um 20% in den roten Gebieten schadet den Kulturpflanzen und dem Boden, löst die Problematik aber nur ansatzweise.“

Weitere Kritikpunkte an der Düngeverordnung wurden wie folgt benannt:

- ▶ das Messstellennetz sei nicht repräsentativ, zusätzlich sollte eine europaweite Vereinheitlichung stattfinden
- ▶ Sperrfristen: v. a. im Herbst sollte die Möglichkeit einer Stickstoff-Düngung mit weniger bzw. sinnvollen Auflagen behaftet sein
- ▶ Die variable Zeit sollte nicht als Maßstab für Sperrfristen herangezogen werden, vielmehr sollten standortspezifische und klimaangepasste Sperrfristen variabel vorgegeben werden.

Folgende Maßnahmen wurden von den Teilnehmenden häufig aufgeführt:

- ▶ Düngeffizienz steigern durch Stabilisation der Düngemittel (organisch & mineralisch) und eine teilflächenspezifische Düngung
- ▶ Verwendung von Wirtschaftsdüngern fördern bzw. nicht weiter einschränken, stattdessen mineralische Düngung minimieren
- ▶ Düngung im Herbst wieder einfacher ermöglichen, v.a. Wirtschaftsdünger in Verbindung mit Zwischenfruchtanbau oder geeigneten Kulturen wie Raps und Gerste. Die Stickstoffsperre, die aufgrund der Strohumsetzung zustande kommt, wird häufig als Grund für die schlechte Etablierung von Winterkulturen und Zwischenfrüchten angeführt.

Handlungsfelder Klimaanpassung und Klimaschutz

Die Handlungsfelder Klimaanpassung und Klimaschutz werden an dieser Stelle aufgrund der vielen Überschneidungen im Diskussionsprozess zusammenfassend dargestellt. Im Vergleich zur bisherigen Diskussion zeichnen sich diese Beiträge vor allem durch die Auflistung der zu favorisierenden Maßnahmen, die in Bezug auf die Klimaanpassung und den Klimaschutz entscheidend seien, aus.

In Bezug auf die Klimaanpassung sollte nach Ansicht vieler Teilnehmer*innen eine Anpassung der Fruchtfolgen und der Arten- und Sortenwahl vorgenommen werden. Hier sind auch die Forschung und Entwicklung gefragt:

- ▶ „Forschung für bessere Anpassung und Klimaresistenz / Resilienz von Pflanzen. Dazu ist eine angemessene Regulierung neuer Züchtungstechnologien entscheidend, denn neue Züchtungstechnologien, allem voran CRISPR/CAS sind sehr wichtige Elemente, um Pflanzen an Trockenheit, Dürre, neue Krankheiten, etc. anzupassen. Klimaschutz ist ohne Innovation, Investition und neue Lösungsansätze nicht möglich, bzw. die Konsequenzen nicht gesellschaftlich tragbar.“

Das Wassermanagement sollte angepasst werden, Wasserrückhaltemöglichkeiten geschaffen werden, und – wo möglich – effektive Bewässerungstechnik genutzt werden. Der Humusaufbau sollte gefördert werden, um das Wasserhaltevermögen von Böden zu verbessern und CO₂ zu speichern. Nicht wendende Bodenbearbeitung/Direktsaatverfahren sollten vorwiegend genutzt werden, da sie nach Meinung vieler Teilnehmer*innen den Bodenwasserhaushalt schonen und die Freisetzung von CO₂, im Vergleich zur wendenden Bodenbearbeitung, reduzieren. Zusätzlich wird oftmals eine Treibhausgas – Bilanzierung für verschiedene Betriebszweige bzw. Anbau- und Bodenbearbeitungssysteme gefordert, um diese Bilanzen als Grundlage für eine finanzielle Förderung zu nutzen (Stichwort: CO₂ – Zertifikate).

Handlungsfeld Landwirtschaft und Gesellschaft

Nach Ansicht vieler Teilnehmer*innen haben sich die Landwirtschaft und die Verbraucher*innen in den letzten Jahrzehnten immer weiter voneinander entfernt. Generell wird (wieder) eine bessere Aufklärung über die Landwirtschaft gefordert:

- ▶ „Sprecht uns an, in einem vernünftigen Gespräch kann man viele Unklarheiten beseitigen. Wir sind auch nur Menschen und Leben mit der Natur.“ „Fachliche Aufklärung der Bevölkerung. Die Landwirte haben diesen schlechten Ruf, seit es Bio gibt.“

Zur Rolle von landwirtschaftlichen Demonstrationsbetrieben (wie den Leitbetrieben Pflanzenbau) bei der Vermittlung zwischen Landwirtschaft und Verbraucher*innen gehen die Meinungen auseinander. Viele Teilnehmer*innen begrüßen die Einrichtung von Demonstrationsbetrieben:

- ▶ „Landwirtschaftliche Demonstrationsbetriebe können eine wichtige Rolle dabei spielen, das landwirtschaftliche Handeln für die Gesellschaft transparent zu machen.“
- ▶ „Die Leitbetriebe Pflanzenbau spielen eine wichtige Rolle als Multiplikatoren bei der Verbreitung neuer Erkenntnisse und Innovationen sowie erster Erfahrungen zu deren Einsatz in der Praxis. Darüber hinaus sollten sie genutzt werden, um bestehenden Forschungsbedarf in der Praxis zu ermitteln und in Richtung Wissenschaft zu kommunizieren.“

Auf der anderen Seite ist jedoch auch Kritik an entsprechenden Netzwerken:

- ▶ „(...) solche Leitbetriebe werden nicht angehört von Presse und Verbraucher.“
- ▶ „Leitbetriebe kenne ich aus alten DDR- Zeiten. Brauche ich nicht!“ (BMEL o. J.).

Handlungsempfehlung

Sehr positiv zu bewerten ist, dass ein umfänglicher Diskussionsprozess angeschoben wurde unter Berücksichtigung aller relevanten Handlungsfelder in der Agrarwirtschaft. Um den Dialog zwischen den Bürger*innen und Landwirt*innen zu verbessern, wäre eine höhere Beteiligung der Bürger*innen (hier 10%) durch eine entsprechend verbesserte Bekanntmachung der Onlinebefragung erstrebenswert. Außerdem fehlen Reflexionen z. B. über die Wirkung von Glyphosat, was Bestandteil derartiger Foren sein müsste, auch wenn es sich um Einzelmeinungen handelt.

Praxisnahe Beispiele für erfolgreiche Beteiligungsprozesse sind im folgenden Absatz zusammengestellt. Verwiesen sei an dieser Stelle auf weiterführende Maßnahmen im Kontext der Bürger*innenbeteiligung (vgl. Fischer, S.; et al. 2020).

“Zu viel des Guten: Warum kommt zu viel Stickstoff in die Umwelt und wie können wir gemeinsam das richtige Maß finden?”

Im September 2019 startete das BMU unter dem Titel "Zu viel des Guten: Warum kommt zu viel Stickstoff in die Umwelt und wie können wir gemeinsam das richtige Maß finden?" einen Bürgerdialog. Auf verschiedenen Dialogveranstaltungen in unterschiedlichen Regionen Deutschlands haben Bürger*innen ihr Wissen um die lokalen Problemschwerpunkte eingebracht und so hilfreiche Hinweise für das Maßnahmenprogramm gegeben (vgl. BMUV 2021a).

Ablaufplan der Bürgerbeteiligung

Der Dialogprozess begann mit der Einladung von Bürger*innen für die Regionalkonferenzen. In vier Regionen wurden insgesamt knapp 10.000 Bürger*innen auf Grundlage einer Gruppenauskunft aus den Melderegistern angeschrieben. Für die vier Regionalkonferenzen sollten insgesamt 200 Teilnehmer*innen mit unterschiedlichen Perspektiven gewonnen werden. Knapp 140 Bürger*innen nahmen an den Regionalkonferenzen teil (vgl. BMUV 2021b).

Lösungsvorschläge aus dem Bürgerdialog für den Bereich Landwirtschaft

Ein deutlicher Fokus liegt bei den Vorschlägen zur Minderung des Stickstoffausstoßes in der Landwirtschaft auf der Optimierung des Düngens mit dem Ziel, die Nutzung von Wirtschaftsdünger bedarfsgerecht anzupassen bzw. den entstehenden Überschuss zu minimieren (vgl. Hamacher et al. 2020).

Düngeoptimierung

- ▶ Ertragsgerechte Düngung
- ▶ Überwachung Düngerverkauf
- ▶ Keine Importe von Gülle aus den Niederlanden
- ▶ Beschränkung des Düngens in Grundwassereinzugsgebieten
- ▶ Einbezug der erhöhten Kosten (Wasser, Umwelt) bereits beim Düngemittelpreis

Weitere Ideen und Vorschläge

- ▶ Gülle-Pipeline: Transport von Gülleüberschuss in Bedarfsgebiete zur Reduzierung des Gebrauchs von Kunstdünger
- ▶ Umstrukturierung und Abbau von Subventionen (Förderung der nachhaltigen Produktion zur Reduktion des Stickstoffeintrages)
- ▶ Beteiligung der Landwirtschaft an den Kosten der Trinkwasserreinigung
- ▶ Verstärkte Kontrollen landwirtschaftlicher Betriebe (unangekündigt) hinsichtlich Tierzahlen, Gülleabgabeverträge, Flächen etc.

7.3.6 Handlungsempfehlungen

Auswertung und Machbarkeitsprüfung des Bürger*innen-Engagements

Das Engagement der Bürger*innenbeteiligungen und Fortschreibung dieser Formate durch das UBA zeigt die Bedeutung solcher Veranstaltungen und Dialoge. Die Weiterverwertung der Vorschläge und Ideen, die in diesen Dialogformaten erarbeitet werden, ist ein nächster Schritt, um die Ernsthaftigkeit und Glaubhaftigkeit aufrecht zu erhalten. Von interessierten und engagierten Bürger*innen eingebrachte Vorschläge sollten nicht „in der Schublade“ landen, sondern sollten einer transparenten Auswertung und Machbarkeitsüberprüfung unterzogen werden.

Ressortübergreifende Kommunikation

Auf die Aushandlung der Minderungsmaßnahmen haben die Bürger*innen und Verbraucher*innen keinen Einfluss. Hier kann lediglich rein informatorisch gearbeitet werden, indem die generellen Wirkungen von NH₃ aus der Landwirtschaft deutlich gemacht werden. Die erfolgreiche Umsetzung der Maßnahmen setzt einen ressortübergreifenden Austausch und Dialog voraus.

Außerdem gilt es, die europäische Agrarpolitik mit den Zielen der Wasserrahmenrichtlinie sowie den Anforderungen der Trinkwasserrichtlinie zu verknüpfen: Agrarzahlungen sollten nur dann erfolgen, wenn die landwirtschaftliche Praxis ihren Beitrag für den Umwelt- und den Gesundheitsschutz messbar leistet.

Dialog und Zwei-Wege-Kommunikation

Eine wechselseitige Kommunikation als Dialog zwischen Landwirt*innen und Bürger*innen ist ein Teil der kommunikativen Strategie. Ein zweiter besteht darin, Bedürfnisse der Landwirt*innen in Richtung politische Entscheidungsträger*innen zu kommunizieren, die aus der Praxis heraus entstehen. Kommunikatives Thema sollte daher nicht nur bspw. darauf begrenzt werden, wann, wie und wieviel Dünger ausgebracht werden darf und darauf zu achten, dass es im gesetzlichen Rahmen passiert. Es ist ein ebenso wichtiger Aspekt, dass auch eine Rückkopplung Richtung Politik erfolgt, inwieweit weitere gesetzliche Rahmenbedingungen erforderlich sind.

Vollumfängliche Beratung: Vom Erwerb landwirtschaftlicher Nutzflächen bis zur Vermarktung

Viele Maßnahmen schreibt die Düngeverordnung vor. Daher können keine Ausgleichszahlungen dafür erfolgen, dass gesetzliche Vorgaben eingehalten werden. Bei einem Zuviel an Ordnungsrecht sind Förderansätze irgendwann nicht mehr umsetzbar. Landwirt*innen werden am ehesten erreicht und für die Maßnahmenumsetzung gewonnen, wenn sie durch Beratung zu diesen Maßnahmen sensibilisiert werden und sie diese fachlich nachvollziehen und auf dem Feld umsetzen können. Als Anreiz für Investitionen in neue Techniken wären daher eine Investitionsförderung vorstellbar (vgl. Rath 2020, S. 18).

Beratungsleistungen für Landwirt*innen, insbesondere, für diejenigen, die konventionelle Landwirtschaft betreiben, können ein wirksamer Hebel sein, um deren Bereitschaft zu steigern, Änderungen und Umstellungen vorzunehmen. Es nützt wenig, sie mit dem erhobenen Zeigefinger anzusprechen. Eher sind überzeugende Argumente, Investitionsförderungen in Richtung Ökologisierung in den ersten Jahren notwendig hilfreiche Instrumente, um ein Umdenken anzustoßen.

7.3.7 Zusammenfassung

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Kommunikation zwischen den Landwirt*innen und der Bevölkerung in den letzten Jahren auseinandergedriftet ist. Es gibt regionale Beispiele und bundesweite Initiativen, in welchen der Dialog mit den Bürger*innen wieder aufgegriffen worden ist. Die Ansätze sind gut, um wieder ins Gespräch zu kommen. Allerdings sind künftig noch mehr Initiativen der Bürgerbeteiligung, der gegenseitigen Kommunikation zwischen der Landwirtschaft und der Bevölkerung notwendig.

Ein erster Schritt ist eine bessere gegenseitige Information. Für die Bürger*innen ist es wichtig zu verstehen, dass Landwirt*innen nicht nur einzelne Vorgaben und Maßnahmen zu befolgen, sondern mehrere Abhängigkeiten zu bewältigen haben. Investieren sie z. B. mehr in die Geräte der Außenwirtschaft für eine konforme Düngung nach Verordnung, kann ihnen an anderer Stelle das Geld für Umbauten in den Stallanlagen oder für Investitionen in Solar- und Windkraftanlagen fehlen. Die Zahl der Officialberatungen bei den Landwirt*innen nehmen zu, um die gesetzlich vorgesehenen Maßnahmen (im Bündel) zu verstehen und umzusetzen.

Seitens der Verbraucher*innen zeichnet sich ein erstes Umdenken bei der Ernährung, z. B. beim Fleischkonsum (Quantität/Qualität/Herkunft) ab, so dass sich der Markt, wenn auch sehr langsam, ändert. Noch nicht genügend diskutiert ist, welche realen Preise die Landwirt*innen in den Märkten durchsetzen können. Der „Zwang“ sich zu industrialisieren und mehr Flächen zuzukaufen röhrt unter anderem daher, möglichst kostengünstig zu produzieren. Es entsteht ein Dilemma für beide Seiten: Für Landwirt*innen, welchen vorgeworfen wird, nicht ökologisch genug mit den Ressourcen umzugehen, und für Bürger*innen, welche nach wie vor z. B. billiges Fleisch, Milch oder Brot kaufen wollen.

Es nützt also wenig, kommunikativ „nur“ bei den Landwirt*innen anzusetzen, sondern Ziel sollte es sein, ein gegenseitiges Verständnis auch auf Seiten der Verbraucher*innen, der Politik und dem Einzelhandel zu schaffen, um die bisherigen Kreisläufe zu überdenken im Sinne eines dann folgenden flächendeckenden ökologischen Umbaus in der Landwirtschaft, der von den Landwirt*innen mitgetragen werden kann.

8 Landwirtschaft: Systemintegrierte Maßnahmen in Stall und Lager

8.1 Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung

8.1.1 NH₃-Emissionen im Stall und bei der Lagerung von Wirtschaftsdünger

Wie in Kap. 6 erläutert entsteht in der Landwirtschaft der größte Anteil der NH₃-Emissionen durch die Tierhaltung, wobei 46% der gesamten NH₃-Emissionen auf die Teilsektoren Stall und Lagerung von Wirtschaftsdünger entfallen. Dabei spielt auch die Fütterung der Tiere eine Rolle, da der durch das Futter aufgenommene Stickstoff die Menge der Stickstoff-Ausscheidungen der Tiere beeinflusst.

Die Ausscheidungen der Tiere enthalten Harnstoff und Harnsäure. Diese Stickstoffverbindungen werden durch das von Mikroorganismen produzierte Enzym Urease zu NH₃ abgebaut (UBA/KTBL 2021). Begünstigt wird dieser Vorgang, wenn der Harnstoff direkt mit Wasser oder mit bereits mit Ausscheidungen verschmutzten Oberflächen in Berührung kommt. Daher können die äußeren Bedingungen im Stall und bei der Lagerung des Wirtschaftsdüngers die Höhe der NH₃-Emissionen deutlich beeinflussen.

Die Entstehung von NH₃ durch die mikrobiellen Abbauprozesse in den Ausscheidungen der Tiere und auch aus dem Abbau ungenutzter Futterreste ist temperaturabhängig. Zur Minderung der NH₃-Emissionen ist ein möglichst niedriges Temperaturniveau im Stall wichtig. Auch ist eine schnelle Trennung von Harn und Kot anzustreben, da dann das erforderliche Enzym Urease, das im Kot vorkommt, weniger wirksam ist (vgl. UBA/KTBL 2021).

Bei Ställen kann zwischen freigelüfteten Ställen und zwangsgelüfteten Ställen unterschieden werden. Letzte kommen vor allem in Großbetrieben bei der Schweine- und Geflügelhaltung vor. Bei diesen können die Emissionen mithilfe von Abluftreinigungsanlagen deutlich reduziert werden.

Bei freigelüfteten Ställen kann durch die Bauweise (z. B. gedämmtes Dach) und große Lüftungsöffnungen ein möglichst niedriges Temperaturniveau und eine gute Durchlüftung gewährleistet werden. Bei Haltungsformen, bei denen Einstreu verwendet wird, sollte dieses ausreichend, sauber und trocken sein. Im Stall helfen außerdem saubere und trockene Laufflächen und Laufhöfe, z. B. durch regelmäßiges Abschieben der Flächen, bei der Reduktion der Emissionen. Außerdem gibt es je nach Tierart und Haltungsform verschiedene Entwicklungen zur Optimierung der Böden, z. B. Spaltenböden, durch die die Ausscheidungen der Tiere in darunterliegende Kanäle gelangen und von dort kontinuierlich in ein Flüssigmistlager transportiert werden können. Teilweise werden mittlerweile auch Reinigungsroboter eingesetzt. Außerdem kann die Kühlung der Gülle in den Flüssigmistkanälen die NH₃-Emissionen reduzieren. Diskutiert werden auch weitere Maßnahmen wie der Einsatz von Ureaseinhibitoren, die die Wirkung des Enzyms Urease und damit die Bildung und Freisetzung von NH₃ reduzieren, oder die Ansäuerung der Gülle im Stall, um den pH-Wert und damit die Bildung von NH₃ zu reduzieren (vgl. UBA/KTBL 2021).

Größere Tierhaltungsanlagen sind nach dem BImSchG genehmigungsbedürftig. Ab welcher Größe dies erforderlich ist, ist im Rahmen der 4.BImSchV geregelt. Bei sehr großen Betrieben mit mehr als 2.000 Mastschweineplätzen, 750 Sauenplätzen und 40.000 Plätzen für Geflügel ist im Rahmen des Genehmigungsverfahrens auch eine Öffentlichkeitsbeteiligung durchzuführen. In der TA Luft werden die Vorgaben, die sich aus der EU- Industrie-Emissions-Richtlinie (2010/75/EU, engl. Industrial Emission Directive, IED) und dem dazu gehörenden BVT-Merkblatt für die intensive Haltung von Geflügel und Schweinen und den darin gefassten BVT-

Schlussfolgerungen für Tierhaltungsanlagen ergeben, umgesetzt (TA Luft Nr. 5.4.7.1). Durch die „Besten Verfügbaren Techniken (BVT) wird der Stand der Technik zum Schutz der Umwelt in der Nutztierhaltung beschrieben.

Eine Übersicht der „Guten Fachlichen Praxis“ zur Minderung der NH₃-Emissionen in der Landwirtschaft wird in (UBA/KTBL 2021) dargestellt. Für den Haltungsbereich im Stall wird dort die „Gute Fachliche Praxis“ wie folgt zusammengefasst:

„Allgemein:

- ▶ Vermeidung von Futterverlusten
- ▶ Geringe Temperaturen und Strömungsgeschwindigkeiten an emittierenden Oberflächen ermöglichen, beispielsweise durch Zuluftkühlung oder bei Außenklimaställen durch Berücksichtigung der Hauptwindrichtung
- ▶ Sauberkeit und Trockenheit in Aktivitäts- und Liegeflächen sowie in Stallgängen durch regelmäßige Reinigung
- ▶ Schnelles Abführen von Flüssigmist aus dem Stall; Lagerung des Flüssigmistes in separaten, abgedeckten Behältern außerhalb des Stalles

Bei eingestreuten Verfahren:

- ▶ Verwendung ausreichender Einstreumengen, damit Kot und Harn vollständig gebunden werden können
- ▶ Sicherstellung eines geregelten Jaucheabflusses durch Gefälle und Rinnen bei Haltungssystemen, die die vollständige Bindung des Harns nicht gewährleisten
- ▶ Regelmäßiges Entmisten bzw. Ein-/Nachstreuen
- ▶ Sicherstellung der Funktionssicherheit von Tränken

Rind:

- ▶ Mehrmaliges tägliches Abschieben der Laufgänge
- ▶ Regelmäßiges Abschieben des Laufhofes
- ▶ Überdachung des Laufhofes
- ▶ Ausdehnung der Weidehaltung
- ▶ Dämmung des Daches

Schwein:

- ▶ Verringerung emittierender Oberflächen
- ▶ Absenken der Temperaturen der Stallluft und in der Gülle
- ▶ Gülle im Stall nur kurzfristig lagern; Außenlagerung in geschlossenen bzw. abgedeckten Behältern.
- ▶ Außenklimaställe mit wirksamen Funktionsbereichen einsetzen; Ausläufe bedürfen einer gesonderten Betrachtung

- ▶ Förderung der Ausbildung von Funktionsbereichen
- ▶ Mehrmaliges Abschieben des Auslaufs in der Woche
- ▶ Überdachung des Auslaufs
- ▶ Abluftreinigung mit eignungsgeprüfter Technik für IED-Anlagen

Geflügel:

- ▶ Entmistung bevorzugt mit belüfteten Kotbändern (Jung- und Legehennen)
- ▶ Bei unbelüfteten Kotbändern, 2-malige Entmistung in der Woche in Kombination mit Kottrocknung empfohlen (Jung- und Legehennen)
- ▶ Einsatz von Nippeltränken mit Auffangschalen (Legehenne und Mastgeflügel)
- ▶ Einsatz von höhenverstellbaren Tränken (Mastgeflügel)
- ▶ Abluftreinigung mit eignungsgeprüfter Technik für IED-Anlagen (Legehenne, Masthähnchen)“ (UBA/KTBL 2021 S.35),

Der im Stall angefallene Wirtschaftsdünger (Gülle und Festmist) wird vor der Ausbringung auf die landwirtschaftlichen Flächen zwischengelagert. Auch bei der Lagerung entstehen NH₃-Emissionen, die vor allem durch bauliche und technische Maßnahmen deutlich reduziert werden können. Die Emissionen hängen von der Temperatur, der emittierenden Oberfläche, der Belüftung und der Häufigkeit der Umsetzung während der Lagerung ab. Außerdem hängen die Emissionen von der Höhe des pH-Wertes des Wirtschaftsdüngers ab (vgl. UBA/KTBL 2021).

Es wird zwischen flüssigem Wirtschaftsdünger (Rinder- und Schweinegülle) und festem Wirtschaftsdünger unterschieden. Fester Wirtschaftsdünger ist ein stapelbares Gemisch aus Einstreu, Kot und Harn. Außerdem gehören zu den festen Wirtschaftsdüngern Feststoffe aus der Separation von Gülle, Gärreste und getrockneter Hühnerkot.

Eine zentrale Maßnahme zur Emissionsreduktion bei der Lagerung ist die Abdeckung der Lager von flüssigem Wirtschaftsdünger mit festen Abdeckungen (Zeltdach) oder Schwimmdecken, z. B. aus Plastikfolien oder Strohhäckselabdeckungen oder anderen Materialien. Bei Festmist ist die übliche Lagerung die offene Lagerung auf Festmisthaufen, die regelmäßig gewendet und damit kompostiert werden. Hier können z. B. durch eine Einhausung, das Verzichten des Wendens des Festmistes oder die Kompaktierung des Festmistes die NH₃-Emissionen reduziert werden (vgl. Häußermann et al. 2019).

In (UBA/KTBL 2021) werden folgenden Maßnahmen zur „Guten Fachlichen Praxis“ bei der Lagerung von Wirtschaftsdünger beschrieben:

„Flüssige Wirtschaftsdünger:

- ▶ Verhältnis von Behälteroberfläche zu Behältervolumen klein halten
- ▶ Abdeckung der Lagerbehälter mit einer festen Abdeckung (Betondecke oder Zeltdach)
- ▶ Sind feste Abdeckungen auf bestehenden Behältern nicht mit vertretbarem Aufwand möglich, können Folien oder Schwimmkörper nachgerüstet werden
- ▶ Befüllung unterhalb der Gülleoberfläche

Feste Wirtschaftsdünger:

- ▶ Trockene Lagerung auf feuchtigkeitsundurchlässigem Untergrund
- ▶ Abdeckung oder Überdachung der Miete
- ▶ Verringerung der Oberfläche des gelagerten Festmistes
- ▶ Sammlung der Jauche und des Sickerwassers in geschlossenen Behältern

Geflügel:

- ▶ Geflügeltrockenkot: geschlossenes Lager
- ▶ Geflügelmist: trockene Lagerung auf feuchtigkeitsundurchlässigem Untergrund; Abdeckung oder Überdachung der Miete" (UBA/KTBL 2021 S.39).

Ergänzend zu den baulich-technischen Maßnahmen und den Management-Maßnahmen können auch durch eine nährstoffreduzierte Fütterung sowie die Vermeidung ungenutzter Futterreste die Emissionen im Stall und auch bei der Lagerung und Ausbringung der Gülle zusätzlich reduziert werden.

8.1.2 Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahmen

Der Anteil der NH₃-Emissionen, der durch die Tierhaltung im Stall, auf der Weide und bei der Lagerung von Wirtschaftsdünger verursacht wird, liegt bezogen auf die gesamten NH₃-Emissionen des Sektor Landwirtschaft insgesamt bei 51% (Bezugsjahr 2020, vgl. Abbildung 27). Differenziert nach den Tierarten zeigt sich folgendes Bild, die prozentualen Angaben beziehen sich jeweils auf die gesamten NH₃-Emissionen des Sektors Landwirtschaft:

- ▶ Milchkühe, Stall und Lagerung: 12%
- ▶ Andere Rinder, Stall und Lagerung: 14%
- ▶ Schweine, Stall und Lagerung: 17%
- ▶ Geflügel, Stall und Lagerung: 5%
- ▶ Andere Tiere, Stall und Lagerung: 2%
- ▶ Weidegang, alle Tiere: 2%

Demnach hat bei den Emissionen aus der Tierhaltung in Stall und Lager die Schweinehaltung den größten Anteil an den NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft mit 17%, gefolgt von den Milchkühen und anderen Rinden mit 12% bzw. 14%. Dagegen sind die Anteile von Geflügel und anderen Tieren mit 5% bzw. 2% deutlich geringer.

Im NLRP von 2019 (NLRP 2019) sind zur Reduktion der NH₃-Emissionen aus dem Bereich Stall und Lagerung die folgenden Maßnahmen enthalten:

- ▶ Nicht abgedeckte Außenlager für Gülle/Gärreste werden mindestens mit Folie oder vergleichbarer Technik abgedeckt
- ▶ 70% Emissionsminderung in nach BImSchG genehmigungspflichtigen Ställen (G-Anlagen Schweine und Geflügel ohne Puten, =obere BImSchV-Grenze) z. B. durch Abluftreinigung

- ▶ Weitere systemintegrierte Maßnahmen (40% Emissionsminderung) in nach BImSchG genehmigungsbedürftigen Ställen (V-Anlagen Schweine und Geflügel, >untere BImSchV-Grenze)
 - Gülleneutralisation in Stall und Lager
 - Göllekühlung
 - Verkleinerung Göllekanal
 - Maßnahmen zur raschen Trennung von Harn und Kot im Stall
 - Gummieinsätze in Laufflächen
 - Ureaseinhibitoren im Stall
- ▶ 50% Unterflurlagerung von Gülle wird durch Außenlager mindestens mit Folienabdeckung ersetzt
- ▶ Systemintegrierte Maßnahmen in Stall und Lager für Rinder (ab 100 Rindern, 25% Emissionsminderung)

Außerdem bezüglich der Fütterung:

- ▶ N-reduzierte Fütterung mit 20% Emissionsminderung durch reduzierte N-Ausscheidungen in nach BImSchG genehmigungspflichtigen Ställen (G- und V-Anlagen/ >untere BImSchV-Grenze), Schweine und Geflügel
- ▶ 5%-Minderung der N-Ausscheidungen durch optimierte, N-anangepasste Fütterung bei Rindern

Für das gesamte Maßnahmenbündel wird im NLRP von 2019 ein NH₃-Minderungspotential von 44 kt/a für das Jahr 2030 ausgewiesen. Dies entspricht ca. 33% des für alle Maßnahmen aus der Landwirtschaft im NLRP von 2019 angegebenen NH₃-Minderungspotenzial von 133 kt/a (vgl. NLRP 2019).

Die Maßnahme „Verpflichtende Einführung systemintegrierter Maßnahmen in Tierhaltungsanlagen“ aus den Maßnahmenvorschlägen des UBA für das Aktionsprogramm zur integrierten Stickstoffminderung (vgl. Oehlmann et al. 2021) wird dort wie folgt formuliert:

- ▶ „Verpflichtende Einführung von systemintegrierten Maßnahmen in genehmigungspflichtigen Ställen: z. B. Gölleansäuerung, Göllekühlung, Verkleinerung des Göllekanals, eine rasche Trennung von Harn und Kot, Gummieinsätze in Laufflächen, wenn Wechselwirkungen ausgeschlossen werden können.“ (Oehlmann et al. 2021 S. 244).

Diese Maßnahmen stellen einen Teil des Maßnahmenbündels aus dem NLRP von 2019 dar. Es wird im Aktionsprogramm ein Emissionsminderungspotenzial von 1,5 bis 5 kt N für diese Maßnahme angegeben. Dies entspricht einer Minderung von ca. 1,8 bis 6 kt NH₃-Emissionen⁹.

Wirkungen von Einzelmaßnahmen zur Wirtschaftsdüngerlagerung und im Stall werden auch in (Häußermann et al. 2019) ausgewiesen. Demnach liegt das NH₃-Emissionsminderungspotenzial bezogen auf gesamten NH₃-Emissionen im Referenzszenario für die Einzelmaßnahmen zur Lagerung im Bereich von 0% bis 2% und für die Maßnahmen im Stall im Bereich von 2% bis 4%.

⁹ Umrechnungsfaktor gemäß DESTINO-Bericht: 1 t NH₃-N = 1,22 t NH₃

8.1.3 Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen

Um für die Maßnahme „Systemintegrierte Maßnahmen in Stall und Lager“ die Unsicherheiten der NH₃-Emissionen zu betrachten, wurde Angaben aus dem German Informative Inventory Report 2022 (vgl. IIR 2022) für die NFR-Sektoren 3B1a bis 3B4giv („manure management“ für die verschiedenen Tierarten) herangezogen. Die Unsicherheitsbereiche streuen stark von zwischen -19% bis -39% bis zu +19% bis +44%.

Tabelle 10: Unsicherheiten der Emissionen aus den Quellgruppen 3B1a bis 3B4giv (manure management) gemäß IIR-Report 2022

Unsicherheiten in der Quellgruppen 3B1a bis 3B4giv (manure management)		
Schadstoff	Untere Abweichung in %	Obere Abweichung in %
NH ₃	-19,2% bis -39,3%	+19,3 bis +44,5%

(Quelle: IIR 2022)

Angegeben sind die schadstoffspezifischen Unsicherheiten der Emissionen wie sie für das Jahr 2021 berichtet wurden. Dargestellt ist die mittlere untere und obere Abweichung vom berichteten Wert in Prozent.

8.1.4 Auswirkungen der Maßnahmen auf die Luftqualität

Im Kap. 7.1.4 finden sich bereits einige Ausführungen zur Auswirkung von Maßnahmen zur Minderung der NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft auf die Luftqualität auf die hier verweisen sei.

Über die hier betrachtete Maßnahme kann, wie oben erläutert, maximal ca. 33% des Minderungspotenzials aus dem im NLRP von 2019 ausgewiesenen Gesamtpotenzial für NH₃ realisiert werden. Dies wird tendenziell zu einer Reduktion der mittleren **NH₃-Hintergrundbelastung** in Deutschland führen, insbesondere in Gebieten mit ausgeprägten landwirtschaftlichen Aktivitäten und Tierhaltung.

Außerdem können **lokal größere Minderungen der NH₃-Konzentrationen** in der Außenluft dort erzielt werden, wo zusätzlich deutliche NH₃-Emissionsminderungen z. B. bei genehmigungsbedürftigen Ställen durch Abluftreinigung erreicht werden.

Für die Einschätzung der Wirkung der Minderung der NH₃-Emissionen auf die mittlere **PM_{2,5}-Hintergrundbelastung** aufgrund der Bildung von Sekundäraerosolen wird auf Kap. 7.1.4 verwiesen.

8.2 Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache

8.2.1 Inhalt und Zusammenhang der Minderungsmaßnahme

In Deutschland wird Ammoniak (NH₃) vor allem von der Landwirtschaft freigesetzt. Wie die Abbildung 11 eindrucksvoll zeigt, stammen fast alle Emissionen von Ammoniak aus der Landwirtschaft. Dabei wird knapp die Hälfte der Ammoniak Emissionen aus der Landwirtschaft aus den Tierställen und aus der Lagerung der Ausscheidungen dieser Tiere freigesetzt. Die Ausscheidungen der Tiere, also ihr Kot und ihr Urin, werden von ihrem Futter beeinflusst. Daher beeinflusst

der Stickstoffgehalt im Futter den Stickstoffgehalt in den Ausscheidungen und damit die Ammoniak Emissionen, denn Ammoniak ist eine Verbindung aus Stickstoff. Die Ausscheidungen der Tiere enthalten Harnstoff und Harnsäure. Das sind auch Stickstoffverbindungen. Damit aus dem Stickstoff im Harnstoff und der Harnsäure Ammoniak entsteht, braucht es Mikroorganismen, denn die produzieren ein spezielles Enzym mit dem Namen Urease. Je mehr Mikroorganismen es gibt, umso mehr Urease wird gebildet und damit auch Ammoniak. Die Urease bildenden Mikroorganismen mögen es warm und sie benötigen Wasser. Damit ist schon mal klar: je wärmer es im Stall ist und je nasser es dort ist, umso mehr Mikroorganismen gibt es, die Urease bilden und umso mehr Ammoniak wird gebildet. Daraus ergibt sich aber auch umgekehrt, dass kühle und trockene Ställe weniger Ammoniak freisetzen. Daher werden Ställe gekühlt, um die Bildung von Ammoniak zu verhindern. Am besten geht das, indem die Ställe gelüftet werden und die warme Stallluft nach draußen gelangt. Bei großen Ställen mit vielen Tieren werden dazu Ventilatoren eingesetzt. Das nennt sich dann Zwangslüftung. Die abgesaugte warme Stallluft kann dann auch gleich gereinigt werden was die Freisetzung von Ammoniak noch besser verringert. Tierställe sind, wie fast alle baulichen Maßnahmen genehmigungspflichtig. Das unterscheidet sich aber von Bundesland zu Bundesland. Große Ställe mit vielen Tieren sind aber in ganz Deutschland genehmigungsbedürftig, eben, weil von ihnen viele Emissionen freigesetzt werden.

Bei kleinen Ställen ist eine Zwangslüftung oder gar eine Abluftreinigung oft zu teuer. Deswegen gibt es dort große Lüftungsöffnungen damit möglichst viel warme Stallluft von alleine den Stall verlassen kann. Das nennt sich dann freigelüftete Ställe.

Damit es in den Ställen auch möglichst trocken ist, wird versucht den flüssigen Urin und den festen Kot der Tiere möglichst schnell zu trennen, um so die Bildung von Ammoniak noch besser zu verhindern. Deshalb gibt es in Tierställen spezielle Böden wie z. B. Spaltenböden durch die der flüssige Urin der Tiere in darunterliegende Kanäle fließen kann. Es gibt auch Gummieinsätze auf dem Boden in deren Rillen der Urin schnell abfließen kann und sich dann nicht mit Kot vermischt. Übrigens: die Kanäle durch die der Urin fließt, können auch gekühlt werden. Damit lässt sich die Bildung von Ammoniak noch besser verhindern.

Der Kot darf aber auch nicht lange liegen bleiben, denn er enthält ebenfalls Ammoniak bildende Urease und wird daher möglichst schnell oberirdisch zusammengeschoben, damit der Stallboden sauber bleibt. Damit wird aber auch deutlich, dass die Oberfläche eine große Rolle spielt. Denn je breiter die Ausscheidungen der Tiere verteilt werden, umso mehr Ammoniak kann freigesetzt werden.

Mit den Ausscheidungen der Tiere können die landwirtschaftlichen Felder und Äcker gedüngt werden. Darum heißen die gesammelten Ausscheidungen der Tiere auch Wirtschaftsdünger. Je nachdem ob es sich um flüssigen Urin oder festen Kot handelt wird dann von flüssigem oder festem Wirtschaftsdünger gesprochen. Doch so genau stimmt das nicht, denn meist ist Kot und Urin doch etwas vermischt und dazu kommt auch noch das sogenannte Einstreu wie z. B. Stroh mit dem der Stallboden ausgelegt wird. Gebräuchlich sind auch die Begriffe Gülle für flüssigen und Mist für festen Wirtschaftsdünger.

Bevor der Wirtschaftsdünger auf die Felder kommt wird er in Lagern gesammelt. Bei der Lagerung wird auch Ammoniak gebildet und freigesetzt, denn die Urease bildenden Mikroorganismen sind ja immer noch da. Deswegen wird versucht auch bei der Lagerung die Bildung und Freisetzung von Ammoniak zu verhindern. Da gibt es mehrere Möglichkeiten. Flüssiger Wirtschaftsdünger kann z. B. gekühlt werden, damit es weniger Mikroorganismen gibt. Das ist jedoch recht aufwendig. Einfacher ist es das Flüssiglager abzudecken z. B. mit einem Zeltdach oder mit Schwimmdecken aus Plastikfolien. Damit wird auch klar, dass die Form der Lagerbecken wichtig ist. Denn je kleiner die Oberfläche, desto weniger Ammoniak kann aus dem Lager entweichen.

Am besten sind dann Flüssiglager mit großem Volumen aber nur kleiner Oberfläche. Bei festem Wirtschaftsdünger ist das nicht so einfach, denn der wird meistens offen in sogenannten Festmisthaufen gelagert. Um auch hier die Freisetzung von Ammoniak zu verringern, kann der Festmist zusammengedrückt werden, um die Oberfläche zu verkleinern oder der ganze Festmisthaufen wird luftdicht umschlossen. Das nennt sich dann Einhausung. Was auf jeden Fall vermieden werden soll ist das Wenden des Festmists.

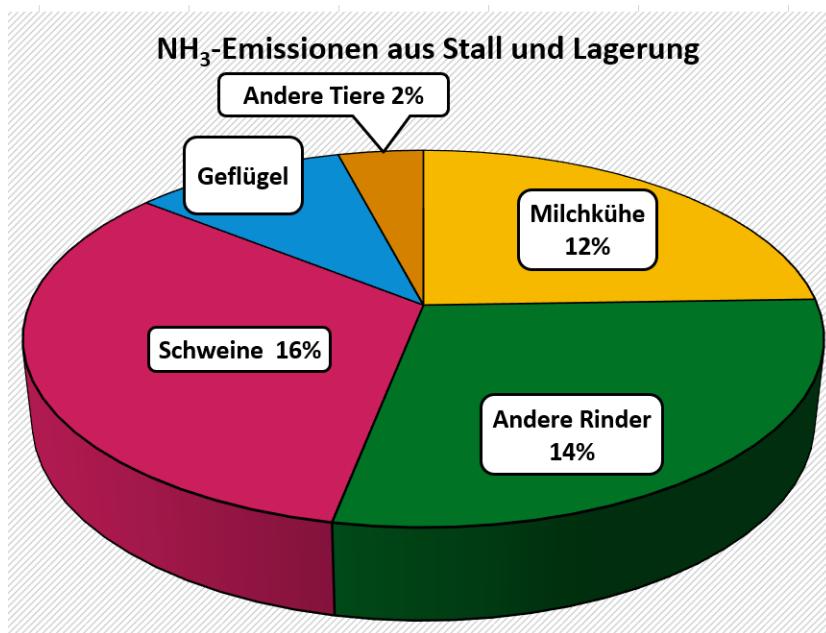
Neben bauliche Maßnahmen im Stall und bei der Lagerung gibt es noch weitere Möglichkeiten die Bildung von Ammoniak zu verringern:

- ▶ Dazu zählt die Zugabe von chemischen Stoffen sogenannte Ureasehemmer. Wie der Name verrät lässt sich mit ihnen die Bildung von Urease bremsen und damit auch die Bildung von Ammoniak reduzieren.
- ▶ Möglich ist auch Absenkung des pH-Wertes. Das geschieht durch Ansäuerung des flüssigen Wirtschaftsdüngers. Denn die Urease bildenden Mikroorganismen wachsen in einer sauren Umgebung nicht so gut.
- ▶ Auch durch eine Änderung der Fütterung lassen sich die Emissionen von Ammoniak verringern. Denn je weniger Stickstoff im Futter ist umso weniger wird davon in Ammoniak umgewandelt. Das nennt sich dann stickstoffreduzierte Fütterung.
- ▶ Weil der Stickstoff aus dem das Ammoniak gebildet wird aus dem Futtermittel stammt, sollte darauf geachtet werden, dass im Stall keine ungenutzten Futterreste herumliegen, denn auch aus ihnen kann Ammoniak gebildet und freigesetzt werden.

8.2.2 Wirkung der Maßnahme

Von allen Ammoniak Emissionen, die aus der Landwirtschaft freigesetzt werden, stammen knapp die Hälfte aus den Ställen der Tiere und der Lagerung ihrer Ausscheidung. Doch es lohnt ein Blick auf die Tierarten, denn nicht alle Tiere tragen im gleichen Maße zu den Emissionen von Ammoniak bei.

Abbildung 38: Ammoniak Emissionen aus Stall und Lagerung



(Quelle: Eigene Darstellung nach Thünen-Institut 2022)

Wie die obige Abbildung 38 zeigt, ist es vor allem die Schweinehaltung gefolgt von den Rindern und den Milchkühen die zusammen 1/3 aller Ammoniak Emissionen aus der Landwirtschaft verursachen. Das NLRP von 2019 nennt 133.000 Tonnen Ammoniak, die ab dem Jahr 2030 jährlich reduziert werden könnten. Als Maßnahmen die dazu nötig sind werden im NLRP von 2019 genannt:

- ▶ Folienabdeckung von Außenlager für Gülle
- ▶ Abluftreinigung in großen genehmigungspflichtigen Ställen für Schweine und Geflügel
- ▶ Genehmigungsbedürftige Ställe für Schweine und Geflügel
 - Gülleneutralisation in Stall und Lager
 - Güllekühlung
 - Verkleinerter Güllekanal
 - Rasche Trennung von Harn und Kot im Stall
 - Gummieinsätze in Laufflächen
 - Ureasehemmer im Stall
- ▶ Unterflurlagerung von Gülle zur Hälfte durch Außenlager mit Folienabdeckung ersetzen
- ▶ Stickstoffreduzierte Fütterung von Schweinen und Geflügel in genehmigungspflichtigen Ställen
- ▶ Stickstoffreduzierte Fütterung bei Rindern

Mit diesen Maßnahmen lassen sich die Ammoniak Emissionen laut NLRP von 2019 ab dem Jahr 2030 jährlich um 44.000 Tonnen reduzieren. Diese Menge entspricht ca. 1/3 der gesamten Minderungsmenge die im NLRP von 2019 für alle Maßnahmen in der Landwirtschaft vorgesehen sind. Das heißt also von allen Maßnahmen zur Reduktion von Ammoniak Emissionen, die das NLRP von 2019 in der Landwirtschaft vorsieht, leisten alleine die Maßnahmen im Stall und Lager einen Beitrag von ca. einem Drittel.

Wenn diese Maßnahmen umgesetzt werden und die Ammoniak Emissionen ab dem Jahr 2030 jährlich um 44.000 Tonnen sinken, wirkt sich dies auf die Luftqualität aus. Und zwar auf die gesamte Konzentration von Ammoniak in der Luft über Deutschland. Diese Gesamtkonzentration wird Hintergrundbelastung genannt.

Weil die Emissionen von Ammoniak in der Landwirtschaft aus so vielen unterschiedlichen Quellen stammen und es so viel verschiedene Faktoren wie Temperatur, Feuchtigkeit, pH-Wert, Fütterung, Tierarten, usw. gibt, die einen Einfluss auf die Emission haben, lässt sich nicht sehr genau bestimmen wie viel Ammoniak tatsächlich freigesetzt wird. Diese Ungenauigkeit nennt sich Unsicherheit. Für die Ammoniak Emissionen aus der Landwirtschaft ist die Unsicherheit relativ hoch. Sie lässt sich aber berechnen. Die wahre Menge an Ammoniak die freigesetzt wird, kann bis zu 40% niedriger aber auch bis zu 45% höher sein.

8.3 Maßnahmenspezifische Kommunikation

Auf Basis der in Kapitel 0 aufgeführten methodischen Herangehensweise wird auch die Kommunikation für die Maßnahme „Systemintegrierte Maßnahmen in Stall und Lager“ strukturiert.

8.3.1 Maßnahmenspezifische Anforderung an erfolgreiche Kommunikation

Integrierte Maßnahmen in Stall und Lagerung müssen von Landwirt*innen geplant und mit Finanzierungen abgesichert sein. Eine nachhaltige Strategie mit langfristig geltenden gesetzlichen Rahmenbedingungen ist erforderlich, um die Wirtschaftlichkeit der Betriebe aufrechterhalten zu können bzw. betriebliche Planungen zu ermöglichen.

Außerdem beinhaltet diese komplexe Maßnahme unterschiedliche Ansätze, um im Umbau von Stall oder Veränderungen bei der Lagerung Effekte zu erzielen. Daher ist es wichtig, die Bandbreite an Möglichkeiten mit den jeweiligen Effekten zu kommunizieren, um seitens der Landwirt*innen eine Auswahl verfügbar zu haben und entscheiden zu können, welche Einzelmaßnahme für den jeweils eigenen Betrieb in Frage kommt.

8.3.2 Analyse des IST-Zustandes

Wie in Abbildung 31 „Konjunkturbarometer Agrar“ ausführlich dargestellt, schaffen Investitions- und Förderprogramme einen Rahmen, um landwirtschaftliche Betriebe weiterzuentwickeln und in technische Innovationen zu investieren. Der Anteil an landwirtschaftlichen Betrieben, die in neue Technik investieren, ist gestiegen. Gleichzeitig sind auch Steigerungen in geplanten Investitionen in Ställe, Hof- und Stalltechnik zu erkennen.

8.3.3 Maßnahmenspezifische Zielgruppen

Landwirtschaftliche Maßnahmen, die Einfluss auf Stall und Lagerung haben, fokussieren in der Ansprache vor allem Landwirt*innen. Veränderungen in Lagerung und Stall sind vor allem Aspekte, die für jeden einzelnen Hof eine individuelle Relevanz haben, da die gegebenen Bedingungen regional unterschiedlich und hofspezifisch sind. Hauptzielgruppe dieser Maßnahme sind die Landwirt*innen. Wie schon in Kapitel 7.3.3 beschrieben, sollte diese Gruppe differenziert betrachtet werden, da individuelle Bedürfnisse vorhanden sind.

In diesem Kontext wird an dieser Stelle auf die Segmentierung der Landwirt*innen, wie im Kapitel 7.3.3 beschrieben, verwiesen.

8.3.4 Maßnahmenspezifische Kommunikationsziele

Um Landwirt*innen darüber zu informieren, welche Umsetzungsmöglichkeiten bestehen, welche Finanzierungs- und Fördermodelle möglich sind und welche Aspekte außerdem zu beachten sind, setzt gezielte und verständliche Informationen voraus. Aber auch Beratungsangebote, Best-Practice-Beispiele oder Austauschmöglichkeiten erhöhen die Chance auf eine Akzeptanz bei den Zielgruppen.

Folgende Kommunikationsziele sollten daher im Vordergrund stehen:

- ▶ Information über Fördermaßnahmen, Beratungsangebote im Kontext der betriebswirtschaftlichen Konsequenzen bei der Strukturveränderung von landwirtschaftlichen Betrieben
- ▶ Informationen zu gesetzlichen / regulativen Rahmenbedingungen
- ▶ praktische Leitfäden zur langfristigen Planung und Umstrukturierung der Betriebe

- ▶ Informationen über Angebote für Dialog-, Beteiligungs- und Austauschformate (auch mit anderen benannten Zielgruppen)

8.3.5 Strategischer Ansatz für die Kommunikation

Individualität und die Beachtung unterschiedlicher Anforderungen an die regionalen bzw. hofspezifischen Gegebenheiten sind ein Aspekt, der in der Kommunikationsstrategie berücksichtigt werden sollte. Einerseits sind Klarheit und Verständlichkeit in der Kommunikation von Richtlinien und gesetzlichen Rahmenbedingungen erforderlich, um ein Verständnis bei der Zielgruppe zu erzeugen. Andererseits können Dialog- oder Beratungsangebote hilfreich sein, um den individuellen Anforderungen gerecht zu werden. Landwirt*innen benötigen Klarheit und Planbarkeit.

8.3.6 Handlungsempfehlungen

In diesem Kontext steht weniger die Kommunikation in der Öffentlichkeit und gegenüber den Verbraucher*innen im Vordergrund, vielmehr müssen bei einer Maßnahme, die den Stall und somit den landwirtschaftlichen Betrieb unmittelbar betreffen, die Landwirt*innen im Fokus stehen. Die Steigerung von Informations- und Beratungsangeboten hat eine große Relevanz. Für Landwirt*innen ist es essentiell, gesetzliche Vorgaben zu verstehen und diese im Rahmen einer wirtschaftlich sinnvollen Betriebsführung auch umsetzen bzw. einhalten zu können.

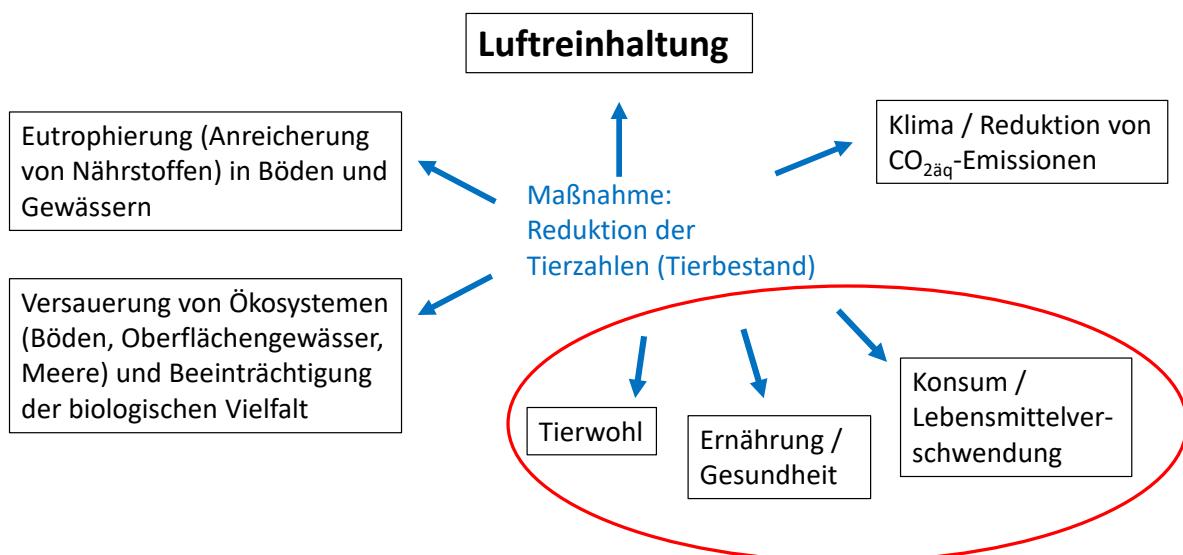
9 Landwirtschaft: Maßnahme „Reduktion der Tierzahlen“

9.1 Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung

9.1.1 Rahmenbedingungen der Maßnahme

Wie in Kap. 6.1 beschrieben, trägt der im Übermaß in die Umwelt eingebrachte reaktive Stickstoff, im Landwirtschaftssektor vor allem durch die NH₃-Emissionen, zu unterschiedlichen Umweltproblemen bei. Maßnahmen zur Reduktion der NH₃-Emissionen zeigen im Hinblick auf all diese Problemfelder positive Effekte. Die hier betrachtete Maßnahme „Reduktion der Tierzahlen“ wird aktuell auch noch aus anderen Gründen diskutiert, diese betreffen die Aspekte Tierwohl, Konsumverhalten, Ernährungsweise und Lebensmittelverschwendungen (vgl. Abbildung 39). Hier steht die Wirkung der betrachteten Maßnahme auf die Luftreinhaltung (Reduktion der NH₃-Emissionen) im Fokus.

Abbildung 39: Aspekte zu den Wirkungen der Maßnahme „Reduktion der Tierzahlen (Tierbestand)“



(Quelle: eigene Darstellung)

In Deutschland wurde das Kompetenznetzwerk Nutztierhaltung (die sogenannte Borchert-Kommission) im Jahr 2019 eingerichtet und hat Empfehlungen zum Umbau der landwirtschaftlichen Tierhaltung erarbeitet und im Jahr 2020 veröffentlicht. Kern dieser Empfehlungen ist die Einführung langfristiger staatlicher Tierwohlprämien bei schrittweiser Erhöhung des Tierwohlniveaus in drei Stufen (KNW 2020). Dies betrifft vor allem mehr Platz und mehr Beschäftigungsmaterialien für die Tiere und Verbesserungen der sonstigen Haltungsbedingungen, wobei die Stufe 3 sich an den Haltungskriterien des ökologischen Landbaus orientiert. Zwischenzeitlich hatte das Kompetenznetzwerk die Arbeit bis Mitte 2023 ruhen lassen, da es von Seiten der Bundesregierung keine Einigung auf eine langfristig zugesicherte und staatlich finanzierte Tierwohlprämie gab, die das Kompetenznetzwerk als notwendig betrachtet (KNW 2023). Aktuell werden erste Schritte in diese Richtung gesehen.

Grundsätzlich ist zu erwarten, dass sich auch als Folge eines geringeren Konsums tierischer Produkte - eine zentrale aktuelle Forderung für eine gesunde Ernährungsweise - eine Reduktion der Tierzahlen ergeben wird.

In (Sorg et al. 2021) werden die zentralen Elemente der planetary health diet der EAT-Lancet Kommission beschrieben, die für die Ernährung von zukünftig ca. 10 Mrd. Menschen auf der Erde als ein Kernelement einen sehr geringen Anteil an tierischen Lebensmitteln enthält (sogenannte flexitarische Ernährungsweise).

Aber der Fleischkonsum liegt aktuell etwa noch doppelt so hoch wie die nationale Empfehlung es vorgibt (Öko-Institut 2020) und diese liegt noch deutlich über der Empfehlung der planetary health diet (vgl. Sorg et al. 2021).

Dies zeigt, dass die aktuell verwendeten Instrumente der Information und Bildung allein wohl nicht ausreichen, um den Konsum tierischer Produkte und damit letztendlich den Bestand an Nutztieren zu reduzieren, sondern dass zusätzliche Instrumente z. B. der Preiskontrolle und rechtliche Instrumente erforderlich sind.

Es wird in (Sorg et al. 2021) ausgeführt, dass **neben den eher verfahrenstechnischen Maßnahmen** (vgl. Kap. 7 und 8) weitere Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen aus der Landwirtschaft notwendig sind. Diese sollten darauf abzielen, „das gesamte Produktionssystem dahingehend umzubauen, dass die **Tierhaltung enger an die landwirtschaftliche Fläche gebunden** wird und dass insgesamt **weniger Tiere gehalten** werden.“ (Sorg et al. 2021 S. 22) „Bei diesem Ansatz ist es wichtig, dass sowohl die Nutztierhaltung als auch der **Konsum tierischer Lebensmittel reduziert werden**, um Verlagerungseffekte [z. B. in das Ausland] zu vermeiden. (Sorg et al. 2021 S.23). Da die Transformation zu einem nachhaltigeren Ernährungssystem mit geringeren Umweltauswirkungen und stärker pflanzenbasierten Ernährungsweisen ein langfristiger Prozess ist, aber im Hinblick auf die Einhaltung der Umwelt- und Klimazielen (z. B. die geforderte Reduktion der NH₃-Emissionen gemäß NEC-Richtlinie) eine schnelle Emissionsreduktion notwendig ist, ist die „Mischung von sofort wirksamen verfahrenstechnischen Maßnahmen, eine bessere räumliche Verteilung von Nutztierbeständen und ihrer Wirtschaftsdünger sowie Maßnahmen zur Verringerung von Produktion und Konsum“ (Sorg et al. 2021 S. 24) wichtig.

Die Forderung die Tierhaltung enger an die landwirtschaftliche Fläche zu binden, wurde mit der der sog. EU-Öko-Verordnung vom 30. Mai 2018 umgesetzt, mit der die an den Standort angepasste „**flächengebundene Tiererzeugung**“ für die ökologische/biologische Produktion eingeführt wurde (WD 2022). Im Ökolandbau wird durch die Vorgaben zur flächengebundenen Tierhaltung deren Beitrag zum Erhalt der Humusschicht und somit der Fruchtbarkeit der Böden sowie zum Erhalt der Wasserqualität berücksichtigt. Es wird die Nutztierhaltung auf **maximal zwei Großviecheinheiten (GVE) pro Hektar der verfügbaren landwirtschaftlichen Nutzfläche** begrenzt. Der Tierbestand eines Öko-Betriebes und damit die anfallenden Wirtschaftsdünger dürfen umgerechnet den Grenzwert von 170 kg N/a pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche nicht überschreiten.

Auch in der Düngeverordnung sind die 2 GVE/ha durch die Obergrenze für die Wirtschaftsdüngerausbringung mittlerweile implizit verankert. „Damit können Betriebe mit mehr als 2 GVE/ha ihren Wirtschaftsdünger nicht allein auf den hofeigenen Flächen ausbringen. Aktuell stehen 38 % der gesamten Großviecheinheiten Deutschlands in Betrieben mit einer Tierbestandsdichte von mehr als 2 GVE/ha. Diese benötigen zusätzliche Flächen oder Möglichkeiten der Gülleaufbereitung. Alternativ müssten die Tierbestände dieser Betriebe verringert oder in andere Regionen ausgelagert werden.“ (Scheffler et al. 2019 S.27).

9.1.2 Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahmen

Die Wirkung der Maßnahme „Reduktion der Tierzahlen“ zeigt sich direkt in einer entsprechenden Reduktion der NH₃-Emissionen. Die Wirkung kann erhöht werden, wenn vorrangig diejenigen Bestände abgebaut werden, die sehr hohe spezifischen Emissionen pro Tier (z. B. Rinder)

aufweisen. Außerdem können mit dieser Maßnahme gezielt die Emissionen in hoch belasteten Regionen mit Intensivtierhaltung gesenkt werden (Häußermann et al. 2019).

Die Maßnahme Viehbestandabbau führt auch zu einer Reihe indirekter Systemänderungen mit Auswirkungen auf die NH₃-Emissionen. Dies betrifft z. B. die Aspekte Futtermittelbedarf, Pflanzenproduktion oder die Zusammensetzung der ausgebrachten Düngung. Inwieweit diese indirekten Systemänderungen zu einer weiteren Senkung oder zu einer Erhöhung der NH₃-Emissionen führen können, kann nach (Häußermann et al. 2019) nur schwer abgeschätzt werden.

Im größeren, globalen Maßstab ist die Maßnahme Viehbestandsabbau nur dann emissionsmindernd, wenn gleichzeitig auf die tierischen Produkte der abgebauten Viehbestände verzichtet wurde. Die Gleichzeitigkeit der Entwicklungen ist dabei von großer Bedeutung. Ansonsten besteht die Gefahr einer Substitution des Bedarfes durch zusätzlich importierte tierische Produkte. Auch besteht die Gefahr tierische Produkte, die nicht mehr im Inland abgesetzt werden können, in das Ausland zu verkaufen.

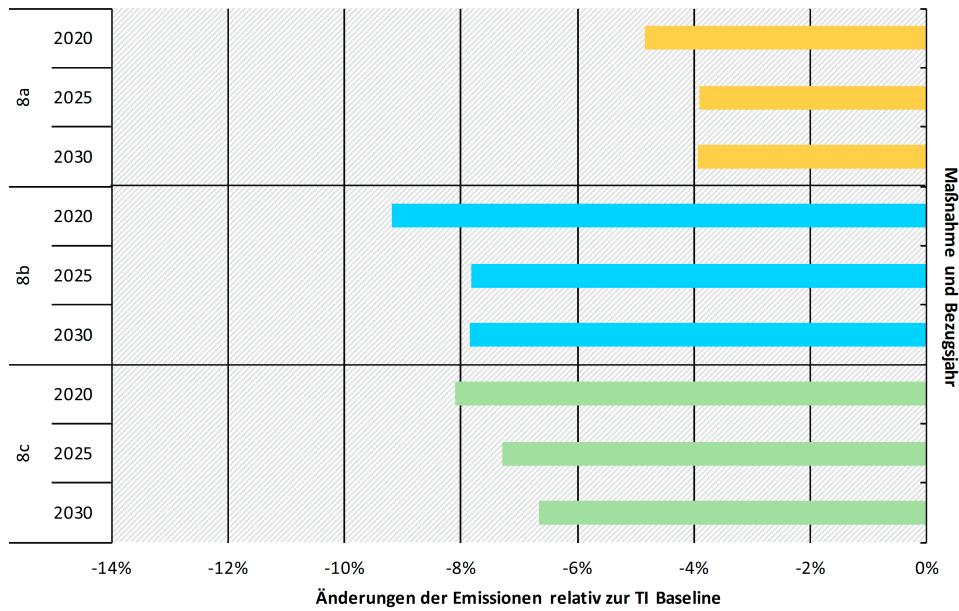
Die Wirkung der Maßnahme „Reduktion der Tierzahlen“ wird in (Häußermann et al. 2019) für verschiedene Szenarien abgeschätzt (vgl. Abbildung 40). Es werden die Szenarien einer linearen 5% und 10% Reduktion des Tierbestands für alle Tierarten betrachtet. Ergänzend wurde zusätzlich ein Szenario betrachtet, für das eine kreisbezogene Deckelung der tierischen N-Ausscheidungen auf den Stand 1995 unterstellt wurde, d. h. dass pro Kreis maximal der Tierbestand von 1995 zulässig ist. Da sich der Tierbestand seit 1995 bis heute erhöht hat, führt auch dieses Szenario zu Reduktionen, die aber regional unterschiedlich hoch ausfallen.

Durch die Reduktion des Viehbestands um 5% bzw. 10% gehen die NH₃-Emissionen bezogen auf die NH₃-Emissionen des Sektors Landwirtschaft im Referenzszenario nach diesen Abschätzungen bis 2030 um ca. 4% bis 8% zurück. In dem Szenario mit kreisbezogener Deckelung liegt die Reduktion bei knapp 7%.

Bezogen auf die gesamten NH₃-Emissionen aller Sektoren im WM-Szenario 2030 aus dem NLRP von 2019 in Höhe von 570 kt/a ergibt sich für die hier betrachtete Maßnahme bei einem Reduktionspotenzial von 4% bis 8% eine Minderung der NH₃-Emissionen von ca. 23 bis 46 kt/a.

Im NLRP von 2019 wird für alle dort berücksichtigen Maßnahmen aus der Landwirtschaft ein NH₃-Minderungspotenzial von 133 kt/a. angegeben. Die Maßnahme „Reduktion der Tierzahlen“ mit einer Minderungswirkung von ca. 23-46 kt liegt im Vergleich dazu bei ca. 17% bis 35% dieses Potenzials.

Abbildung 40: Wirkung von Viehbestandsabbau auf die NH₃-Emissionen in den Jahren 2020, 2025 und 2030



Maßnahmen:

8a) Viehbestandsabbau, alle Tierarten um 5 %

8b) Viehbestandsabbau, alle Tierarten um 10 %

8c) Kreisbezogene Deckelung der tierischen N-Ausscheidungen auf die kreisbezogenen N-Ausscheidungen im Jahr 1995.

Quelle zu Abbildung 12:

eigene Berechnungen auf methodischer Grundlage von Haenel et al. (2018)

(Quelle: Häußermann et al. 2019)

9.1.3 Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen

Um für die Maßnahme „Reduktion der Tierzahlen“ die Unsicherheiten der NH₃-Emissionen zu betrachten, wurde Angaben aus dem German Informative Inventory Report 2022 (vgl. IIR 2022) herangezogen. Es wurden dazu die gleichen NFR-Sektoren betrachtet wie für die Maßnahme „Verpflichtende Vorgaben zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger“ (vgl. Kap. 7) und für die Maßnahme „Systemintegrierte Maßnahmen in Stall und Lager“ (vgl. Kap. 8). Demnach sind die Unsicherheiten vergleichsweise hoch und liegen im Bereich von maximal -39% bis +44%.

9.1.4 Auswirkungen der Maßnahmen auf die Luftqualität

Im Kap. 7.1.4 finden sich bereits einige Ausführungen zur Auswirkung von Maßnahmen zur Minderung der NH₃-Emissionen auf die Luftqualität, auf die hier verwiesen sei, da es sich auch hier um eine Maßnahme zur Reduktion von NH₃-Emissionen handelt.

Über die hier betrachtete Maßnahme kann, wie oben erläutert, maximal ca. 35% des Minderungspotenzials aus dem im NLRP von 2019 ausgewiesenen Gesamtpotenzial für NH₃-Emissionen realisiert werden.

Dies wird tendenziell zu einer Reduktion der mittleren **NH₃-Hintergrundbelastung** in Deutschland führen, insbesondere in Gebieten mit ausgeprägten landwirtschaftlichen Aktivitäten und Tierhaltung.

Für die Einschätzung der Wirkung der Minderung der NH₃-Emissionen auf die mittlere **PM_{2,5}-Hintergrundbelastung** aufgrund der Bildung von Sekundäraerosolen wird auf Kap. 7.1.4 verwiesen.

9.2 Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache

9.2.1 Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme

Die Haltung von Nutztieren wie Milchkühe, Rinder, Schweine oder Geflügel ist wesentlich für die Emissionen von Ammoniak aus der Landwirtschaft verantwortlich. Wie in Kapitel 6.6.3 beschrieben sind die Ausscheidungen dieser Nutztiere und die Lagerung ihrer Ausscheidungen dabei zentrale Faktoren, die das Emissionsgeschehen beeinflussen. Hinzu kommt, wie in Kapitel 7.2 beschrieben, dass die Ausbringung dieser Ausscheidungen auf landwirtschaftliche Flächen ebenfalls einen starken Einfluss auf die Emissionen von Ammoniak hat. Damit ist klar, dass weniger Tiere auch weniger Emissionen bedeutet. Die Reduktion der Tierzahlen ist somit eine sehr treffsichere Maßnahme, um die Emissionen von Ammoniak zu reduzieren. Denn jedes Tier weniger, bewirkt direkt und ohne Umwege ein kleines bisschen weniger Ammoniak, das in die Luft freigesetzt wird.

Allerdings ist zu beachten, dass Rinder, Schweine oder Geflügel gehalten werden, um ihr Fleisch sowie tierische Produkte wie Milch und Eier zu essen. Daher bedeuten weniger Tiere auch wenige Konsum von Fleisch. Weniger Fleisch zu essen wiederum bedeutet eine Umstellung der Ernährungsgewohnheiten. Lieb gewonnene Ernährungsgewohnheiten lassen sich aber nur schwer und langsam verändern. Darum muss eine Maßnahme wie die Reduktion der Tierzahlen mit Informationskampagnen und Aufklärung begleitet werden. Dabei liegt auf der Hand, dass weniger Fleischkonsum nicht nur weniger Emissionen von Ammoniak bedeutet, sondern auch noch andere positive Effekte hat. Gerade Wiederkäuer wie Rinder und Kühe emittieren nämlich auch Methan und Methan ist ein Klimagas, das den Klimawandel anheizt. Übermäßiger Konsum von Fleisch und anderen tierischen Produkten kann zudem auch einen negativen Einfluss auf die menschliche Gesundheit bewirken. Zudem ist eine Reduktion der Tierzahlen auch gut für die Tiere selber, denn dann müssten sie nicht mehr so dicht gedrängt in engen Ställen stehen. Damit die verbleibenden Tiere wirklich mehr Platz erhalten, sollte der freigewordene Platz im Stall auch baulich aufgewertet werden, indem die Tiere im Stall unterschiedliche Bereiche zum Liegen, Fressen oder Ausscheiden zur Verfügung haben (vgl. Sorg et al. 2021).

Unterm Strich wird damit klar, dass eine Reduktion der Tierzahlen auf mehreren Ebenen Wirkung entfaltet und eine recht grundsätzliche Umstellung der Art und Weise darstellt, wie wir Menschen Landwirtschaft betreiben und uns ernähren.

Wichtig ist dabei auch, dass es nicht zu Verlagerungseffekten kommt. So hat eine Reduktion der Tierzahlen wenig Sinn, wenn statt in Deutschland die Tiere im Ausland gehalten werden und ihr Fleisch sowie tierische Produkte wie Eier und Milch dann in Deutschland eingeführt und verkauft werden. Dadurch würden nämlich die Ammoniak Emissionen einfach nur woanders freigesetzt werden. Also nur verlagert werden.

Doch wie lassen sich denn nun die Tierzahlen verringern? Aus dem bisher Gesagten wird deutlich, dass das nur funktioniert, wenn das ganze System der Fleischerzeugung verändert wird.

Eine gute Möglichkeit ist es, wenn die Anzahl der Tiere, die an einem Ort gehalten werden, an die landwirtschaftliche Fläche an diesem Ort gebunden wird. Ein Vorschlag dazu ist, dass höchstens zwei Großvieheinheiten pro Hektar landwirtschaftliche Fläche erlaubt sind (Scheffler et al. 2019). Zwar werden in Deutschland im Durchschnitt bereits nur 0,78 Großvieheinheiten (GVE) pro Hektar gehalten, allerdings stehen immerhin 38 % der gesamten Großvieheinheiten Deutschlands in Betrieben mit einer Tierbestandsdichte von mehr als 2 GVE/ha (Scheffler et al. 2019). Daraus folgt, dass eine solche Obergrenze des Tierbestandes vor allem dort Wirkung entfaltet wo überdurchschnittliche viele Tiere gehalten werden.

Die sogenannten Großvieheinheiten werden in der Landwirtschaft genutzt, um große Tiere wie Rinder mit kleinen Tieren wie Hühnern vergleichen zu können. Eine Großvieheinheit entspricht einer Lebendmasse von 500 kg. Das ist ungefähr das Gewicht einer Milchkuh oder das Gewicht von 50 Puten. Wenn nur noch zwei GVE pro Hektar landwirtschaftliche Fläche erlaubt sind, können Betriebe mit kleinen Flächen nur noch weniger Tier halten oder sie müssen den Mist und die Gülle ihrer Tiere auf fremden Flächen ausbringen. Aktuell werden 38% aller Großvieheinheiten in landwirtschaftlichen Betrieben mit mehr als zwei GVE pro Hektar gehalten. Eine weitere Möglichkeit die Anzahl der Tiere von der Größe der landwirtschaftlichen Fläche abhängig zu machen ist es, wenn das Tierfutter selbst erzeugt wird. Ein Vorschlag dazu lautet, dass für Pflanzenfresser mindestens 60% des Futters auf dem eigenen Betrieb erzeugt werden muss. Bei Schweinen und Geflügel soll dieser Anteil mindestens 20% betragen.

9.2.2 Wirkung der Maßnahme

Bei einer Reduktion des Tierbestandes um 5% gehen die Emissionen von Ammoniak um 4% pro Jahr zurück. Das entspricht einer Reduktionsmenge von 23.000 Tonnen Ammoniak pro Jahr. Wird der Tierbestand um 10% verringert, sinken die Emissionen um 8% und das wären dann 46.000 Tonnen weniger Ammoniak, die in die Luft freigesetzt werden (Häußermann et al. 2019).

Das ist aber nur eine Schätzung, denn wie in Kapitel 8.2 beschrieben beeinflussen in der Landwirtschaft viele Faktoren die Höhe der Emissionen. So könnte die Menge an Ammoniak Emissionen aus der Landwirtschaft insgesamt auch ca. 40 % geringer oder ca. 45 % höher liegen.

9.3 Maßnahmenspezifische Kommunikation

9.3.1 Allgemeine Anforderungen an maßnahmenspezifische Kommunikation

Bereits in den vorigen Kapiteln wurde darauf hingewiesen, dass emissionsmindernde Maßnahmen in der Landwirtschaft auch immer im Kontext der gesamten Wertschöpfungskette von der Tierhaltung bis hin zu den Verbraucher*innen betrachtet werden sollten. Die Reduktion der Tierzahlen ist daher auch nur ein Element im gesamten Transformationsprozess zu einem nachhaltigen (und klimafreundlichen) Ernährungssystem, das verschiedene Arbeits- und Lebensbereiche unterschiedlich beteiligter Personengruppen tangiert.

Die zum Teil noch bestehenden Unsicherheiten und unklaren Rahmenbedingungen erschweren die Entwicklung einer nachhaltigen Kommunikationsstrategie, mit der Ziele, Botschaften und konkrete Maßnahmen entwickelt werden. Allein mit Kommunikation ist kein Umdenken und neu orientiertes Handeln der Zielgruppen möglich, wenn die Rahmenbedingungen nicht klar sind. In den folgenden Kapiteln sind daher Ansätze, Best-Practice-Beispiele und Empfehlungen im Hinblick auf die Schaffung von Akzeptanz und Transparenz im gesamten Veränderungsprozess zu einer nachhaltigen und umweltverträglichen Landwirtschaft in Verbindung mit einer verantwortungsbewussten Konsum- und Ernährungsverhalten durch Konsument*innen aufgeführt.

9.3.2 Analyse des IST-Zustandes

9.3.2.1 Schaffung gesetzlicher Rahmenbedingungen als Voraussetzung

“Der gesellschaftliche Wunsch nach einer klima- und umweltfreundlichen sowie artgerechten Tierhaltung erfordert eine weitreichende politische Neuausrichtung der Agrarpolitik. [...] Der Umbau muss sowohl beim Konsum als auch bei der Produktion ansetzen und bedarf einer umfassenden politischen Strategie.” (Schmidt-Landenberger et al. 2021, S. 46)

Sowohl seitens der Wissenschaft als auch seitens zivilgesellschaftlicher Organisationen wurden bereits Vorschläge in Richtung Politik für eine klima- und umweltfreundliche Tierhaltung unterbreitet. An dieser Stelle seien nur einige beispielgebend genannt. Dazu gehören beispielsweise eine Erhöhung der Mehrwertsteuer auf tierische Produkte, Streichung der Subventionen von Massentierhaltung, Exportverbot und somit keine Auslagerung der Tierbestände über dem Grenzwert (dies wäre nur eine Verlagerung der Problematik). Auch keine Fleischimporte aus Massentierhaltungen anderer Länder, eine Mehrwertsteuersenkung bzw. Subventionen für pflanzenbasierte Lebensmittel in öffentlichen Kantinen, Schulen und Kliniken zählen zu den Vorschlägen, um den Fleischkonsum deutlich zu reduzieren. Als einer der nächsten Schritte gilt es, solche Vorschläge auf Praxistauglichkeit zu überprüfen und einzuführen.

9.3.2.2 Umgang der Medien mit Landwirtschaft und Nutztierhaltung

Im Rahmen eines Forschungsprojektes des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (Thünen-Institut o. J. b) wurde u.a. eine differenzierte Untersuchung der Kritik an der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung vorgenommen. Die sogenannte “Social Lab-Zukunftswerkstatt - landwirtschaftliche Tierhaltung” verläuft in den Phasen: Einstiegs- und Kritikphase, Utopiephase, Verwirklichungsphase, Nachbereitung. Beteiligte an der Zukunftswerkstatt sind Bürger*innen und Landwirt*innen, Vertreter der Land- und Ernährungswirtschaft, des Umwelt- und Tierschutzes sowie weitere Sachverständige (aus z. B. der Wissenschaft, den Medien oder der Politik). In diesem Projekt wurden Kritikpunkte der unterschiedlichen Gesellschaftsgruppen zusammengetragen und genauer analysiert. Ziel des Projektvorhabens ist es, realistische Wege zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung aus Sicht der unterschiedlichen Gesellschaftsgruppen aufzuzeigen.

In diesem Kontext wurde u.a. auch die Darstellung der Nutztierhaltung in den Medien und die Wirkung der Berichterstattung aufgezeigt. Im Ergebnis kann gesagt werden, „dass die Berichterstattung über die Nutztierhaltung in den Medien einerseits ein wichtiges Bindeglied zwischen landwirtschaftlicher Praxis und Öffentlichkeit darstellt. Andererseits stärkt diese eine Polarisierung zwischen der Bevölkerung und der Landwirtschaft, im speziellen der Nutztierhaltung“ (Thünen-Institut o. J.). Die Ergebnisse einer Medieninhaltsanalyse haben auch gezeigt, dass in den deutschen Printmedien weniger einseitig über die landwirtschaftliche Nutztierhaltung berichtet wird als angenommen (Wolfram et al. 2021). Ein weiteres Ergebnis ist, dass fast 50 Prozent der Befragten angaben, „sich lieber selbst ein Bild über die Nutztierhaltung machen zu wollen als sich auf Medienberichte zu verlassen. Weitere knapp 45 Prozent der Befragten sind der Meinung, dass in den Medien vor allem negative Beispiele der Nutztierhaltung hervorgehoben werden. (...). Vor allem Frauen und jüngere Personen stehen der Medienberichterstattung kritisch gegenüber. Hingegen nehmen Männer und ältere Personen die Nutztierhaltung positiver wahr als sie in den Medien dargestellt wird“ (Thünen-Institut o. J.).

9.3.2.3 Veganuary: Internationale Initiative und erfolgreiches Beteiligungsformat

Die Marketing- bzw. Kommunikationsstrategien haben sich in den letzten Jahren deutlich verändert. Noch in den 2000er Jahren wurden mit Schockkampagnen und verstörenden Bildern auf die Zustände in landwirtschaftlichen Betrieben hingewiesen (z. B. im Kontext von BSE).

Schockbilder (Schockwerbung) zielen jedoch nur darauf ab, schnell Aufmerksamkeit zu erzeugen und die Betrachter*innen zu verstören. Dieser Effekt ist jedoch nicht zwingend nachhaltig und langanhaltend. Für eine langfristig erfolgreiche Strategie braucht es Glaubwürdigkeit und einen Hebel zu einer Einstellungsveränderung mit der Konsequenz zur Verhaltensänderung.

Ein internationales Beispiel dafür ist die Kampagne “Veganuary”, die seit dem Jahr 2014 den Monat Januar zum “Klimaretter-Monat” aufruft. Die Anknüpfungspunkte (sogenannte “Touch Points” der Zielgruppen) sind sehr unterschiedlich. Im Vordergrund steht eine fleischfreie Ernährung, aber die Motivationsgründe sind verschieden. Zum einen beteiligen sich prominente Botschafter*innen und Influencer*innen, die über ihre Erfahrungen berichten. Zum anderen werden nicht Tierwohl oder Klimaziele in den Fokus gestellt, sondern mögliche positive Auswirkungen des Fleischverzichts auf die eigene Gesundheit.

Mit der Kampagne werden sowohl Verbraucher*innen als auch Handelsketten erfolgreich angesprochen. Der Schneeball-Effekt ist dabei ein wirksames Mittel, um auch das Interesse von Mitbewerber*innen zu wecken. Die Teilnahme an dieser Challenge ist für Beteiligte einfach und kostenlos und auch für die Umsetzung werden praxisnahe Tool-Kits bereitgestellt. Sowohl in den Medien als auch auf Social Media erhält die Initiative große Reichweite und Resonanz bzw. Interaktionen.

Laut der Statistik von Veganuary beteiligten sich im Jahr 2022 knapp 430 Unternehmen und 629.000 Menschen an der Aktion. Mehr als 1500 fleischfreie (vegane) Produkte wurden in 2022 auf den Markt gebracht. 98 Prozent der Beteiligten haben gute Erfahrungen gemacht und würden diese Aktion weiterempfehlen. Diese Initiative steht für das Prinzip der Überzeugung, Beteiligung und Weiterempfehlung. Die Initiator*innen setzen auf Kooperationen mit Unternehmen, um die Bekanntheit von Veganuary weltweit zu steigern.

Die Bilanz von Veganuary zeigt auch das Einsparpotential an Wasser und CO₂ für den Umwelt- und Klimaschutz sowie die Auswirkungen im Hinblick auf das Tierwohl. Diese Effekte stehen jedoch nicht im Vordergrund der Kampagne. Man kann daraus schließen, dass klima- und umweltrelevante Effekte zwar positiv zu werten sind, diese aber nicht vordergründig Motivations- und Aktionshebel sind (vgl. Thünen-Institut o. J.).

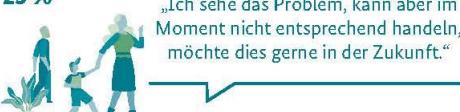
9.3.3 Maßnahmenspezifische Zielgruppen

9.3.3.1 Differenzierung der Verbraucher*innen

Ein verändertes Konsumverhalten v.a. bei jüngeren Verbraucher*innen hat in den letzten Jahren bereits eingesetzt. Laut einer Befragung (Schmidt-Landenberger et al. 2021) junger Personen im Alter zwischen 15 und 29 Jahren gaben über 10 Prozent an, sich vegetarisch zu ernähren, 2,3 Prozent sogar vegan. Insgesamt knapp 13 Prozent verzichten daher inzwischen auf Fleischkonsum. 2011 lag die Zahl noch bei 4,3 Prozent. Ein Drittel hat laut der Befragung erst zu Beginn des Jahres 2021 seine Ernährung umgestellt. Zur Verringerung des Fleischkonsums trägt auch der Anteil der Flexitarier*innen bei, der bei den jungen Menschen rund 25 Prozent beträgt.

Insbesondere bei jungen Menschen ist die Art der Ernährung auch politisch motiviert. Menschen, die gänzlich auf Fleisch oder sogar tierische Produkte verzichten, sehen sich zu 75 Prozent als Teil der Klimaschutzbewegung. Bei den „Allesessern“ sind es lediglich 15 Prozent (vgl. Schmidt-Landenberger et al. 2021, S. 34).

Abbildung 41: Übersicht und Ansichtsschwerpunkte von Umweltbewusstseinstypen anhand ausgewählter Merkmale

„Umwelt- und Klimaschutz ...“	Altersdurchschnitt	Anteil Frauen	Anteil (sehr) hohe Bildung	Anteil (sehr) niedriger ökonomischer Status	Anteil Großstadt	Anteil West
Die Ablehnenden 8 % 	53 Jahre	24 %	21 %	39 %	34 %	64 %
Die Skeptischen 18 % 	52 Jahre	37 %	16 %	26 %	26 %	89 %
Die Unentschlossenen 22 % 	49 Jahre	40 %	23 %	38 %	23 %	85 %
Die Aufgeschlossenen 25 % 	46 Jahre	64 %	41 %	41 %	31 %	86 %
Die Orientierten 13 % 	51 Jahre	60 %	28 %	35 %	35 %	82 %
Die Konsequenteren 14 % 	48 Jahre	64 %	60 %	43 %	40 %	89 %
<p>Repräsentative Befragung bei 2.115 Befragten, Bevölkerung ab 14 Jahren, Angaben in Prozent</p>						

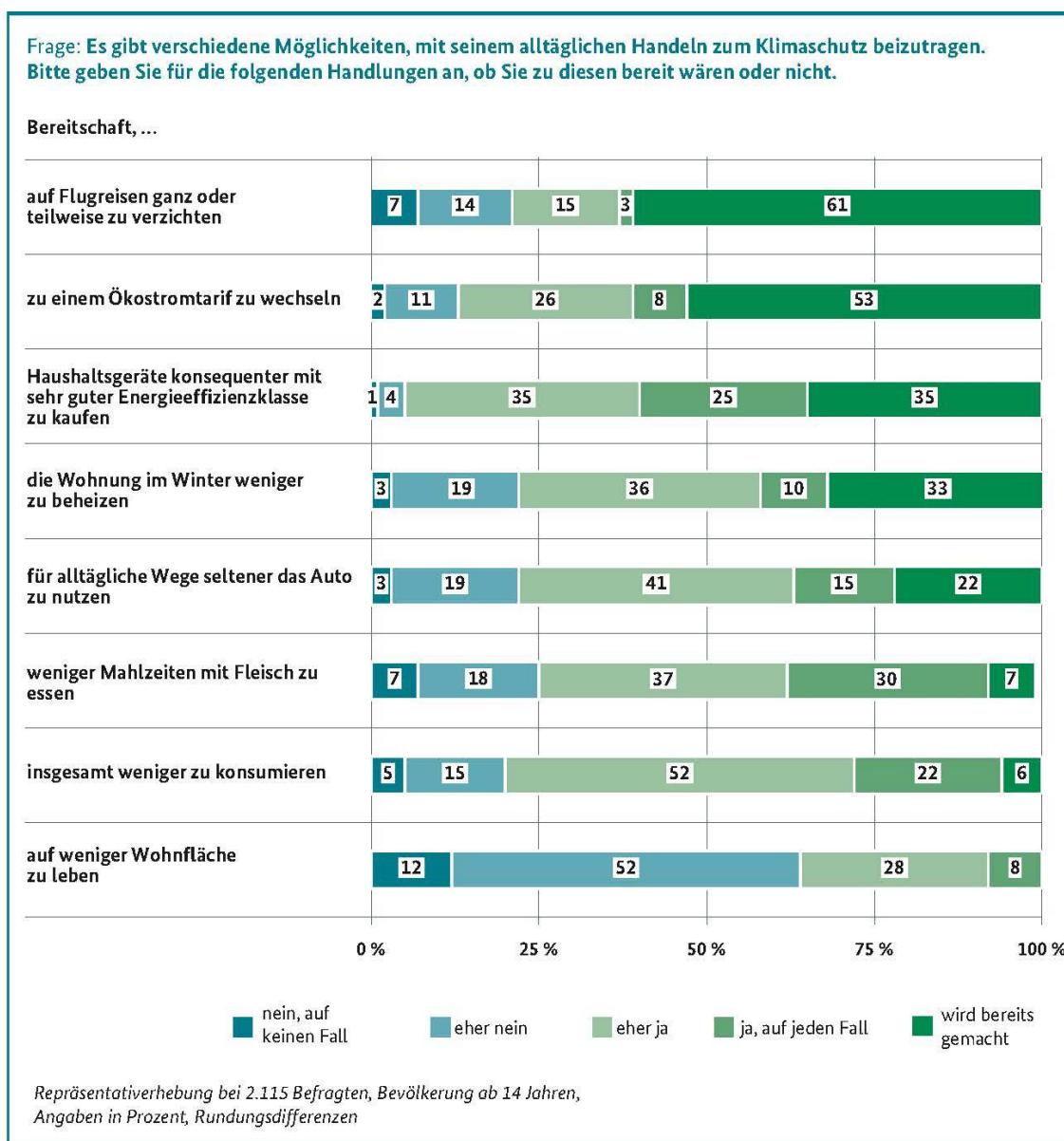
(Bildquelle: Williams et al. 2022, S. 44)

Doch nicht alle Verbraucher*innen stehen einer Verhaltensänderung offen gegenüber, wie die Abbildung 41 zeigt. Darin ist die Zielgruppe der Verbraucher*innen in Stereotypen unterteilt und wurde nach Ihrer Änderungsmotivation im übergeordneten Kontext des Klima- und Umweltschutzes befragt.

Die Grundeinstellung dieser Stereotypen im Hinblick auf Ihre Veränderungsbereitschaft lässt auch im Kontext der Ernährung bzw. im Fleischkonsum Rückschlüsse zu. Auch wenn grundsätzlich ein Umweltbewusstsein vorhanden ist, mangelt es am Handeln. Wie die Befragung zeigt, sind alltagspraktische Anforderungen und Gegebenheiten (z. B. Zeitmangel, finanzielle Situation, anderweitige berufliche oder familiäre Belastungen) oftmals der Grund dafür.

Wie Abbildung 42 zeigt, ist ein hoher Prozentsatz von 74 Prozent ziemlich sicher bzw. mit hoher Tendenz dazu bereit, den Fleischkonsum einzuschränken (bzw. tut es bereits). 25 Prozent der Befragten lehnen dies jedoch ab.

Abbildung 42: Bereitschaft zur Verhaltensänderung



(Bildquelle: Williams et al. 2022, S. 58)

9.3.3.2 Botschafter*innen

Ernährungsblogger*innen, Prominente, Sportler*innen agieren schon aktiv in sozialen Medien als Ratgeber*innen und Botschafter*innen für eine gesunde und fleischlose Ernährung (z. B. Botschafter*innen bei Veganuary). Sie gelten als Vorbilder und weisen eine große Reichweite in den sozialen Netzwerken auf.

Eine gesunde, fleischarme Ernährung aus regionalen und saisonalen Produkten stellt für viele Menschen und Familien noch immer eine große Umstellung dar. Familien, die auf günstige und schnelle Fertigprodukte zurückgreifen, Alleinerziehende mit Kindern, die einen oder mehrere Jobs und Familienalltag organisieren müssen - sie schenken ihre Aufmerksamkeit vermeintlich glaubwürdigen Botschafter*innen aus der sozialen „Mitte“, die ähnlichen Herausforderungen des Alltages gegenüberstehen. Authentizität und Alltagstauglichkeit stehen hier demnach vor der Bedeutung der Reichweite bei der Ansprache dieser Zielgruppen.

9.3.3.3 Landwirt*innen

Wie auch die Zielgruppe der Verbraucher*innen ist die der Landwirt*innen sehr heterogen und muss differenziert werden. Dies ist bereits im Kapitel 7.3.3.1 erfolgt.

Ergänzt sei an dieser Stelle, dass die Umsetzung der Maßnahme „Reduktion der Tierzahlen“ zu finanziellen Verlusten in landwirtschaftlichen Betrieben führt und vor allem kleinere Betriebe zur Aufgabe zwingen könnte, da Einnahmen wegfallen und diese nicht mehr wirtschaftlich agieren können. Mit der Reduktion eines Herdenbestandes auf selber Fläche käme man der Forderung nach mehr Tierwohl nach, allerdings steigen die Kosten pro Tier. Steigende Kosten und Reduktion der Einnahmen gehen einher mit Existenzängsten unter betroffenen Landwirt*innen und ihrem Personal sowie Angestellten und dem Verlust von Arbeitsplätzen. Es stehen Forderungen nach Subventionen im Raum, um steigende Kosten und Einnahmenverluste ausgleichen zu können. Um darauf auch auf politischer Seite eingestellt zu sein, braucht es nicht nur eine Kommunikationsstrategie, sondern auch ein Konzept für einen Strukturwandel, v.a. in Regionen mit intensiver Nutztierhaltung. Bereitschaft zur Umstrukturierung des eigenen Hofes setzt einen Strukturplan voraus, der den Landwirt*innen sowohl Sicherheiten als auch Handlungsempfehlungen für die eigene Existenzplanung und den Aufbau eigener Sicherheiten ermöglicht.

9.3.4 Maßnahmenspezifische Kommunikationsziele

Mit Blick auf die genannten Ziel- und Beteiligungsgruppen sollten zielgruppenspezifische Kommunikationsziele festgelegt z. B. werden, die nach Abschluss von Kommunikationsmaßnahmen auch evaluiert werden können (durch Teilnehmer*innenzahlen bei Veranstaltungen, Befragungen, Interaktionen auf Social-Media-Kanälen etc.).

Für die im vorigen Kapitel benannten differenzierten Verbraucher*innen können folgende Ziele benannt werden:

Ablehnende und skeptische Verbraucher*innen:

- ▶ Aufklärung und Information
- ▶ Platzierung des Themas im Kontext individueller Interessen (z. B. Beruf, Hobby); Das können auch fachfremde Themen sein, die z. B. über Ernährungs- und Gesundheitsthemen zum eigentlichen Thema führen

- ▶ Vermittlung des Anliegens über Botschafter*innen (z. B. Promis, Youtuber*innen mit "Vorbildwirkung")
- ▶ Überzeugung durch finanzielle Anreize (Anhebung der Mehrwertsteuer auf Fleischprodukte; Senkung der Mehrwertsteuer für pflanzliche Produkte / Fleischersatz)

Unentschlossene Verbraucher*innen:

- ▶ Vermittlung des Anliegens über Botschafter*innen (z. B. Youtuber*innen, Blogger*innen mit "Vorbildwirkung")
- ▶ Überzeugung durch finanzielle Anreize (Anhebung der Mehrwertsteuer auf Fleischprodukte; Senkung der Mehrwertsteuer für pflanzliche Produkte / Fleischersatz)
- ▶ Überzeugung durch "best practice" Beispiele, um Ansichten wie "Das geht bei mir nicht" entgegenzuwirken

Aufgeschlossene Verbraucher*innen:

- ▶ mit Informations- und Aufklärungskampagnen über Konsequenzen des eigenen Handelns informieren
- ▶ Überzeugung durch finanzielle Anreize (Anhebung der Mehrwertsteuer auf Fleischprodukte; Senkung der Mehrwertsteuer pflanzliche Produkte / Fleischersatz)
- ▶ Umdenken erzeugen und zum Handeln motivieren (extrinsische Motivation in intrinsische Motivation umwandeln)

Orientierte und konsequente Verbraucher*innen:

- ▶ Motivation steigern, aktive Rolle von Multiplikator*innen zu übernehmen (z. B. im eigenen sozialen Umfeld, in Bildungseinrichtungen etc.)
- ▶ Motivation, ihre Erfahrungen zu teilen

Ein zentraler Anknüpfungspunkt in der Kommunikation ist das individuelle Bedürfnis der differenzierten Zielgruppe. Auch wenn sich eine Personengruppe z. B. nicht für vegane Ernährung oder Fleischalternativen oder das Tierwohl interessiert, hat die Person ein individuelles Bedürfnis (z. B. günstig Lebensmittel einkaufen, auf die eigene Gesundheit achten, ausreichend Energie zu haben, um den Aufgaben im Job, im Alltag und in der Familie gerecht werden zu können). Diese individuellen Bedürfnisse müssen erkannt, in den Fokus gerückt und für die Entwicklung einer Kommunikationsstrategie berücksichtigt werden, um diese Zielgruppen über ihre relevanten Themen abzuholen und einzubeziehen, um sie im Ergebnis von einer fleischarmen bzw. alternativen Ernährung zu überzeugen.

Landwirt*innen:

- ▶ Information über Fördermaßnahmen, Beratungsangebote im Kontext der betriebswirtschaftlichen Konsequenzen bei der Strukturveränderung von landwirtschaftlichen Betrieben
- ▶ Informationen zu gesetzlichen / regulativen Rahmenbedingungen

- ▶ praktische Leitfäden zur langfristigen Planung und Umstrukturierung der Betriebe
- ▶ Informationen über Angebote für Dialog-, Beteiligungs- und Austauschformate (auch mit anderen benannten Zielgruppen)

Handel:

- ▶ Information über Beteiligungsformate zur Imagesteigerung
- ▶ Möglichkeiten über Vermarktungsformate (z. B. Veganuary)
- ▶ Motivation für soziales und regionales Engagement (z. B. durch Unterstützung einer fleischlosen/fleischarmen Ernährung in Schulen, Kitas, Behörden, Betriebskantinen etc.)

9.3.5 Strategischer Ansatz für die Kommunikation

Die Ziele für die benannten Zielgruppen sind sehr stark unterschiedlich. Einerseits sollen langfristige Verhaltensänderungen herbeigeführt werden, andererseits müssen auch Existenzsicherheiten für Landwirt*innen und entsprechende Rahmenbedingungen und Strukturkonzepte entwickelt werden. Wichtig für die Kommunikationsstrategie ist, dass Praxistauglichkeit und Alltagstauglichkeit im Blick behalten werden und die Vielfalt der Möglichkeiten, seinen eigenen Beitrag für den Schutz von Klima und Umwelt leisten zu können, aufgezeigt wird. Auch die Integration und Verankerung im Bildungssektor (z. B. durch Kochkurse an Schulen, Ganztagsangebote, Ernährungsworkshops, Integration in den Lehrplan bzw. Schul- und Kita-Alltag, fleischfreie Wochentage etc.) sind ein praxisnaher Ansatz, um das Thema bereits frühzeitig und nachhaltig zu platzieren.

9.3.6 Handlungsempfehlungen

Recherchen und Auswertungen von Befragungen innerhalb der Gesellschaft haben gezeigt, dass in der Bevölkerung ein ausgeprägtes Klima- und Umweltbewusstsein vorhanden ist. Jedoch stößt dieses bei der Umsetzung und der Motivation, sein eigenes Handeln zu verändern, an seine Grenzen. Hier sollten niedrigschwellige, alltags- und praxistaugliche Ansätze gefunden werden, die eine Integration in den individuellen Alltag ermöglicht. Es sollten dabei gesetzliche und ökonomische Rahmenbedingungen geschaffen werden, die das Handeln der Zielgruppen ermöglichen und erleichtern. Dabei kann sowohl die Politik als auch die Wirtschaft auf die Unterstützung der Verbraucher*innen setzen. Ihr Bewusstsein, ihre Bedürfnisse und ihre Motivation „ernst“ nehmen und sie in den Dialog einzubeziehen, stärkt ihre Rolle und baut Barrieren ab, aus ihrer Motivation auch Verhaltensänderungen herbeizuführen.

10 Landwirtschaft: Maßnahme „Stickstoffüberschussabgabe“

10.1 Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung

10.1.1 Rahmenbedingungen der Maßnahme

Eine Übersicht der Methodik zur Erstellung einer Stickstoff-Gesamtbilanz der Landwirtschaft wurde bereits in Kapitel 6 in Abbildung 25 dargestellt und erläutert. Die Maßnahme „Stickstoffüberschussabgabe“ zielt darauf ab, verstärkte Anreize zu setzen, den auf Basis solch einer Bilanzierung ermittelten Stickstoffüberschuss zu reduzieren und damit die NH₃-Emissionen zu senken.

Im Rahmen der Düngerverordnung bzw. der Stoffstrombilanzverordnung (vgl. Kapitel 6.4) sind die entsprechend berichtspflichtigen Betriebe bereits heute dazu verpflichtet eine Stickstoffbilanz aufzustellen und nachzuweisen, dass der jeweils zutreffende zulässige Bilanzwert nicht überschritten wird. Im Falle einer Überschreitung kann z. B. in NRW die zuständige Behörde innerhalb von sechs Monaten eine Beratung anordnen.

Die Maßnahme Stickstoffüberschussabgabe sieht vor, eine Abgabe auf den ermittelten Stickstoffüberschuss bezogen auf die betriebliche landwirtschaftliche Betriebsfläche einzuführen. Ein Überschuss bis zu einem gewissen Grenzwert sollte erlaubt sein und der darüber hinaus gehende Überschuss mit einer Abgabe belegt werden.

Die Stickstoffüberschussabgabe ist als ein Instrument anzusehen, das Anreize zur Umsetzung verschiedener Einzelmaßnahmen zur Emissionsminderung setzt (z. B. effizientere Düngung, N-reduzierte Fütterung, Gülleseparierung, Reduktion der Tierzahlen), die den Stickstoff-Einsatz pro Fläche reduzieren (vgl. dazu z. B. die in Kap. 7, Kap. 8 und Kap. 9 beschriebenen Maßnahmen). Je nach Betrieb werden entsprechende Maßnahmen unterschiedlich effizient sein.

Es steht bei dieser Maßnahme nicht im Fokus durch welche konkreten Teilprozesse/ Stoffströme innerhalb eines landwirtschaftlichen Betriebes der Stickstoffüberschuss maßgeblich verursacht wird. Es geht hier um die Gesamtbilanzierung und die generelle Reduktion des Stickstoffüberschusses. Ein Vorteil für die Betriebe ist dabei, dass die jeweils effizientesten Maßnahmen umgesetzt werden können.

Eine Stickstoffüberschussabgabe ist ein ökonomisches Instrument, da bei einer Überschreitung bestimmter Zielwerte beim Stickstoffüberschuss auf die Landwirt*innen Kosten in Form einer Abgabe zukommen. Diese Abgabe kann z. B. auch dafür genutzt werden, die Kosten der Maßnahmen zur Verringerung des Stickstoffüberschusses zu finanzieren.

Die Maßnahme „Stickstoffüberschussabgabe“ wird sowohl im UBA-Aktionsprogramm zur integrierten Stickstoffminderung (Oehlmann et al. 2021) als auch in der UBA-Veröffentlichung zu „Ökonomischen Instrumenten in der Luftreinhaltung“ (Oehlmann et al. 2019) aufgeführt und bewertet.

In der UBA-Veröffentlichung „Ökonomische Instrumente in der Luftreinhaltung“ (vgl. Oehlmann et al. 2019) werden die Gründe für solch eine Maßnahme und deren Ausformulierung wie folgt beschrieben:

- ▶ „Eine solche Umweltabgabe schafft monetäre Anreize für einen effizienten Düngeeinsatz und würde gemäß dem Verursacherprinzip zur Internalisierung der externen Kosten beitragen. [...]“

- ▶ Die Abgabe kann auf verschiedenen Bezugsebenen erhoben werden z. B. auf Ebene eines einzelnen Betriebs (Stoffstrom- oder Hoftorbilanz), einer bestimmten Fläche (Flächenbilanz) oder eines Schlags. Am praktikabelsten erscheint die Anwendung der Hoftorbilanz [...]
- ▶ Im Gegensatz zu einer Abgabe allein auf synthetischen Mineraldünger würde also auch der Wirtschaftsdünger vieldhaltender Betriebe berücksichtigt. [...]
- ▶ Die Berücksichtigung der Fläche (in Hektar) ermöglicht eine Berechnung der Überschusshöhe pro Hektar, was die Umweltwirkung besser widerspiegelt als eine bloße Betrachtung des absoluten Überschusses.“ (Oehlmann et al. 2019 S, 114).

Im NLRP von 2019 ist zwar nicht die Maßnahme Stickstoffüberschussabgabe enthalten, aber durch die dort aufgenommene Maßnahme „Reduktion des Gesamtbilanzüberschusses um 20 kg N/ha“ ist der gleiche Ansatzpunkt adressiert. Es wird dort bezüglich der Umsetzung auf das Düngerecht bzw. die Fördermaßnahmen hingewiesen, die zu solch einer Reduktion führen sollen. Die Maßnahme im NLRP von 2019 ist also nicht mit einer Abgabe verknüpft.

10.1.2 Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahme

Im Aktionsprogramm zur integrierten Stickstoffminderung (Oehlmann et al. 2021) werden die Randbedingungen und die Wirkung der Maßnahme wie folgt beschrieben:

- ▶ Einführung einer Stickstoffüberschussabgabe: „Abgabe auf Stickstoffüberschüsse, die bundesweit für alle nach StoffBilV bilanzierungspflichtigen landwirtschaftlichen Betriebe eingeführt wird und deren Abgabesatz 1 €/ha/Jahr beträgt.“ (Oehlmann et al. 2021 S. 233).
- ▶ Das Einsparpotenzial wird als sehr hoch eingeschätzt und mit > 25 kt N angegeben (entspricht ca. > 30 kt NH₃)¹⁰.

In der UBA-Veröffentlichung „Ökonomische Instrumente in der Luftreinhaltung“ (Oehlmann et al. 2019) werden keine Angaben zur konkreten Ausgestaltung und Quantifizierung der Wirkung der Maßnahme angegeben. Es wird darauf hingewiesen, dass bezüglich der Wirkungsprognose die Unsicherheit hoch ist, da die vielfältigen Anpassungsmöglichkeiten von Betrieb zu Betrieb sehr unterschiedlich sein können. Die Erfahrungen aus anderen Ländern würden auf eine Wirksamkeit hindeuten, die aber häufig mit hohem Verwaltungsaufwand und Administrationskosten verbunden sind.

Im NLRP von 2019 wird für alle dort berücksichtigten Maßnahmen aus der Landwirtschaft im WAM-Szenario ein NH₃-Minderungspotenzial von insgesamt 133 kt/a angegeben. Die Maßnahme Stickstoffüberschussabgabe mit einer Minderungswirkung von ca. 30 kt liegt im Vergleich dazu bei ca. 23 % dieses Potenzials.

Bezogen auf die gesamten NH₃-Emissionen aller Sektoren im WM-Szenario 2030 aus dem NLRP von 2019 in Höhe von 570 kt/a ergibt sich für die hier betrachtete Maßnahme mit dem Emissionsminderungspotenzial von 30 kt eine Reduktion von ca. 5 %.

10.1.3 Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen

Um für die Maßnahme „Stickstoffüberschussabgabe“, die sehr unterschiedlich ausgestaltet werden kann, die Unsicherheiten der NH₃-Emissionen zu betrachten, wurde Angaben aus dem German Informativ Inventory Report 2022 (vgl. IIR 2022) herangezogen.

¹⁰ Umrechnungsfaktor für N-Verbindungen gemäß DESTINO-Bericht 1 (Heldstab, J., et al., 2020), Seite 32: 1 t NH₃-N = 1,22 t NH₃.

Da es sich bei der hier betrachteten Maßnahme um eine übergeordnete Maßnahme im Sektor Landwirtschaft handelt und die Emissionsminderung prinzipiell aus Beiträgen aller Teilsektoren (Tierhaltung, Stall, Lagerung von Wirtschaftsdünger, Ausbringung von Dünger, Biogasanlagen, ...) erzielt werden kann, wird hier auf die Unsicherheit der gesamten nationalen NH₃-Emissionen zurückgegriffen, da diese überwiegend durch die Emissionen der Landwirtschaft verursacht werden. Gemäß IIR Report 2022 sind die Unsicherheiten der nationalen NH₃-Emissionen mit -9,4 % bzw. +9,7 % moderat (vgl. Tabelle 11).

Tabelle 11: Unsicherheiten der nationalen NH₃-Emissionen Berichtsjahr 2020, gemäß IIR Report 2022

Unsicherheiten der nationalen NH ₃ -Emissionen		
Schadstoff	Untere Abweichung in %	Obere Abweichung in %
NH ₃	-9,44	+9,74

(Quelle: IIR 2022)

Angegeben sind die schadstoffspezifischen Unsicherheiten der Emissionen wie sie für das Jahr 2022 berichtet wurden. Dargestellt ist die mittlere, untere und obere Abweichung vom berichteten Wert in Prozent.

10.1.4 Auswirkungen der Maßnahme auf die Luftqualität

Im Kap. 7.1.4 finden sich bereits einige Ausführungen zur Auswirkung von Maßnahmen zur Minderung der NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft auf die Luftqualität, auf die hier verweisen sei, da es sich auch hier um eine Maßnahme zur Reduktion von NH₃-Emissionen handelt.

Für die hier betrachtete Maßnahme kann, wie oben erläutert, ca. 23% des im NLRP von 2019 ausgewiesenen Gesamtminderungspotenzials für die NH₃-Emissionen durch die zusätzlichen Maßnahmen im WAM-Szenarios realisiert werden.

Dies wird, wie bei den anderen Maßnahmen aus dem Sektor Landwirtschaft, tendenziell zu einer Reduktion der mittleren **NH₃-Hintergrundbelastung** in Deutschland führen, insbesondere in Gebieten mit ausgeprägten landwirtschaftlichen Aktivitäten.

Für die Einschätzung der Wirkung der Minderung der NH₃-Emissionen auf die mittlere **PM_{2,5}-Hintergrundbelastung** aufgrund der Bildung von Sekundäraerosolen wird auf Kap. 7.1.4 verwiesen.

10.2 Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache

10.2.1 Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme

Die Stickstoffüberschussabgabe sieht vor, den ermittelten Stickstoffüberschuss eines landwirtschaftlichen Betriebes bei Überschreitung eines bestimmten Grenzwertes mit einer Abgabe zu belegen. Sie zielt darauf ab, für den jeweiligen Betrieb Anreize zu schaffen und ihn zu veranlassen, angepasste Maßnahmen zur Reduktion der Stickstoff-Emissionen zu ergreifen. Dabei sollen die Betriebe selber entscheiden, welche Maßnahmen zur Reduktion sie umsetzen.

Die Maßnahme Stickstoffüberschussabgabe ist aufgrund der Flexibilität bei den betrieblichen Umsetzungsoptionen eine sehr integrative Maßnahme und entspricht daher im besonderen Maße der nationalen integrierten Stickstoffminderungsstrategie (vgl. Kapitel 6.1). Denn nicht

welcher konkreter Teilprozesse in einem landwirtschaftlichen Betrieb den Überschuss von Stickstoff verursacht, ist maßgeblich, sondern das Ergebnis der Gesamtbilanzierung. Der landwirtschaftliche Betrieb kann also selber entscheiden ob die Fütterung, die Stallhaltung, die Lagerung, die Ausbringung oder der Einsatz von Inhibitoren zu einer kostengünstigen und effektiven Reduktion von Stickstoff führen.

Als übergeordnetes Instrument findet sich die Stickstoffüberschussabgabe als Maßnahme in mehreren einschlägigen UBA-Publikationen (z. B. Oehlmann et al. 2019 und 2021). Auch das NLRP von 2019 adressiert insoweit eine Reduktion des Stickstoffüberschusses als Maßnahme, als im Paket für weiterführende Maßnahmenoptionen über das WAM-Szenario hinaus die „Reduktion des Gesamtbilanzüberschusses um 20 kg N/ha“ aufgeführt wird. Die Maßnahme im NLRP von 2019 ist aber nicht mit einer Abgabe verbunden. Als Umsetzung wird beispielhaft die Reduktion anrechenbarer Verluste sowie der verringerte Einsatz von synthetischem Dünger genannt.

Bei der Umsetzung der Maßnahme Stickstoffüberschussabgabe kann auf bereits geltendes Recht wie die Stoffstrombilanz-verordnung (StoffBilV) zurückgegriffen werden. Zudem lässt sich durch den Bezug zur landwirtschaftlichen Fläche die Abgabe dynamisch staffeln. Auch ist die Maßnahme sehr flexibel, denn die Abgabe kann sowohl auf die Betriebsgröße als auch auf die Fläche oder den Tierbestand bezogen werden. Schließlich wird mit der Maßnahme nicht nur der sparsame Einsatz von Kunstdünger adressiert, sondern auch die Ausbringung von Gülle und Mist als Wirtschaftsdünger.

10.2.2 Wirkung der Maßnahme

Weil die Ausgestaltungsmöglichkeiten einer Stickstoffüberschussabgabe zum Beispiel hinsichtlich der Höhe der Abgabe aber auch bezüglich der Fragen welche landwirtschaftlichen Betriebe ab welcher Größe und mit welchen Ausnahmen von einer Abgabe betroffen sind, sehr unterschiedlich sein können, entfaltet sich auch die bewirkte Emissionsreduktion entsprechend unterschiedlich.

Wenn bundesweit alle landwirtschaftlichen Betriebe die gemäß Stoffbilanzverordnung (StoffBilV) verpflichtet sind eine Stickstoffbilanz zu erstellen, eine Abgabe in Höhe von 1€ pro Hektar und Jahr für den überschüssigen Stickstoff entrichten, wird die die Reduktionsmenge auf über 25 kt Stickstoff (entspricht ca. 30 kt NH₃) abgeschätzt (Oehlmann et al. 2021). Allerdings ist diese Prognose der Reduktionswirkung mit erheblichen Unsicherheiten hinsichtlich der Umsetzungsdetails verbunden, da die betrieblichen Anpassungsmöglichkeiten sehr unterschiedlich sein können.

Das NLRP von 2019 enthält insgesamt zwölf Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft. Das Reduktionspotential dieser zwölf Maßnahme beziffert das NLRP von 2019 mit 133 kt Ammoniak. Damit realisiert die Stickstoffüberschussabgabe ca. 23 % des vorhandenen Minderungspotenzials aller landwirtschaftlichen Maßnahmen im NLRP von 2019.

Weil die Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft überwiegend flächig und bodennah freigesetzt werden, hat ihre Reduktion Einfluss auf die Hintergrundbelastung. Die zusätzliche Minderung der Hintergrundbelastung durch die Stickstoffüberschussabgabe ist gering.

10.3 Maßnahmenspezifische Kommunikation zur Stickstoffüberschussabgabe

10.3.1 Anforderungen an erfolgreiche Kommunikation zur Stickstoffüberschussabgabe

Stickstoff spielt in vielen Bereichen des modernen Lebens unserer Gesellschaft eine tragende Rolle. Ob bei Ernährung, Mobilität und Energiegewinnung oder bei der Produktion und dem Konsum von Gütern – in allen Facetten des täglichen Lebens kommen Menschen mit Stickstoff in Berührung. Dabei gilt Stickstoff als wichtiger Nährstoff, als chemischer Grundstoff oder als Schadstoff. In der Kommunikation ist es daher ratsam, den gesamten Kontext der Stickstoffgesamtbilanz in Betracht zu ziehen, um Zusammenhänge und Wirkungen von Maßnahmen plausibel zu vermitteln.

In der Natur und Landwirtschaft dient Stickstoff zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit und als Nährstoff für Pflanzen. Daher werden stickstoffhaltige Düngemittel in der Landwirtschaft zur Sicherung der Erträge eingesetzt. Eine übermäßige Freisetzung von Stickstoff und Stickstoffverbindungen belastet jedoch die Umwelt und das Ökosystem. Ein erheblicher Teil der Stickstofffreisetzung erfolgt durch die Landwirtschaft und ist in großem Maß abhängig von landwirtschaftlichen Verfahren und Techniken sowie von der Größe der Tierbestände. Jedoch kann nicht allein durch eine Stickstoffminderung in der Landwirtschaft das Ziel der Bundesregierung erreicht werden, den Stickstoffüberschuss auf 70 kg pro Hektar bis 2030 zu reduzieren, sondern auch andere Lebensbereiche sind davon eingeschlossen (siehe Bennett et al. 2022). Um Emissionen wirksam und nachhaltig zu reduzieren und die negativen Auswirkungen auf die Umwelt zu mindern, braucht es sektorübergreifende Strategien und integrierte Konzepte.

Das Umweltbundesamt hat in einem Aktionsprogramm zur integrierten Stickstoffminderung Maßnahmenvorschläge entwickelt. Aus diesem Bericht (Oehlmann et al. 2021) geht hervor, dass es zwingend notwendig ist, aufgrund der Komplexität der Stickstoffproblematik grundsätzlich alle Verursacherbereiche und deren Umwelteinflüsse zu betrachten und in den Fokus zu nehmen. Bislang zog die Bundesumweltpolitik die negativen Auswirkungen einzelner Verursacherbereiche in Betracht. Dadurch sind differenzierte Rahmenbedingungen und Regelungen entstanden, die nur spezifische Auswirkungen des Stickstoffüberschusses enthielten und Verlagerungen des Stickstoffproblems in anderen Sektoren nicht ausgeschlossen haben. Mit den Maßnahmenvorschlägen zur integrierten Stickstoffminderung ist es möglich, die langfristigen Ziele der Bundesrepublik in allen Sektoren zu erreichen (Oehlmann et al. 2021).

Dieser integrierte strategische Ansatz ist auch essenziell für die Kommunikation. Es wird angenommen, wenn das Problem der Stickstoffüberschüsse als ein ganzheitliches betrachtet, anerkannt und auch als solches vermittelt wird, steigt die Bereitschaft Einzelner für einen Veränderungsprozess. Für handlungs- und veränderungsfähige Akteur*innen und somit für die relevanten Zielgruppen in der Kommunikation muss deutlich werden, dass sie mit der Problematik nicht alleinstehen und auch nicht die alleinigen „Schuldigen“ sind. Es muss ein „Wir-Gefühl“ entstehen, mit dem Jeder seinen und Jede ihren Part übernimmt, um den Belastungen für Klima und Ökosystem entgegenzuwirken. In der Kommunikation sollte daher nicht der Fokus auf einzelne stickstoffmindernde Maßnahmen oder auf eine Abgabe gesetzt werden, sondern der integrierte Ansatz im Vordergrund stehen. Wie komplex Einflüsse und Risikofaktoren auf Umwelt, Klima und Biodiversität sind, zeigt die folgende Abbildung 43 aus der Umweltbeobachtungskonferenz. Die der Umwelt zugeführten Stickstoffmengen und daraus resultierenden Überschüsse sind nur ein Teil dieses komplexen Sachverhaltes.

Abbildung 43: Umweltbeobachtungskonferenz 2021



(Quelle: Umweltbeobachtungskonferenz 2021)

Die obige Grafik der Umweltbeobachtungskonferenz 2021 (S. 6) zeigt die Komplexität der Umweltbeeinträchtigungen sowie Einflüsse auf und Risiken für das Ökosystem.

10.3.2 Analyse des IST-Zustandes

Für die Analyse des IST-Zustandes im Hinblick auf die Kommunikation rund um das Thema Stickstoffbilanz und -überschuss in der Landwirtschaft wurden Recherchen initiiert, um herauszufinden, welche Akteur*innen in welchen Kanälen und in welcher Tonalität dazu bereits kommunizieren. Dabei wurde festgestellt, dass das jeweilige Thema selbst und die Tonalität sehr stark in Abhängigkeit der Absender variieren. Neben dem Kommunikationsverhalten spielen in der Analyse des IST-Zustandes auch die aktuellen (politischen, gesetzlichen) Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft eine wichtige Rolle und werden in diesem Kapitel mit beleuchtet.

10.3.2.1 Tonalität in den Medien und in der Kommunikation beim Thema Stickstoffüberschuss in der Landwirtschaft

Es ist auffällig, dass die Tonalität beim Thema Stickstoffüberschuss in der Kommunikation – vor allem in der Berichterstattung der Medien – fast ausschließlich mit einer negativen Konnotation verbunden ist. Es geht dabei oft um „Stickstoffbelastung“, „Stickstoffproblem“, „Umweltdesaster“, „Überdüngung“, „Stickstoffdilemma“, etc. Ziel der Berichterstattung ist es, auf die gesundheitlichen Risiken und negativen Einflüsse auf das Ökosystem aufmerksam zu machen und die Problemlage klar in den Fokus zu rücken. Insbesondere die Berichterstattung in den (digitalen) Medien spiegelt eine Konfrontation zwischen den Verursacher*innen in der Landwirtschaft einerseits und dem Gesetzgeber bzw. Naturschutzinstitutionen andererseits. Konkret einbezogen in die Kommunikation werden auch Formen der Tierhaltung, Formen der Düngemittelausbringung sowie Diskussionen um Stallgrößen und Tierbestände, die wiederum ein Spiegel des Ernährungs- und Konsumverhaltens von Verbraucher*innen sind.

Dem gegenüber stehen Vertreter*innen der Landwirtschaft (wie z. B. Bauernverbände, Lobbyisten), die sich öffentlich dagegen wehren, alleinige „Schuldige“ für die Problemlage zu sein. Sie verweisen auf die Komplexität des Themas. In ihrer Argumentation ist beispielsweise die Verwendung von Düngemitteln unumgänglich, um die für Industrie und Verbraucher*innen entsprechenden landwirtschaftlichen Erträge zu erbringen. Sie verweisen in ihrer Argumentation und ihren Standpunkten auf die gesamte Wertschöpfungskette vom Feld bzw. Stall bis hin zu den Verbraucher*innen.

10.3.2.2 Kommunikation setzt Nachhaltigkeit und Vertrauen voraus

Ein weiterer Aspekt ist in der Argumentation der Landwirt*innen erkennbar. Aus ihrer Sicht mangelt es einerseits an nachhaltigen, andererseits an internationalen und EU-weiten Regulierungen für die Landwirtschaft. Aus ihrer Sicht bedarf es in der Gesetzgebung klarer Verbindlichkeiten, die einzuhalten sind. Aus den Ergebnissen wissenschaftlicher Studien und Erkenntnisse sollen verbindliche Vorgaben abgeleitet werden, die eine entsprechende Planungssicherheit in der Ausrichtung und Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Betriebe möglich macht. Immer wiederkehrende (in der Wahrnehmung der Landwirt*innen) Veränderungen und Anpassungen der gesetzlichen Vorgaben machen eine betriebswirtschaftliche Planung mit Investitionen, Baumaßnahmen, Anpassung von Tierbeständen aus ihrer Sicht nur schwer möglich.

Den Mangel eines einheitlichen und allgemeingültigen rechtlichen Rahmens hat auch das UBA herausgearbeitet. Anhand der Untersuchungsergebnisse wurden Steuerungsdefizite im Hinblick auf eine effektive rechtliche Regulierung von Stickstoffemissionen identifiziert und dargestellt. (vgl. Oehlmann et al 2021).

Um eine Umstrukturierung landwirtschaftlicher Betriebe vorzunehmen, braucht es Planungssicherheiten, auch über Jahre gesehen. Ein fehlender langfristig geltender Rahmen hindert Landwirt*innen an Investitionen, da die Unsicherheiten sehr hoch sind. Landwirt*innen benötigen politische Entscheidungen, die über Jahre hinweg eine Planung ermöglichen. Die Weiterentwicklung eines Hofes, die Anpassung und Modernisierung technischer Verfahren und Methoden können nicht kurzfristig erfolgen und müssen sich auch langfristig lohnen, sie basieren auf einer unternehmerischen Gesamtstrategie. Um diese zu entwickeln, braucht es gesetzliche Rahmenbedingungen, die den Landwirt*innen Planungssicherheiten geben. Die rechtlichen Grundlagen dafür müssen auf einer integrierten und ressortübergreifenden Betrachtung basieren. Neben umwelt- und landwirtschaftlichen Aspekten müssen hier auch Umsetzungsmöglichkeiten in anderen Bereichen (Wirtschaft, Industrie, Verbraucher*innen/Konsum, etc.) mit herangezogen werden.

10.3.2.3 Problem entlang der Wertschöpfungskette betrachten

Durch das Ausbringen von Gülle wird Stickstoff freigesetzt. Wie sich Gülle auf den Stickstoffüberschuss auswirkt, haben Forschende des Karlsruher Instituts für Technologie untersucht. Im Ergebnis ist die Stickstoffbelastung durch Gülle aus der Rindfleischproduktion mehrfach höher als bei Gülle aus der Schweine- oder Geflügelfleischproduktion (KIT 2022). In der Öffentlichkeit wird allerdings die Landwirtschaft als Institution dafür verantwortlich gemacht. Jedoch muss das Problem ganzheitlich entlang der gesamten Wertschöpfungskette betrachtet werden: Tierhaltung bzw. Fleischproduktion orientieren sich u.a. stark am Markt und somit unter anderem auch an den Bedürfnissen der Verbraucher*innen. Nachfrage und Angebot (sowie weitere Faktoren) beeinflussen den Markt und müssen bei der Betrachtung ebenfalls mit einbezogen werden.

10.3.2.4 Stickstoff-Emissionen und Stickstoffminderung sind auch Themen mit internationaler Relevanz

Die Überlastung von Ökosystemen mit reaktiven Stickstoffverbindungen betrifft nicht nur Deutschland und Europa. Der Mensch per se beeinflusst den globalen Stickstoffkreislauf massiv. Weltweit wird zurzeit etwa viermal mehr Stickstoff in die reaktive Form umgewandelt als für ein langfristiges Überleben nachhaltig verträglich ist. Durch eine stetig wachsende Bevölkerung, steigenden Energiebedarf, aber auch durch das Verbraucher*innenverhalten und der damit verbundene Bedarf an landwirtschaftlichen Produkten und Erzeugnissen, ist von einer zunehmenden Problematik auszugehen, die globale Auswirkungen hat. Stickstoff-Emissionen und die Übersteigung von Grenzwerten sind daher als Querschnittsthemen im Hinblick auf Klima- und Umweltschutz zu betrachten und können nicht nur auf den Sektor Landwirtschaft reduziert werden.

10.3.2.5 Militärische Auseinandersetzungen beeinflussen und verunsichern den Status Quo

Ein dritter Aspekt, der eine neue Sichtweise in das Thema einbringt, ist der im Februar 2022 begonnene Invasionskrieg Russlands gegen die Ukraine. Erste Schlussfolgerungen und Vermutungen zeigen, dass sich die gesamtwirtschaftliche Situation sowohl in Deutschland als auch in der EU verändern wird. Bislang bestehende wirtschaftliche Abhängigkeiten und Lieferketten bei Rohstoffen (Energie wie Gas, Öl, Kohle aus Russland, Weizen aus der Ukraine) werden sich vorraussichtlich verschieben. In ersten Debatten (sofern sie zum Zeitpunkt des gegenwärtigen Krieges überhaupt schon geführt werden können) und ersten Berichterstattungen zeigt sich, dass sich einerseits wirtschaftliche Veränderungen (Subventionen, Verschiebung von Importen und Exporten, etc.) ergeben werden. Diese Veränderungen werden sich auch auf den Landwirtschaftssektor auswirken. Deutliche Preissteigerungen, beispielsweise für Düngemittel oder Kraftstoffe, haben Auswirkungen auf die Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Betriebe. Andererseits kann man annehmen, dass es auch bei Verbraucher*innen ein Umdenken in Richtung Nachhaltigkeit, Regionalprodukte, Herkunft der Nahrungsmittel etc. geben wird. Jedoch unterliegen Marktpreise durch die gegenwärtige Situation enormen Schwankungen, was ebenfalls zu Preissteigerungen bei Nahrungsmitteln, u.a. Lebensbereichen, führt, was wiederum das Kaufverhalten der Verbraucher*innen stark beeinträchtigt. Wie sich diese Faktoren weiterentwickeln, bleibt zu beobachten. Die Auswirkungen sind zum jetzigen Zeitpunkt nur schwer abschätzbar. Deshalb sollte dieser Aspekt in der gegenwärtigen Situation in der Kommunikation und bei der Entwicklung von Kommunikationsstrategien und Botschaften an die Zielgruppen Berücksichtigung finden und daher auch zukünftig im Blick behalten werden.

10.3.2.6 Stickstoffüberschuss: Nicht nur ein Thema für Fachkreise

Der integrierte Ansatz in der Stickstoffpolitik setzt daher auf einen Mix an verschiedenen Maßnahmen in allen Verursacherbereichen. So ist es wichtig, die Bevölkerung umfassend über die Stickstoffproblematik und individuelle Handlungsmöglichkeiten zu informieren. Denn alle Bürger*innen haben durch ihre jeweiligen Konsummuster und Lebensstile Einfluss auf das Ausmaß dieses Umweltproblems. Information, Transparenz und Dialog schaffen die notwendige Akzeptanz, um erforderliche Gegenmaßnahmen einzuleiten und Veränderungen in Gang zu setzen.

Aus der Zusammenfassung der „Umweltbeobachtungskonferenz 2018“ geht hervor, dass der ungeregelte Stickstoffkreislauf und das Übersteigen der Belastbarkeitsgrenze weitestgehend nur in Fachkreisen bekannt ist und vorrangig in den Medien als relevante Aufgabe für Landwirtschaft, Industrie und Verkehr dargestellt wird. Potentielle Zielgruppen, wie z. B. Verbraucher*innen, die

ebenfalls ihren Beitrag zur Stickstoffminderung leisten können, müssen mit den richtigen zielgruppenrelevanten Botschaften angesprochen werden, damit sie über ihre Berührungs punkte – sogenannte Touchpoints – an das Thema herangeführt werden, Verständnis erzeugt wird und sich eine Handlungs- bzw. Verhaltensänderung (Call to Action) für sie daraus ableiten lässt (vgl. Umweltbeobachtungskonferenz 2019).

10.3.2.7 Wie das Umweltbundesamt zum Thema und darüber hinaus kommuniziert

Das Umweltbundesamt kommuniziert sehr vielseitig und zielgruppenspezifisch zum Thema. Recherchen haben gezeigt, dass Themen informativ und zielgruppenspezifisch aufbereitet werden und laienverständlich kommuniziert werden. Deutlich wird auch, dass gerade im Hinblick auf die Zielgruppe Verbraucher*innen umfassend kommuniziert und das Thema Nachhaltigkeit in seiner Vielfalt aufgezeigt wird. Beispielsweise klärt das UBA auf und zeigt anschaulich, mit welchen Maßnahmen jeder Einzelne als Teil der Gesellschaft agieren und somit seinen individuellen Beitrag leisten kann. Auch der Zusammenhang zwischen politischen Entscheidungen und deren Auswirkungen auf Individualentscheidungen von Bürger*innen werden anschaulich vermittelt. Mit dem Format des „Scrollytellings“ werden komplexe Sachverhalte vereinfacht und einem fachfremden Publikum anschaulich erklärt. Mittels alltagstauglich verpackter Geschichten (storytelling) werden somit auch finanzpolitische Themen aus der Landwirtschaft verbrauchernah erklärt. Zum Beispiel das kritische Hinterfragen der „Mehrwertsteuervergünstigungen für tierische Produkte“ zeigt auf, wie komplex die Thematik in der Landwirtschaft ist und dass Landwirt*innen und Verbraucher*innen nicht allein Agierende sind, sondern Teil eines komplexen Handlungsfeldes (vgl. Burger et al. 2021).

Auch interaktive Projekte (Challenges), die vor allem junge Verbraucher*innen ansprechen (z. B. zur Reflektion ihres Konsum- und Ernährungsverhaltens), werden durch das UBA unterstützt und forciert. Ein Beispiel ist das Projekt „Lassmamachen“, in dem Jugendliche und ihr Konsumverhalten untersucht und Aktivierungsstrategien für nachhaltigen Konsum entwickelt werden (vgl. Werg et al. 2021).

10.3.3 Zielgruppen

Aus der IST-Analyse geht hervor, dass sektorenübergreifende Maßnahmen zur Stickstoffreduzierung in ihrer Gesamtheit betrachtet werden sollten. Die Komplexität spiegelt sich auch in der Vielfalt der Akteur*innen wider, die entlang der Wertschöpfungskette eine Relevanz haben und den Stickstoffüberschuss direkt oder indirekt beeinflussen. Es zeigt sich demnach, dass die Problemlage in ihrer Vielschichtigkeit geschildert und kommuniziert werden muss, um Lösungswege zu finden und Verhaltensänderungen zu bewirken.

Ein weiterer wichtiger Faktor in Bezug auf die Zielgruppen ist, dass es nachweislich eine Lücke zwischen Umweltwissen, Umwelteinstellung und Umwelthandeln gibt. Studien haben gezeigt, dass aktives umweltfreundliches Handeln oftmals auch mit anderen als wichtig empfundenen Handlungsmotiven, z. B. gesellschaftliche Anerkennung, Konsumfreude oder eigene Bequemlichkeit, einhergeht. Hinzu kommt, dass Ergebnisse, die durch eine Verhaltensänderung bewirkt werden können, kaum bis nicht sichtbar sind und damit auch die Motivation nicht anhält. Weiterhin besteht Unwissenheit oder auch Zweifel, ob das eigene Handeln tatsächlich ein Teil der Problemlösung sein kann. Unter jugendlichen Verbraucher*innen wurden sogar gemutmaßt, dass bestehende politische sowie wirtschaftlich Machtverhältnisse und Strukturen sogar eine nachhaltige Entwicklung verhindern. Viele Jugendliche bezweifeln, dass auf politischer Ebene ernsthaft versucht wird, Umweltprobleme zu lösen. Die Umweltverbände hingegen werden zwar

als vertrauenswürdigere Akteur*innen gesehen, ihnen spricht man jedoch nur eine geringe Gestaltungsmacht zu (vgl. UBA 2020f).

Zielgruppe Landwirt*innen

Eine der wichtigsten Zielgruppen sind die Landwirt*innen. Diese sehr heterogene und stark differenzierte Gruppe wird im Kapitel 7.3.3.1 ausführlich vorgestellt. Deutlich wird, dass Bedürfnisse, Auslöser für Ängste und Hoffnungen sehr stark variieren und demzufolge auch Motivationsreiber für Verhaltensänderungen sehr unterschiedlich sind. Verschiedene Motivationsreiber erfordern auch unterschiedliche kommunikative Ansätze. Näheres dazu siehe Kapitel 10.3.5 Strategischer Ansatz.

Zielgruppe Verbraucher*innen

Auch die Zielgruppe der Verbraucher*innen spielt eine wichtige Rolle in der Kommunikation zum Thema „Stickstoffüberschuss“. Auch wenn der unmittelbare Zusammenhang nicht für alle sofort erkennbar ist, so muss die mögliche Einflussnahme durch diese Zielgruppe in den Fokus der Kommunikation gerückt werden. Die Zielgruppe der Verbraucher*innen wird im Kapitel Zielgruppen (vgl. Kapitel 7.3.3.2) stark differenziert betrachtet. Konsumverhalten und Ernährungsgewohnheiten, Lebensumstände, Bildungsgrad und Einkommen sind Faktoren, die diese Zielgruppe nochmals stark unterscheiden. Auch in dieser Zielgruppe gibt es ein unterschiedlich stark ausgeprägtes Bewusstsein für die übersektorale Problematik des Stickstoffüberschusses und demzufolge auch eine unterschiedlich stark ausgeprägte Bereitschaft für Verhaltensänderungen. Nur wer erkennt, dass Stickstoffüberschüsse auch durch Konsum- und Ernährungsverhalten beeinflusst werden können, sieht auch die Relevanz für sich selbst und erkennt bestens seinen Handlungsspielraum (z. B. durch Verzicht auf Rindfleisch oder Fleisch generell).

Zielgruppe potenzieller Netzwerkpartner*innen und Multiplikator*innen

Politische Entscheidungsträger*innen sollten ebenso in die Kommunikation eingebunden werden wie Lobbyverbände, Naturschutzverbände sowie Unternehmen der Industriebranche (Hersteller von landwirtschaftlichen Maschinen und Produkten). Die Ansprache aller relevanten Sektoren, Vermittler*innen und Kritiker*innen signalisiert eine gemeinsame Verantwortung und ermöglicht einen Einblick in die Sichtweise anderer Beteiligter.

Vertreter*innen von Bildungseinrichtungen

Natur, Umwelt und Nachhaltigkeit sind Aspekte der allgemeinen Umweltbildung. Ein frühzeitiges (frühkindliches) Thematisieren nicht nur im privaten Kontext der Verbraucher*innen, sondern auch im Bildungssektor (Schulalltag, Lehrplan, Workshops, regionale oder bundesweite Aktionstage mit Schüler*innen, etc.) unterstützt eine langfristige und nachhaltige Umweltbildung bei jungen Menschen.

10.3.4 Kommunikationsziele

Folgende beispielhaften Kommunikationsziele können mit einer ganzheitlichen übergeordneten Kommunikationsstrategie und einzelnen Maßnahmen erreicht werden. Bei der Entwicklung und Ausarbeitung der Maßnahmenpläne ist es zu empfehlen, die Ziele bei den jeweiligen Zielgruppen im vorgesehenen Kommunikationszeitraum festzulegen und immer wieder zu überprüfen und im Bedarfsfall Ziele und Maßnahmen neu aufeinander abzustimmen.

Kommunikationsziele bei Landwirt*innen:

- ▶ Handlungsanreize schaffen (Investitionen), Kompetenzen stärken, Bildungsangebote nutzen
- ▶ Akzeptanz schaffen und Verständnis erhöhen
- ▶ Bereitschaft für Informationsaustausch stärken
- ▶ Transparenz schaffen

Kommunikationsziele bei Verbraucher*innen:

- ▶ Bewusstsein und Verständnis für Komplexität des Themas schaffen
- ▶ Information zum Thema und Informationsaustausch stärken
- ▶ Akzeptanz für andere Beteiligte (z. B. Landwirt*innen) schaffen
- ▶ Handlungsanreize schaffen und Motivation für Verhaltensänderungen stärken

Kommunikationsziele bei politischen Entscheidungsträger*innen

- ▶ Bewusstsein und Verständnis für Praxis erzeugen
- ▶ Dialogbereitschaft erhöhen
- ▶ Transparenz stärken für ressortübergreifendes Agieren
- ▶ Unterstützung und Initiierung von Kooperationen und Verbünden

Kommunikationsziele bei Lobbyist*innen und Naturschutzverbänden

- ▶ Information zum und Akzeptanz für das Thema auch über die Interessengemeinschaft hinaus erzeugen
- ▶ Informationsaustausch stärken
- ▶ Dialogbereitschaft erhöhen

Kommunikationsziele bei Bildungseinrichtungen, Netzwerkpartnern und Multiplikator*innen

- ▶ Aufklärungs- und Beratungsangebote initiieren und schaffen
- ▶ Dialogbereitschaft erhöhen und Formate dafür entwickeln
- ▶ Bewusstsein und Akzeptanz erzeugen für frühzeitiges nachhaltiges Agieren
- ▶ Informationsaustausch stärken

10.3.5 Strategischer Ansatz für die Kommunikation

Die aktuellen landwirtschaftlich relevanten Gegebenheiten variieren in der Bundesrepublik sehr stark. Bundesländer mit einem sehr hohen Anteil an landwirtschaftlichen Betrieben stehen anderen Herausforderungen gegenüber als stark städtisch geprägte Bundesländer. Dafür muss im strategischen und kommunikativen Ansatz berücksichtigt werden, worauf der Fokus gelegt werden soll. Gibt es eventuell schon gute Anwendungsbeispiele in der Region zur Vermeidung von Stickstoffüberschuss, kann darauf aufbauend eine Best-Practice-Strategie angesetzt werden. In anderen Regionen sollte auf einer anderen Ebene, auf der Aufklärungs- und Informationsebene, angesetzt werden. Diese beinhaltet einen starken Fokus auf die Zusammenhänge der multisektoralen Problematik und zielt darauf ab, die Komplexität und Zusammenhänge sowie das Wechselspiel von möglichen Maßnahmen aufzuzeigen.

Übergeordnet – also unabhängig von den jeweiligen regionalen Gegebenheiten – spielt eine nachhaltige und frühzeitige Aufklärung eine große Rolle. Die Implementierung von Natur- und Umweltschutz, Erhalt der Biodiversität und der dafür notwendigen bzw. effizienten Maßnahmen können noch stärker im Bildungssektor allgemein, aber auch im Ausbildungsbereich der Land- und Agrarwirtschaft, implementiert werden.

Kommunikation mit Landwirt*innen

In der Kommunikation mit der Hauptzielgruppe der Landwirt*innen müssen die individuellen Gegebenheiten berücksichtigt werden. Je nach den Gegebenheiten in der Region und der daraus resultierenden Kommunikationsstrategie (siehe oben) muss die Kommunikation individuell und bedarfsabhängig aufgebaut werden.

Weiterhin wichtig und zielführend in der Kommunikation ist es, ein „Wir-Gefühl“ entstehen zu lassen, welches verhindert, die Landwirtschaft als alleinigen Verursacher der Stickstoffüberschuss-Problematik zu betrachten. Es muss sichtbar werden, dass bestenfalls alle, aber möglichst viele Akteur*innen gemeinsam ihre Einstellungen, ihr Verhalten (Arbeitsweisen, Konsum, Ernährung etc.) anpassen und alle ihren Beitrag leisten.

Ein unmittelbarer Austausch innerhalb von Aktionsgruppen bzw. Aktionsprogramme auf unterschiedlichen Ebenen (regional, bundesweit) mit Landwirt*innen, Verbraucher*innen, Vertreter*innen der Nahrungsmittelindustrie, politischen Entscheidungsträger*innen und Multiplikator*innen schafft ein Miteinander, um auf das gemeinsame Ziel hinzuarbeiten.

Multiplikator*innen werden in diesen Austausch einbezogen, um Impulse zu setzen und Dialogformate weiterzutragen.

10.3.6 Handlungsempfehlungen

10.3.6.1 Maßnahmen zur Stickstoffminderung als Optionen kommunizieren

In den vorangegangenen Kapiteln wurde aufgezeigt, dass Stickstoffüberschuss als Teil einer ganzheitlichen Umweltproblematik zu betrachten ist und so auch in der Kommunikation vermittelt werden sollte. Welche Einzelmaßnahmen umgesetzt werden und inwieweit diese die Gesamtbilanz beeinflussen, ist ein Thema, mit dem sich Landwirt*innen auseinandersetzen müssen. Eine Übersicht des Maßnahmenfächers mit Pro und Contra und möglichen Auswirkungen auf die Gesamtbilanz eines Hofes kann hierbei für Landwirt*innen hilfreich sein, sich für die passende Maßnahme für den eigenen Betrieb zu entscheiden.

10.3.6.2 Niedrigschwellige Beratungsangebote für Landwirt*innen

Investitionen in neue Techniken oder der Umbau eines landwirtschaftlichen Betriebes auf energieeffiziente und ressourcenschonende Verfahren wird in einem hohen Maße durch staatliche Subventionen gefördert. Selbst Beratungsleistungen sind bereits förderfähige Leistungen. Die Auseinandersetzung mit Förderanträgen und Formalien in Behördensprache schrecken Landwirt*innen jedoch nicht selten ab. Sich einen Überblick über Angebote zu verschaffen und mit Formalien umzugehen bzw. diese zu verstehen, sehen diese nicht selten als zusätzliche Hürde. Hier können niedrigschwellige Informations- und Beratungsangebote helfen, um Chancen für Investitionen oder den Umbau des eigenen Betriebes herauszufinden. Die Betrachtung und Bewertung der Stickstoffbilanz und eine gegebenenfalls notwendige Umstellung innerbetrieblicher Abläufe zur Verbesserung dieser können ebenfalls Teil dieser Informations- und Beratungsangebote sein (vgl. Landwirtschaftskammer NRW 2023).

11 Emissionen aus dem Verkehrssektor – Einführung

Im NLRP von 2019 zielen die zusätzlichen Maßnahmen des WAM-Szenarios, die den Verkehrssektor betreffen, vor allem darauf ab, die NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs zukünftig noch stärker zu reduzieren. Auch im Hinblick auf die in den letzten Jahren vor allem an städtischen Belastungsschwerpunkten gemessenen hohen NO₂-Konzentrationen, ist eine weitere Reduktion der NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs anzustreben.

Die zukünftigen Entwicklungen im Verkehrssektor stehen aktuell nicht nur wegen der Luftschadstoffbelastung, sondern vor allem auch aus anderen Aspekten stark im Fokus der öffentlich breit geführten Diskussionen. Dies sind:

- ▶ Umsetzung der **Energiewende im Verkehr**, d. h. Dekarbonisierung bis 2045 zur Erreichung der Klimaneutralität; dazu erforderlich ist die Umstellung der Antriebsformen weg vom Verbrennungsmotor hin zur Elektromobilität.
- ▶ Umsetzung der **Verkehrswende**, die über die Energiewende hinausgeht und auf einer Veränderung der Verkehrssysteme und des Mobilitätsverhaltens basiert.
- ▶ Entwicklung einer **nachhaltigen Mobilität**, damit zukünftig das notwendige Verkehrsaufkommen die Umwelt und Menschen nicht belastet.

Um all diese Aspekte zu berücksichtigen, deren Verflechtungen zu analysieren und daraus Vorschläge zur zukünftigen Entwicklung der Gestaltungsmöglichkeiten abzuleiten, wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes mit dem UBA eine „Gesamtstrategie nachhaltige urbane Mobilität“ entwickelt. Diese wird im Folgenden kurz erläutert, bevor danach auf die hier relevante Luftschadstoffbelastung durch den Straßenverkehr eingegangen wird.

11.1 Gesamtstrategie nachhaltige urbane Mobilität

Vom UBA wurde ein „Weg zu einer nachhaltigen urbanen Mobilität in der Stadt von Morgen“ (UBA 2021e) formuliert. Dort heißt es: „**Mobilität ist** eine zentrale Voraussetzung um am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen und liefert einen wesentlichen Beitrag zu einer hohen Lebensqualität. Gleichzeitig ist der städtische Personen- und Güterverkehr ein Hauptverursacher von Luftverschmutzung, Lärm und Flächenverbrauch mit der damit einhergehenden Verringerung der Aufenthaltsqualität sowie den entstehenden wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Folgen.“ (UBA 2023e S.6).

Die erforderliche Minderung dieser negativen Auswirkungen wird als eine große Aufgabe gesehen. Der Verkehr muss nachhaltiger und umweltfreundlicher gestaltet werden, ohne die Mobilität der Bevölkerung und den Transport von Gütern einzuschränken.

Daher steht im Mittelpunkt einer Gesamtstrategie für **nachhaltige urbane Mobilität** die Frage, wie sich Mobilität langfristig gestalten lässt, ohne dass das damit verbundene Verkehrsaufkommen Mensch und Umwelt belastet. **Zentrale Indikatoren** hierfür stellen die

- ▶ Emissionen von Luftschadstoffen,
- ▶ Treibhausgasen und
- ▶ Lärm
- ▶ sowie deren Auswirkungen auf Umwelt, Gesundheit und Aufenthaltsqualität dar.

Im Ergebnis wird eine nachhaltige urbane Mobilität nicht nur zu geringeren Umweltbelastungen und höherer Lebensqualität, sondern auch zu langfristigen Vorteilen für Wirtschaft und Beschäftigung führen.

Strategische Ansatzpunkte und Maßnahmen, durch die der **Stadtverkehr** nachhaltig gestaltet werden kann, werden in (UBA 2021e) in die folgenden Themenbereiche gegliedert:

- ▶ Mobilität wird durch die zugrundeliegende **Siedlungsstruktur** beeinflusst. Daher sollten Stadt- und Verkehrsplanung eng zusammengeführt werden. Außerdem sind die interkommunale Zusammenarbeit und ein abgestimmtes Vorgehen auf verschiedenen politischen Ebenen wichtig.
- ▶ Die **Wahl des Verkehrsmittels** ist eng mit der Verfügbarkeit und Qualität des Verkehrsangebotes und der Verkehrsinfrastruktur verbunden. Durch die Umwidmung von Verkehrsflächen, den Ausbau des ÖPNV-Angebotes und der Fuß- und Radinfrastruktur sowie die Integration von Sharing-Angeboten wird **multimodales Verhalten** gefördert und der Umweltverbund (ÖPNV, Fuß- und Radverkehr, Sharing-Angebote, etc.) gestärkt.
- ▶ Durch die Bündelung von Güterverkehren und eine effiziente Tourenplanung kann der Einfluss der **Güter- und Wirtschaftsverkehre** auf die Emissionen und den Verkehrsfluss gesenkt werden.
- ▶ Durch die Kombination von **Push- und Pull-Maßnahmen** werden ergänzende Anreize z. B. zur Nutzung des Umweltverbundes oder zur Effizienzsteigerung im Güterverkehr gesetzt.
- ▶ Weitere Impulse ergeben sich aus der **technologischen Entwicklung**. Dabei ist die **Digitalisierung** ein zentraler Treiber. Dies betrifft z. B. die Verkehrssteuerung oder auch die Nutzung der Mobilitätsangebote.
Indirekte Effekte auf das Mobilitätsverhalten ergeben sich durch neue und flexiblere Arbeitsformen mit reduziertem Verkehrsaufkommen.
Auch die Entwicklung von Fahrzeugtechnologien, wie emissionsarme oder -freie Antriebssysteme oder das autonome Fahren, ermöglicht weitere Optionen.
- ▶ **Ökonomische Instrumente und Rahmenbedingungen** können das Mobilitätsverhalten beeinflussen, da sie die Möglichkeit bieten, steuernde Eingriffe vorzunehmen. Aufgrund seiner elementaren Bedeutung für einen nachhaltigen Stadtverkehr benötigt der ÖPNV neben einer ausreichenden und langfristigen Grundsicherung zusätzliche Investitionsmittel für den weiteren Ausbau.
Eine verursachergemäße Kostenanlastung kann beispielsweise durch die Internalisierung externer Kosten für die Umweltbelastung und die Infrastruktturnutzung oder durch fiskalische Instrumente erfolgen und so Anreize für ein nachhaltigeres Mobilitätsverhalten setzen. An dieser Stelle können auch Instrumente mit direkter Wirkung, wie die Dienstwagensteuerung oder eine Cityaut, eingesetzt werden, um gewohnte Mobilitätsmuster zu verändern.
- ▶ Durch die **Vergabe von ergänzenden finanziellen Mitteln** kann ein Beitrag zu einer umweltfreundlicheren Mobilität geleistet werden. Kaufprämien für emissionsarme oder -freie Fahrzeuge können helfen, anfängliche Kostennachteile auszugleichen und so die Nachfrage zu erhöhen. Auch kann durch die Finanzierung innovativer Modellprojekte die Erprobung neuer Lösungskonzepte, welche zudem als Vorbild für weitere Städte dienen können, unterstützt werden.

- **Politische und rechtliche Rahmenbedingungen** werden durch die Vorgaben der Politik und der Gesetzgeber zur Beeinflussung des Mobilitätsverhaltens gesetzt. Dabei kommt der kommunalen Politik eine zentrale Rolle bei der Gestaltung von Beteiligungsprozessen für Bürger*innen sowie anderer Stakeholder zu. Ebenso sind begleitende Kommunikationsstrategien vor Ort wichtig für die Umsetzung sowie die Akzeptanz von Maßnahmen. Politik und öffentliche Hand können durch klare Rahmenbedingungen und Standards Anreize und Vorgaben für eine nachhaltige Entwicklung geben. Auch ordnungsrechtliche Instrumente wie Zufahrtsbeschränkungen oder Halteverbote bieten hier Potenziale. Grundsätzlich ist ein sicherer Rechtsrahmen von wesentlicher Bedeutung, um Innovationen und Investitionen in nachhaltige Mobilitätsangebote oder Logistikkonzepte zu fördern.
- Die Entwicklung von **soziodemografischen Rahmenbedingungen** (zunehmende Urbanisierung und auch die entgegengesetzte Entwicklung wie Umlandwanderung) beeinflusst die Mobilität.
- Entwicklungen **gesellschaftlicher Trends, Werte sowie Lebens- und Mobilitätsstile** zeigen eher über einen längeren Zeithorizont bzw. im Vergleich verschiedener Bevölkerungsgruppen ihren Einfluss auf das Mobilitätsverhalten.

Neben den zukünftigen Entwicklungen im Bereich des urbanen Stadtverkehrs ist auch die Entwicklung des Verkehrs in **ländlichen Gebieten** zu betrachten. Dort bleibt das Auto weiterhin wichtig, aber die Antriebstechnik wird sich ändern (Elektroantrieb). Verstärkte Entwicklungen im Bereich der digitalen Technik werden dabei helfen, auch hier mehr Pkw-Verkehr auf den ÖPNV zu verlagern (z. B. On-Demand-ÖPNV, u.a.) und Sharing-Angebote auszubauen.

Die erfolgreiche Umsetzung einer Gesamtstrategie nachhaltige Mobilität betrifft also alle Bereiche, d. h. den Verkehr in der Stadt und im Umland, den Personen- und den Güterverkehr, und wird die heutige Belastung der Umwelt deutlich reduzieren, sowohl bezüglich der Luftschadstoff- und Treibhausgas-Emissionen als auch bezüglich der Lärmbelastung und dem Flächenverbrauch und damit zu einer Verbesserung der Lebensqualität führen.

11.2 Verkehrswende als wichtiger Baustein der Energiewende

Unter dem Begriff der **Energiewende** wird der Ausstieg aus der Atomenergie und die Reduktion des Verbrauchs fossiler Energieträger in Deutschland zusammengefasst. Ziel ist es, bis 2045 Klimaneutralität in Deutschland zu erreichen. Dies bedeutet auch für den Verkehrssektor eine Dekarbonisierung, d. h. vor allem die Nutzung von regenerativ erzeugtem Strom in elektrisch betriebenen Fahrzeugen anstelle von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor.

Mit der **Verkehrswende** wird neben der Energiewende zusätzlich die Veränderung der Verkehrssysteme und des Mobilitätsverhaltens adressiert. Dabei spielen Fragen der gesellschaftlichen Akzeptanz eine wichtige Rolle. Ziel ist die oben erläuterte nachhaltige Mobilität. Die Verkehrswende setzt einen gesellschaftlichen Strukturwandel in Gang, der die mit der Energiewende verbundenen Veränderungen an Komplexität deutlich übertrifft (Agora 2017).

Im Klimaschutzgesetz sind die nationalen sektoralen Ziele zur Reduzierung der CO₂-Emissionen vorgegeben. Für den Verkehrssektor ist bis zum Jahr 2030 eine Reduktion der CO₂-Emissionen auf 85 Mio. t CO₂-Äquivalente festgeschrieben, bezogen auf das Jahr 2019 ist das eine Reduktion um rund 48 %. Zwischen 1990 und 2019 konnte der Verkehrssektor als einziger Sektor in Deutschland seine Treibhausgasemissionen nicht mindern, da besonders im Straßenverkehr Verbesserungen bei der Energieeffizienz der Fahrzeuge durch die Zunahme bei den Fahrleistungen kompensiert wurden. Diverse Klimaschutzszenarien (z. B. Prognos 2021, Luderer et al.

2021) zeigen, dass mit den bisher erwarteten zukünftigen Entwicklungen die Ziele aus dem Klimaschutzgesetz für den Verkehr nur bei sehr ambitionierter Umsetzung von zusätzlichen Maßnahmen zu erreichen ist.

Der Fokus des hier vorliegenden Projektes liegt zwar nicht auf den Treibhausgasemissionen, sondern auf den Emissionen der NEC-Luftschadstoffen und den Maßnahmen zu deren weiteren Minderung. Da aber aktuell sehr große Anstrengungen notwendig sind, die Treibausgasemissionen im Verkehrssektor zu reduzieren, werden konkret für diesen Aspekt Maßnahmen entwickelt und umgesetzt. Maßnahmen, die zu einer Einsparung von Kraftstoff (Diesel, Benzin) und damit der Treibausgasemissionen führen, führen überwiegend auch zu einer Reduktion der übrigen direkten Abgasemissionen, die für die Luftverschmutzung verantwortlich sind, z. B. NO_x-Emissionen.

11.3 Luftschatstoffemissionen des Verkehrssektors

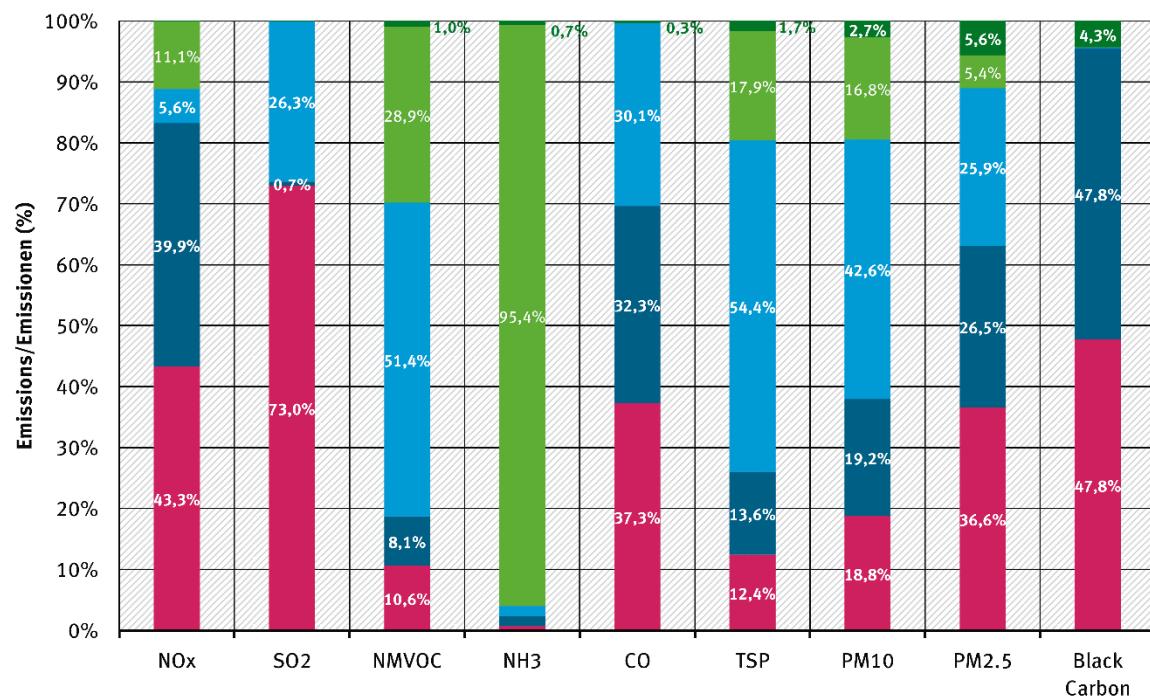
Der Beitrag des Verkehrssektors zu den gesamten nationalen Luftschatstoffemissionen liegt für das Berichtsjahr 2020 je nach Schadstoff aktuell im Bereich von 0,7 % (SO₂) bis 39,9 % (NO_x) und 47,8 % (Black Carbon). Zu den PM₁₀- und PM_{2,5}-Emissionen trägt der Verkehrssektor (mit den verbrennungsbedingten Emissionen und den Bremsen- und Reifenabriebemissionen) zu 19,2 % bzw. 26,5 % bei (vgl. Abbildung 44).

Bezüglich der NEC-Schadstoffe bzw. deren zukünftigen Reduktion zur Einhaltung der NEC-Reduktionspflichten steht für den Verkehrssektor die Reduktion der NO_x-Emissionen im Vordergrund.

Abbildung 44: Anteil der NFR-Kategorien an den Emissionen im Jahr 2020

Contribution of NFR categories to the emissions/Anteile der NFR-Kategorien an den Emissionen

2020 percentages per air pollutant / Anteile pro Luftschatstoff



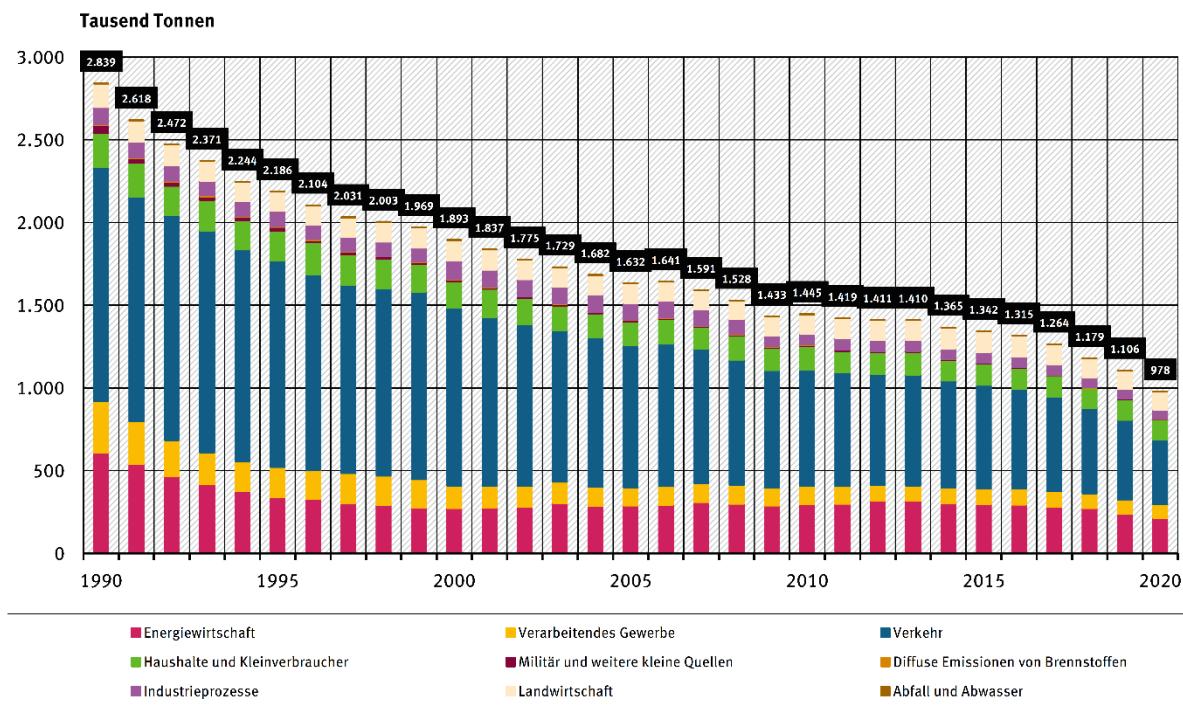
■ 1. Energy/Energie* ■ 1.A.3 Transport/Verkehr ■ 2. Industrial Processes/Industrieprozesse ■ 3. Agriculture/Landwirtschaft ■ 5. Waste/Abfall

(Quelle: UBA 2023g)

Die nachfolgende Darstellung zeigt, dass in der Vergangenheit bereits deutliche Reduktionen der NO_x-Emissionen in Deutschland erreicht werden konnten und gerade der Verkehrssektor zu diesen Minderungen stark beigetragen hat. Trotzdem sind zur Erreichung der NEC-Verpflichtungen zukünftig weitere Reduktionen der NO_x-Emissionen notwendig.

Abbildung 45: Entwicklung der NO_x-Emissionen in Deutschland seit 1990 bis 2020

Stickstoffoxid (NO_x, gerechnet als NO₂) -Emissionen nach Quellkategorien



Verkehr: ohne land- und forstwirtschaftlichen Verkehr
Haushalte und Kleinverbraucher: mit Militär und weiteren kleinen Quellen (u.a. land- und forstwirtschaftlichem Verkehr)

Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2020 (Stand 02/2022)

(Quelle: UBA 2023h)

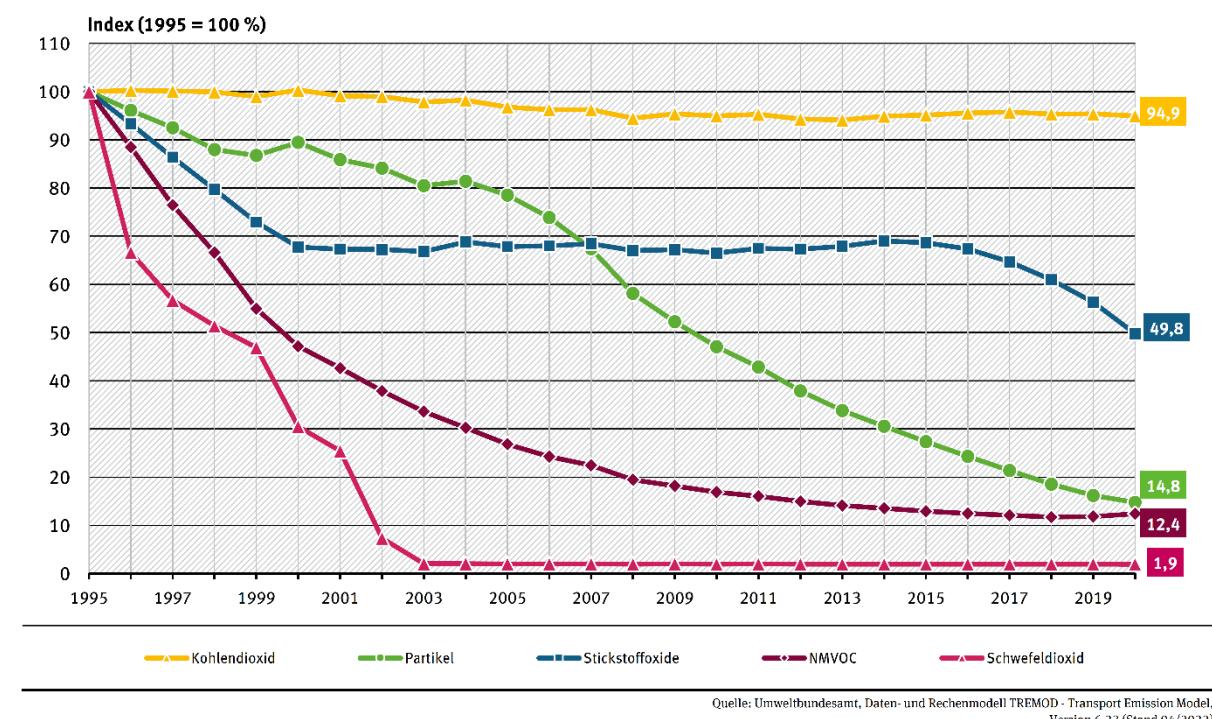
Die Entwicklung der **spezifischen Abgasemissionen** (d. h. Emission pro Fahrzeug und Kilometer, normiert auf das Jahr 1995) der für den Verkehrssektor relevanten Luftschadstoffe (NO_x, SO₂, NMVOC und Partikel) zeigen die nachfolgenden Abbildungen für den Pkw- und Lkw-Verkehr. Außerdem ist die Entwicklung der spezifischen CO₂-Emissionen mit ausgewiesen.

Sowohl bei den Pkw als auch bei den Lkw zeigt sich deutlich, dass die spezifischen Abgasemissionen der Luftschadstoffe pro Fahrzeug und Kilometer seit 1995 stark gesunken sind, außer für CO₂. Dass die in den vorherigen Abbildungen dargestellte zeitliche Entwicklung der absoluten Emissionen gedämpfter verläuft, liegt beim Straßenverkehr an der Zunahme bei den Fahrleistungen bzw. Verkehrsleistungen im Personen- und Güterverkehr.

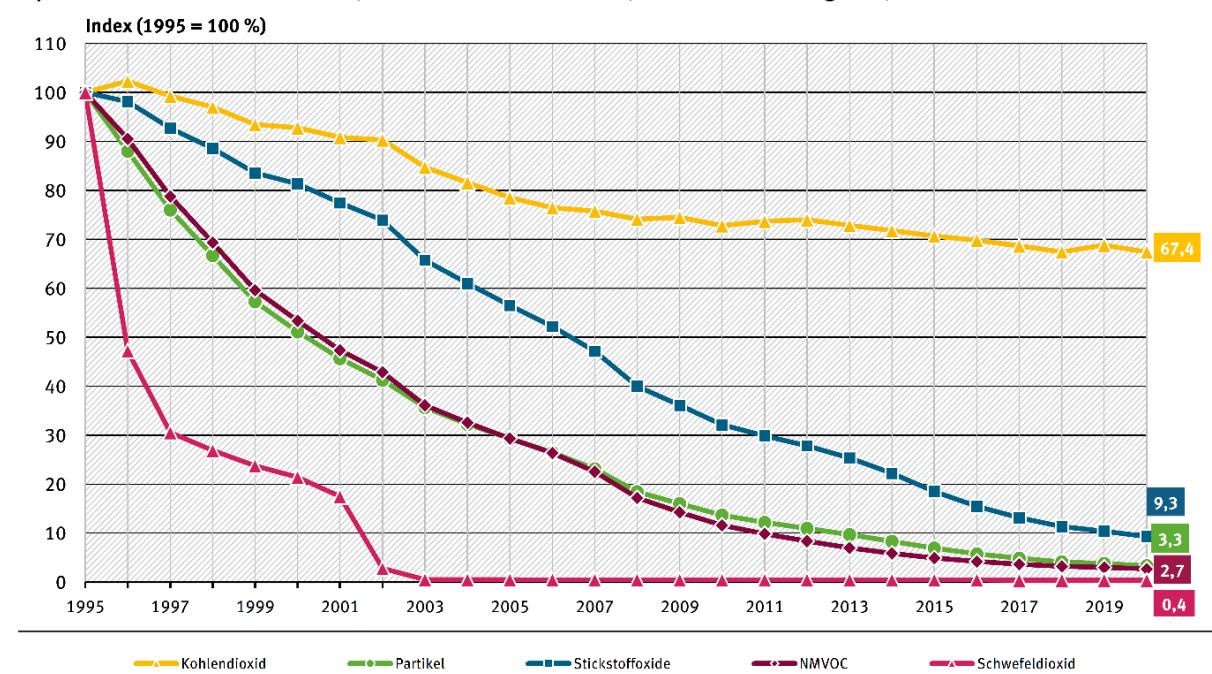
Um die Emissionen im Verkehrssektor zukünftig weiter zu reduzieren, sind über die bereits eingeleiteten Maßnahmen (z. B. in Bezug auf die NO_x-Emissionen: Abgasgesetzgebung aktuell bis Euronormstufe Euro 6/VI, weitere Vorschläge für Euro 7 werden diskutiert) weitergehende Anstrengungen notwendig.

Abbildung 46: Entwicklung der spezifischen Abgasemissionen für Pkw und Lkw in Deutschland seit 1995 bis 2020

Spezifische Emissionen Pkw (direkte Emissionen Pkw / Verkehrsleistung Pkw)



Spezifische Emissionen Lkw* (direkte Emissionen Lkw / Verkehrsleistung Lkw)



(Quelle UBA 2023i)

Maßnahmen zur weiteren Minderung der Verkehrsemissionen können grundsätzlich an folgenden Aspekten ansetzen, die sich alle auch in der Strategie für eine nachhaltige Mobilität wiederfinden:

- ▶ Verkehrsvermeidung/ Verkehrsverlagerung im Personen- und Güterverkehr (z. B. Vermeidung von Wegen durch die „Stadt der kurzen Wege“, d. h. hier ist der Ansatzpunkt direkt bei der Stadt-/ Regionalplanung zu sehen; Verlagerung MIV zum Umweltverbund oder Güterverkehr auf die Schiene)
- ▶ Flottenverbesserung/ Fahrzeugtechnik (schärfere Abgasnormen für konventionell betriebene Fahrzeuge, mehr Elektro-Fahrzeuge)
- ▶ Digitalisierung/ technologische Weiterentwicklung (z. B. bessere Vernetzung/ Angebotsqualität im ÖPNV oder Verbesserung des Verkehrsablaufs (Vermeidung von Stau/ Emissionspeaks, z. B. durch bessere Verkehrssteuerung, Verkehrsverflüssigung)

Um die Reduktionsziele für Deutschland gemäß NEC-Richtlinie zu erreichen, sind für den Verkehrssektor im NLRP von 2019 im WAM-Szenario bereits Maßnahmen mit Fokus auf die Minderung der NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs enthalten. Das dort berücksichtigte Maßnahmenpaket Straßenverkehr umfasst folgende konkreten Einzelmaßnahmen, deren Umsetzung zum Zeitpunkt der Erstellung des NLRP von 2019 als realistisch eingeschätzt wurde:

- ▶ „Software-Update Diesel-Pkw (und leichte Nutzfahrzeuge) Euro 5/6 und
- ▶ Umweltprämie (Rückkauf von Diesel-Pkw Euro 4 und älter)
- ▶ Hardware-Nachrüstung Diesel-Busse zur Minderung der NO_x-Emissionen
- ▶ Ausbau und Stärkung des Umweltverbundes
- ▶ Fortschreibung der CO₂-Grenzwerte“ (NLRP 2019 S. 86).

Für Pkw wurde in den Berechnungen der Vorschlag der Europäischen Kommission (durchschnittliche Minderung der CO₂-Emissionen der Neuwagen-Flotte in Höhe von 30 % in 2030 gegenüber 2021) zugrunde gelegt. Der Kommissionsvorschlag geht von 15% E-Fahrzeugen bei den Neuzulassungen in 2025 und 30% bei den Neuzulassungen in 2030 aus.

Die NO_x-Emissionsminderungen für dieses Maßnahmenpaket werden im NLRP von 2019 mit 7,2kt im Jahr 2030 ausgewiesen.

11.4 Sachgemäße Vereinfachung des Verkehrssektors als Emissionsquelle

Ähnlich wie die Landwirtschaft umfasst der Verkehr als Emissionsquelle verschiedene Bereiche. Es gibt unterschiedliche Verkehrsträger wie Fußverkehr, Fahrräder, Pkw, Lkw, Bus und Bahn, Flugzeuge und Schiffe, die Menschen und Güter transportieren. Dazu wird die entsprechende Infrastruktur benötigt, wie zum Beispiel Straßen, Autobahnen, Flughäfen und Schifffahrtsstraßen, aber auch Tankstellen und Ladestationen. Zudem ist der Verkehr durch viele Gesetze und Verordnungen sehr eng geregelt. Entsprechend sind Maßnahmen im Verkehr häufig integrativ. Das heißt z. B., dass mit Einschränkung für Pkw und Lkw versucht wird, mehr Verkehr auf Bus und Bahn zu verlagern.

Aus Umweltsicht verursachen die Aktivitäten der Mobilität erhebliche Umweltschäden. Zu nennen sind der Flächenverbrauch z. B. für Straßen, Parkplätze und Flughäfen, die Emission von Luftschaadstoffen wie NO_x, Feinstaub, Treibhausgase und von Lärm sowie der Verbrauch von Treibstoffen und von zahlreichen Rohstoffen zur Herstellung von Fahrzeugen.

Ein besonderes Problem sind die Emissionen von NO_x und CO₂ aus dem Straßenverkehr. So wurde in den vergangenen Jahren der Grenzwert für die NO₂-Konzentrationen in der Außenluft von 40 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft im Jahresmittel gerade an viel befahrenen städtischen Straßen an zahlreichen Orten überschritten.

Der Personen- und Güterverkehr in der Stadt zählt damit zu den Hauptverursachern von Luftverschmutzung, Lärm und Flächenverbrauch. Dies führt nicht nur zur Einschränkung der Lebensqualität in den Städten, sondern auch zu hohen ökonomischen Kosten sowie zu Schäden an der menschlichen Gesundheit und an Ökosystemen.

Der Verkehr ist für ca. 40 % aller NO_x-Emissionen in Deutschland verantwortlich und über ein Viertel aller Feinstaubemissionen werden vom Verkehr verursacht. Bei Ruß, dem sogenannten Black Carbon, ist der Verkehr sogar für fast die Hälfte aller Emissionen verantwortlich.

In der Vergangenheit ist es im Verkehrsbereich seit 1990 zu keiner bedeutsamen Reduktion der CO₂-Emissionen gekommen, da die spezifischen CO₂-Emissionen pro Kilometer nur moderat gesunken sind. Dagegen konnten die spezifischen Abgasemissionen wie NO_x oder Feinstaub aufgrund der Entwicklung effizienter Abgasreinigungstechniken (z. B. Katalysator, Partikelfilter) deutlich gesenkt werden. Da aber gleichzeitig die Verkehrsleistung stetig angestiegen ist, fallen die erzielten Reduktionen der Gesamtemissionen geringer aus. Dabei spielen die Abgasemissionen bei der Freisetzung von Feinstaub nur noch eine geringe Rolle. Vielmehr sind es die Abriebemissionen von den Reifen und den Bremsen die maßgeblich für die Emissionen von Feinstaub sind. Die Abriebemissionen wiederum werden maßgeblich durch die Verkehrsleistung bestimmt.

Aufgrund dieser komplexen Zusammenhänge sind Maßnahmen zur Reduktion der Emissionen von Luftschadstoffen eingebettet in einer übergreifenden Gesamtstrategie einer nachhaltigen Mobilität. Dieser Strategie zur Folge sind die angestrebten Veränderungen im Verkehrsbereich ein wichtiger Teil beim Umbau des gesamten Energiesystems. Denn so wie auch in Zukunft unsere Energie nicht mehr aus fossilen Quellen wie Kohle, Gas, Öl und Uran erzeugt werden soll, soll auch der Verkehr in Zukunft keine fossilen Treibstoffe wie Benzin, Diesel oder Kerosin mehr nutzen. Mit diesem strategischen Ziel einer Verkehrswende wird aber auch klar, dass dem Verhalten aller Verkehrsteilnehmer*innen eine besonders hohe Bedeutung zukommt. Denn die Wahl des genutzten Verkehrsmittels, z. B. lieber Zug als Flugzeug, lieber Rad- als Autofahren oder lieber Carsharing statt eines eigenen Autos, geschieht individuell von einzelnen Personen. Entsprechend sind Verfügbarkeit und Qualität, aber auch Kosten und Bequemlichkeit wichtige Entscheidungshilfen bei der Wahl der genutzten Verkehrsmittel. Anhand der Verfügbarkeit wird deutlich, dass die Siedlungsstrukturen bedeutsam sind, denn Entfernung und Lage z. B. zwischen Wohnort und Arbeitsstätte, Einkaufsmöglichkeiten, öffentliche Verwaltung und Behörden, Kinder- und Jugendeinrichtungen, Kultur-, Freizeit und Sportstätten, u. ä. beeinflussen unsere Verkehrsverhalten. Damit werden die enge Verknüpfung und die notwendige Zusammenarbeit von Stadt- und Verkehrsplanung deutlich.

Eine wichtige Rolle bei der Verfügbarkeit spielt die Digitalisierung. Nur mit digitalen Technologien ist es möglich z. B. Carsharing Angebote effektiv und einfach zu nutzen oder Fahrkarten für Bus und Bahn zu kaufen.

Die Wahl des genutzten Verkehrsmittels ist aber auch stark von den Kosten abhängig. Deshalb wird versucht, wirtschaftliche Anreize zu schaffen. Anreize können negativ sein, indem der private Autoverkehr verteuert wird, z. B. durch Mautgebühren, ökologische Treibstoffbesteuerung, Abbau von steuerlichen Begünstigungen wie Pendlerpauschale und Dienstwagen. Positive Reize belohnen das gewünschte Verkehrsverhalten z. B. durch die Verbilligung von Bahntickets, durch Prämien beim Neukauf umweltschonender Autos oder bei der Verschrottung von Altfahrzeugen.

Darüber hinaus wird das Mobilitätsverhalten von Menschen auch noch von den rechtlichen Rahmenbedingungen wie Ver- oder Geboten beeinflusst sowie von gesellschaftlichen Trends, Werten und Lebensstilen. So ist es in Großstädten zunehmend Mode, kein eigenes Auto zu besitzen, sondern stattdessen Sharing-Angebote für Elektrofahrzeuge zu nutzen.

Ein zentraler Baustein der Verkehrswende ist die Änderung der Motoren von Fahrzeugen. Dabei gilt: Weg vom Verbrennungs- und hin zum Elektromotor.

Ein weiteres strategisches Ziel ist die Vermeidung von Verkehr durch eine „Stadt der kurzen Wege“ und eine Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs von der Straße hin zum öffentlichen Nahverkehr von Bus und Bahn.

Doch auch die Fahrzeugtechnik, z. B. durch schärfere Abgasnormen, ist ein wichtiger Bestandteil einer integrierten Mobilitätsstrategie.

Das NLRP von 2019 benennt fünf Maßnahmen, welche den Verkehrssektor adressieren. Diese sind:

- ▶ Softwareupdate bei dieselbetriebenen Pkw und leichten Nutzfahrzeugen mit der Euronorm 5/6,
- ▶ Umweltprämie durch Rückkauf von Diesel-Pkw mit Euronorm 4 und älter,
- ▶ Hardware Nachrüstung bei Diesel Bussen zur Minderung ihrer NO_x-Emissionen,
- ▶ Ausbau und Stärkung Umweltverbund sowie
- ▶ Fortschreibung CO₂-Flottengrenzwert.

Die gesamte Reduktionswirkung dieser fünf Maßnahmen schätzt das NLRP von 2019 auf jährlich 7,2 kt NO_x ab dem Jahr 2030

11.5 Allgemeine Anforderungen an erfolgreiche Kommunikation im Verkehrsbereich

Eine nachhaltige und schadstoffarme Mobilität in Deutschland setzt eine Verkehrs- und Mobilitätswende voraus, die sich mancherorts, vor allem in deutschen Großstädten, bereits andeutet. Dennoch besteht grundsätzlich noch immer eine große Herausforderung darin, Verkehr in Deutschland nachhaltiger und umweltfreundlicher zu gestalten. Eine nachhaltige Mobilität bedeutet dabei allerdings nicht nur den Personen- oder Gütertransport von einem Ort zum anderen, sie bedeutet auch Zukunftskonzepte zu entwickeln, die viele Aspekte und Bereiche tangieren und miteinschließen (Angebot und Auswahl eines Verkehrsmittels, Strukturen im städtischen und ländlichen Raum, effizienter Gütertransport durch erhöhte Fahrzeugauslastung, ressortübergreifende Verkehrs- und Mobilitätspolitik etc.).

Um in diesem komplexen Geflecht eine nachhaltige Verhaltensänderung bei den Akteur*innen bewirken zu können, bedarf es nicht nur einer passenden Kommunikationsstrategie und ansprechender Kampagnen. Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass Umweltwissen und Umweltbewusstsein nur bis zu einem bestimmten Grad Einfluss auf das Verhalten haben (vgl. dazu auch die früh erstellte Übersicht von Hines et al. 1986). Eine Erklärung für die Diskrepanz zwischen Bewusstsein und Verhalten ist die sogenannte „Low-Cost-Hypothese“. Der Einfluss von Umweltorientierung auf das Handeln hängt davon ab, welcher Aufwand und welche Kosten mit einer bestimmten Verhaltensweise einhergehen. Spart man also an zu investierender Zeit und/oder

Geld, ist davon auszugehen, dass sich das Bewusstsein auf das Handeln auswirkt. Um eine Verhaltensänderung zu bewirken, sollte in der Kommunikation daher auch immer Nutzen und Mehrwert für die jeweilige Zielgruppe kommuniziert werden (Preisendorfer et al. 2012).

Um eine erfolgreiche Kommunikation im Verkehrssektor auf den Weg bringen zu können, ist es essentiell, alle relevanten Akteur*innen einzubinden. So ist beispielsweise die Verkehrswende ein Transformationsprozess, der auf kommunaler Ebene beginnt und Schritt für Schritt Bevölkerungsgruppen einbinden sollte. Attraktive Mobilitätsangebote und eine öffentlichkeitswirksame Kommunikation allein reichen jedoch noch nicht aus, sie müssen von den relevanten Personen auch angenommen werden, um eine Verhaltensänderung zu bewirken. Motivation, Gelegenheit und Befähigung sind dabei Grundvoraussetzung. Der Erfolg ist daher auch von den Gegebenheiten (z. B. gute Infrastruktur) oder einer leichten Handhabung (z. B. Registrierungs- und Zahlungsmodus von Maut-Gebühren oder Nutzung von Mobilitäts-Apps) abhängig. Auf diese notwendigen Voraussetzungen wird in den folgenden Kapiteln der maßnahmenspezifischen Kommunikation eingegangen.

12 Verkehr: Maßnahme „Ausbau und Stärkung des Umweltverbundes“

Die Maßnahme „Ausbau und Stärkung des Umweltverbundes“ wird hier mit Fokus auf den Nahverkehr und den Möglichkeiten, diesen möglichst umweltgerecht zu gestalten, betrachtet.

Grundsätzlich stellen auch im Fernverkehr Verlagerungen z. B. vom Straßenverkehr oder von Kurzstreckenflügen auf die Bahn eine Stärkung des Umweltverbundes dar. Dieser Aspekt wird hier im Kontext der Luftreinhaltung nicht betrachtet.

12.1 Rahmenbedingungen der Maßnahme

Der Begriff Umweltverbund kommt ursprünglich aus dem Bereich der Stadtplanung und umfasst die Gruppe der umweltverträglichen Verkehrsmittel. Dies sind im klassischen Sinne die nicht motorisierten Verkehrsträger (Fußgänger*innen und Fahrräder) und der öffentliche Nahverkehr (ÖPNV). In jüngerer Zeit werden auch einspurige Fahrzeuge mit Elektromotor (z. B. Elektrofahrräder oder- roller), das Car- und Bikesharing, Ridepooling und die Einrichtung von Mobilitätspunkten/Mobilitätsstationen, die das Umsteigen zwischen unterschiedlichen Verkehrsmitteln erleichtern sollen, dazu gezählt. Zentrales Ziel des Umweltverbundes ist es, Verkehrsteilnehmer*innen zu ermöglichen, ihre Wege innerhalb des Umweltverbunds zurückzulegen und dadurch weniger auf das eigene Auto angewiesen zu sein.

Ein typisches Maß, das im Rahmen der Verkehrsplanung zur Beurteilung der Verteilung der Verkehre auf die Verkehrsmittel verwendet wird, stellt der sogenannte „Modal Split“ dar. Dieser gibt die Anteile der einzelnen Verkehrsmittel an der Anzahl der zurückgelegten Wege oder an der Verkehrsleistung (Weg x Weglänge) an. Entsprechende Daten für Städte werden z. B. im Rahmen von Mobilitätserhebungen in Deutschland (MiD) oder durch das System repräsentativer Verkehrsbefragungen (SrV) in mehrjährigem Abstand erhoben. Auf dieser Basis können mögliche Veränderungen dokumentiert und die Erfolge bei der Umsetzung der angestrebten Ziele analysiert werden.

In vielen Städten gibt es schon lange große Bemühungen den Umweltverbund zu stärken und dadurch den motorisierten Individualverkehr (MIV) zu reduzieren. Insbesondere im Zusammenhang mit den Problemen der innerstädtischen Luftschadstoffbelastung (z. B. Grenzwertüberschreitungen bei der NO₂-Belastung an innerstädtischen Belastungsschwerpunkten an Hauptverkehrsstraßen) oder für das Ziel, CO₂-Emissionen (Klimagase) zu reduzieren, wurden in den letzten Jahren forcierte Anstrengungen unternommen, den Umweltverbund zu stärken. Weitere positive Aspekte werden in der Reduzierung von Lärm und Gesundheitsbelastungen, einer Verringerung des Flächenverbrauchs für Verkehr und der Erhöhung der Aufenthaltsqualität in Städten gesehen, wobei dabei stets auch die „gerechte Teilhabe“ zu berücksichtigen ist, d. h. dass es zu keinen Benachteiligungen aufgrund von Alter, Geschlecht, körperlicher Verfassung etc. kommt.

In diesem Kontext wurde z. B. in Berlin 2018 das erste Mobilitätsgesetz verabschiedet. Erklärtes Ziel ist es dabei, „dass alle – Alte und Junge, Menschen mit und ohne Behinderung – sicher und selbstbestimmt mobil sein können:“ (Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz 2023).

Der Ausbau und die Stärkung des Umweltverbundes hängen maßgeblich davon ab, wie gut die einzelnen Verkehrsmittel miteinander vernetzt sind.

Um diese Vernetzung möglichst flexibel zu gestalten, werden in jüngerer Zeit verstärkt auch Angebote geteilter Mobilität, vor allem Car-, Bike- und E-Roller-Sharing, ausgebaut. Ein ausreichendes und flexibles Angebot solcher Fahrzeuge für unterschiedliche Nutzungszwecke soll den Besitz eines eigenen Pkw nicht mehr notwendig machen. Daher wird geteilte Mobilität (engl. *shared mobility*) auch als vierte Säule des Umweltverbundes – neben ÖPNV, zu Fuß gehen und Rad fahren – bezeichnet (vgl. UBA 2023j).

Analysen des UBA zeigen: „Jedes stationsbasierte Carsharing-Fahrzeug ersetzt je nach örtlichen Verhältnissen vier bis teilweise mehr als zehn Fahrzeuge ersetzen, da die Nutzenden ihr eigenes Auto tatsächlich oft abschaffen oder sich durch das zusätzliche Angebot ein eigenes Auto gar nicht erst anschaffen. Die in den Carsharing-Flotten eingesetzten Fahrzeuge werden in der Regel schon nach drei bis vier Jahren ersetzt. Die energieeffizienten und modernen Carsharing Fahrzeuge emittieren daher pro gefahrenen Kilometer weniger Luftschatdstoffe und klimaschädliches CO₂ als durchschnittliche private Fahrzeuge in Deutschland.“ (UBA 2023j)

Wie schwierig die Veränderung des Mobilitätsverhaltens hin zu einem „multioptionalen“ Verkehrsmittelmix ist, zeigt das vom UBA geförderte Forschungsprojekt „Mobilitätslabor 2020 – Wir steigen um!“ (UBA 2022f). In dem Mobilitätslabor 2020 wurde gemeinsam mit Bürger*innen analysiert, welche Hemmnisse aktuell noch bestehen, um Alternativen zum privaten Pkw mit Verbrennungsmotor zu nutzen. Konkret wurden die Bereiche Elektromobilität, Fahrgemeinschaften und Carsharing diskutiert und die Ergebnisse wurden in Form von Bürgerbotschaften formuliert (vgl. Fielitz et al. 2023).

Ein Ergebnis der repräsentativen Bevölkerungsumfrage „Umweltbewusstsein in Deutschland 2020“ (BMUV 2022) für den Bereich Mobilität und Verkehr zeigt, dass zwar durchaus mehrheitlich Handlungsbedarf gesehen wird, z. B. um Alltagswege kostengünstiger, einfach und bequem ohne Auto zurücklegen zu können oder auch die Notwendigkeit die Treibhausgasemissionen und Luftschatdstoffe zu verringern. Trotzdem wird in der Studie das Fazit gezogen, dass einer Verkehrswende noch mit einer gewissen Zurückhaltung begegnet wird, insbesondere wenn der Autoverkehr betroffen ist.

Um die notwendige Vernetzung der Verkehrsmittel möglichst gut und niedrigschwellig zu gestalten, werden aktuell in vielen Städten sogenannte Mobilitätstationen oder Mobilitätspunkte eingerichtet. Dort wird der Umstieg zwischen den Verkehrsmitteln (z. B. vom Pkw oder Fahrrad auf den ÖPNV) angeboten und entsprechende Infrastruktur bereitgestellt. Ziel ist es, die Multi- und Intermodalität der Verkehrsteilnehmer zu stärken.

Der VCD hat im Jahr 2016 dazu die Befragung (VCD 2016) „Multimodal unterwegs in Deutschlands Städten“ durchgeführt. Es wurden rund 1.000 Bewohnerinnen und Bewohner in deutschen Großstädten gefragt, wie sie mobil sind und was es für sie braucht, um die ökologischen Verkehrsmittel noch besser zu kombinieren. Wesentliche Aspekte der Ergebnisse dieser Befragung sind im Folgenden aufgeführt und geben ein gutes Stimmungsbild der Situation in Großstädten wieder:

„Verkehrsverhalten

- ▶ Die Großstadt ist von einem Mix der Verkehrsmittel geprägt. Nicht nur der eigene Pkw, auch das Zufußgehen, das Fahrrad und der öffentliche Nahverkehr werden häufig genutzt.
- ▶ Car- und Bikesharing werden bisher nur von sehr wenigen Menschen in Anspruch genommen.
- ▶ 22% der Großstädter*innen fahren niemals mit einem eigenen Pkw.

- ▶ Jede*r Vierte kombiniert häufig mehrere Verkehrsmittel auf einem Weg.
- ▶ Es sind die ÖPNV-Vielfahrenden und die jungen Erwachsenen, die besonders gerne Verkehrsmittel kombinieren und intermodal unterwegs sind.
- ▶ Webseiten (84%) und Navigations-Apps (46%) sind die beliebtesten Medien, um eine passende Route zum Ziel zu finden.

Was vom Einstieg in den Umweltverbund abhängt

- ▶ Ausschlaggebend für die Wahl der Verkehrsmittel sind gute Erreichbarkeit der Ziele (84%), hohe Flexibilität (74%) und die Zuverlässigkeit des Verkehrsangebotes (73%).
- ▶ Wer den ÖPNV heute nicht nutzt, nimmt ihn als teuer wahr und erwartet ein besseres Verkehrsangebot.
- ▶ Ohne leistungsstarke und attraktive, umweltfreundliche Verkehrsmittel wird auch deren Vernetzung wenig erfolgreich sein.

Umweltfreundliche Verkehrsmittel besser vernetzen

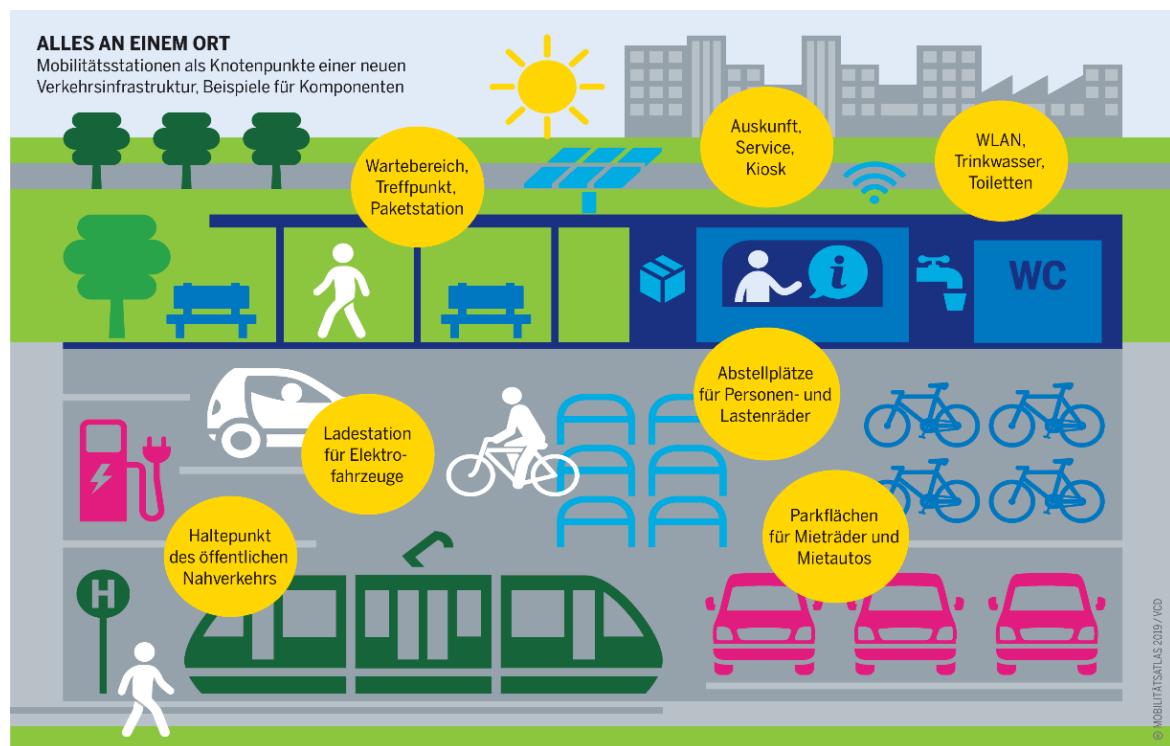
- ▶ Die ÖPNV-Kundschaft ist bereit einen Aufschlag auf ihr Monatsabo zu zahlen, wenn dafür Basisleistungen mit Car- und Bikesharing enthalten sind. Gleichzeitig gibt es eine große Gruppe, die es vorzieht – ohne Grundgebühren – nur die tatsächlich genutzten Leistungen in Rechnung gestellt zu bekommen.
- ▶ Die Großstädter wünschen sich eine Karte und mit nur einer Registrierung zur gemeinsamen Nutzung von ÖPNV und sämtlicher Car- und Bikesharing-Dienste ihrer Stadt.
- ▶ Carsharing hat gegenüber Fahrradleihsystemen ein größeres Kundenpotential.
- ▶ Eine fahrradfreundliche Infrastruktur und die Mitnahmemöglichkeiten im ÖPNV helfen bei der Kombination der Verkehrsmittel.
- ▶ Mobilitätsstationen sollen dezentral in den Quartieren platziert sein. Sie sollen auch mit dem Pkw erreichbar, überdacht und gut ausgeschildert sowie sichere Abstellmöglichkeiten für das eigene Fahrrad bieten.“ (VCD 2016 S. 3).

Aus den Ergebnissen der Studie wurden vom VCD-Handlungsempfehlungen zur Umsetzung multimodaler Verkehrsangebote abgeleitet und Good Practice-Beispiele aus deutschen Städten veröffentlicht (vgl. VCD 2017).

Als ein Schlüsselement zur vernetzen Mobilität werden als Ergebnis der Befragung des VCD die sogenannten **Mobilitätsstationen** gesehen, die momentan in immer mehr Städten erprobt werden. Einige Städte setzen dabei auf großflächige Stationen mit vielen Fahrzeugen, Anbindung an den ÖPNV und Beratungspersonal im Stadtzentrum, andere beschränken das Angebot, sind dafür aber dezentral in den Stadtquartieren vorhanden. Häufig finden sich dort Leihfahrräder und Carsharing-Fahrzeuge, Fahrradbügel und Ladesäulen für Elektro-Autos. Um die Mobilitätsstationen tatsächlich als **Zugangsstelle zu einer vernetzten Mobilität** zu etablieren, ist es wichtig, auf die Vorstellungen der potenziellen Kund*innen einzugehen. Mehr als zwei Drittel der Befragten gaben an, dass ihnen kurze Wege zur Mobilitätsstation wichtig sind. Das spricht für eine höhere Anzahl eher dezentraler Mobilitätsstationen in den Quartieren. Ebenfalls wichtig, sind Abstellmöglichkeiten für den Pkw und das Fahrrad (vgl. VCD 2016).

Die gut vernetzte Mobilität fördert die Multi- und Intermodalität, d. h. für einen Weg unterschiedliche Verkehrsmittel zu Wahl zu haben und diese je nach Anlass auch zu nutzen oder auch einen Weg mit Nutzung mehrerer Verkehrsmittel nacheinander zurückzulegen. Dabei sollten sich die Vorteile der einzelnen Verkehrsmittel leicht nutzen und kombinieren lassen. Im Mobilitätsatlas 2019 der Heinrich-Böll-Stiftung (vgl. Groll et al. 2019) wird diese Vernetzung plakativ wie in Abbildung 47 dargestellt.

Abbildung 47: Schematische Darstellung der Vernetzung der Verkehrsmittel an Mobilitätsstationen



(Quelle: Groll et al. 2019)

Dort wird auch betont, dass die Menschen, die so ein vielfältiges Mobilitätsangebot annehmen sollen, möglichst viel darüber erfahren sollten: Was wird angeboten und wie kann das genutzt werden? Die Alltagstauglichkeit wird davon abhängen, wie unkompliziert und schnell kombinierbar die Verkehrsmittel genutzt werden können. Gelingen kann dies z. B. durch Navigations-Apps, die verschiedene Verkehrsmittel bei der Planung der Routen berücksichtigen. Hilfreich sind auch Beratungen zur Mobilität (z. B. Pakete für Neubürger*innen) oder Abos für den öffentlichen Nahverkehr, die auch Freiminuten für Mieträder enthalten.

Neben dem Ausbau und der Stärkung des Umweltverbundes in Städten liegt aktuell auch ein starker Fokus auf der Förderung von innovativen Mobilitätskonzepten im ländlichen Raum. Auch hier steht der Ausbau des ÖPNV zu einem flexiblen, nachfrageorientierten System im Fokus. Daneben sind hier aber z. B. auch die Förderung von Fahrgemeinschaften oder Bürgerbussen und anderen bürgerschaftlich organisierten Angeboten von Bedeutung.

In vielfältiger Form werden aktuell zu den Themenkomplexen Verkehrswende / nachhaltige Mobilität / vernetzte Mobilität sowohl im städtischen als auch im ländlichen Umfeld Untersuchungen und Aktivitäten durchgeführt. Einen zentralen Baustein stellt dabei immer die Stärkung des Umweltverbundes dar. Einige Beispiele finden sich im Folgenden.

Empfehlungen für eine ökologische Verkehrswende und Mobilitätssicherung in ländlichen Räumen mit einem Schwerpunkt auf Ausbau und Förderung des Umweltverbundes wurden im Auftrag des UBA erarbeitet und finden sich in (vgl. Herget et al. 2019).

Im Jahr 2018 wurde vom BMVI die Erstellung von Masterplänen „Green City“ in den Städten gefördert, die Probleme mit der Luftschadstoffbelastung haben und in denen Überschreitungen des NO₂-Jahremittelwerts gemessen wurden. Ziel war es, Maßnahmen in fünf Handlungsfeldern (Digitalisierung des Verkehrs, Vernetzung im Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), Elektrifizierung des Verkehrs, Radverkehr, Urbane Logistik) zu finden, die zu einer möglichst kurzfristigen Einhaltung des NO₂-Grenzwertes beitragen können. Viele der in diesem Zusammenhang von den Städten erarbeiteten Maßnahmen betreffen die Stärkung des Umweltverbundes (ÖPNV und Radverkehr, Digitalisierung und Vernetzung). Im Nachgang konnten von den Städten Förderanträge zur Umsetzung der Maßnahmen aus den Masterplänen gestellt werden.

Im April 2019 wurde vom BMVI gemeinsam mit den Ländern und dem Deutschen Städtetag der Think Tank „Nationales Kompetenzzentrum für nachhaltige urbane Mobilität“ (NaKoMo) gegründet. Ziel ist es, über alle bestehenden Fördermöglichkeiten zum Aufbau einer modernen nachhaltigen Mobilität in Städten zu informieren, die praktische Umsetzung zu unterstützen und Kontakte zu vermitteln.

Ein Modellvorhaben zur „Verbesserung der Mobilität in ländlichen Räumen zur Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse“ (MogLeb) wurde vom BMWSB und BBSR gestartet. In diesem Projekt wurde ein länderübergreifendes Mobilitätsnetzwerk mit dem Schwerpunkt der Mobilität im ländlichen Raum gegründet. Außerdem wurde das Online-Nachschlagewerk „Mobilikon“ aufgebaut, das regelmäßig aktualisiert wird und Lösungen für ein kommunales Mobilitätsmanagement enthält, u.a. auch Beispiele aus der Praxis (BBSR 2023).

Im Juni 2020 wurde vom BMU ein „Zukunftsnettewettbewerb nachhaltige Mobilität“ gestartet (#mobilstoer2035). Schwerpunkte hier liegen auf der Digitalisierung des Verkehrs, Lösungen für Pendler*innenverkehr und Wirtschaftsverkehr und auf den Herausforderungen im ländlichen Raum.

Auch in den Bundesländern sind entsprechende Aktivitäten vorhanden, z. B. mit dem Zukunftsnetz Mobilität NRW, das das Ziel hat, die Kommunen auf dem Weg zu einer nachhaltigen Mobilitätsentwicklung zu unterstützen.

12.2 Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahme

Die emissionsseitige Wirkung der Maßnahme „Ausbau und Stärkung des Umweltverbundes“ wurde im Rahmen der Arbeiten für die Erstellung des NLRP von 2019 ermittelt. Dort wurde die Maßnahme wie folgt formuliert:

- ▶ Durch die Förderung des Umweltverbundes wird eine Verlagerung von Pkw-Fahrten bewirkt und dadurch eine Änderung des Modal Splits hin zum Umweltverbund erreicht, d. h. es werden mehr Wege mit den Verkehrsmitteln zu Fuß gehen, Rad fahren und ÖPNV zurückgelegt. Wesentliche Aspekte sind:
 - Förderung Radverkehr (Radstationen, Radschnellwege, Radverkehrspläne, ...)
 - Förderung ÖPNV
 - Förderung Fußverkehr
 - Förderung Carsharing und multimodale Mobilitätspunkte

Ziel der Maßnahme ist es, im Personenverkehr die Wahl der Verkehrsmittel so zu verändern, dass mehr Wege mit dem Umweltverbund zurückgelegt werden und weniger mit dem eigenen Pkw. Dadurch reduziert sich die Pkw-Fahrleistung vor allem im innerörtlichen Bereich, was zu einer Verminderung der Abgasemissionen, des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen führt. Dies wird sich positiv auf die lokale Luftqualität auswirken.

Im Rahmen von (Jakobs et al. 2019) wurde auf Basis von Ergebnissen einer Literaturrecherche, Diskussionen mit den zuständigen Fachbearbeitern des UBA und in Anlehnung an (Doll et al. 2013) die in Tabelle 12 aufgeführten Randbedingungen bezüglich der Reduktion der innerörtlichen Pkw-Fahrleistung (MIV) gegenüber dem Trend durch Verlagerung auf den Umweltverbund angenommen. Ausgehend von diesen Reduktionspotentialen für die Fahrleistung wurde die Quantifizierung des Emissionsminderungspotenzials durchgeführt.

Tabelle 12: Maßnahmenwirkung auf die innörtliche Pkw-Fahrleistung

Pkw-Fahrleistung (MIV) gegenüber dem Trend durch Verlagerung auf den Umweltverbund			
2020	2025	2030	2035
-5%	-10%	-15%	-20%

(Quelle: Jakobs et al. 2019)

Es wurden für 2020 und 2030 die in Tabelle 13 ausgewiesenen Abgas-Emissionsminderungen ermittelt.

Tabelle 13: Maßnahmenwirkung auf die Emissionen des Straßenverkehrs 2020 und 2030

Emissionsminderung durch die Maßnahme in kt		
Schadstoff	2020	2030
NO _x	3,23 kt (1,07%)	3,57 kt (3,04%)
PM ₁₀ /PM _{2,5}	0,04 kt (0,98%)	0,07 kt (3,58%)
NMVOC	2,10 kt (3,26%)	5,02 kt (11,15%)
NH ₃	0,03 kt (0,32%)	0,00 kt (0,43%)
SO ₂	0,00 kt (1,13%)	0,02 kt (3,08%)

(Quelle: Jakobs et al. 2019)

Die in den Klammern angegebenen prozentualen Änderungen beziehen sich auf die Abgas-Emissionen des Straßenverkehrs insgesamt. Das Emissionsminderungspotenzial dieser Maßnahme im Jahr 2030 liegt demnach bezogen auf die Emissionen des Straßenverkehrs für die hier betrachteten Schadstoffe in einem Bereich von etwas über 0 % bis 11 %.

Für NMVOC werden bereits durch die prognostizierte Entwicklung der nationalen Emissionen bis 2030 im WM-Szenario die NEC-Reduktionsverpflichtungen eingehalten, für die übrigen Schadstoffe jedoch noch nicht. Daher stellt diese Einzelmaßnahme einen Baustein für die zusätzlich notwendigen Emissionsreduktionen (Differenz zwischen WAM und WM) dar, um die NEC-Reduktionsverpflichtungen zu erreichen.

Welchen Beitrag diese Einzelmaßnahme an dem gesamten Reduktionspotenzial der zusätzlichen Maßnahmen im WAM im Vergleich zum WM hat, lässt sich durch Gegenüberstellung der entsprechenden Reduktionen ermitteln. Für NO_x liegt der Anteil der hier betrachteten Einzelmaßnahme an dem gesamten Emissionsminderungspotenzial der zusätzlichen Maßnahmen im WAM (97 kt/a) bei 4% im Jahr 2030 und für PM_{2,5} bei 1%.

12.3 Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen

Da sich die Maßnahme „Ausbau und Stärkung des Umweltverbundes“, aus dem NLRP von 2019 emissionsseitig auf die Reduktion des innerörtlichen Personenverkehrs auswirkt, ist es hilfreich die Unsicherheiten dieser Emissionsquelle näher zu betrachten. Der German Informative Inventory Report 2022 (vgl. IIR 2022) macht dazu folgende Angaben:

Tabelle 14: Unsicherheiten der Emissionen aus der Quellgruppe CRF 1.A.3.bi Road transportation Cars

Unsicherheiten in der Quellgruppe 1.A.3.b.i Road transportation Cars		
Schadstoff	Untere Abweichung in %	Obere Abweichung in %
NO _x	- 15,64	+ 18,84
SO ₂	- 10,52	+ 10,83
NM VOC	- 28,49	+ 34,13
NH ₃	- 40,81	+ 81,38
PM _{2,5}	- 18,51	+ 24,21

(Quelle: IIR 2022)

Angegeben sind die schadstoffspezifischen Unsicherheiten der Emissionen aus der Quellgruppe 1.A.3.b.i „Straßenverkehr Personenkraftwagen“ wie sie für das Jahr 2021 berichtet wurden. Eine Differenzierung nach eingesetztem Treibstoff (Diesel, Biodiesel, Otto-Kraftstoff), fahrzeuginterner Abgastechnik (Euronorm) und Verwendungsort (inner-/außerorts, Autobahn) ist dem IIR nicht zu entnehmen. Dargestellt ist die mittlere untere und obere Abweichung vom berichteten Wert in Prozent.

12.4 Auswirkungen der Maßnahme auf die Luftqualität

Die Emissionsminderung durch die Maßnahme „Ausbau und Stärkung des Umweltverbundes“ wird sich vor allem im innerörtlichen städtischen Bereich zeigen, da der Umstieg vom privaten Pkw auf ÖPNV, zu Fuß gehen oder Radfahren überwiegend solche Fahrten ersetzen wird, die im städtischen Umfeld stattfinden. In diesen Bereichen können lokal auch höhere relative Minderungen der Emissionen auftreten als in Tabelle 13 bilanziert für Deutschland gesamt ausgewiesen.

In Bezug auf die Auswirkungen auf die Luftqualität bedeutet dies, dass die Emissionsänderungen vorrangig in den städtischen Gebieten auftreten werden, gerade dort, wo heutzutage meist noch die höchsten Luftschaadstoffkonzentrationen gemessen werden.

Die Emissionen des Straßenverkehrs werden bodennah freigesetzt, so dass die dadurch erzielten Minderungen der Luftschaadstoffbelastung (Immissionen) sich vor allem im Nahfeld der Emissionsquellen und damit immissionsseitig in der lokalen Zusatzbelastung zeigen werden. Eine Wirkung auf die städtische Hintergrundbelastung wird auch auftreten, aber geringer ausfallen, da die Emissionen des Straßenverkehrs nur einen Teilbeitrag zur gesamten Hintergrundbelastung darstellen (neben den Beiträgen der übrigen Quellgruppen wie z. B. Kleinfeuerungsanlagen, sonstige Feuerungsanlagen im Bereich Industrie und Energiewirtschaft und dem Beitrag des ländlichen Hintergrunds).

Emissionsseitig betrachtet hat die Maßnahme „Ausbau und Stärkung des Umweltverbundes“ im Prognosejahr 2030 einen Anteil von 4% an der gesamten NO_x-Emissionsminderung durch die

zusätzlichen WAM-Maßnahmen. Dies wird tendenziell auch zu einer Reduktion der NO₂-Konzentrationen führen, verstärkt in den entlasteten innerörtlichen Bereichen.

Bei der Bewertung der Relevanz der Maßnahme sollten daher die folgenden Aspekte berücksichtigt werden:

- ▶ Die Maßnahme „Ausbau und Stärkung des Umweltverbundes“ entfaltet ihre Wirkung vor allem in den lokalen innerstädtischen Bereichen, die stark von den Emissionen des Straßenverkehrs geprägt sind und wird weniger in der Hintergrundbelastung erkennbar sein.
- ▶ In Städten sind viele Menschen erhöhten Luftschadstoffbelastungen ausgesetzt, die bei der Umsetzung dieser Maßnahme eine Minderung erfahren werden. Die Exposition der Bevölkerung wird sich daher in Bezug auf die Luftschadstoffbelastung verbessern.
- ▶ Neben den positiven Wirkungen auf Luftqualität und Gesundheit werden sich weitere Verbesserungen ergeben, z. B. bei den CO₂-Emissionen, der Lärmelastung oder der Aufenthaltsqualität in der Stadt.
- ▶ Die Stärkung des Umweltverbundes ist ein wesentlicher Baustein der angestrebten Verkehrswende.

12.5 Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache

12.5.1 Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme

Die Maßnahme „Ausbau und Stärkung des Umweltverbundes“ ist eine Maßnahme, die den Straßenverkehr betrifft. Unter dem Begriff Umweltverbund versteht man die Gruppe der sogenannten umweltverträglichen Verkehrsmittel. Das sind im klassischen Sinne:

- ▶ Zu Fuß gehen,
- ▶ Rad fahren,
- ▶ Öffentlicher Personennahverkehr.

In jüngerer Zeit werden auch Angebote geteilter Mobilität, vor allem Car-, Bike- und E-Roller-Sharing, zum Umweltverbund gezählt.

Ziel der Maßnahme ist es, die Menschen dabei zu unterstützen, mehr Wege mit den Verkehrsmitteln des Umweltverbunds zurückzulegen und weniger mit dem eigenen Pkw zu fahren. Dadurch reduziert sich die Pkw-Fahrleistung vor allem innerhalb der Städte. Dies führt zu einer Verminderung des Kraftstoffverbrauchs und damit der Abgasemissionen und der CO₂-Emissionen und kann sich auch positiv auf die lokale Luftqualität auswirken. Dadurch verringern sich auch die gesundheitlichen Beschwerden, die durch die Luftverschmutzung verursacht werden. Außerdem wird der Verkehrslärm reduziert und die Aufenthaltsqualität in den Städten verbessert.

Aktuell werden in immer mehr Städten auch sogenannte Mobilitätsstationen eingerichtet. Das sind Orte, an denen die verschiedenen Verkehrsmittel so vernetzt werden, dass ein leichter Umstieg möglich ist. Zum Beispiel finden sich dort häufig Haltestellen des ÖPNV, Fahrradbügel, Leihfahrräder und Carsharing-Fahrzeuge oder auch Ladesäulen für Elektro-Autos.

Nicht nur in der Stadt, sondern auch auf dem Land wird versucht, den Umweltverbund zu stärken. Im ländlichen Raum ist es besonders wichtig, den ÖPNV flexibel und orientiert an der aktuellen Nachfrage zu gestalten. Daneben sind hier z. B. auch die Förderung von Fahrgemeinschaften oder Bürgerbussen von Bedeutung.

12.5.2 Wirkung der Maßnahme

Wenn die Stärkung des Umweltverbundes erfolgreich ist, wird weniger mit dem Pkw gefahren, d. h. die Pkw-Fahrleistung wird reduziert. Für die Berechnung der Maßnahmenwirkung wurde angenommen, dass sich die Pkw-Fahrleistung innerhalb der Städte bis 2020 um 5% und bis 2030 um 15% reduziert. Dadurch reduzieren sich die Abgasemissionen, z. B. die NO_x-Emissionen um über 3.000 t/a. Bezogen auf die gesamten NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs (inkl. Außerortsstraßen und Autobahnen) entspricht dies im Jahr 2030 einer Minderung von ca. 3%. In den Städten, dort wo die Maßnahme wirkt, wird die Wirkung größer sein.

Die Maßnahme führt dann auch zu einer Verbesserung der Luftqualität, wobei die Wirkung einer Einzelmaßnahme allein nicht sehr groß ist. Wichtig ist daher die Umsetzung ganzer Maßnahmenbündel. Eine Verbesserung der Luftqualität, insbesondere in den Städten, wird auch zu einer Minderung der Gesundheitsbelastung der Bevölkerung durch Luftverschmutzung führen.

12.6 Maßnahmenspezifische Kommunikation

12.6.1 Analyse des IST-Zustands

Um herauszuarbeiten, welche Akteur*innen mit welchen Themen und über welche Kanäle zum Thema Umweltverbund kommunizieren, wurden Webseiten und Social-Media-Kanäle untersucht. Basis war eine Analyse der Kanäle Facebook, Instagram und Twitter sowie eine Google-Stichwortsuche zu den Begriffen Umweltverbund, Verkehrswende und multimodale Mobilität bzw. Multimodalität.

Zur Verwendung des Begriffs Umweltverbund in der Kommunikation

Ein erster Befund war, dass in der bisherigen Kommunikation kaum der Begriff Umweltverbund genutzt wird. Das Thema wird unter dem Stichwort Verkehrswende mit der Perspektive, den jetzigen Zustand (negativ) zu beschreiben, diskutiert. Dabei wird in vielen Fällen der Autoverkehr kritisch betrachtet, weniger die Vision eines neuen Zustandes entwickelt. Insbesondere in den Publikationen der öffentlichen Hand bzw. wissenschaftlicher Institutionen wird häufig der Begriff Multimodalität verwendet.

Darüber hinaus wird das Thema kaum unter dem Aspekt „Verbund“ kommuniziert (außer beim Umweltbundesamt und beim VCD). Thematisiert werden eher einzelne Verkehrsmittel. Das birgt das Risiko, dass die verschiedenen Verkehrsmittel (wertend) gegeneinander ausgespielt werden. Die Kommunikation kann dann gelegentlich auch moralistisch und / oder konfrontativ werden.

Beide Begriffe sind deshalb wenig für eine aktivierende Kommunikation bezogen auf die Stärkung des Umweltverbundes geeignet: Verkehrswende ist zu wenig zukunftsorientiert und potenziell konfrontativ, Multimodalität ist ein Fachbegriff, der vermutlich für viele Zielgruppen nach Expertenthema klingt.

- Deshalb ist zu empfehlen, Umweltverbund als Begriff in der Kommunikation bewusst stärker einzuführen. Es ist ein einfacher leicht verständlicher Begriff, der zudem positiv auf die Zukunft ausgerichtet ist und nach positiven Assoziationen wie Kooperation, Gemeinschaft, Stärke im Verbund usw. klingt.

Wer kommuniziert auf welchen Kanälen?

Als Ergebnis der Analyse lassen sich drei Hauptgruppen unterscheiden, die auf unterschiedlichen Ebenen zum Thema Umweltverbund¹¹ kommunizieren. Darüber hinaus wurde die bisherige Kommunikation des Umweltbundesamts zum Thema Umweltverbund separat betrachtet, weil diese Kanäle gut für die weitere Kommunikation genutzt werden sollten, insbesondere dann, wenn sie eine hohe Reichweite bei den betreffenden Zielgruppen haben.

„Plangungsdiskurs“ der Öffentlichen Hand und wissenschaftlicher Institutionen

Als Fach- und Wissenschaftsthema kommunizieren Kommunen und städtische Einrichtungen den Umweltverbund bezogen auf den Stand der Planungen und politischer Ziele. Wissenschaftliche Institutionen und Behörden befassen sich beispielsweise mit der Verkehrsentwicklung, dem Energieverbrauch und den entstehenden Schadstoffen. Der thematische Schwerpunkt liegt also vor allem auf der Analyse von wissenschaftlichen Einzelfragen rund um das Thema Verkehrsverbund. Umsetzungsfragen wie die Vernetzung von Verkehrsanbietern oder die Entwicklung eines einheitlichen Tarifs für alle verbundenen Verkehrsmittel stehen eher weniger im Vordergrund. Die Kommunikation erfolgt vor allem direkt über die Websites der Behörden, Ämter, Institute oder Kommunen und (downloadbare) Publikationen.

„Aktivistendiskurs“ der Initiativen, Vereine und Verbände

Interessenverbände (z. B. VCD, ADFC) und Initiativen (v.a. Radverkehr wie z. B. Ökolöwe Leipzig) kommunizieren vor allem mit dem Ziel, den Rad- und Fußverkehr zu stärken. Sie sind wichtige Multiplikatoren mit einer eigenen, sehr sichtbaren Öffentlichkeitsarbeit. Auf Social-Media-Kanälen ist dieser Diskurs sehr dominant. Insbesondere die Kommunikation einzelner Initiativen auf Social Media Kanälen wie Instagram ist dabei oft emotional und konfrontativ (Gegeneinander der Verkehrsmittel)¹².

Produktkampagnen der Kommunen und Landkreise

Dort, wo bereits Maßnahmen umgesetzt oder angestoßen werden, gibt es klassische Werbekampagnen der Umweltverbünde (Verkehrsbetriebe / Mobilitätsanbieter / Kommunen bzw. Landkreise), die über digitale (Websites, Apps) und klassische Medien (Plakate im Stadtraum, Radio-werbung etc.) laufen¹³. Diese Kampagnen sind konkret auf Produkte bezogen (was kann ich in meiner Stadt wie nutzen und wie buche ich es?) und haben im Idealfall eine einheitliche Gestaltung der beteiligten Produkte (Wiedererkennung, Corporate Design für Kampagnen). Ziel dieser Kampagnen ist, auf das „Produkt“ Umweltverbund aufmerksam zu machen und Verbraucher*innen zur Nutzung der verbundenen Verkehrsmittel zu motivieren. Sie sind unterhaltsam angelegt und betonen vor allem die einfache Nutzung im Alltag (Buchbarkeit, Tarife, Verfügbarkeit von Verkehrsmitteln).

¹¹ Google-Stichwortsuche nach den Begriffen „Umweltverbund“, „Multimodalität“ und „Verkehrswende“

¹² Vgl. Hashtags wie #umweltverbund, #ChangingCities, #Verkehrswende (jeweils städtische Aktionen), #Volksentscheid Fahrrad, #schönerverkehren, anjes.tjarks (grüner HH Senator für Verkehr und Mobilitätswende), #criticalmass (itstartedwithafight.de, auch viele städtische Initiativen)

¹³ Beispiel Dresden: <https://www.mobi-dresden.de/#start>

Kommunikation des Umweltbundesamtes zum Thema

Das Umweltbundesamt kommuniziert bereits für alle beteiligten Zielgruppen sehr umfassend mit verschiedenen Formaten. Diese Kanäle und Formate sollten deshalb unbedingt für die weitere Kommunikation in den Maßnahmenplan mit eingebunden werden. Dazu zählen beispielsweise folgende Formate:

- ▶ Website: Die Seite „Nachhaltige Mobilität“ (vgl. UBA 2020g) des UBA enthält Studien zu den einzelnen Verkehrsmitteln. Der Umweltverbund taucht nicht explizit als Dachthema auf, sondern verbunden mit anderen Themen, zum Beispiel sehr ganzheitlich gedacht unter dem Thema „Die Stadt für Morgen“ (vgl. UBA 2022d).
- ▶ Die Veranstaltungsreihe „Kommunal mobil“ ist ein sehr gutes Format, um die Zielgruppe der Initiatoren in den Verwaltungen anzusprechen (vgl. UBA 2022e).
- ▶ Die mediale Aufmerksamkeit rund um aktuelle Anlässe wie beispielsweise die „Europäische Mobilitätswoche“ wird gezielt genutzt, um das Thema zu kommunizieren und Reichweite zu erhöhen.
- ▶ Darüber hinaus ist das Umweltbundesamt auf mehreren Social-Media-Kanälen aktiv mit einer relativ hohen Reichweite bei relevanten (themenaffinen, eher jüngeren) Zielgruppen¹⁴.

12.6.2 Zielgruppen

Für eine ganzheitliche Kommunikation zum Umweltverbund sollten folgende Zielgruppen angesprochen werden:

Initiator*innen und potenzielle Netzwerkpartner*innen

- ▶ Entscheider*innen in Kommunen und Landkreisen (Verwaltungsspitze)
- ▶ Mobilitätsunternehmen
 - (Kommunale) Verkehrsbetriebe: Als kommunale Unternehmen haben sie eine zentrale Rolle bei der Ausgestaltung des Umweltverbundes, stellen sie doch zentrale Verkehrsmittel wie Tram, U-Bahn und Busse. Darüber hinaus sind sie wichtige Multiplikatoren bei der Ansprache der Verbraucher*innen (z. B. durch die Kommunikation mit Abo-Kund*innen).
 - Mobilitätsunternehmen: z. B. Bike- oder Car-Sharing Unternehmen. Diese Unternehmen wollen bzw. müssen Nutzer*innenzahlen erhöhen. Sie haben in der Regel ein Interesse an Kooperationen und gemeinsamen Kampagnen, insbesondere, um neue Nutzer*innengruppen anzusprechen. Sie sind durch ihre Kund*innen zugleich wichtige Multiplikatoren in der Kommunikation mit Endverbraucher*innen.
 - Initiativen insbesondere außerhalb von Großstädten: Geteilte Mobilität ist vor allem in Großstädten verbreitet. Für Kleinstädte und ländliche Räume müssen jedoch angepasste Lösungen gefunden werden. Deshalb sollten vorhandene Aktivitäten und Initiativen unbedingt mit einbezogen werden¹⁵.

14 www.instagram.com/umweltbundesamt/ (20.000 Abonnenten), www.facebook.com/umweltbundesamt.de (ca. 27.000 Abonnenten), <https://twitter.com/umweltbundesamt> (78.000 Follower), Stand Oktober 2020.

15 Vgl. zum Beispiel die Initiative von Einwohner*innen der Stadt Zwickau: <https://www.teilauto.net/carsharing/neuigkeiten/beitrag/carsharing-in-kleinen-städten-zwickau>

Endverbraucher*innen und Verkehrsteilnehmer*innen

► Affine Gruppen

- **ÖPNV-Nutzer*innen:** Menschen, die bereits Angebote des ÖPNV nutzen. Insbesondere diejenigen, die Zeitkarten-Abos haben, können über die Kommunikationskanäle der Verkehrsbetriebe informiert werden und zugleich attraktive Angebote erhalten. Sie werden damit potenzielle Botschafter*innen des neuen Angebots.
- **18- bis 25-Jährige:** Diese Altersgruppe hat in der Regel noch kein eigenes Auto und nutzt allein deshalb den ÖPNV. Darüber hinaus gibt es häufig noch kein lang eingebüttetes Mobilitätsverhalten und eine große Offenheit für Neues. Diese Altersgruppe kann sowohl über die Kommunikation der Verkehrsbetriebe als auch über Social-Media-Kanäle mit konkreten Angeboten angesprochen werden. Social-Media-Kanäle bieten darüber hinaus den Vorteil, dass die Kommunikation innerhalb der Zielgruppe sehr interessenspezifisch ausgestaltet werden kann.

► Potenzialgruppen

- **Temporäre Auto-Nutzer*innen:** Dazu zählen Car-Sharing-Nutzer*innen ebenso wie eine große Gruppe städtischer Autofahrer*innen die grundsätzlich bereit wären, das Auto stehen zu lassen. Sie brauchen oft nur einen zusätzlichen Anreiz (z. B. ein passendes Angebot), um tatsächlich neue Formen der Mobilität auszuprobieren. Sie können über die Kommunikationskanäle der Car-Sharing-Anbieter*innen, über Werbung angesprochen werden, die wahrgenommen wird, während sie im Stau stehen (Plakate Stadtraum, an der Rückseite von Bussen, Radiospots während der Stoßzeiten).
- **Bürger*innen in einer Veränderungsphase:** Veränderungen oder eine neue Lebensphase sind oft sowieso ein Anlass, sein Verhalten zu verändern. Zu dieser Zielgruppe zählen z. B. Menschen, die während der Pandemie aufs Fahrrad umgestiegen sind, Neubürger*innen einer Stadt oder junge Familien. Neubürger*innen können direkt in Zusammenhang mit der Anmeldung mit Angeboten angesprochen werden. Die Lebensveränderung kann hier als Chance für den Umstieg genutzt werden, um z. B. ein vergünstigtes ÖPNV-Abo anzubieten.

► Nicht-affine Gruppen

- **Autofahrer*innen:** Wesentliche Motive, das Auto zu nutzen, sind Unabhängigkeit und das Bedürfnis nach Individualität. Autofahrer*innen sind deshalb idealerweise als Individualist*innen anzusprechen, z. B. mit flexiblen, auch temporär nutzbaren Angeboten. Autofahrer*innen werden idealerweise über Werbung im öffentlichen Raum und im Radio angesprochen, die wahrgenommen wird, während man z. B. im Stau steht.
- **Multiplikator*innen:** Über Multiplikator*innen erreicht man mit relativ einfachen Mitteln eine große Zielgruppe. Sie sollten deshalb ganz gezielt in die Kommunikation eingebunden werden. Zu den relevanten Multiplikator*innen beim Thema Umweltverbund zählen:
 - Umweltbundesamt: Insbesondere in der Kommunikation mit der Zielgruppe „Initiator*innen“ kann das UBA eine zentrale Rolle spielen, Informationen bereitzustellen und Handlungsanreize zu schaffen.
 - Verkehrsbetriebe, Verkehrsverbünde und Car-Sharing-Anbieter*innen: Ansprache der Kund*innen über die hauseigenen Kommunikationskanäle.

- Städtische Initiativen und Verbände: Ansprache affiner Nutzer*innen über die eigenen Kanäle.
- (Fach-)Medien
- Unternehmen (Angebote für Mitarbeitende: Nutzung des Verkehrsverbunds als „Dienstwagen“)

12.6.3 Kommunikationsziele

Folgende Ziele sollen mit den Kommunikationsmaßnahmen erreicht werden:

Bei Initiator*innen (Verwaltungsspitze der Kommunen und Landkreise)

- ▶ Information zum und Akzeptanz für das Thema
- ▶ Handlungsanreize schaffen und Umsetzungskompetenz stärken
- ▶ Kooperationen und Verbünde initiieren

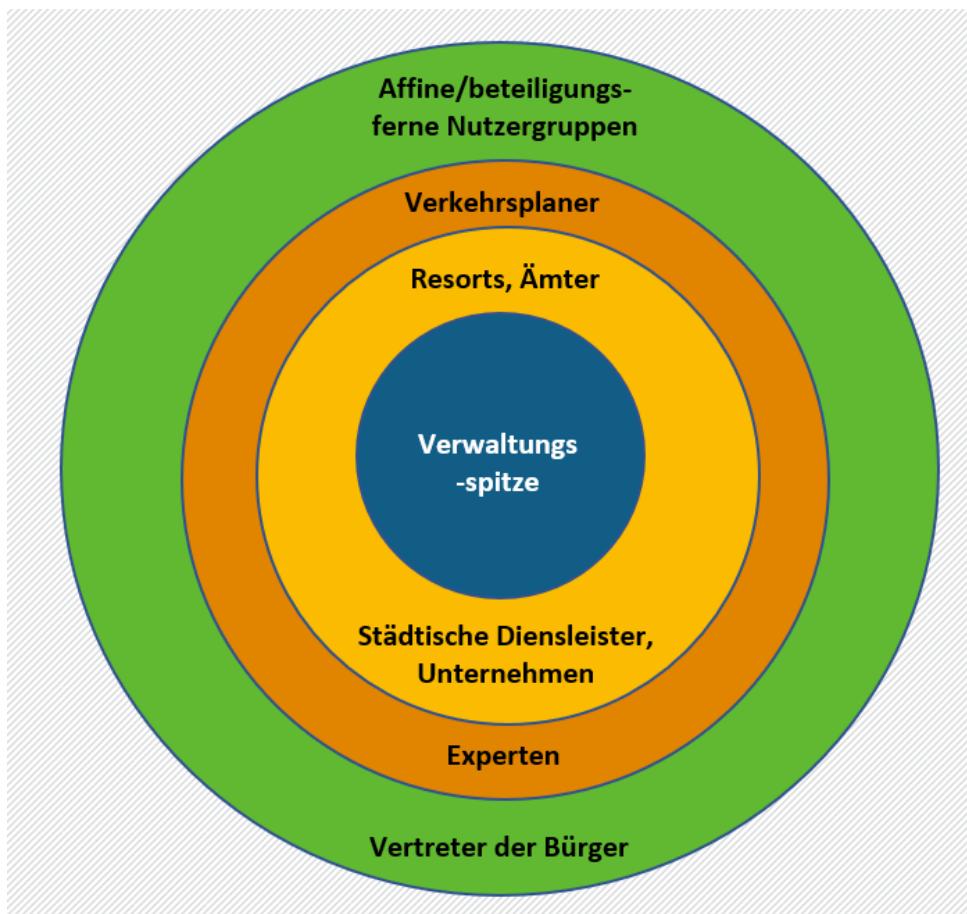
Endverbraucher*innen:

- ▶ Information zu den Nutzungsmöglichkeiten
- ▶ Akzeptanz für die Angebote des Umweltverbunds erhöhen
- ▶ Zur multimodalen Verkehrsnutzung motivieren

12.6.4 Strategischer Ansatz

Grundlage für die Kommunikation zum Umweltverbund sollte ein ganzheitliches Kommunikationskonzept von der Verwaltungsspitze zu den Verbraucher*innen sein. Um neben politischen Zielen auch die Bedürfnisse der Nutzer*innen vor Ort zu berücksichtigen, empfiehlt sich ein frühzeitiges Einbinden der verschiedenen Akteur*innengruppen über geeignete Beteiligungsformate.

Abbildung 48: Vom innersten Kreis zu den Bürger*innen



(Bildquelle: Eigene Darstellung)

Partizipative kommunale Kommunikation kann in einer Grafik mit Kreisen gut dargestellt werden. Will sich eine Kommune intensiv mit dem Thema Umweltverbund beschäftigen, ist es zentral, dass die Verwaltungsspitze für dieses Thema gewonnen wird. Dazu zählen die obersten Entscheidungsträger*innen aus Politik und Verwaltung ebenso wie etwa die Leitungsebene der Verkehrsbetriebe. Gelingt dies nicht, ist es wichtig, dass kein*e wesentliche*r Entscheider*in grundsätzlich gegen die anstehenden Veränderungen ist. Ferner sind Stakeholder*innen aus weiteren Verwaltungsteilen, Handels- und Handwerkskammern, Unternehmen und Verbänden, aber auch Bildungsinstitutionen gefragt.

Kommunikation mit den Initiator*innen

Die Kommunikation für die Zielgruppe Initiator*innen muss dabei den jeweiligen Planungs- und Entwicklungsstand berücksichtigen. So ist zu unterscheiden, ob es zunächst vor allem darum geht, überhaupt Akzeptanz und das Erkennen eines Handlungsbedarfs innerhalb der Verwaltung zu schaffen, oder ob eine Kommune beispielsweise schon viele Maßnahmen des Umweltverbundes umgesetzt hat und eher an einer Weiterentwicklung im Rahmen von Austausch und Kooperationen interessiert ist.

Ein erster Schritt sollte sein, die Kommunen und Landkreise durch Kommunikations- und PR-Maßnahmen sichtbar zu machen, zu fördern, Anerkennung zu zeigen und damit einen Anreiz zum Handeln zu schaffen. Zu empfehlen sind Formate wie beispielsweise Auszeichnungen und

öffentliche politische Anerkennung, aber auch positive Medienberichterstattung über gute Beispiele oder das Initiieren eines Rankings (Stärkung der städtischen Öffentlichkeitsarbeit).

Im Anschluss werden die Medien und die verschiedenen Bürger*innen-Zielgruppen einbezogen. Beteiligungsformate für Bürger*innen haben in diesem Zusammenhang zwei Funktionen:

- ▶ das Mobilitätsverhalten und die Bedürfnisse der Nutzer*innen in die Planung einfließen zu lassen und
- ▶ über den Umweltverbund zu kommunizieren und ihn bei einem größeren Kreis bekannt zu machen.

Kampagne für Angebote des Umweltverbunds

Über Bürger*innenbeteiligung wird immer nur ein sehr kleiner Teil der Bevölkerung erreicht. Deshalb ist es sinnvoll, mit einer weitergehenden Kommunikations- und Kampagnenarbeit zu beginnen, wenn erste Entscheidungen getroffen oder sogar schon konkrete Angebote im Stadtraum nutzbar sind. Nur so kann es gelingen, relevante Teile der Bevölkerung zu einer Verhaltensänderung zu bewegen und damit dem politischen Vorstoß die wichtigen Anfangserfolge zu verschaffen.

Hier kommen die klassischen Werkzeuge der Kampagnenarbeit zum Einsatz: Von der Entwicklung einer einheitlichen Designsprache über Online-Maßnahmen und Social Media, von den vielfältigen Tools der Pressearbeit bis zu Printmaterialen, Give-aways oder Aktionen, von der Identifizierung von „Quartiersbotschafter*innen“ vor Ort bis zum „InstaWalk“, einem im Social-Media-Kanal Instagram gängigen Format, können die unterschiedlichsten Mittel zum Einsatz kommen. Ein zu frühes Einbinden der allgemeinen Öffentlichkeit sollte allerdings vermieden werden, da sich Entscheidungsträger*innen aus dem innersten Kreis übergangen fühlen könnten (vgl. Adler et al. 2018, S. 14).

Die Gestaltung der Kampagne sollte folgende Anforderungen erfüllen:

- ▶ Es kommt darauf an, in der Kommunikation Anreize für den Umstieg zu schaffen. Spaß, Freude, ein gutes Gewissen und eine gute Geschichte sind zentral.
- ▶ Die Kampagne muss möglichst konkrete Produkte und Angebote kommunizieren und deutlich machen, wie die konkrete Nutzung und Ausgestaltung vor Ort aussieht (Angebote, Tariife, Buchungsmöglichkeiten).
- ▶ Eine Chance ist der Anschluss an öffentlichkeitswirksame Aktionen wie Stadtradeln oder die Europäische Mobilitätswoche, um Aufmerksamkeit für das Thema zu bekommen.
- ▶ Wichtig ist eine hohe Wiedererkennung und ein einheitliches Corporate Design, das sowohl die Werbemittel als auch (im Idealfall) die Produkte und Angebote prägt.
- ▶ Ein Slogan und / oder ein eingängiger, individuell auf die lokalen Begebenheiten bezogener Name für den Umweltverbund weckt Sympathie, sorgt für Identifikation und erhöht die Reichweite durch Weiterempfehlung (Beispiel Dresden: Babucabi als Begriff für die verbundene Nutzung von Bahn – Bus – Carsharing – Bike).
- ▶ Verkehrsbetriebe, Unternehmen und Verbände als Multiplikator*innen nutzen. Denkbare Maßnahmen sind hier das Anschreiben von Abo-Kund*innen der Verkehrsbetriebe oder die Ansprache von Mitarbeitenden von Unternehmen.
- ▶ Jede Kampagne muss lokal auf die Themen und Zielgruppen vor Ort ausgerichtet sein. Deshalb lässt sich in diesem Fall keine allgemein anwendbare Maßnahmenplanung entwickeln.

Best practice Beispiel Karlsruhe

Karlsruhe zählt zu jenen Städten, in der die Kampagne „Kopf an: Motor aus“ 2009 gestartet wurde – am Anfang mit Mitteln des Bundesumweltministeriums.

Heute führt Karlsruhe die Kampagne in Form von Einzelaktionen mit eigenen Geldern durch. Die Erfolge in der Veränderung bei der Wahl des Verkehrsmittels (Modal Split), weg vom Auto, hin zum Fahrrad, und die gestiegene Akzeptanz in der Bevölkerung für die Förderung des Radverkehrs werden von der Stadt auch auf die kontinuierliche Begleitung durch Öffentlichkeitsarbeit zurückgeführt. Als größte Erfolge gelten: Ein Anstieg des Radverkehrsanteils von 16 Prozent im Jahr 2002 auf 25 Prozent im Jahr 2012 und ein Anstieg des Zu-Fuß-Anteils von 22 auf 24 Prozent, bei gleichzeitiger Reduktion des MIV-Anteils von 43 auf 34 Prozent (Omniphon 2012).

Die Stadt zog daraus für sich das Fazit, dass die Förderung von Fuß- und Radverkehr ein Bündel von „harten“ Infrastrukturmaßnahmen – zu nennen sind vor allem ein Radroutennetz vom Stadtrand in die Innenstadt, erweiterte Parkmöglichkeiten für Radfahrer*innen und die Reduktion von Autoverkehr auf zentralen Plätzen – und von flankierenden „weichen“ Kommunikationsmaßnahmen nötig macht (Böhler-Baedecker et al. 2010).

Fazit

Blickt man auf die beteiligten Akteur*innen in der Kommunikation, wird sofort deutlich, dass die Kommunikation mit Endverbraucher*innen (also die konkrete Bewerbung von Angeboten im Umweltverbund) erst dann möglich ist, wenn die Kommune oder der Landkreis überhaupt entsprechende Angebote vorhält, also eine entsprechende Infrastruktur vorhanden ist. Dazu gehören neben den Verkehrsmitteln selbst Tarifpakete, die verschiedene Verkehrsmittel des Umweltverbundes einschließen und ein einfaches Buchungssystem. Voraussetzung für die Umsetzung ist damit zunächst die Vernetzung der Partner (Kommune, Verkehrsmittelanbieter etc.).

Erster Adressat in der Kommunikation zum Umweltverbund müssen deshalb die Kommunen und Landkreise sein, da nur sie entsprechende Rahmenbedingungen wie Infrastruktur, Verkehrsmittelangebote usw. schaffen können. Auffällig ist hier, dass der Diskurs dazu bisher eher wissenschaftsgetrieben ist und Umsetzungsfragen wie die Vernetzung der Akteur*innen, attraktive Tarife oder die technischen Voraussetzungen einer einfachen Buchbarkeit eher selten im Mittelpunkt stehen.

Wichtigstes Kommunikationsziel bei den Zielgruppen Kommunen und Landkreise sollte sein, ein Bewusstsein für die Rolle als Kommunikator*in / Impulsgeber*in / Vernetzer*in bei der Umsetzung wissenschaftlicher Erkenntnisse in ein konkretes Angebot vor Ort zu schaffen. Dabei müssen die Unterschiede zwischen Stadt und Land berücksichtigt werden. Im ländlichen Raum kommt erschwerend hinzu, dass hier unter Umständen mehrere Verkehrsverbünde kooperieren müssen.

Initiativen und Verbände können dabei eine wesentliche Verstärker- oder Multiplikator*innenrolle übernehmen. Sie kommunizieren stark über Veranstaltungen und Social-Media-Kanäle. Besonders gut geeignet sind hier vor allem breit aufgestellte Verbände, die viele Zielgruppen im Blick haben und auch erreichen wie beispielsweise der VCD oder der ADFC.

Produktwerbung, die Verkehrsteilnehmer dazu bringen soll, auf umweltfreundliche Verkehrsmittel umzusteigen oder sie verstärkt zu nutzen, kann als klassische Kampagne ausgestaltet werden.

13 Verkehr: Maßnahme „Förderung Elektromobilität“

13.1 Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung

13.1.1 Rahmenbedingungen der Maßnahme

Aktuell gibt es in vielen Ländern verschiedene Formen der Förderung von Elektro-Fahrzeugen, die auf regulatorischen (z. B. gebührenfreie Nutzung von Straßen oder Parkplätzen, Zufahrtsberechtigungen), steuerlichen (Befreiung von Kfz-Steuer, Zulassungsteuer) und finanziellen Anreizen (Kaufprämien, Zuschüsse) oder Kombinationen davon basieren.

Um die im aktuellen Klimaschutzgesetz für Deutschland festgelegten Klimaziele zu erreichen, sollten gemäß Koalitionsvertrag bis 2030 mindestens 15 Mio. Elektro-Pkw zugelassen sein und 1 Mio. öffentlich zugängliche Ladepunkte zur Verfügung stehen. Um dies zu erreichen, hat die Bundesregierung verschiedene Fördermaßnahmen beschlossen, wie z. B. Kaufprämien, Steuervergünstigungen oder Zuschüsse zur Verbesserung des Ausbaus von Ladeinfrastruktur. Einige Bundesländer, Kommunen und Städte fördern den Umstieg auf emissionsarme Mobilität mit eigenen Produkten noch stärker. Entsprechend erfolgt die Förderung der Elektromobilität in Deutschland bereits heute schon durch eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen.

In (Allekotte et al. 2023) sind in dem Maßnahmenbündel „Förderung Elektromobilität“ verschiedene Einzelmaßnahmen enthalten, die direkt oder indirekt den Hochlauf der Elektromobilität unterstützen. Diese sind im Folgenden aufgeführt, ergänzt um weitere Erläuterungen:

- ▶ EU-CO₂-Standards für Pkw, leichte und schwere Nutzfahrzeuge (die aktuellen EU-Verordnungen fordern sowohl für Pkw als auch für Nutzfahrzeuge zukünftig sinkende mittlere CO₂-Flottengrenzwerte bei den Neuzulassungen. Diese Anforderung ist an die Hersteller adressiert, die bei Nichteinhaltung Strafen zahlen müssen.)
- ▶ Novelle der Pkw-Energieverbrauchskennzeichnungsverordnung (an der Novellierung wird derzeit gearbeitet, Ziel ist es, Kunden und Kundinnen zukünftig mit detaillierteren Einzelangaben als bisher besser über die Verbrauchswerte von Pkw zu informieren; dies soll den Vergleich zwischen E-Pkw, Hybrid-Pkw, Brennstoffzellen-Pkw und Verbrenner-Pkw transparenter gestalten)
- ▶ Steigerung des Anteils umweltschonend betriebener Kraftfahrzeuge im Fuhrpark des Bundes (Vorbildfunktion)
- ▶ Kaufprämie für elektrische Fahrzeuge (Eine Kaufförderung für E-Fahrzeuge gibt es seit Juni 2016. Ab 1. Januar 2023 soll sich die Förderung für elektrische Fahrzeuge nur noch auf Kraftfahrzeuge konzentrieren, die nachweislich einen positiven Klimaschutzeffekt haben. Das bedeutet, dass dann nur noch batterie- und brennstoffzellenbetriebene Fahrzeuge mit dem staatlichen Umweltbonus gefördert werden. Der Anteil der Hersteller soll auch zukünftig 50% der Gesamt-Bundesförderung betragen und bei der Bestimmung der Gesamtförderung noch hinzukommen. Ab dem 01.09.2023 soll die Förderung auf Privatpersonen beschränkt werden. Eine Ausweitung auch auf Kleingewerbetreibende und gemeinnützige Organisationen wird noch geprüft.)
- ▶ Förderung des Ladeinfrastrukturausbaus (verschiedene Förderprogramme wurden bereits in den letzten Jahren aufgelegt und mittlerweile abgeschlossen. Im Rahmen des aktuellen

Förderprogramm „Öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge in Deutschland“ stellt das BMDV von Sommer 2021 bis Ende 2025 insgesamt 500 Millionen Euro zur Verfügung)

- ▶ Förderung des Kaufs von E-Lkw und des Aufbaus öffentlicher und privater Versorgungsinfrastruktur für elektrische Nutzfahrzeuge (Mit dem Förderprogramm nach der „Richtlinie über die Förderung von leichten und schweren Nutzfahrzeugen mit alternativen, klimaschonenden Antrieben und dazugehöriger Tank- und Ladeinfrastruktur für elektrisch betriebene Nutzfahrzeuge (reine Batterieelektrofahrzeuge, von außen aufladbare Hybridelektrofahrzeuge und Brennstoffzellenfahrzeuge)“ (Richtlinie KsNI) sollen die Treibhausgasemissionen durch den Einsatz von alternativen Antrieben und Kraftstoffen im straßengebundenen Güterverkehr gesenkt werden. Der Bund gewährt hierzu Zuschüsse. Eine aktuelle Auflistung möglicher Förderungen auf Bundes- und Länderebene findet sich z. B. unter my-eRoads.de, eines im Auftrag des BMWK gestellten Lkw-Beratungstools mit Datenbanken zu den verfügbaren E-Lkw und Ladesäulen und zu Fördermöglichkeiten von Fahrzeugen und Infrastruktur.)
- ▶ Unterstützung bei der Transformation der Automobilindustrie (Zukunftsfoonds Automobilindustrie des BMWK mit einem Umfang von 1 Mrd. € für die Jahre 2021 bis 2025)
- ▶ Beschleunigung von Planung und Umsetzung neuer Infrastrukturen (Maßnahmengesetzvorbereitungsgesetz und Planungsbeschleunigungsgesetz III)
- ▶ Vergünstigte Besteuerung von elektrischen Dienstwagen und andere steuerliche Vorteile (z. B. können Beschäftigte, die vom Arbeitgeber ein Elektroauto als Dienstwagen gestellt bekommen, von einem Steuervorteil im Vergleich zum konventionellen Verbrenner profitieren. Auslaufen wird diese Sonderbedingung für E-Autos nach aktuellem Stand Ende 2030.)
- ▶ Kraftfahrzeugsteuer: stärkere Gewichtung der CO₂-Komponente für Pkw und verlängerte Gewährung der Befreiung für erst zugelassene reine Elektrofahrzeuge (Eine Gesetzesänderung des Kraftfahrzeugsteuergesetzes, die für Neuzulassungen seit 1. Januar 2021 gültig ist, führt zu einer stärkeren Gewichtung der CO₂-Komponente und zu einer steuerlichen Förderung emissionsreduzierter Fahrzeuge.)
- ▶ Umsetzung der Clean Vehicle Directive (mit dem Gesetz über die Beschaffung sauberer Straßenfahrzeuge werden bei der öffentlichen Auftragsvergabe verbindliche Minderungsziele für emissionsarme und -freie Pkws, leichte und schwere Nutzfahrzeuge, insbesondere für Busse im ÖPNV für die Beschaffung vorgegeben)
- ▶ Sonderabschreibung für elektrisch angetriebene Nutzfahrzeuge bis 2030 (bei der Anschaffung von Elektro-Nutzfahrzeugen ist im Jahr der Anschaffung neben der normalen steuerlichen Abschreibung eine Sonderabschreibung in Höhe von 50% der Anschaffungskosten möglich)
- ▶ Förderung von umweltfreundlichen Bussen (In den letzten Jahren wurde bereits durch verschiedene Förderaufrufe des BMDV die Beschaffung von Bussen mit alternativen Antrieben auf Basis von Batterie-, Batterieoberleitungs- und Brennstoffzellentechnologie sowie von Bussen, die zu 100 % mit aus Biomasse erzeugtem Methan betrieben werden, gefördert. Daneben wurde die Beschaffung von Lade- sowie Wasserstoff- und Methan-Betankungsinfrastruktur für den Betrieb der Busse und die Erstellung von Machbarkeitsstudien unterstützt.)

Wie dieser Auflistung zu entnehmen ist, erfolgt die Förderung der Elektromobilität aktuell aus vielen Richtungen, z. B. durch gezielte Verschärfung von Gesetzen und Verordnungen, über die

direkte Förderung beim Ausbau von Ladeinfrastruktur, Kaufprämien für E-Fahrzeuge oder der Gewährung von Steuervorteilen für E-Fahrzeuge. Auch die Umsetzung des Planungsbeschleunigungsgesetzes wird indirekt die Elektromobilität fördern.

Einzelmaßnahmen können wiederum in unterschiedlicher Art und Weise ausgestaltet sein, wie der folgende Exkurs zu der Einzelmaßnahme "Prämien" zeigt.

Exkurs Prämien:

Prämien für die Abschaffung eines Altfahrzeuges oder die Neubeschaffung eines besonders emissionsarmen bzw. emissionsfreien Fahrzeuges können dazu beitragen die Fahrzeugflotte beschleunigt zu verjüngen und ggfs. – in Abhängigkeit der Ausgestaltung der Maßnahme – Anreize zu setzen kein Neufahrzeug anzuschaffen, sondern verstärkt den Umweltverbund (ÖPNV, Rad-/Fußverkehr, Carsharing) zu nutzen. Ziel solch einer Förderung ist es, aufgrund der beschleunigten Flottenverbesserung bzw. Fahrzeugabschaffung die verkehrsbedingten Luftschatstoffemissionen und CO₂-Emissionen zu reduzieren.

Die Maßnahme kann unterschiedlich ausgestaltet werden, wie folgende Beispiele zeigen:

- ▶ *Abwrackprämie: Im Jahr 2009, in der Zeit der Finanzkrise, wurde in Deutschland bereits eine Abwrackprämie eingeführt. Wurde ein mindestens neun Jahre altes Auto verschrottet und ein neues bzw. ein Jahreswagen gekauft, gab es vom Staat eine Prämie von 2.500 €. An konkrete Umweltkriterien für das Neufahrzeug war diese Prämie nicht geknüpft.*
- ▶ *Umweltpremie / Abwrackprämie: Der Rückkauf von Diesel-Pkw Euro 4 und schlechter durch die Automobil-Hersteller bei Kauf eines modernen Neuwagens ist Teil der Vereinbarungen des Diesel-Gipfels 2017. Ziel ist es, vor allem ältere Diesel-Pkw, die noch sehr hohe NO_x-Emissionen freisetzen, beschleunigt aus der Flotte zu entfernen, um dadurch insbesondere die innerstädtischen Luftschatstoffbelastungen (NO₂-Immissionen) zu reduzieren. Diese Möglichkeit eines Preisnachlasses durch den Hersteller besteht in Deutschland seit August 2017.*
- ▶ *Kaufprämie / Umweltpremie / Innovationsprämie / Umweltbonus: Aktuell wird in Deutschland die Anschaffung von Elektrofahrzeugen (neue oder junge gebrauchte) mit einem Zuschuss gefördert, der zum Teil von Bund und zum Teil vom Hersteller bezahlt wird. Diese Kaufförderung besteht seit Juni 2016 und wurde in den Folgejahren mehrmals modifiziert bzw. erhöht. Hauptziel dieser Förderung ist es, den Anteil an Elektrofahrzeugen möglichst schnell zu erhöhen, um die direkten CO₂-Emissionen des Verkehrssektors zu senken und damit das im Klimaschutzgesetz festgelegte CO₂-Reduktionsziel bis 2030 für den Verkehrssektor zu erreichen.*
- ▶ *SCRAP-IT Programm in Kanada: Das Beispiel der kanadischen Ausgestaltung einer Abwrackprämie wird in (Oehlmann et al. 2019) beschrieben und die Möglichkeit einer Übertragung auf Deutschland diskutiert. Das Programm wurde in Kanada 1996 eingeführt und existiert mittlerweile seit über 25 Jahren. Ziel ist, es für die Entsorgung alter Pkw Zuschüsse zu sauberen Verkehrsalternativen zu erhalten. Es stehen dabei aktuell die folgenden Fördermöglichkeiten zur Verfügung: Zuschuss zum Kauf eines neuen oder gebrauchten Elektro-Fahrzeugs (BEV oder Plug-In Hybrid), Gutschein/Abo zur Nutzung des ÖPNV, Zuschuss zum Kauf eines Elektro-Fahrzeugs, Zuschuss zur Teilnahme an Car-Sharing-Systemen, Bargeld.*

In (Blanck et al. 2021) wird zu der Maßnahme „Kaufprämie für elektrische Pkw und leichte Nutzfahrzeuge“ ausgeführt, dass Kaufprämien eine signifikante Wirkung auf die Neuzulassungsanteile vor allem dann haben, wenn diese mit weiteren Instrumenten kombiniert werden. Als Beispiele werden Steuerbegünstigungen (z. B. Bonus-Malus-System bei einer Neuzulassungssteuer), Privilegien (z. B. die Erlaubnis, Busspuren zu nutzen), freies Parken oder eine Reduktion bei der Maut angeführt. Es wird empfohlen, ohne Gegenfinanzierung innerhalb der Pkw-Käufe die Kaufprämie

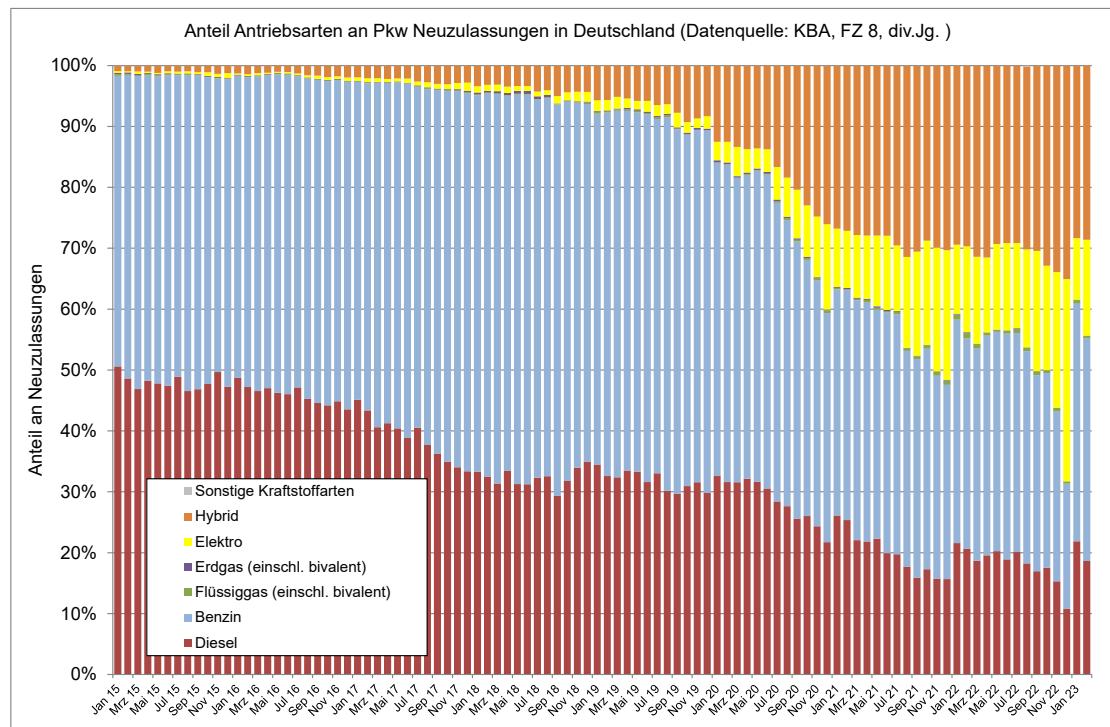
nicht weiterzuführen, da die Gefahr von Mitnahmeeffekten (beim Hersteller durch erhöhte Preise, beim Kunden über Vorziehen seines sowieso geplanten Neukaufs eines E-Pkw) und Rebound-Effekten (z. B. aufgrund der günstigeren Kaufpreise ein Ansteigen des Pkw-Bestandes und der Fahrleistungen) besteht und vor allem Besserverdienende davon profitieren. Für die Gegenfinanzierung wird eine deutlich höhere Kfz-Steuer für Verbrenner (Bonus-Malus-System) empfohlen. Es wird empfohlen, bei neu zugelassenen Pkw die Steuer deutlich nach den CO₂-Emissionen zu spreizen, vorzugsweise im ersten Jahr der Zulassung oder alternativ gleichmäßig über alle Jahre. Die Erhöhung soll sicherstellen, dass batterieelektrische Fahrzeuge auch ohne Kaufprämie kostengünstiger sind als typische verbrennungsmotorische Fahrzeuge.

*In (UBA 2021f) wird ein entsprechendes Bonus-Malus-System für Deutschland vorgeschlagen: „Bei einem Bonus-Malus-System bekommen Käufer*innen eines besonders CO₂-armen Autos einen Bonus (wie z. B. die derzeitige Kaufprämie für E-Pkw), wohingegen beim Kauf eines Pkw mit höheren CO₂-Emissionen ein Malus gezahlt werden muss, der zudem mit dem CO₂-Ausstoß ansteigt. Wer das Klima belastet, muss also mehr bezahlen, und wer es weniger belastet, bekommt einen Zuschuss. Einmalzahlungen beim Kauf eines Pkw haben einen größeren Effekt als jährliche Kfz-Steuern. In vielen europäischen Ländern gibt es bereits ein entsprechendes System über eine Neuzulassungssteuer. In Deutschland wäre es am einfachsten umzusetzen, wenn die Kfz-Steuer im Jahr der Erstzulassung angehoben wird. [...] Bei einem Bonus-Malus-System finanzieren nicht alle Steuerzahler den Kauf von E-Pkw, sondern nur diejenigen, die sich einen CO₂-intensiven Neuwagen leisten können. Durch die Mehreinnahmen des Malus kann der Bonus (die Kaufprämie) gegenfinanziert werden.“ (UBA 2021f S. 1).*

Die Maßnahme „Kaufprämie für E-Fahrzeuge“ stellt eine zentrale Maßnahme zur Förderung der Elektromobilität in Deutschland dar und hat mit dazu geführt, dass seit ca. Anfang 2020 die Neuzulassungen der E-Pkw deutlich zugenommen haben (vgl. Abbildung 49). Im Dezember 2022 lag der Anteil der reinen Elektro-Pkw an den Neuzulassungen bei 33%, im Februar 2023 mit 16% deutlich niedriger, da ab Januar 2023 die Förderbedingungen geändert wurden. Ziel der EU und der Bundesregierung ist es, dass ab dem Jahr 2035 nur noch Nullemissions-Fahrzeuge, d. h. E-Fahrzeuge sowie e-fuel betankte Fahrzeuge neu zugelassen werden.

Bei den Nutzfahrzeugen, insbesondere den Sattelzugmaschinen, ist der Anteil der E-Fahrzeuge bei den Neuzulassungen dagegen aktuell noch sehr niedrig. Für diesen Teilsektor, insbesondere für die schweren Lkw und Sattelzugmaschinen, sind daher besonders verstärkte Anstrengungen notwendig, um den Ausbau der Ladeinfrastruktur und die Entwicklungen bei der Fahrzeugtechnik weiter zu beschleunigen. In (BMDV 2022) werden die aktuellen Aktivitäten des BMDV, wie in Abbildung 50 dargestellt, beschrieben. Diese sind in einem integrierten Maßnahmenpaket bestehend aus Fahrzeugförderung, Steuerung des Infrastrukturaufbaus sowie Schaffung eines zielgerichteten regulatorischen Rahmens zusammengefasst. Es wird bereits heute bei den Lkw neben den E-Fahrzeugen auch ein starker Fokus auf die Wasserstoff-Brennstoffzellen-Technologie gelegt. Im Vergleich zu den Pkw wird der Hochlauf der Elektromobilität für den Nutzfahrzeugsektor zeitlich verzögert erwartet. Momentan wird prognostiziert, dass erst nach 2040 nahezu alle Neuzulassungen bei den Lkw Nullemissions-Fahrzeugen sein werden.

Abbildung 49: Anteil Antriebsarten an Pkw-Neuzulassungen in Deutschland



(Quelle: KBA div. Jg.)

Abbildung 50: Aktivitäten des BMDV u. aktuelle Entwicklungen auf d. Weg zur Nullemissionslogistik



(Quelle: BMDV 2022)

13.1.2 Emissionsseitige Wirkung der Maßnahme

Das Maßnahmenbündel „Förderung Elektromobilität“ setzt sich aus verschiedenen Einzelmaßnahmen zusammen, wie oben beschrieben wurde. Eine Wirkungsabschätzung der Einzelmaßnahmen ist nur eingeschränkt möglich, da große Synergien zwischen den Maßnahmen bestehen, die nicht quantifizierbar und die Effekte der Einzelmaßnahmen kaum trennbar sind. Auch ist zu berücksichtigen, dass für einige Maßnahmen die Umsetzung bereits begonnen hat und diese im WM-Szenario des NLRP von 2019, zumindest teilweise, bereits implizit enthalten sind.

Daher wurden in (Allekotte et al. 2023) die Einzelmaßnahmen zusammengefasst als Maßnahmenbündel „Förderung der Elektromobilität“ betrachtet und für dieses Maßnahmenbündel das Emissionsminderungspotenzial ermittelt. Die Wirkung der Förderung der Elektromobilität wurde durch einen Anstieg von Elektrofahrzeugen an den Neuzulassungen abgebildet, die anstatt neuer Euro 6/VI Verbrenner-Fahrzeuge in den Bestand kommen. Durch die Reduktion der Fahrleistung der Verbrenner-Fahrzeuge ergibt sich eine Reduktion der Abgas- und Verdunstungs-Emissionen (vgl. Tabelle 15).

Für die NOx-Emissionen ergibt sich ein Minderungspotenzial von 9 kt/a im Jahr 2030. Bezogen auf das gesamte NOx-Minderungspotenzial der zusätzlichen Maßnahmen im WAM-Szenario (97kt) liegt der Anteil der hier betrachteten Maßnahme Förderung Elektromobilität bei 9%.

Tabelle 15: Förderung Elektromobilität, Maßnahmenwirkung auf die Emissionen 2030

Emissionsminderung durch die Maßnahmen für 2030 in kt	
Schadstoff	2030
NOx	9,04 kt
PM ₁₀ /PM _{2,5}	0,54 kt
NM VOC	6,05 kt
NH ₃	1,25 kt
SO ₂	0,11 kt

(Quelle: Allekotte et al. 2023)

Anzumerken ist, dass dieses Maßnahmenbündel und dessen Umsetzung aktuell vor allem unter dem Aspekt der Einhaltung der Klimaschutzziele bis 2030 forciert wird.

Aus anderen aktuellen UBA-Veröffentlichungen stehen nur Abgas-Emissionsminderungspotenziale für die Einzelmaßnahme „Prämien“ zur Verfügung, die im Folgenden kurz beschrieben werden.

In der UBA-Veröffentlichung „Ökonomische Instrumente in der Luftreinhaltung“ (Oehlmann et al. 2019) wird eine Ausgestaltung der Maßnahme Abwrackprämie für Deutschland in Anlehnung an das Beispiel aus Kanada beschrieben, aber keine konkreten Angaben zum Wirkungspotenzial angegeben. Es wird nur darauf hingewiesen, dass bezüglich der Wirkungsprognose die Unsicherheit hoch ist. Es ist mit positiven Effekten zu rechnen, d. h. die Emissionen werden gemindert, aber möglicherweise sehr viel weniger als vermutet.

Im NLRP von 2019 ist die Maßnahme nicht enthalten, aber in dem begleitenden UBA-Forschungsprojekt (Jakobs et al. 2019) wurde eine Wirkungsabschätzung für die folgende Ausgestaltung einer Umweltprämie durchgeführt: Rückkauf von Diesel-Pkw Euro 4 und älter durch die Automobil-Hersteller bei Kauf eines modernen Neuwagens. Das Minderungspotenzial für diese Maßnahme wurde unter der Randbedingung ermittelt, dass der Anteil der zu ersetzenen Diesel-Pkw Euro 4 und schlechter 25% beträgt und diese Fahrzeuge durch Diesel-Pkw Euro 6

ersetzt werden. Die damit erzielbaren NO_x-Emissionsminderungen werden mit 2,27 kt für das Jahr 2020 und 0,5 kt für das Jahr 2030 angegeben. Das Minderungspotenzial nimmt zukünftig bis 2030 deutlich ab, da dann kaum noch Diesel-Pkw Euro 4 (und schlechter) im Bestand sein werden, die über diese Maßnahme ersetzt werden könnten. Bezogen auf das NO_x-Minderungspotenzial der zusätzlichen Maßnahmen im WAM-Szenario (97 kt) liegt der Anteil dieser Einzelmaßnahme im Jahr 2030 bei 0,5%.

13.1.3 Maßnahmenspezifische Unsicherheiten

Um für die Maßnahme „Förderung Elektromobilität“ die Unsicherheiten der NO_x-Emissionen zu betrachten, wurden Angaben aus dem German Informative Inventory Report 2022 (vgl. IIR 2022) herangezogen. Es werden hier zur Einschätzung der typischen Unsicherheiten wieder die Bandbreiten für die NO_x-Emissionen des gesamten Sektors betrachtet (vgl. Tabelle 16).

Tabelle 16: Unsicherheiten der NO_x-Emissionen aus der Quellgruppe Straßenverkehr (road transport: 1A3 bi, bii, biii, biv)

Unsicherheiten in der Quellgruppen 1.A.3.bi, bii, biii, biv		
Teilsektor	Untere Abweichung in %	Obere Abweichung in %
1A3 bi (passenger cars)	- 15,64	+ 18,84
1A3 bii (light duty vehicles)	- 18,41	+ 22,20
1A3 biii (heavy duty vehicles and buses)	- 17,63	+ 21,61
1A3 biv (mopeds and motorcycles)	- 17,11	+ 20,71

(Quelle: IIR 2022)

Angegeben sind die schadstoffspezifischen Unsicherheiten der Emissionen der Quellgruppe Abgasemissionen Straßenverkehr (1.A.3.b.i bis 1A biv) wie sie für das Jahr 2020 berichtet wurden. Ausgewiesen ist die mittlere untere und obere Abweichung vom berichteten Wert in Prozent.

13.1.4 Auswirkung der Maßnahme auf die Luftqualität

Die Emissionsminderung durch die Maßnahme „Förderung Elektromobilität“ wird sich flächig auf allen Straßen zeigen.

Die Emissionen des Straßenverkehrs werden bodennah freigesetzt, so dass die dadurch erzielten Minderungen der Luftschaadstoffbelastung (Immissionen) sich vor allem im Nahfeld der Emissionsquellen und damit immissionsseitig in der lokalen Zusatzbelastung zeigen werden. Die Freisetzung erfolgt an allen Straßen, damit wird die Wirkung flächig auftreten, außerorts vor allem an den Autobahnen und sonstigen Außerortsstraßen und innerörtlich vor allem an den höher belasteten Stadtstraßen. Die Emissionen des Straßenverkehrs verursachen nur einen Teilbeitrag zur gesamten Belastung, da zusätzlich die Beiträge der übrigen Quellgruppen aus der näheren und weiteren Umgebung, wie z. B. Kleinfeuerungsanlagen, sonstige Feuerungsanlagen im Bereich Industrie und Energiewirtschaft, und der Beitrag des regionalen großräumig transportierten Hintergrunds die Gesamtbelastung prägen.

Emissionsseitig betrachtet entspricht die Wirkung der Maßnahme „Förderung Elektromobilität“ im Jahr 2030 einem Anteil im Bereich von ca. 9% der gesamten NO_x-Emissionsminderung durch die zusätzlichen WAM-Maßnahmen (97 kt/a).

Immissionsseitig wird sich entsprechend auch tendenziell eine Reduktion der NO₂-Konzentrationen ergeben sowohl bei der Hintergrundbelastung als auch innerstädtisch an Belastungsschwerpunkten, dort durch den höheren lokalen Beitrag des Straßenverkehrs stärker sichtbar.

13.2 Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache

13.2.1 Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme

Der Verkehr ist ein Sektor, in dem das konkrete Verkehrsverhalten, wie z. B. die Wahl des Verkehrsmittels und die damit erbrachte Verkehrsleistung, stark von den Kosten beeinflusst wird. Darum hat der Staat frühzeitig begonnen unterschiedliche Bereiche im Verkehrsbereich, wie z. B. die Anschaffung aber auch den Unterhalt und den Betrieb von Fahrzeugen, mit Steuern, Abgaben und Gebühren zu beladen. Ursprünglich war die Idee, so die enormen Kosten für den Bau und die Unterhaltung von Infrastrukturen wie z. B. Straßen, Brücken, Tunnel, u. Ä. zu finanzieren. Doch nicht alle Steuern und Abgaben haben diese Zweckbindung. Die Kfz-Steuer z. B. hat keine Zweckbindung. Auch wenn eine solche aktuell diskutiert wird, damit nicht die Allgemeinheit, sondern diejenigen, welche die Infrastrukturen auch tatsächlich nutzen, für deren Kosten bezahlen.

Mit der Erhöhung von Kosten für die Verkehrsteilnehmer*innen lässt sich deren Verkehrsverhalten sehr wirksam steuern, denn mit steigenden Kosten sinkt die Attraktivität von teurem Mobilitätsverhalten.

Umgekehrt lassen sich aber auch positive Anreize schaffen, um das Verkehrsverhalten zu beeinflussen, indem das gewünschte Verhalten billiger und so attraktiver wird. Ein bekanntes Beispiel für solche positiven ökonomischen Anreize sind Prämien, also geldwerte Leistungen die jemand erhält, wenn das gewünschte Verkehrsverhalten an den Tag gelegt wird. Das bekannteste Beispiel ist wohl die Abwrackprämie aus dem Jahr 2009. Diese Prämie in Höhe von 2.500 Euro erhielten alle, die ein mindestens neun Jahre altes Auto verschrotteten und dafür einen Neuwagen kauften. Insgesamt hat der Staat 5 Mrd. Euro ausgezahlt. Ursprüngliches Ziel der Abwrackprämie war die allgemeine Ankurbelung der Wirtschaft. Doch schnell wurde klar, dass nun mehr moderne Fahrzeuge auf den Straßen fuhren. Moderne Autos verbrauchen jedoch auch weniger Treibstoff und stoßen dadurch auch weniger Schadstoffe aus. Alte Fahrzeuge mit hohem Treibstoffverbrauch verschwanden von der Straße. Insgesamt kam es zu einer Einsparung von ca. 340 Mio. Liter Kraftstoff bzw. 1 Mio. t CO₂. Diese CO₂-Einsparung entspricht allerdings nur knapp 1 % aller Pkw-Emissionen in Deutschland (vgl. Deutscher Bundestag 2018).

Mit den Erfahrungen der Abwrackprämie wurde deutlich, dass sich mit Prämien auch umweltpolitische Ziele, wie z. B. die Reduktion von Treibhausgasen und anderen Luftschadstoffen, erreichen lassen.

Mit dem Ziel, die Luftschadstoffe und dort insbesondere die Stickstoffoxide zu reduzieren, wurde 2017 eine weitere Prämie eingerichtet. Die Automobilhersteller kauften alte Diesel-Pkws mit Euro norm 4 und schlechter zurück, wenn gleichzeitig ein moderner Neuwagen gekauft wurde. Ziel dieser Prämie war es, alte Diesel-Pkw mit hohem Schadstoffausstoß aus dem Verkehr zu ziehen und durch neue abgasärmere und sparsamere Dieselfahrzeuge zu ersetzen. Dadurch sollte die Flotte aller Fahrzeuge weiter verjüngt und damit insgesamt schadstoffärmer und sparsamer werden.

Eine weitere explizite Umweltprämie ist die Förderung bei der Anschaffung eines Elektrofahrzeugs, um den Anteil der Elektrofahrzeuge in der Fahrzeugflotte zu erhöhen. Ziel ist es, bis zum Jahr 2030 insgesamt 15 Mio. Elektrofahrzeuge auf die Straße zu bringen. Finanziert wird die Prämie von den Herstellern und der öffentlichen Hand gemeinsam.

Im Koalitionsvertrag 2021- 2025 hat sich die Bundesregierung das Ziel von 15 Millionen voll-elektrischen Pkw bis 2030 gesetzt. Um der Elektromobilität weiteren Schub zu verleihen, ist die Förderung stärker auf Klimaschutz ausgerichtet. Am 1. Januar 2023 tritt die reformierte Förderrichtlinie für den Umweltbonus in Kraft. Mit dem neu gestalteten Umweltbonus werden ab dem 1. Januar 2023 neu zugelassene und junge gebrauchte Batterie-Elektrofahrzeuge sowie Brennstoffzellenfahrzeuge gefördert.

Ein differenziertes Anreizsystem gibt es in Kanada, das auch für Deutschland vorgeschlagen wird. In Kanada kann eine Abwrackprämie nicht nur als Zuschuss beim Kauf eines Elektrofahrzeugs genutzt werden, sondern auch als Gutschein für den öffentlichen Personennahverkehr in Bus und Bahn, als Zuschuss zum Kauf eines Elektro-Fahrrads sowie zur Teilnahme an Car-Sharing Angeboten oder als Barauszahlung.

In vielen Ländern gibt es ähnliche Systeme und Anreize Elektromobilität zu fördern. Meist geht es um Vergünstigungen wie steuerliche Befreiung oder Erleichterung, die gebührenfreie Nutzung von Straßen, Fahrbahnspuren oder von Parkplätzen.

Kaufprämien für elektrische Pkw haben jedoch den Nachteil, dass der Fahrzeugkauf dann oft vorgezogen wird, der weniger umweltschädliche Neuwagen intensiver genutzt wird oder zusätzliche moderne Fahrzeuge gekauft werden. Außerdem sind Kaufprämien sozial ungerecht, weil besserverdienende Personen häufiger davon Gebrauch machen können. Um diese Nachteile zu umgehen gibt es integrierte Anreizsysteme die sowohl positive Anreize wie Prämien (Bonus), als auch negative Anreize wie Erhöhung der Kosten (Malus) umfassen. Hintergedanke ist, dass die Kosten innerhalb des Verkehrsbereichs anders verteilt werden sollten. Dieser Ansatz entspricht eher dem Verursacherprinzip, denn er versucht die Kosten für die verursachten Schäden und die Nutzung denjenigen Verkehrsteilnehmer*innen anzulasten, welche für diese Schäden auch tatsächlich verantwortlich sind. Das heißt, dass unerwünschtes Verkehrsverhalten teuer wird und die damit geschöpften zusätzlichen Einnahmen die Anreize für das erwünschte Verkehrsverhalten finanzieren.

Neben den Prämien für Pkw gibt es in Deutschland auch verschiedene Förderprogramme, welche die Anschaffung von Lkw mit alternativen Antrieben wie Elektromotor oder Brennstoffzelle bezuschussen.

Welche Wirkung Anreizsysteme haben, hängt stark von den Details der konkreten Ausgestaltung solcher Maßnahmen ab und kann nur mit hoher Unsicherheit für die Zukunft vorhergesagt werden.

Am meisten wirkt sich die Maßnahme „Förderung der Elektromobilität“ auf die Reduktion der NO_x-Emissionen aus. Sie würden im Jahr 2030 um ca. 9 kt reduziert. Auch die Wirkung auf die NMVOC Emissionen ist beachtlich, denn auch diese würde im selben Jahr um ca. 6 kt sinken, während die Emissionen von Feinstaub, Ammoniak und SO₂ nur geringfügig sinken (Allekotte et al. 2023) (vgl.: Tabelle 15).

13.2.2 Wirkung der Maßnahme

Was für die bewirkte Reduktion der Emissionen gilt, kann ungefähr auch für die Verbesserung der Luftqualität gelten. Weil die Emissionen aus dem Verkehr bodennah freigesetzt werden, verbessert sich die Luft auch eher entlang der Straßen, auf denen die Autos fahren. Allerdings ist das nur ein Teil, der zur Luftqualität beiträgt, denn andere Quellgruppen wie Feuerungsanlagen emittieren ebenfalls NO_x das durch die Luft transportiert wird und für eine großräumige Hintergrundbelastung verantwortlich ist.

Die Wirkung von Maßnahmen wie Prämien für das Verschrotten von Altautos und den Neukauf von neueren Pkws oder von Elektrofahrzeugen auf die Emissionen beläuft sich auf gerade mal 1 % der gesamten Emissionsreduktion für NO_x, die von allen im NLRP von 2019 aufgeführten zusätzlichen Maßnahmen zusammen bewirkt werden. Damit dürfte auch die bewirkte Verbesserung der Luftqualität nur geringfügig sein.

Was dabei nicht betrachtet wird, ist die Reduktion der CO₂-Emissionen. Die durch die Prämien bewirkte Minderung dieses Treibhausgases dürfte deutlich höher liegen als bei den anderen Luftschatdstoffen wie NO_x.

13.3 Maßnahmenspezifische Kommunikation

13.3.1 IST-Zustand: Umgang mit der Maßnahme in Politik und Verbraucherinformation

Der Koalitionsvertrag vom 24. November 2021 setzt weiterhin auf eine nachhaltige, effiziente und für alle bezahlbare Mobilität. Er sieht u.a. vor, die Umweltprämie, auch Innovationsprämie genannt, unverändert bis zum 31. Dezember 2024 fortzuführen. Die Richtlinienänderung wurde am 30. Dezember 2021 im Bundesanzeiger veröffentlicht und trat zum 1. Januar 2022 in Kraft (vgl. BAFA 2022).

Für Antragsteller werden auf der Website vom Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle folgende Informationen breitgestellt (Auszüge):

Mit der Innovationsprämie wird der Bundesanteil an der Förderung verdoppelt. Von der Innovationsprämie profitieren folgende Elektrofahrzeuge:

- ▶ Neuwagen, die nach dem 3. Juni 2020 zugelassen wurden,
- ▶ Gebrauchtwagen, die erstmalig nach dem 4. November 2019 oder später zugelassen wurden und deren Zweitzulassung nach dem 3. Juni 2020 erfolgt ist.

Ferner finden die Antragsteller*innen Informationen zu Bearbeitungszeit und Erreichbarkeit, zur Vereinfachung der Antragstellung, zur Anmeldung über die Online-Ausweisfunktion sowie Listen der förderfähigen Fahrzeuge.

In der Fassung der Richtlinie vom 21. Oktober 2020 hat der Richtliniengabe festgelegt, dass nicht mehr alle bisher gelisteten Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge förderfähig sein werden. Durch eine Richtlinienänderung sind alle Plug-In-Hybride, deren maximale CO₂-Emission je gefahrenem Kilometer 50 Gramm übersteigt, und die eine rein elektrische Reichweite von weniger als 60 Kilometern aufweisen, ab dem 1. Januar 2022 nicht mehr förderfähig. Ab 2023 sind PHEVs nicht mehr förderfähig (vgl. BAFA 2022).

Tabelle 17 Umweltbonus für Batterieelektro- oder Brennstoffzellenfahrzeuge

Innovationsprämien für Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge			
	Bundesanteil inkl. Innovationsprämie (Nettolistenpreis unter 40.000 Euro)	Bundesanteil inkl. Innovationsprämie (Nettolistenpreis über 40.000 Euro)	Mindesthalftedauer
Kauf	6.000 EUR	5.000 EUR	6 Monate
Leasinglaufzeit 6-11 Monate	1.500 EUR	1.250 EUR	6 Monate
Leasinglaufzeit 12-23 Monate	3.000 EUR	2.500 EUR	12 Monate
Leasinglaufzeit über 23 Monate	6.000 EUR	5.000 EUR	24 Monate

(Quelle: BAFA 2022)

Tabelle 18 Fördersätze inkl. Herstelleranteil

Fahrzeugtyp	Nettolistenpreis Basismodell	Bundesanteil verdoppelt	Herstelleranteil netto	Gesamt (netto)
Elektroauto	Bis 40.000 EUR	6.000 EUR	3.000 EUR	9.000 EUR
Elektroauto	Über 40.000 bis 65.000 EUR	5.000 EUR	2.500 EUR	7.500 EUR
Plug-In-Hybrid	Bis 40.000 EUR	4.500 EUR	2.250 EUR	6.750 EUR
Plug-In-Hybrid	Über 40.000 bis 65.000 EUR	3.740 EUR	1.875 EUR	5.625 EUR

(Quelle: BAFA, übernommen von ADAC 2022)

Hinweis: Die im Juli 2020 eingeführte staatliche Innovationsprämie von (max.) 6.000,- Euro beim E-Auto wird auch als doppelter Umweltbonus bezeichnet.

Um die Klimaziele 2030 zu schaffen, müssen in Deutschland mindestens 15 Millionen Elektrofahrzeuge zugelassen sein. Der 2019 von der Bundesregierung eingeführte Umweltbonus wurde im Jahr 2022 nochmals angepasst. Zum 01.01.2023 trat die neue Förderrichtlinie in Kraft.

Der Umweltbonus ist ein gemeinsamer Beitrag von Bundesregierung und Industrie, mit dem der Absatz von sowohl neuen als auch jungen gebrauchten elektrisch betriebenen Fahrzeugen gestärkt werden soll. Die Maßnahme ist zudem eine Antwort auf die steigenden Anforderungen an Klimaschutz und Luftreinhaltung (vgl. Bundesregierung 2022).

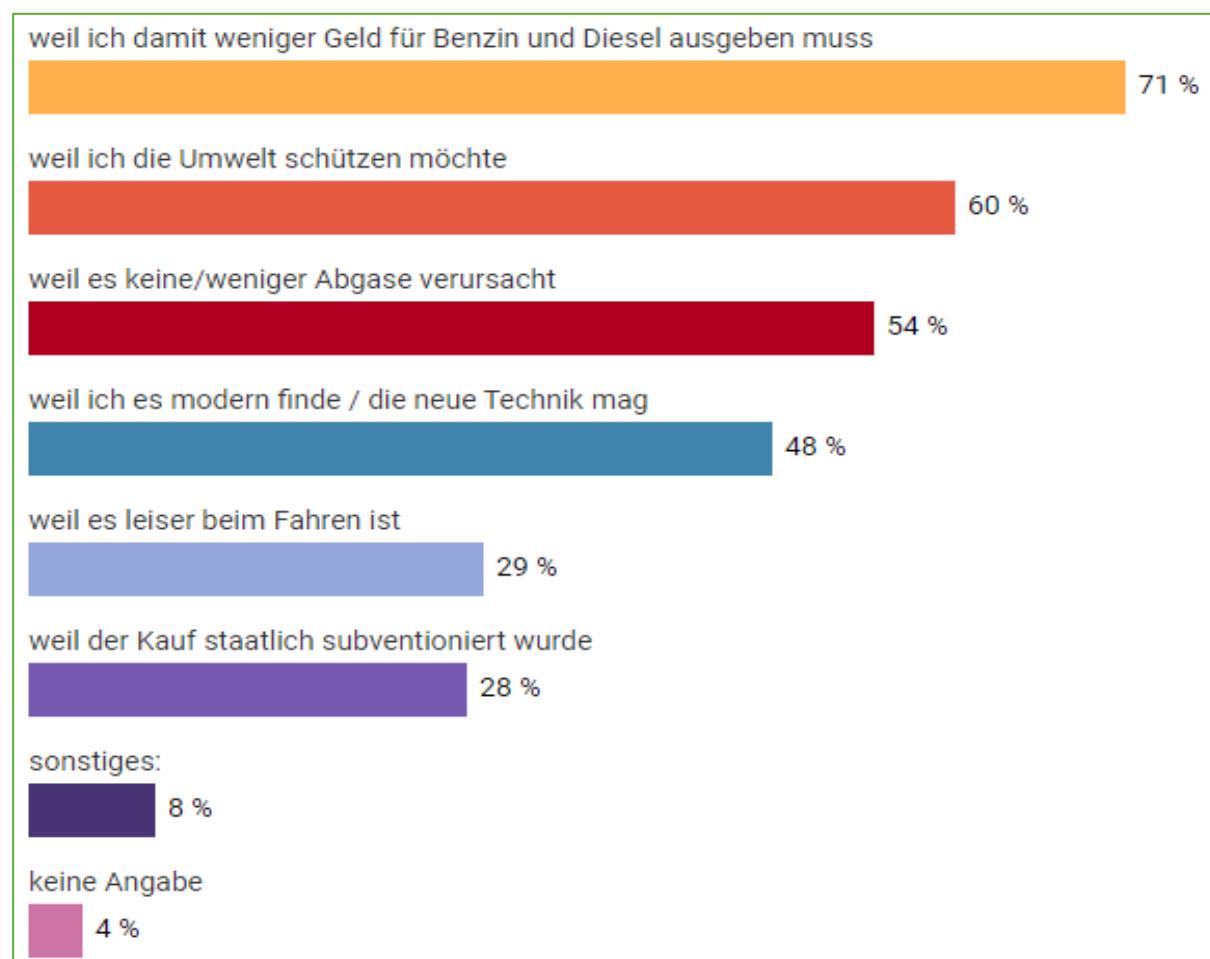
Reine E-Autos bekommen mit Umweltbonus und Innovationsprämie bis Ende 2022 und damit eine Förderung von bis zu 9.000 Euro, Plug-in-Hybride erhalten eine Förderung von bis zu 6.750 Euro. Ab 2023 bis Ende 2025 soll es dann wieder nur den einfachen Bundesanteil (Umweltbonus) geben (vgl. ADAC 2022).

Das Kaufinteresse bei potentiellen Käufer*innen ist weiterhin vorhanden, Umfragen haben ergeben, dass 49 Prozent der Autokäufer*innen Interesse an einem Elektroauto geäußert haben. Ganze 59 Prozent der Befragten machen die Anschaffung allerdings vom Erhalt und der Höhe der Fördersumme abhängig. Etwa 18 Prozent gaben an, sich auch ein elektrobetriebenes Fahrzeug zu kaufen, auch wenn es keine Subventionen gibt (vgl. ecomento 2022).

Die veränderten Prämienmodelle führen dazu, dass Fahrzeuge, die in der Anschaffung teurer sind, auch mit einer höheren Summe gefördert werden. Je günstiger die Fahrzeuge, umso geringer der Fördermittelzuschuss. Das hat zur Folge, dass Besserverdienende mehr von staatlichen Subventionen profitieren als andere. Die Anschaffung eines Neufahrzeugs als E-Auto grenzt die Ansprache der potentiellen Zielgruppen ein.

Eine regionale Umfrage des Mitteldeutschen Rundfunks zeigt das Meinungs- und Stimmungsbild für Mitteldeutschland. Daraus geht hervor, dass staatliche Förderungen weniger Kaufanreize darstellen (28 Prozent). Der größte Kaufanreiz für ein Elektroauto liegt im Einsparpotential bei Benzin- und Spritpreisen sowie der Motivation, etwas für den Umweltschutz zu tun. So wird auch hier deutlich, dass das Einsparpotential zwar Kaufanreize erzeugt, jedoch weniger in der Anschaffung als vielmehr im Unterhalt/Betrieb eines Pkw (vgl. MDR 2022).

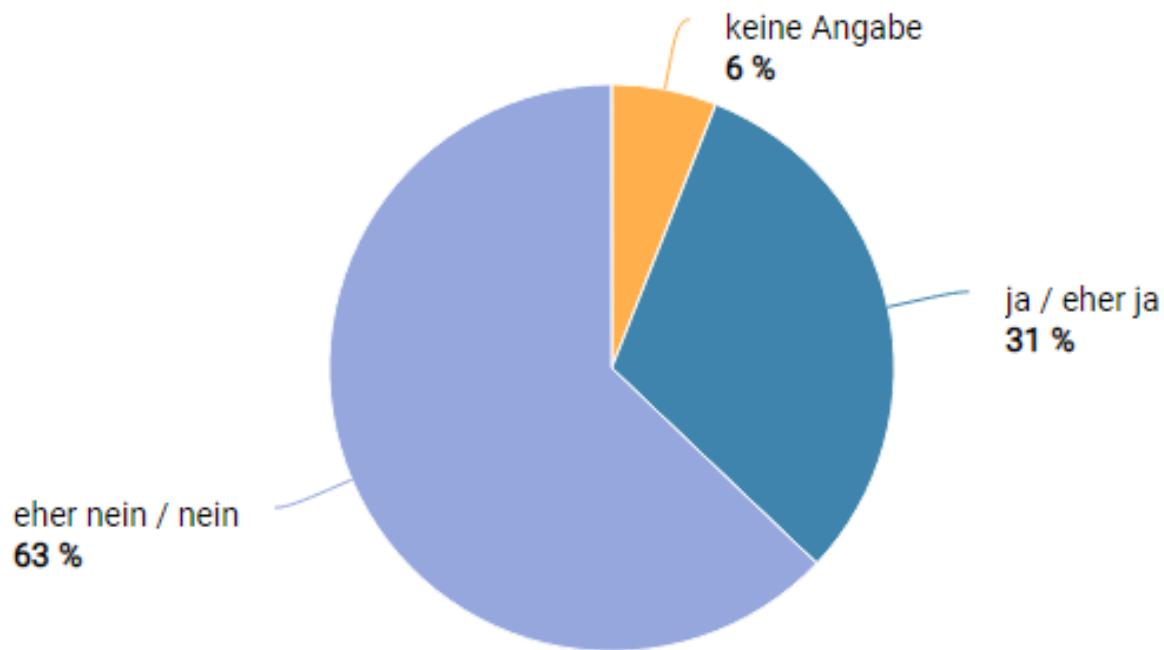
Abbildung 51: Umfrageergebnisse des MDR zur Motivation einer Kaufentscheidung für ein Elektroauto



(Quelle: MDR 2022)

Auf die Frage, ob die staatlichen Förderungen ein wirksamer Anreiz für den Kauf eines E-Autos wären, antworteten 63 Prozent mit nein, nur 31 Prozent stimmten dem zu. Das Meinungsbild lässt demzufolge schlussfolgern, dass der ab 2023 gekürzte Umweltbonus noch weniger zur Kaufentscheidung beitragen wird.

Abbildung 52: Umfrageergebnisse des MDR zu Kaufanreizen eines E-Autos durch staatliche Förderung



(Quelle: MDR 2022)

13.3.2 Maßnahmenspezifische Zielgruppen

Wie im Kapitel 12.6 bereits aufgeführt, liegt die Zukunft der Mobilität in einer „vernetzten Mobilität“. Es geht dabei weniger um die Frage nach dem Umstieg auf elektrisch betriebene Fahrzeuge, sondern vielmehr um ein nutzerfreundliches und alltagstaugliches und nachhaltiges sowie klimaneutrales Mobilitätskonzept, das bedarfsgerecht Angebot für unterschiedliche Zielgruppen bereithält. Die Förderung der Elektromobilität ist in diesem „Baukastensystem“ ein Baustein. In diesem Kapitel wird daher das Augenmerk auf die Verbraucher*innen gelegt, die als potentielle Käufer*innen und Nutzer*innen von Mobilitätsangeboten agieren. Auf weitere relevante Zielgruppen, wie beispielsweise Kommunen, politische Entscheidungsträger*innen wird an dieser Stelle auf das Kapitel Umweltverbund (Kap. 12.6) verwiesen.

13.3.2.1 Endkunden für Elektroautos

Für die erfolgreiche Verbreitung von Elektroautos auf dem deutschen Markt ist es erforderlich, bei potenziellen Käufer*innen und Nutzer*innen Akzeptanz zu erzeugen und deutliche Vorteile gegenüber konventionellen und alternativen Antriebstechnologien aufzuzeigen. Die Nutzer*innen werden daher in Gruppen und je nach individuellen Bedürfnissen und Lebenssituationen und -umständen die Elektromobilität (oder auch andere Transportmittel) für sich entdecken und als vorteilhaft wahrnehmen. Faktoren, wie z. B. Alter, Geschlecht, Bildungsgrad, Herkunft und Erziehung, finanzieller Status, aktuelle Lebenssituation und Lebensumfeld (Wohn- und Arbeitsort) sind in diesem Zusammenhang von Bedeutung. Nachfolgend werden 5 Zielgruppen definiert und deren Lebenssituation bzw. soziodemografischer Kontext beschrieben.

Technikbegeisterte

Diese Zielgruppe verfolgt technische Entwicklungen und informiert sich über den neuesten Stand der Technologie. Vor allem Neuentwicklungen mit innovativem und zukunftsträchtigem Charakter haben sie im Fokus. Sie möchten auch die ersten in der praktischen Anwendung sein. Sie legen Wert auf einen Exklusivitätsstatus, um Aufmerksamkeit erzeugen zu können. Technikbegeisterte eignen sich für Praxistests, dienen aber auch als Multiplikator neuer Technologien. Sie kommunizieren mit anderen weniger technikaffinen Zielgruppen, beanspruchen aber weiterhin Exklusivität als Statussymbol. Technologische Weiterentwicklungen und die praxistaugliche Nutzung neuer Technologien kann somit über Technikbegeisterte als Botschafter*innen vermittelt werden.

Kostenbewusste

Diese Gruppe legt vergleichsweise wenig Wert auf den jeweiligen Strommix oder das Design. Stattdessen erwartet sie eine möglichst hohe Leistung und Qualität für einen aus ihrer Sicht bezahlbaren Preis zu bekommen. Auch wenn Elektromobilität heute schon im Betrieb günstiger als konventionelles Fahren ist, sind die Gesamtkosten für Anschaffung und Betrieb für Kostenbewusste noch nicht konkurrenzfähig. Hinzu kommt die ungewisse Entwicklung der Lebensdauer der Batterie sowie des damit zusammenhängenden Wiederverkaufswerts.

Sicherheitsbewusste

Sicherheitsbewusste stehen neuen Technologien zunächst skeptisch gegenüber. Dementsprechend wird diese Gruppe erst in die Elektromobilität eintreten, wenn Praxisbeispiele gezeigt haben, dass keine größere Gefahr als bei konventionellen Fahrzeugen besteht und auch in den Medien Sicherheitsrisiken nicht mehr thematisiert werden. Sicherheitsbewusste sehen weiterhin ein großes Risiko in der Reichweite der Elektrofahrzeuge.

Umweltbewusste

Diese Gruppe steht grundsätzlich jedem Fortbewegungsmittel, das die Umwelt belastet, kritisch teils sogar ablehnend gegenüber. Sie fahren hauptsächlich Fahrrad oder sind zu Fuß unterwegs. Für weitere Strecken werden umweltfreundliche Alternativen (z. B. Bus, Bahn, Straßenbahn etc.) ausgewählt. Solange also auch Elektromobilität nicht die bestmögliche Ökobilanz (z. B. Entsorgung von Akkus, Strommix, Produktionsverfahren) vorweisen kann, wird diese Gruppe kaum bis nicht umsteigen. Sobald es möglich ist, mit ausschließlich „grünem Strom“ zu fahren, wird die Elektromobilität zu einer möglichen Alternative der herkömmlichen Transportmittel, sollten diese die Strecken nicht abdecken. Diese Zielgruppe gehört daher nicht zur Hauptzielgruppe, solange die Strombilanz nicht vollumfänglich ökologisch ist.

Konservative

Die Gruppe der Konservativen hält grundsätzlich an Bewährtem und Vertrautem fest und steht Innovationen grundsätzlich skeptisch gegenüber. Neue Technologien müssen in der Wahrnehmung der Konservativen in allen relevanten Punkten deutlich und merklich besser als konventionelle Produkte sein (v.a. beim Thema Sicherheit). Kosten und Reichweite sind aktuell weitere wichtige Punkte bei einer Kaufentscheidung (vgl. Teichmann et al. 2012).

Fazit: Die Ansprache über Emotionen und Bedürfnisse in Kombination mit vertiefenden Informationen zu Produkten (Elektrofahrzeuge) und zu Kaufoptionen (Umweltbonus) sind eine sinnvolle und empfehlenswerte Kombination in der Kommunikationsstrategie. Eine Positionierung über den Status und individuelle Bedürfnisse in Verbindung mit dem Umwelt-/Nachhaltigkeitsaspekt erscheint ein zielführender Ansatz in der Ansprache der segmentierten Zielgruppen. Der Schlüssel für eine mögliche erfolgreiche Kommunikation besteht demnach darin, klimaneutrale

Mobilität nicht mit Verzicht in Verbindung zu setzen, sondern individuelle Vorteile und Lösungen aufzuzeigen (z. B. Netz der Ladestationen, vernetzte Mobilitätsangebote als „Gesamtpaket“ oder sogenannte „All-Inclusive Mobility“).

13.3.2.2 Nutzer*innen für weitere E-Fahrzeuge

Bei der Frage zur Förderung der Elektromobilität sind nicht nur staatliche Zulagen beim Kauf von E-Autos relevant, sondern schließen auch die Nutzung von E-Bikes bzw. E-Rollern mit ein. In diesem Kontext kommen weitere Zielgruppe zum Tragen.

Familien und Angehörige

Veränderte Lebenssituationen haben einen großen Einfluss darauf, Gewohnheiten zu ändern und sich auf neue Situationen einzustellen. Familienzuwachs oder der Auszug der eigenen Kinder (z. B. durch Studien- oder Ausbildungsbeginn) hat Auswirkungen auf den Lebensalltag und bietet große Potential, Veränderungen im persönlichen Umfeld positiv zuzulassen. Eine neue Verantwortung für eigene Kinder (oder Enkelkinder) stärkt ein neues Bewusstsein für Klima- und Umweltaspekte und bringt somit Umstiegspotential auf alternative Transportmittel.

Wohnortwechselnde

Mit einem Wohnortwechsel stellt sich für Menschen unter anderem die Frage nach den Mobilitätsangeboten in ihrer neuen Umgebung. Daraus ergibt sich ein weiterer potentieller Anknüpfungspunkt an Mobilitätskonzepte der Elektromobilität, auch im Gesamtkontext des Umweltverbundes. Auf der Suche nach den richtigen Transportmitteln für den individuellen Zweck (Einkaufen, Erreichen des Hobbyvereins, Erreichen der Arbeitsstelle, Universität o.ä.) sind diese Personen offen, sich neu zu orientieren und das bestmögliche Angebot für ihre individuellen Bedürfnisse zu finden. Ein „Baukastensystem“ (mit Leistungen und Kosten) für individuelle Routen und Kostenpakete kann dabei hilfreich sein, sich in der neuen Umgebung zu orientieren. Darin steckt auch großes Potential, wenig motivierte Umsteiger*innen (z. B. Sicherheitsbewusste oder Kostenbewusste aus Kapitel 13.3.2.1) für einen Umstieg auf ÖPNV oder Elektro-Car-Sharing-Modelle zu bewegen, wenn das Angebot ihren Bedürfnissen gerecht wird.

Die prozentuale Verteilung dieser Zielgruppen kann nicht allgemeingültig festgelegt werden. Der Anteil an Stadt- oder Landbewohner*innen, an Pendler*innen, Infrastrukturen (z. B. Ladestationen) variieren im Bundesgebiet, sodass von regional unterschiedlichen Verteilungen auszugehen ist.

13.3.3 Maßnahmenspezifische Kommunikationsziele

Folgende Kommunikationsziele sollen mit zielgruppenspezifischen Kommunikationsmaßnahmen erreicht werden:

Endkunden für Elektroautos:

- ▶ Information zum Thema
- ▶ Akzeptanz für das Thema
- ▶ Handlungsanreize schaffen und Kaufmotivation erzeugen

Nutzer*innen weiterer Elektrofahrzeuge

- ▶ Information zu den Nutzungsmöglichkeiten multimodaler Angebote
- ▶ Akzeptanz für die Angebote im Gesamtkontext E-Mobilität erhöhen
- ▶ Zur multimodalen Verkehrsnutzung motivieren

13.3.4 Strategischer Ansatz für die Kommunikation

Ein wichtiger Ansatz in der Kommunikationsstrategie ist, nicht den Umweltbonus in den Fokus zu stellen. Die staatliche Förderung ist nur ein Teilaспект hinsichtlich der Kaufmotivation bei potentiellen Endkund*innen. Die nach individuellen und persönlichen Bedürfnissen differenzierte Betrachtung der Zielgruppen hat gezeigt, dass die finanziellen Zuschüsse nicht vordergründig ein Kaufanreiz beim Erwerb eines Elektrofahrzeuges sind. Das Thema E-Mobilität sollte in Anlehnung an die Bedürfnisse, Wertvorstellungen und Statussymbole kommuniziert und relevante Inhalte daraus abgeleitet werden.

Authentische Erfahrungsberichte von Nutzer*innen, technologische und infrastrukturelle bzw. sicherheitsrelevante Weiterentwicklungen sind Themen, die in der Kommunikation eine größere Rolle spielen sollten.

Öffentliche Dialogformate zwischen Politik und Kritiker*innen (z. B. Lobbyist*innen) schaffen Transparenz in die verschiedenen Sichtweisen und Standpunkte zum Thema. Das schafft einerseits Anerkennung für das „Gegenüber“ und vermittelt andererseits Außenstehenden (z. B. potentielle Käufer*innen) eine umfängliche Auseinandersetzung sowie einen umfassenden Einblick unter Einbeziehung verschiedener Perspektiven und Argumentationen. Außerdem können weitere Akteur*innen in diese Debatten einbezogen werden, um die Nutzer*innen-Perspektive bzw. Käufer*innen-Perspektive einzuschließen. Eine mediale Präsenz solcher Diskussionsformate erzeugt mehr Reichweite und somit mehr Aufmerksamkeit in den jeweiligen Zielgruppen.

Für die Nutzung weiterer Elektromobile (z. B. E-Roller, E-Bikes, E-Car-Sharing etc.) liefern Informations- und Buchungsplattformen (z. B. Apps regionaler Verkehrsverbünde) Informationen, um sich entsprechend einer geplanten Route die entsprechenden Fahrzeuge bzw. Fortbewegungsmittel (ÖPNV, E-Auto, E-Bike) zusammenstellen zu können. Beispielsweise für eine Strecke von A nach B und nach C stellen Nutzer*innen ihre Route zusammen und buchen die entsprechenden Fahrzeuge. Verbrauchergerechte und nutzerspezifische Angebote leicht zugänglich und buchbar zu machen, ist eine Entscheidungsgrundlage, vom eigenen Auto umzusteigen.

14 Verkehr: Maßnahme „Lkw-Maut“

14.1 Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung

14.1.1 Rahmenbedingungen der Maßnahme

Die Erhebung einer Maut stellt eine Straßenbenutzungsgebühr dar. In Europa wird der Rahmen zur Ermittlung der Höhe der Maut durch die EU-Richtlinie EU-1999/62/EG geregelt. Neben dem Infrastrukturkostensatz, der die Kosten für Bau, Ausbau, Erhalt und Betrieb des Straßennetzes abdeckt, ermöglicht die EU-Richtlinie zusätzlich die externen Kosten aus Luftverschmutzung und Lärmelastung durch Zuschläge zu erheben, was in Deutschland aktuell auch so erfolgt. Mit der aktuellen Änderung der Richtlinie (EU 2022/362), die im Februar 2022 verabschiedet wurde, wurde zusätzlich die Möglichkeit geschaffen, zukünftig auch externe Kosten für CO₂-Emissionen zu erheben.

Die Maut kann grundsätzlich für alle Fahrzeuge erhoben werden, aktuell unterliegen in Deutschland nur die Lkw einer Mautpflicht.

In Deutschland wurde im Jahr 2005 eine fahrleistungsbezogene Lkw-Maut auf Bundesautobahnen zunächst für Lkw über 12 t zulässigem Gesamtgewicht eingeführt (BMVI 2022). Seitdem wurde die Maut in mehreren Stufen auf die Bundesstraßen ausgedehnt. Seit dem 01.07.2018 sind alle Bundesstraßen einbezogen. Außerdem wurde die Mautpflichtgrenze am 01.10.2015 von 12 t auf 7,5 t zulässigem Gesamtgewicht abgesenkt. Die Einnahmen aus der Lkw-Maut werden seit 2011 – nach Abzug der Kosten für Erhebung, Kontrolle und Mautharmonisierung – ausschließlich für die Bundesfernstraßen verwendet.

Eine fahrleistungsabhängige Lkw-Maut setzt zum einen grundsätzlich Anreize, Wege zu verkürzen und Leerfahrten zu vermeiden. Sie kann – bei entsprechender Differenzierung der Mautsätze – auch Anreize für den Kauf besonders umweltfreundlicher Lkw geben, denn Mautkosten haben einen hohen Anteil an den Gesamtkosten im Straßengüterverkehr (UBA 2021h).

Bisher hängt die Höhe der Mautsätze von der Fahrzeuggröße (Gewicht und Anzahl Achsen) und den Schadstoffemissionen (Euronormstufen) ab, nicht aber von den CO₂-Emissionen. Nur batterieelektrische Lkw und Erdgas-Lkw sind derzeit nicht mautpflichtig. Damit bei Neuinvestitionen CO₂-ärmere Antriebstechnologien verstärkt angeschafft werden, sollte die Lkw-Maut zukünftig zusätzlich eine CO₂-Komponente enthalten, die zusätzlich zur bisherigen Maut eingeführt wird und diese erhöht. Die aktuelle Änderung der EU-Richtlinie, verabschiedet im Februar 2022, ermöglicht dies.

In (UBA 2021h) wird darauf hingewiesen, dass der im Jahr 2021 national über das Brennstoffemissionshandelsgesetz (BEHG) eingeführte CO₂-Preis auf Kraftstoffe zu unerwünschten Ausweichverhalten führen kann, wenn Lkw z. B. im Ausland tanken. Um einen international fairen Wettbewerb sicherzustellen und „graue Importe“ von Kraftstoff aus dem Ausland zu vermeiden, sollte der CO₂-Preis des BEHG im Straßengüterverkehr idealerweise über die Lkw-Maut erhoben werden. Dies setzt jedoch voraus, dass eine CO₂-Komponente in der Lkw-Maut zusätzlich zur bisherigen Maut erhoben wird, so wie es durch die Änderung der Richtlinie jetzt möglich ist.

Über den Mautteilsatz für die Infrastrukturkosten wird die Finanzierung der Straßeninfrastruktur auch in Zukunft gesichert, wobei momentan nur die Lkw über dieses Instrument dazu beitragen. Als Anreiz für einen schnellen Markthochlauf von alternativen Antrieben bei den Lkw erlaubt es die aktuelle Richtlinie diese Infrastrukturkomponente für umweltfreundlichere Fahrzeuge auf einen Teil des Mauthöchstsatzes der entsprechenden Fahrzeugklasse zu reduzieren (Elektrisch betriebene Fahrzeuge werden aktuell komplett von der Lkw-Maut befreit). Wird

gleichzeitig der Mautsatz für konventionelle Lkw erhöht, verändern sich die Einnahmen durch die Maut nicht gegenüber einem System ohne diese Modifikation und die Deckung der Infrastrukturkosten über die Maut bleibt sichergestellt. Diese sogenannte Spreizung der Infrastrukturkomponente der Maut für elektrische Fahrzeuge sollte mittelfristig sukzessive reduziert werden, sobald der Markthochlauf für Elektro-Lkw etabliert ist.

In (Oehlmann et al. 2019) wird im Hinblick auf die ökologische Wirkung bisher, d. h. in den zurückliegenden Jahren, die Hauptwirkung der Lkw-Maut in der dynamischen Flottenverjüngung hin zu emissionsarmen modernen Diesel-Lkw gesehen. Signifikante Verkehrsverlagerungen, z. B. auf die Schiene, werden eher nicht gesehen.

Da die Lkw-Maut bereits dazu geführt hat, dass eine dynamische Flottenverjüngung erfolgte und aktuell die Euro-VI-Lkws die Flotte bereits deutlich dominieren, ist in Bezug auf die weitere Reduzierung der Abgasemissionen in dem Zuschlag für externe Kosten Luftverschmutzung kein großes Potenzial mehr vorhanden. Relevant werden, auch im Hinblick auf die notwendige Reduktion der CO₂-Emissionen, die Forcierung des Hochlaufs der emissionsfreien Lkw, d. h. der elektrisch betriebenen Lkw. Hierfür werden aktuell verschiedene Optionen gesehen: der Oberleitungs-Lkw, der batterieelektrisch betriebene Lkw und der wasserstoff-betriebene Lkw. Diese Fahrzeuge sind lokal nahezu emissionsfrei (ausgenommen von den Abriebemissionen) und führen daher auch zu einer deutlichen Reduktion der Abgasemissionen.

Es werden in (Oehlmann et al. 2019) die folgenden Möglichkeiten einer Erweiterung oder Umgestaltung der Lkw-Maut in Deutschland gesehen:

- ▶ Ausweitung auf weitere Straßen: Neben den Autobahnen und Bundesstraßen sollen auch alle weiteren Straßen aufgenommen werden.
- ▶ Ausweitung auf weitere Fahrzeugklassen: Eine Aufweitung auf die Lkws >3,5 t zulässigem Gesamtgewicht steht im aktuellen Koalitionsvertrag. Eine Aufweitung auf Busse, leichte Nutzfahrzeuge und Pkw wird diskutiert.
- ▶ Mautsätze und Gebührenstaffelung: Die Mautsätze für Luftschaadstoffemissionen und Lärmbelastung sollten stärker an den verursachten Kosten orientiert sein, gegebenenfalls auch mit Berücksichtigung einer regionalen Differenzierung der Kostensätze. Zusätzlich sollte ein Aufschlag für externe Kosten für CO₂-Emissionen berücksichtigt werden und gegebenenfalls auch eine Einführung von Staugebühren.
- ▶ Einnahmenverwendung: Nutzung der Mauteinnahmen z. B. zur Finanzierung von Maßnahmen zur Luftreinhaltung, zum Aufbau der Infrastruktur oder von Push- und Pull-Maßnahmen, die auch Kfz-Alternativen außerhalb des Mautsystems fördern, um die Verkehrsverlagerung weg von der Straße stärker zu forcieren.

Im Juni 2023 wurde vom Kabinett nach intensiven Diskussionen eine Änderung des Bundesfernstraßenmautgesetzes beschlossen (BMDV 2023), die die folgenden wesentlichen Punkte enthält:

- ▶ „Zum 1. Dezember 2023 soll ein CO₂-Aufschlag in Höhe von 200 Euro pro Tonne CO₂ eingeführt werden.
- ▶ Emissionsfreie Lkw werden bis Ende 2025 von der Maut befreit. Anschließend werden lediglich 25 Prozent des regulären Mautteilsatzes für die Infrastrukturkosten erhoben – zuzüglich der Mautteilsätze für Lärm und Luftverschmutzung.
- ▶ Zudem soll die Lkw-Mautpflichtgrenze zum technisch frühestmöglichen Zeitpunkt am 1. Juli 2024 abgesenkt werden, sodass grundsätzlich alle Nutzfahrzeuge mit mehr als 3,5 Tonnen

technisch zulässiger Gesamtmasse von der Lkw-Maut erfasst sind. Handwerksbetriebe werden ausgenommen.“ (BMDV 2023).

Die zukünftig durch die Änderung des Gesetzes erwarteten Mehreinnahmen sollen dann vor allem in den Schienenverkehr investiert werden.

14.1.2 Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahme

Die Lkw-Maut in zum Stand 2019 (Mautpflicht für Lkw >7,5 t auf Autobahnen und allen Bundesstraßen) ist bereits im Mit-Maßnahme-Trendszenario des NLRPs von 2019 (WM-Szenario) enthalten.

Eine zusätzliche Ausweitung der Lkw-Maut (z. B. auf alle Lkw >3,5 t und auf alle Straßen, zusätzliche Berücksichtigung von CO₂-Kosten und höhere Kostensätze für Luftverschmutzung und Lärmbelastung) wird zu einer Verteuerung der Transportkosten führen, da mehr Lkw und mehr Straßen mit einer Mautpflicht belegt werden und die Mautsätze sich deutlich erhöhen werden. Mögliche Folgen davon können sein, dass es zu einer verstärkten Verlagerung des Güterverkehrs auf Schiene und Binnenschiff kommt (sofern diese Alternativen attraktiv genug und verfügbar sind) und dass eine weitere Erhöhung der Auslastung von Fahrzeugen und die Vermeidung von Leerfahrten zu einer Reduktion der Lkw-Fahrleistung führt. Außerdem wird die Berücksichtigung der Kosten der CO₂-Emissionen (sowohl in der Spreizung des Teilmautsatzes für die Infrastrukturkosten als auch durch den Aufschlag für die externen Kosten) Anreize für Anschaffung CO₂-freier (armer) Lkw schaffen, die keine lokalen Abgasemissionen haben.

Im NLRP von 2019 ist die Maßnahme „Ausweitung der Lkw-Maut“ als weitere zusätzliche Maßnahme nicht enthalten.

In der UBA-Veröffentlichung „Ökonomische Instrumente in der Luftreinhaltung“ (Oehlmann et al. 2019) wird die Maßnahme Lkw-Maut betrachtet, aber es wird dort keine quantitative Abschätzung des Wirkungspotenzials angegeben. Es wird erläutert, dass die Einschätzung der ökologischen Effektivität mit Blick auf die Luftreinhaltung insgesamt als positiv eingeschätzt wird, wobei diese sich vor allem in der dynamischen Flottenverjüngung der letzten Jahre zeigte. Verlagerungs- und Vermeidungswirkungen werden aufgrund der aktuell noch relativ geringen Höhe der Mautsätze bisher eher nicht gesehen, gegebenenfalls Verlagerungseffekte auf nicht mautpflichtige Fahrzeuge. Um weiterhin Fortschritte durch diese Maßnahme in Bezug auf die Luftreinhaltung zu erzielen, werden Optionen aufgeführt, um das Instrument diesbezüglich zu schärfen (vgl. die Ausführungen oben).

In dem UBA-Kurzpapier „Fahrleistungsabhängige Lkw-Maut“ (UBA 2021h) wird folgende Abschätzung bezüglich des Minderungspotenzials ausgewiesen:

- ▶ „Eine Ausweitung der Lkw-Maut auf alle Straßen ab 2025 in Kombination mit einer weiteren Internalisierung von externen Kosten (inkl. CO₂-Komponente) in der Form von höheren Gebühren für schwere Lkw (zusätzlich 17 ct/km, also eine Verdoppelung des heutigen Mautsatzes), könnte eine Reduktion der Lkw-Fahrleistung von rund 13 % auslösen. [...] Eine solche Reduktion würde eine Minderung an Treibhausgasen von 6,8 Mio. t im Jahr 2030 ergeben.
- ▶ Andere Schätzungen, welche allein auf die Wirkung der zusätzlichen CO₂-Komponente fokussieren, kommen auf Einsparpotentiale von 1,5 bis 4 Mio. t CO₂ im Jahr 2030.“ (UBA 2021h S.3).

Diese Abschätzungen geben einen groben Rahmen für die unter den genannten Randbedingungen möglichen Minderung von Lkw-Fahrleistung und CO₂-Emissionen, nicht aber für die Abgasemissionen wie NO_x.

Geht man von einer CO₂-Minderung von ca. 6,8 Mio. t durch die Maßnahme „Ausweitung der Lkw-Maut“ aus, einer damit verbundenen Reduktion der Fahrleistung fossil betriebener Lkw – aufgrund der oben aufgeführten Angaben des UBA – mit ca. 13 % und zusätzlich von der Annahme, dass diese Reduktion alle Fahrzeugteilgruppen (bzgl. Alter, Euronormstufen, etc.) gleichermäßen betrifft, dann kann auch von einer Reduktion der Abgas-Emissionen des Schwerverkehrs >3,5 t auf allen Straßen in gleicher Größenordnung wie für die Fahrleistung ausgegangen werden. Der Anteil des Schwerverkehrs >3,5 t an den gesamten NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs (117,6 kt für 2030, gemäß NLRP von 2019) liegt für das Jahr 2030 bei ca. 25 %. D. h. wenn angenommen wird, dass alle Straßen für die Lkw bemautet werden, dann kann die Reduktion der NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs durch diese Maßnahme mit ca. 3 % abgeschätzt werden, dies entspricht ca. 3,5 t NO_x.

Wird durch eine Ausweitung der Maut die Fahrleistung nicht signifikant reduziert (so wie in der Vergangenheit), dann werden nur Auswirkungen auf die Flottenzusammensetzung einen positiven Effekt bezüglich der Luftschadstoffemissionen haben. Es werden zukünftig statt Euro-VI-Diesel-Lkw vermehrt emissionsfreie Lkw zugelassen, d. h. die Flottenverjüngung beschleunigt. Dann wird die Auswirkung auf die Reduktion der NO_x-Emissionen deutlich geringer ausfallen, da die Euro-VI-Lkw bereits vergleichsweise geringe NO_x-Emissionen haben.

Im NLRP von 2019 wird für alle dort zusätzlich berücksichtigten Maßnahmen im WAM-Szenario ein NO_x-Minderungspotenzial für das Jahr 2030 von 97,4 kt/a angegeben. Die Maßnahme „Ausweitung der Lkw-Maut“ in der oben skizzierten Ausprägung mit einer grob geschätzten Minderungswirkung von ca. 3,5 kt liegt im Vergleich dazu bei knapp 4 % dieses Potenzials.

14.1.3 Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen

Um für die Maßnahme „Ausweitung der Lkw-Maut“ die Unsicherheiten der NO_x-Emissionen zu betrachten, wurde Angaben aus dem German Informative Inventory Report 2022 (vgl. IIR 2022) herangezogen. Da sich diese Maßnahme emissionsseitig auf die Reduktion der NO_x-Emissionen des Schwerverkehrs auswirkt, ist es hilfreich die Unsicherheiten dieser Emissionsquelle näher zu betrachten. Der German Informative Inventory Report 2022 macht dazu folgende Angaben:

Tabelle 19: Unsicherheiten der Emissionen aus der Quellgruppe CRF 1.A.3.b.iii Straßenverkehr Schwerverkehr

Unsicherheiten in der Quellgruppe 1.A.3.b.iii Road transportation Heavy duty trucks and buses		
Schadstoff	Untere Abweichung in %	Obere Abweichung in %
NO _x	- 17,63	+ 21,61

(Quelle: IIR 2022)

Angegeben sind die schadstoffspezifischen Unsicherheiten der Emissionen aus der Quellgruppe 1.A.3.b.iii „Straßenverkehr Schwerverkehr (schwerer Güterverkehr und Busse)“ wie sie für das Jahr 2021 berichtet wurden. Ausgewiesen ist die mittlere untere und obere Abweichung vom berichteten Wert in Prozent.

14.1.4 Auswirkungen der Maßnahme auf die Luftqualität

Wie bereits erläutert, ist mit Blick auf die Luftreinhaltung für die Maßnahme Lkw-Maut in ihrer jetzigen Ausgestaltung das Potenzial vermutlich weitestgehend ausgeschöpft. Die Differenzierung nach Schadstoffklassen und die Staffelung der Mautzuschläge für Luftverschmutzung nach den Euronormstufen, haben sozusagen zu einer mautfinanzierten Förderung der Flottenverjüngung mit mehr Lkw mit geringen Emissionen geführt. Wie sich die Maßnahmen „Ausweitung der Lkw-Maut“ zukünftig emissionsseitig auswirken könnte, wurde oben grob abgeschätzt.

Die Emissionsminderung durch die Maßnahme „Ausweitung der Lkw-Maut“ wird sich je nach Ausprägung überwiegend auf den Autobahnen und Bundesstraßen oder auf allen Straßen zeigen.

Die Emissionen des Straßenverkehrs werden bodennah freigesetzt, sodass die dadurch erzielten Minderungen der Luftschadstoffbelastung (Immissionen) sich vor allem im Nahfeld der Emissionsquellen und damit immissionsseitig in der lokalen Zusatzbelastung zeigen werden. Die Freisetzung erfolgt an allen Straßen, damit wird die Wirkung flächig auftreten, vor allem außerorts an den Autobahnen und an den Bundesstraßen, gegebenenfalls je nach Ausprägung auch an den übrigen Straßen. Die Emissionen des Straßenverkehrs verursachen nur einen Teilbeitrag zur gesamten Belastung, da zusätzlich die Beiträge der übrigen Quellgruppen aus der näheren und weiteren Umgebung, wie z. B. Kleinfeuerungsanlagen, sonstige Feuerungsanlagen im Bereich Industrie und Energiewirtschaft, und der Beitrag des regionalen großräumig transportierten Hintergrunds die Gesamtbelastung prägen.

Emissionsseitig betrachtet entspricht die Wirkung der Maßnahme „Ausweitung der Lkw-Maut“ im Jahr 2030 in der hier betrachteten Ausprägung einen Anteil von 4 % der gesamten Emissionsminderung durch die zusätzlichen WAM-Maßnahmen. Tendenziell wird dies auch zu Minderungen der NO₂-Konzentrationen führen.

Anzumerken ist, dass das Potenzial dieser Maßnahme zur Reduzierung der CO₂-Emissionen deutlich höher liegen wird und unter diesem Aspekt wird die Ausweitung der Maut aktuell diskutiert. Diese Maßnahme stellt einen wichtigen Hebel für die Umsetzung der CO₂-Minderungsziele im Verkehrssektor dar.

14.2 Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache

14.2.1 Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme

Die Maut – also die Erhebung von Gebühren für die Nutzung von Straßen – ist ein typisches ökonomisches Instrument, dass in vielen europäischen Ländern für Autobahnen und Schnellstraßen angewandt wird. Unterschiede gibt es dabei für welchen Straßentyp und für welche Fahrzeuge sowie in welcher Höhe und Form eine Maut erhoben wird.

Typischerweise wird eine Maut erhoben, um davon die Kosten für den Bau und den Betrieb von Straßen zu finanzieren. Relativ neu ist es, eine Maut auch dann zu erheben, wenn damit die Luftverschmutzung und der Lärm verringert oder die Emission von CO₂ reduziert werden sollen.

In Deutschland gibt es bereits seit dem Jahr 2005 eine Lkw-Maut. Zunächst nur für Lkws über 12 Tonnen auf Bundesautobahnen erhoben, gilt sie inzwischen auch für Lkw die bereits mehr als 7,5 Tonnen Gesamtgewicht haben und auch auf allen Bundesstraßen. Die Maut wird fahrleistungsabhängig erhoben. Das heißt: Jeder gefahrene Kilometer zählt. Damit gibt es einen Anreiz vermeidbare Fahrten wie lange Wege oder Leerfahrten zu reduzieren. Die Maut ist auch danach gestaffelt wie viele Schadstoffe ausgestoßen werden. Damit sollen Anreize geschaffen werden,

alte Lkw, mit hohem Schadstoffausstoß, durch neue abgasarme Lkw zu ersetzen, um so Mautgebühren einzusparen. Gänzlich befreit von der Maut sind Lkw mit Elektroantrieb.

Bewirkt hat die Lkw-Maut bisher schon eine deutliche Verjüngung der Fahrzeugflotte von Lkw, denn es gibt auf deutschen Straßen inzwischen überwiegend Lkw mit der Abgasnorm Euro 6. Die Emissionen von Luftschatdstoffen noch weiter zu reduzieren, ist also nur noch im immer geringeren Umfang und mit immer größeren Aufwand möglich. Daher sollen verstärkt gänzlich emissionsfreie Lkw zum Einsatz kommen. Dies können elektrisch oder mit Wasserstoff betriebene Lkw sein. Dazu müssen aber die CO₂-Emissionen die Höhe der Maut beeinflussen, damit sich die Klimafreundlichkeit dieser emissionsfreien Lkw auch kostengünstig auf die Höhe der Maut auswirkt.

Diskutiert wird in Zukunft die Maut auf weitere Straßen und Fahrzeuge auszudehnen und die Mautsätze zu staffeln, je nachdem wieviel Luftschatdstoffe und CO₂ ausgestoßen werden. Die zusätzlichen Mauteinnahmen sollten aber nicht in die allgemeinen öffentlichen Kassen fließen. Sie sollten stattdessen besser nur zur Finanzierung der verursachten Kosten verwendet werden. Damit sollen also die Kosten für die Folgen der Luftverschmutzung und der Abnutzung der Infrastrukturen bezahlt werden. Im Sinne eines Bonus-Malus-Systems (vgl. Kapitel 11.4) lassen sich so die Kosten für unerwünschtes Verkehrsverhalten verteuern und erwünschtes Verkehrsverhalten vergünstigen. Vergünstigungen können auch der Bau von Infrastrukturen z. B. Ladestationen für Elektrofahrzeuge oder Oberleitungen für Lkws sein, die mit den zusätzlichen „Malus“-Einnahmen bezahlt werden.

Bei der Wirkung einer ausgedehnten Mautpflicht für Lkw, ist zu bedenken, dass es zu Verlagerungen von Güterverkehr kommt. Das kann eine wünschenswerte Verlagerung auf die Bahn oder die Schifffahrt, aber auch eine unerwünschte Verlagerung auf Straßen die keiner Mautpflicht unterliegen sein.

Was die Akzeptanz einer Lkw-Maut betrifft, so ist sie in der Bevölkerung hoch, wenn sie dem Verursacherprinzip folgt. Besonders hoch ist sie bei Anwohnern von Schwerlastverkehr, wenn aus der Maut zum Beispiel Maßnahmen zum Lärmschutz bezahlt werden. Mit Widerstand ist jedoch bei betroffenen Wirtschaftsverbänden zu rechnen für deren Mitgliedsfirmen sich durch die Maut die Transportkosten erhöhen.

14.2.2 Wirkung der Maßnahme

Die Ausweitung der Lkw-Maut hat insgesamt eine positive Wirkung auf die Luftreinhaltung. Dabei wirkt besonders die Verjüngung der Lkw-Flotte positiv. Eine Mautpflicht auf allen Straßen, in Höhe der gefahrenen Kilometer und dem ausgestoßenen CO₂ sowie einer Verdoppelung der Maut für schwere Lkw, würde die Fahrleistung von Lkw um rund 13 % verringern. Das würde ab dem Jahr 2030 jährlich 6,8 Mio. Tonnen Treibhausgase einsparen.

Mit sinkender Fahrleistung sinken auch die Emissionen von Luftschatdstoffen. Insgesamt verursacht der Schwerverkehr ca. 25 % aller NO_x-Emissionen aus dem Straßenverkehr. Wenn die Maut auf alle Straßen ausgedehnt wird, könnten ca. 3,5 Tonnen NO_x eingespart werden. Das sind ungefähr 3 % aller NO_x-Emissionen aus dem Straßenverkehr. Wenn sich allerdings die Lkw-Flotte deutlich verjüngt und dadurch mehr emissionsarme Lkws auf den Straßen fahren, dann können durch sinkende Fahrleistungen auch nur weniger NO_x-Emissionen eingespart werden. Das NLRP aus dem Jahr 2019 gibt 97,4 Tonnen NO_x pro Jahr an, die mit allen seinen Maßnahmen eingespart werden könnten. Demzufolge würde eine Ausweitung der Lkw-Maut nur knapp 4 % dieses Einsparpotentials ausschöpfen. Die tatsächliche Menge der eingesparten NO_x-Emissionen kann jedoch von diesem Wert abweichen. Denn wieviel NO_x-Emissionen der Schwerverkehr

überhaupt freisetzt, ist unsicher und die tatsächliche Menge kann im Mittel ungefähr 20 % höher oder geringer sein.

Eine Ausdehnung der Lkw-Maut würde sich vor allem entlang der Autobahn und an den Bundesstraßen bemerkbar machen. Weil eine Lkw-Maut keinen Einfluss auf andere Quellen von NO_x hat wie z. B. Feuerungsanlagen, deren Emissionen sich viel großflächiger verteilen, wird die Hintergrundbelastung sich auch kaum verändern.

Was dabei nicht betrachtet wird, ist die Reduktion der CO₂-Emissionen. Die CO₂-Emissionen, die eine Ausdehnung der Lkw-Maut einsparen, sind deutlich größer als die eingesparten Mengen an Luftschatdstoffen wie NO_x.

14.3 Maßnahmenspezifische Kommunikation

14.3.1 IST-Zustand: Allgemeine Akzeptanz der Lkw-Maut

Mit der Einführung einer fahrleistungsbezogenen Lkw-Maut im Jahr 2005 hat die Bundesrepublik einen Wechsel hin zu einer nutzerfinanzierten Maut vollzogen. Die Lkw-Maut ist seitdem ein bedeutender Stützpfeiler in der Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur geworden. Ein Teil dieser staatlichen Einnahmen fließt durch Zuschüsse beim Kauf neuer emissionsärmerer Lkw auch an Fuhrunternehmen zurück und beeinflusst dadurch auch eine dynamische Flottenverjüngung in den Fuhrparks. Diese fahrleistungsabhängige Lkw-Maut schafft außerdem Anreize, Wege auf Autobahnen und Bundesstraßen zu verkürzen, Gütertransporte effizienter zu realisieren und Leerfahrten zu vermeiden. Im EU-Vergleich zählt Deutschland noch zu den wenigen Ländern, die einen fahrleistungsabhängigen Tarif erheben.

Bislang ist davon auszugehen, dass höhere Transportkosten durch eine fahrleistungsbezogene Lkw-Maut keine Auswirkungen auf Konsumpreise haben. Demzufolge hatte die Einführung und kontinuierliche Erweiterung der Lkw-Maut kaum bis keine Relevanz für Händler*innen und Verbraucher*innen. Die Akzeptanz für die Lkw-Maut ist daher beispielsweise im Vergleich zu einem CO₂-Aufschlag auf Kraftstoff deutlich höher. Die Lkw-Maut betrifft bislang lediglich Unternehmen des Güterkraftverkehrs.

Mit dem geplanten Anstieg der Mautgebühren ab Dezember 2023 (BMDV 2023) rechnet jedoch das Bundesverkehrsministerium nach eigenen Angaben damit, dass die Mauterhöhung durch die Weitergabe der gestiegenen Transportkosten zu einem Preisanstieg für Transportgüter führen wird. Inwieweit diese Steigerungen auch Auswirkungen auf Konsumgüter haben wird, bleibt abzuwarten.

14.3.2 Zielgruppen

Kritiker*innen: Zu geringe Mautgebühren

Trotz einer allgemeinen Akzeptanz gegenüber der Lkw-Maut gibt es kritische Stimmen. Kritiker*innen sehen das Einnahmepotential durch die Lkw-Maut nicht ausgeschöpft. Die Mautgebühren in Deutschland seien im internationalen Vergleich zu niedrig und decken nur einen geringen Teil der wirklichen Kosten, die durch den umweltbelastenden Lkw-Verkehr verursacht werden, ab. Sie fordern eine an sich höhere Lkw-Mautgebühr.

Keine Reduktion der Fahrleistung

Laut dem statistischen Bundesamt hat sich seit der Mauteinführung 2015 das Aufkommen und die Fahrleistung von Lkw nicht reduziert. Im Gegenteil: Wie die Abbildung 53 zeigt, ist die Gesamtfahrleistung kontinuierlich gestiegen (abgesehen von einem drastischen Rückgang Anfang 2020 bedingt durch die Corona-Pandemie).

Abbildung 53: Monatlicher Lkw-Maut-Fahrleistungsindex (April 2022)



(Bildquelle: Destatis Statistisches Bundesamt 2022)

Diese Tendenz wird vor allem im Kontext des alternativen Bahnverkehrs kritisch gesehen. Die Lkw-Maut ist einerseits wichtige Einnahmequelle und wird zur Finanzierung der Straßeninfrastruktur genutzt. Der Ausbau und eine Attraktivitätssteigerung des Bahnnetzes inklusive Anschluss- und Verladesysteme sind nach einem Referentenentwurf der Bundesregierung vom 25. April 2023 ebenfalls vorgesehen. So sieht eine Änderung des § 11 Abs. 3 S. 2 des Bundesfernstraßenmautgesetz BFStrMG vor die Einnahmen aus der Maut wie folgt zu verwenden: „Es ist zur Hälfte zweckgebunden für die Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur für die Bundesfernstraßen einschließlich der Ausgaben für Betrieb, Planungsleistungen und Verwaltung der Gesellschaft privaten Rechts im Sinne des Infrastrukturgesellschaftserrichtungsgesetzes und im Übrigen für Maßnahmen aus dem Bereich Mobilität und dabei, soweit der Bund Träger der Straßenbaulast ist, ganz überwiegend für Maßnahmen aus dem Bereich Bundesschienenwege zu verwenden“ (vgl. Die Bundesregierung 2023).

Inwieweit eine zukünftige Reduktion der Fahrleistung und somit auch eine Reduktion von Emissionen (z. B. Minderung an Treibhausgasen) zu erwarten ist, bleibt offen.

14.3.3 Maßnahmenspezifische Kommunikation

14.3.3.1 Best Practice: Erfolgsbeispiel Schweiz

Ein Beispiel für ein erfolgreiches Modell für eine fahrleistungsabhängige Maut praktiziert die Schweiz. Mit der sogenannten Leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) setzt sie auf ein System mit Vollkostenansatz, d. h. es werden Gesamtgewicht, Emissionsstufe der Lkw und die gefahrenen Kilometer berechnet. Dafür wurde das maximal zulässige Gewicht der Lkw von 18 Tonnen auf 40 Tonnen kontinuierlich erhöht. Insgesamt führte dies zu einer starken Effizienzsteigerung im Straßengüterverkehr, einer höheren Auslastung der Lkw, zu weniger Leerfahrten und insgesamt zu einem Rückgang der gefahrenen Fahrzeugkilometer pro Jahr um 23 Prozent. Rund ein Drittel davon ist auf eine Verlagerung auf die Schiene zurückzuführen. Denn gleichzeitig wurde das Schienennetz weiter ausgebaut und der sogenannte kombinierte Verkehr (Güterumschlag zwischen Schiene und Verkehr) stark gefördert. Diese Methode ermöglicht es, einen wesentlich größeren Transportteil über den Schienenverkehr zu realisieren und nur die sogenannte „Feinverteilung“ per Lkw zu erbringen. Hinzukommt ein Nachtfahrverbot auf der Straße. Der vergleichsweise sehr hohe Bahnanteil ist einerseits auf die Kombination von Bahn- und Straßenverkehr, andererseits auf die Lenkungswirkung der LSVA zurückzuführen. Ein weiterer Aspekt ist die Finanzierung von Straße und Schiene durch die LSVA. Zwei Drittel der LSVA-Einnahmen werden zur Finanzierung von Bahngroßprojekten verwendet.

14.3.4 Handlungsempfehlung für Kommunikation

Die Lkw-Maut ist bislang für Logistik- und Transportunternehmen von hoher Relevanz. Die aktuellen Entwicklungen zeigen noch keine Auswirkungen hinsichtlich Preissteigerungen bei Konsumgütern. Sollten sich dieser Aspekt jedoch verändern, wird eine Aufklärungskampagne notwendig sein, um den Zusammenhang zwischen dem notwendigen Anstieg der Lkw-Maut und der Umlage auf Konsumgüter abzubilden. Eine transparente und layenverständliche Kommunikation wird dann erforderlich sein. Im Gesamtkontext der Klimaziele der Bundesregierung (und dem Beitrag einer/s jeden einzelnen Bürgers/*in) kann hier auch die Brücke zu anderen klimafreundlichen Maßnahmen übergeleitet werden (z. B. Fokussierung auf regionale Produkte, saisonale Lebensmittel, Reduktion bzw. Verzicht auf Produkte, die „quer“ durch Europa transportiert werden müssen).

15 Verkehr: Maßnahme „Parkraumbewirtschaftung“

15.1 Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung

15.1.1 Rahmenbedingungen der Maßnahme

Neben dem fließenden Verkehr stellt insbesondere in Städten der sogenannte ruhende Verkehr (d. h. parkende Fahrzeuge) einen wichtigen Aspekt der Auswirkungen von Mobilität dar. Die vorhandenen Optionen für das Parken im öffentlichen und im privaten Raum beeinflussen maßgeblich das Mobilitätsverhalten der Menschen, die in die Städte pendeln (Beruf, Freizeit, Einkauf) oder die dort leben. Werden die Rahmenbedingungen des ruhenden Verkehrs (Parken) verändert hin zu weniger und teureren Parkplätzen, fördert dies die Nutzung von nachhaltigen Verkehrsarten wie den Umweltverbund. Dadurch sinken die Emissionen von Luftschatzstoffen, Treibhausgasen und Lärm sowie die negativen Auswirkungen auf Umwelt, Gesundheit und die Aufenthaltsqualität.

Der Begriff Parkraummanagement umfasst die zeitliche und räumliche Beeinflussung des Parkraumangebots und der Parkraumnachfrage. Parkraumbewirtschaftung bezieht sich auf die Bewirtschaftung des öffentlichen Parkraums durch die Erhebung von Parkgebühren (vgl. UBA 2021d).

Die Maßnahme Einführung bzw. Ausweitung von „Parkraummanagement/-bewirtschaftung“ zielt vor allem darauf ab, in Städten das Parken zu verteuern und die Nutzung alternativer Mobilitätsangebote (z. B. ÖPNV, Rad- und Fußverkehr) zu stärken.

In (Oehlmann et al. 2019) wird ausgeführt: „Die Nachfrage nach Parkraum ist in vielen Innenstädten höher als das Angebot. Der sogenannte Parksuchverkehr ist eine besonders ineffiziente Form des Verkehrs und erhöht die Luftverschmutzung, CO₂-Emissionen, Lärm, Stau (Zeitverlust) und Unfallrisiken. Laut der Berliner Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (o.J.) kann der Parksuchverkehr je nach Bereich 20 bis 30 % des Gesamtverkehrs ausmachen. Effizienteres Parken hat also das Potenzial Verkehrsaufkommen und Zeitverluste signifikant zu reduzieren und sich entsprechend positiv auf die Stadt- und Umweltverträglichkeit auszuwirken. Auch nimmt Parkraum viel Fläche in Anspruch, die gerade in Innenstädten knapp und entsprechend teuer ist. [...]“

In vielen Großstädten weltweit hat sich ein aktives Parkraummanagement als relevanter Bestandteil der Verkehrsplanung etabliert. Parkraummanagement umfasst sowohl die Angebotssteuerung, die Gestaltung des Parkraumangebots, Informations- und Leitsysteme sowie die Parkraumbewirtschaftung und hat zum Ziel, Angebot und Nachfrage möglichst effizient zu steuern. Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung in Berlin (2004) konkretisiert das Ziel der Parkraumbewirtschaftung wie folgt:

- ▶ Effizientes Parken (u.a. kürzere Parkplatzsuche, höhere Umschlagzahlen)
- ▶ Stadt- und Umweltverträglichkeit (u.a. weniger Lärm, bessere Luft)
- ▶ zufriedene Bewohnerinnen und Bewohner, zufriedene Gewerbetreibende“ (Oehlmann et al. 2019 S.88).

„Die Parkgebühr ist ein besonders sichtbarer Kostenpunkt in der Autonutzung und beeinflusst Entscheidungen bezüglich des eigenen Mobilitätsverhaltens daher effektiv. Ein entsprechend ausgestaltetes Gebührensystem kann u.a. auf folgende Weise zur Verkehrssteuerung, -vermeidung und -verlagerung beitragen:

- ▶ räumliche und zeitliche Verlagerung der Nachfrage durch differenzierte Parkgebühren
- ▶ Verlagerung des Verkehrs weg vom individuellen Autoverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel durch den zusätzlichen Kostenpunkt „Parkgebühr“
- ▶ Verringerung der Nutzung und der Anzahl an Pkw durch Carpooling oder Sharing-Angebote
- ▶ höherer Umschlag und eine effizientere Nutzung einzelner Stellplätze durch Reduzierung des Anteils der Dauerparker“ (Oehlmann et al. 2019 S.90).

Eine Parkraumbewirtschaftung kann aktuell nach StVO nur dort eingeführt werden, wo ein Mangel privater Stellplätze und ein erheblicher Parkdruck vorliegen. Sie sollte nach Möglichkeit flächendeckend, zumindest in innenstädtischen Gebieten, eingeführt werden, um so die Suche nach einem kostenlosen Parkplatz zu vermeiden. Auch sollte erkennbar sein, wo welche Gebührenhöhe gilt.

In (Oehlmann et al. 2021) wird erläutert: „Das Instrument des Parkraummanagements soll zur Internalisierung der externen Kosten des Parkens beitragen soll. Das Instrument bezieht sich auf Parkstände auf öffentlichen Verkehrsflächen. [...] Die Verteuerung des Parkens kann als Subventionsabbau verstanden werden, denn freies oder zu günstiges Parken stellt eine erhebliche Förderung des Autoverkehrs zu Lasten der Gesellschaft dar. [...] Die wichtigsten Stellschrauben für die Ausgestaltung von Parkgebühren selbst sind deren absolute Höhe sowie die (elektronisch gestützte) räumliche und zeitliche Differenzierung (in Abhängigkeit vom Parkdruck). [...] Parkgebühren könnten sich z. B. an der Höhe von ÖPNV-Tickets orientieren. Dies wäre gerade bei der Wahl des Verkehrsmittels ein klares, leicht zu berücksichtigendes Preissignal. Ein anderer Vorschlag sieht vor, dass Parkgebühren im öffentlichen Raum deutlich über den Preisen von Parkhäusern liegen sollten, da die Auslastung in Parkhäusern meist erheblich geringer ist als an den Straßen. Eine Ausgestaltungsmöglichkeit könnte die Bevorzugung von reinen Elektrofahrzeugen bei den Parkgebühren sein, um den Anteil emissionsfreier Fahrzeuge zu fördern. Da ein Ziel des Parkraummanagements jedoch die Verringerung des Individualverkehrs insgesamt und der Umstieg auf alternative Mobilitätsoptionen ist, sollte eine Befreiung oder Reduktion der Gebühren für Elektrofahrzeuge zeitlich befristet werden.“ (Oehlmann et al. 2021 S. 252).

„Die Bevölkerung, insbesondere einkommensschwache Haushalte, und die städtischen Gewerbetreibende sind von der Maßnahme stark betroffen. Bei geeigneter Umnutzung der freiwerdenden Flächen kann die Lebensqualität im Siedlungsgebiet deutlich gesteigert werden, beispielsweise, wenn sie für den Ausbau des Fahrrad- und Fußverkehrs oder den Ausbau von Grünflächen und Freiräumen genutzt werden. Davon profitiert vor allem die städtische Bevölkerung. Daher ist insgesamt von einer mittleren Akzeptanz auszugehen.“ (Oehlmann et al. 2021 S. 252).

Zusammenfassend kann für die Maßnahme „Einführung bzw. der Ausbau von Parkraummanagement/-bewirtschaftung“ festgestellt werden, dass diese nur dann zielführend im Sinne einer nachhaltigen Mobilität sein wird, wenn sie gleichzeitig mit dem Ausbau und der Stärkung des Umweltverbundes verknüpft wird. Dies schließt auch Maßnahmen zum Ausbau von multi- oder intermodalen Mobilitätsangeboten, wie Mobilitätsstationen, ein, ebenso wie den Ausbau digitaler Lösungen zur optimalen Verknüpfung der verschiedenen Mobilitätsformen. Der Umstieg vom privaten Pkw auf den Umweltverbund bzw. nachhaltigen Mobilitätsformen muss möglichst einfach, bequem und nicht kostspieliger sein als die Nutzung des Pkw.

15.1.2 Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahme

Die Maßnahme zum Parkraummanagement aus den Maßnahmenvorschlägen des UBA für das Aktionsprogramm zur integrierten Stickstoffminderung (Oelmann et al. 2021) wird dort bezüglich der Ausgestaltung und Wirkung wie folgt beschrieben:

- ▶ Einführung eines flächendeckenden Parkraummanagements in Innenstädten in Städten mit mehr als 500.000 Einwohner*innen.
- ▶ Das Einsparpotenzial wird dort als gering eingeschätzt mit 0,25 bis 1,5 kt N (entspricht ca. 0,8 bis 4,9 kt NO_x¹⁶). Begründet wird dies wie folgt: „Mit der Einführung der Parkgebühren reduziert sich die Nachfrage nach Parkplätzen und die durchschnittliche Parkdauer. Damit führt die Maßnahme wiederum zu einer Steigerung der Parkraumverfügbarkeit. Die Reduktion von Parkraum führt zu einer Reduktion der Pkw-Fahrten in den Innenstädten. Die Quantifizierung der Effektivität erfolgt unter der Annahme, dass das Parkraummanagement zu einer Reduktion der innerstädtischen Verkehrsleistung der Pkw um 10 % führt. Gleichzeitig ist eine Verlagerung auf den ÖPNV zu erwarten. Es wird angenommen, dass die Verkehrsleistung der Busse um 5 % ansteigt.“ (Oehlmann et al. 2021 S. 252).

In (Oehlmann et al. 2019) wird die Maßnahme Parkraumbewirtschaftung als Instrument in Bezug auf die Luftreinhaltung als positiv bewertet, konkrete Angabe zum Wirkungspotenzial werden nicht angegeben.

Im NLRP von 2019 ist diese Maßnahme nicht als Einzelmaßnahme enthalten. Für die Maßnahmen „Ausbau und Stärkung des Umweltverbunds“ (vgl. Kap. 12) wird eine Reduktion der innerörtlichen Pkw-Fahrleistung von 10 % bis 2025 und 15 % bis 2030 angenommen. Geht man von der oben aufgeführten Annahme von -10 % Pkw-Fahrleistung für die Maßnahme Parkraummanagement aus, dann wird die emissionsseitige Wirkung in der gleichen Größenordnung liegen wie für die Maßnahme „Umbau und Stärkung des Umweltverbunds“. Es sei hier aber darauf hingewiesen, dass die Wirkungen dieser beiden Maßnahmen nicht additiv zu sehen sind, da beide das gleiche Potenzial adressieren.

15.1.3 Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen

Da sich die Maßnahme „Parkraummanagement/-bewirtschaftung“ aus dem NLRP von 2019 emissionsseitig auf die Reduktion des innerörtlichen Personenverkehrs auswirkt, werden die im German Informative Inventory Report 2022 (IIR) angegebenen Unsicherheiten dieser Emissionsquelle betrachtet, wie bereits bei der Maßnahme „Ausbau und Stärkung des Umweltverbunds“. Für NO_x-liegen die dort angegebenen Werte für mittlere untere und obere Abweichung vom berichteten Wert bei -16 % bzw. +20 %.

15.1.4 Auswirkungen der Maßnahmen auf die Luftqualität

Die Emissionsminderung durch die Maßnahme „Parkraummanagement/-bewirtschaftung“ wird sich (genauso wie bereits für die Maßnahme „Ausbau und Stärkung des Umweltverbundes“ beschrieben), vor allem im innerörtlichen städtischen Bereich zeigen, da die Reduktion der Fahrleistung aufgrund geringerer Parksuchverkehre und verstärktem Umstieg auf den Umweltverbund überwiegend im städtischen Umfeld stattfindet.

Emissionsseitig betrachtet hat die Maßnahme „Parkraummanagement/-bewirtschaftung“ im Prognosejahr 2030 eine geschätzte Wirkung von maximal 4,9 kt NO_x (vgl. oben). Dies entspricht

¹⁶ Umrechnungsfaktor für N-Verbindungen gemäß DESTINO-Bericht 1 (UBA-Texte 96/2020), Seite 32: 1 t NO_x-N = 3,29 t NO_x

einem Anteil von ca. 5 % der gesamten NO_x- Emissionsminderung der zusätzlichen Maßnahmen im WAM-Szenario des NLRPs von 2019. Immissionsseitig wird sich vor allem in städtischen Bereich auch eine tendenzielle Minderungswirkung ergeben.

Bei der Bewertung der Relevanz der Maßnahme sollten auch die sonstigen positiven Aspekte, neben der Reduktion der Luftschadstoffbelastung, mitberücksichtigt werden. Dies sind vor allem:

- ▶ Reduktion der Treibhausgasemissionen
- ▶ Reduktion von Lärmelastungen
- ▶ Reduktion des Flächenverbrauchs durch parkende Fahrzeuge und Umnutzung dieser Flächen z. B. für den Ausbau von Fuß- und Radverkehr oder für Grünflächen (Verbesserung Aufenthaltsqualität und Stadtklima)
- ▶ Erhöhung der Lebensqualität in Städten

15.2 Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache

15.2.1 Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme

Mit der Bewirtschaftung oder etwas allgemeiner, mit dem Management von Parkraum soll der ruhende Verkehr beeinflusst werden. Wieviel Parkraum wo zur Verfügung steht und wieviel es kostete dort zu parken beeinflusst das Verkehrsverhalten. Das gilt insbesondere in den Städten. Ziel der Bewirtschaftung von Parkraum ist es, dass mehr Menschen die öffentlichen Verkehrsmittel nutzen, mit dem Fahrrad fahren oder zu Fuß gehen. Deshalb ist das Parkraummanagement auch eng mit dem Umweltverbund in Kapitel 12 verknüpft, der auch Alternativen zum privaten Autoverkehr im Blick hat.

Das Management von Parkraum erfolgt mit rechtlichen Mitteln wie Verboten oder zeitliche Begrenzungen aber auch mit ökonomischen Anreizen wie Parkgebühren. Wo dann welcher Parkraum zur Verfügung gestellt wird, lenkt das Verkehrsverhalten. Ein Beispiel sind Park & Ride Parkplätze an Vorortbahnhöfen, um dem Pendlerverkehr in und aus der Stadt den Umstieg vom privaten Pkw auf die Bahn zu erleichtern.

Gerade in Innenstädten kommt hinzu, dass der Parkraum wertvolle und knappe Flächen besetzt die bei einer anderen Nutzung wie z. B. als Rad- und Fußwege oder Grünflächen die Lebensqualität in den Städten stark erhöhen.

Ein besonderes Problem beim Parkraum in Städten ist der sogenannte Parksuchverkehr. Auf der Suche nach einem freien Parkplatz werden die Straßen abgefahrene. Diese Art von Verkehr kann bis zu 30 % des gesamten Verkehrs in der Stadt ausmachen.

In vielen Städten gehört ein aktives Parkraummanagement zum Alltag. Meist wird versucht die Effizienz des Parkens zu steigern, indem der Parkraum leicht zu finden ist und der Durchsatz pro Parkplatz erhöht wird. Hinzu kommt die Vermeidung von Abgasen und Lärm sowie die Zufriedenheit der Anwohner und Geschäfte in der Gegend. Eine zentrale Stellschraube sind die Gebühren. Die können zum Beispiel zeitlich gestaffelt werden und das an unterschiedlichen Standorten. Auf diese Weise lässt sich Verkehr zeitlich und räumlich verlagern. Eine andere Möglichkeit ist das gebührenfreie Parken für umweltfreundlichere Fahrzeuge. Denkbar sind auch höhere Parkgebühren für besonders umwelt- und klimaschädliche Fahrzeuge. Bekannt ist des Weiteren die komplette Reservierung von Parkplätzen z. B. für Elektrofahrzeuge für die dann auch eine

Ladestation da ist oder für Fahrzeuge die nicht privat sind sondern als Car-Sharing gemietet werden können. Dabei wird auch deutlich wie sehr eine Parkraumbewirtschaftung auf digitale Technik z. B. in Parkautomaten und Zugangsschranken angewiesen ist. Die Höhe der Parkgebühren ist sehr entscheidend. Wenn sie z. B. höher sind als ein Fahrschein für Bus oder Bahn, wird das Parken unattraktiv. Auch können innerstädtische Parkhäuser, die manchmal nur wenig ausgelastet sind, geringere Gebühren verlangen als für das Parken an der Straße fällig ist und damit den Druck auf den öffentlichen Verkehrsraum in der Stadt entspannen.

Was die Akzeptanz betrifft, ist der Parkraum für Anwohnerschaft und den Gewerbetreibenden der Umgebung sehr sensibel. Während die Anwohner*innen vor allem möglichst nahe am Wohnort parken möchten, kommt bei den Gewerbetreibenden noch der Kunden- und Lieferverkehr hinzu, der für ihren geschäftlichen Erfolg wichtig ist. Für die Anwohner*innen steigt allerdings die Qualität sich draußen aufzuhalten sehr. Gerade in dicht besiedelten Innenstädten gibt es ein großes Bedürfnis die Aufenthaltsqualität zu erhöhen und die Städte von den vielen fahrenden und stehenden Autos zu „befreien“. Das führt dazu, dass immer mehr Städte ehemaligen Parkraum in Begegnungsflächen umwandeln. Wenn die Parkraumbewirtschaftung eine Reduktion von Lärm und Auspuffemissionen bewirkt und neue Flächen erschließt, trifft sie bei der Anwohnerschaft in der Regel auf eine hohe Akzeptanz.

15.2.2 Wirkung der Maßnahme

Die Parkraumbewirtschaftung wirkt sich grundsätzlich positiv auf die Luftreinhaltung aus. Es ist damit zu rechnen, dass sich bei ihrer Einführung in allen Städten mit mehr als 200.000 Einwohner, die Nachfrage und die Dauer des Parkens reduziert. Zudem ist von einer Verringerung des privaten Pkw-Verkehrs auszugehen. Ferner steigt die Auslastung der öffentlichen Verkehrsmittel und es werden verstärkt Fahrräder genutzt oder zu Fuß gegangen. Bei einer Reduktion des städtischen Pkw-Verkehrs um 10 % und einer Erhöhung der Auslastung des öffentlichen Verkehrs um 5 % wird die Emissionsreduktion auf bis zu 4,9 kt NO_x jährlich geschätzt. Dies entspricht einem Anteil von 5 % der gesamten Emissionsreduktion aller Maßnahmen im NLRP von 2019.

Damit liegt die bewirkte Emissionsreduktion in ähnlicher Größenordnung wie die Maßnahme Ausbau und Förderung des Umweltverbunds. Da sowohl das Parkraummanagement als auch der Umweltverbund eine sehr ähnliche Zielsetzung haben, nämlich die Reduktion des privaten Pkw-Verkehrs in Städten zu Gunsten einer verstärkten Nutzung öffentlicher sowie nicht motorisierter Verkehrsmittel, dürfen die jeweils erzielten Emissionsreduktionen nicht zusammengezählt werden.

Die Emissionsreduktion wird sich auf die in den Städten vorhandene Schadstoffbelastung in der Luft niederschlagen. Es ist von einer geringfügigen Minderungswirkung auszugehen, welche auch die Hintergrundbelastung tendenziell etwas reduzieren wird.

Dazu ist jedoch zu ergänzen, dass eine Reduktion des städtischen Pkw-Verkehrs und eine erhöhte Nutzung öffentlicher Verkehrsmittel sowie des Fahrrads und mehr Fußverkehr, auch eine Reduktion bei den Emissionen von Treibhausgasen bewirken. Hinzu kommen weitere positive Wirkungen der Maßnahme Parkraumbewirtschaftung. Dazu zählen die Reduktion der Lärmbelastungen, die Reduktion des städtischen Flächenverbrauchs und die Erhöhung der Lebensqualität in der Stadt.

15.3 Maßnahmenspezifische Kommunikation

15.3.1 Akzeptanz der Zielgruppen

Erfahrungen in vielen deutschen Städten zeigen, dass insbesondere der Einzelhandel und größere Arbeitgeber der Parkraumbewirtschaftung häufig zunächst sehr kritisch gegenüberstehen (Bauer et al. 2016). Sowohl bei Bewohner*innen, der lokalen Wirtschaft und dem Einzelhandel wurde in vielen Fällen aber eine positive Entwicklung der Akzeptanz nach Einführung festgestellt (ebd.). Häufig setzt sich langfristig die Erkenntnis durch, dass die Bewirtschaftung des Parkraums die Parkplatzsuche der Kundschaft verbessert (ebd.). In einigen Fällen sind es die Beschäftigten selbst, die als Dauerparkende die anliegenden Parkplätze für potenzielle Kund*innen blockieren.

Der Handelsverband Bayern, eine Interessenvertretung des Einzelhandels, verlangt mittlerweile, den Raum in Innenstadtbereichen Parkenden nur gegen eine Gebühr zur Verfügung zu stellen. Weiterhin spricht er sich für eine räumliche Variation der Gebührenhöhe aus (Streller 2014). Durch die Beteiligung der betroffenen Bevölkerung und eine wirksame Information der Öffentlichkeit kann häufig eine hohe Akzeptanz erreicht werden, da insbesondere Anwohner*innen von erhöhtem Parksuchverkehr und dessen Externalitäten direkt oder indirekt betroffen sind. Wichtig ist dabei eine sichtbare positive Veränderung nach Einführung, um die Wirksamkeit des Instruments zu belegen und den Vorbehalten gegenüber eines reinen Finanzierungsinstruments entgegenzuwirken. Die Akzeptanz nimmt zu, wenn die Vorteile spürbar werden. Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin beispielsweise empfiehlt „Informationen im Internet, den Druck von Broschüren und die Vor-Ort-Verteilung von Faltblättern in Lokalen, Kinos, Theatern usw.“ im Vorfeld einer Einführung. Auch die Zweckbindung von Einnahmen können die Akzeptanz steigern (vgl. Zilkens 2009).

Gleichwohl stößt die Einführung des Instruments meist auf größere Widerstände seitens der lokalen Wirtschaft, des Einzelhandels und der Bewohner*innen. Häufig wendet sich die negative Einstellung jedoch, sobald die Vorteile für die Betroffenen spürbar werden. Die Lenkungswirkung einer Parkgebühr wird im Vorfeld offensichtlich unterschätzt und oft lediglich als weitere Einnahmequelle der öffentlichen Hand wahrgenommen. Gleichzeitig scheint vielen Menschen nicht bewusst zu sein, dass kostenloses Parken im öffentlichen Raum eine massive Subventionierung des Kfz-Verkehrs zu Lasten der Gesellschaft darstellt. Die Aufklärung und Beteiligung der Betroffenen ist daher wichtig für die Akzeptanz (vgl. UBA 2019a).

15.3.2 Best practice „Workplace Parking Levy“ in Nottingham

Im April 2012 führte Nottingham als erste Stadt in Europa eine Abgabe für private, von Arbeitgeber*innen zur Verfügung gestellte Parkplätze, die sogenannte „Workplace Parking Levy“, ein. Für jeden bereitgestellten Parkplatz müssen Arbeitgeber*innen mit mehr als zehn Parkplätzen für ihre Angestellten eine jährliche Abgabe von inzwischen rund 500 Euro bezahlen. Von der Gebühr sind etwa 27.000 Parkplätze betroffen, sodass die Stadt Nottingham pro Jahr durch die „Workplace Parking Levy“ mehr als 10 Mio. Euro einnimmt. Diese werden für die Finanzierung des öffentlichen Verkehrs verwendet, zum Beispiel für die umfangreiche Erweiterung des Straßenbahnnetzes oder die Beschaffung von Elektro- und Biogasbussen. Die Einführung der „Workplace Parking Levy“ führte zu einer Verlagerung vom motorisierten Individualverkehr zum öffentlichen Verkehr und hierdurch zu einer Reduzierung der negativen externen Effekte des Verkehrs in Form von Emissionen und Staus.

Arbeitgeber stellen ihren Angestellten in vielen Fällen kostenlose Parkplätze zur Verfügung. Da sie für die Errichtung und Instandhaltung der Parkplätze aufkommen, gewähren sie den Angestellten indirekt einen monetären Vorteil. Dadurch entsteht für diese ein Anreiz, im Pkw, meist in Einzelbesetzung, zur Arbeit zu fahren. Wenn Angestellte für die mit dem Parken verbundenen Kosten selbst aufkommen müssten, würde ein Anreiz entstehen, umweltfreundliche Verkehrsmittel zu nutzen. Eine entsprechende Abgabe würde die Angestellten allerdings zusätzlich zu den Fahrtkosten zur Arbeit und zurück weiter finanziell belasten. Da sich dies in der Folge negativ auf die Attraktivität des Arbeitgebers für dessen Angestellte auswirkt, ist eine Umsetzung nur schwierig durchsetzbar. Eine Möglichkeit stellt die Einführung einer Abgabe für private, von Arbeitgebern zur Verfügung gestellte Parkplätze dar. Hierdurch würde die Anzahl der zur Verfügung gestellten Parkmöglichkeiten sinken, was die Bildung von Fahrgemeinschaften und die Nutzung umweltfreundlicher Verkehrsmittel begünstigt (vgl. UBA 2021d).

15.3.3 Handlungsempfehlung

Parkraummanagement ist aus unserer Sicht nur dann zielführend, wenn es gleichzeitig mit dem Ausbau des Angebotes des Umweltverbundes sowie ergänzender Fördermaßnahmen (z. B. Car-Sharing) kombiniert wird. Dabei spielt der Ausbau der multi- und intermodalen Mobilitätsangebote eine zentrale Rolle. Dazu gehören auch Mobilitätsstationen sowie digitale Lösungen. Um den Umstieg vom privaten Pkw auf den Umweltverbund/ nachhaltigere Mobilitätsformen zu befördern, muss es möglichst bequem und kostengünstig sein, diese Alternativen zu nutzen und gleichzeitig möglichst kostspielig/ unbequem sein, den privaten Pkw zu nutzen.

16 Verkehr: Maßnahme „Tempolimit auf Autobahnen und sonstigen Außerortsstraßen“

16.1 Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung

16.1.1 Rahmenbedingungen der Maßnahme

Es wird schon seit Jahren in Deutschland die Einführung eines generellen Tempolimits für Autobahnen diskutiert. In jüngster Zeit wird auch die Herabsetzung des Tempolimits auf sonstigen Straßen außerhalb von Ortschaften von 100 km/h auf 80 km/h sowie der Regelgeschwindigkeit für Straßen innerhalb geschlossener Ortschaften von 50 km/h auf 30 km/h verstärkt diskutiert.

Generell können Tempolimits zu einer Verminderung des Kraftstoffverbrauchs und einer Reduktion von Luftschatstoff- und Treibhausgasemissionen führen. Ebenso werden Tempolimits zur Lärminderung beitragen. Daneben sind auch die Erhöhung der Verkehrssicherheit und vor allem innerörtlich die Verbesserung der Aufenthaltsqualität als positive Folgen von Tempolimits zu nennen.

In Bezug auf die Reduktion von Luftschatstoffemissionen stehen aktuell vor allem Tempolimits auf Autobahnen und sonstigen Außerortsstraßen im Fokus, deren Rahmenbedingungen im Folgenden erläutert werden.

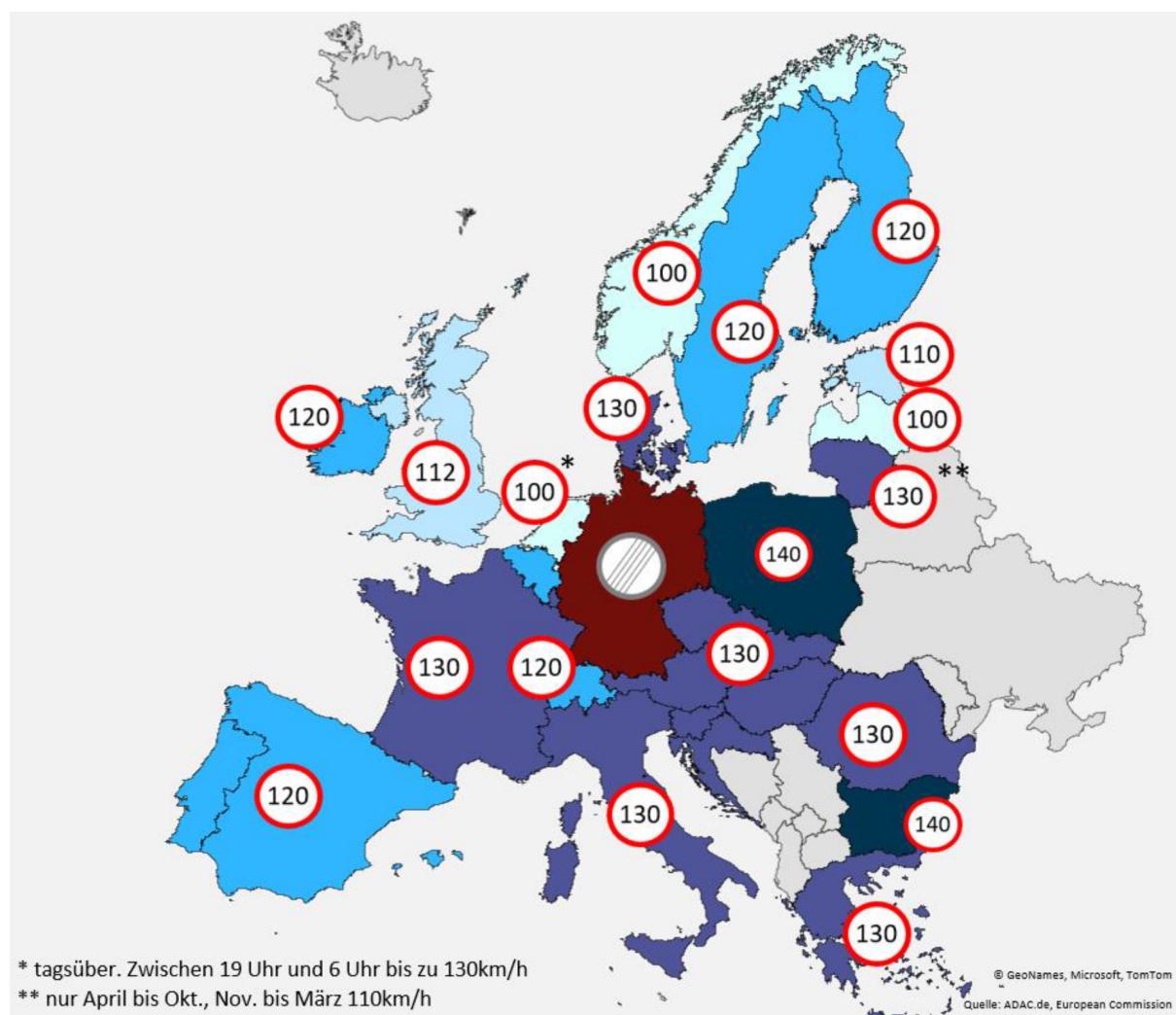
Tempolimit auf Autobahnen

Fast überall auf der Welt gibt es eine Höchstgeschwindigkeit auf Autobahnen. Deutschland ist das einzige Industrieland, das kein generelles Tempolimit auf Autobahnen hat. Innerhalb der EU gilt in den meisten Ländern ein Tempolimit von 130 km/h oder darunter, nur in Polen und Bulgarien von 140 km/h (vgl. Abbildung 54).

Nach (UBA 2021g) unterliegen aktuell „weniger als ein Viertel der deutschen Autobahnkilometer einem dauerhaften Tempolimit. [...] Die Einführung einer Geschwindigkeitsbegrenzung wäre eine kostengünstige und kurzfristig realisierbare Möglichkeit, um den Kraftstoffverbrauch und somit die Luftschatstoff- und Treibhausgasemissionen zu senken.“ (UBA 2021g S. 3). Unerwünschte negative Nebeneffekte könnten ggfs. Verkehrsverlagerungen auf Landstraßen sein. Um diesen Effekt zu begrenzen, wären verschärzte Tempolimits auf Landstraßen, wie z. B. eine Begrenzung auf 80 km/h, sinnvoll. Ein Tempolimit auf Autobahnen wird auch zur Erhöhung der Verkehrssicherheit beitragen.

Das UBA schlägt vor: „Ein bundesweites Tempolimit auf Autobahnen könnte durch eine entsprechende Gesetzgebung rasch auf den Weg gebracht werden. In der Einführungsphase wird wahrscheinlich eine Beschilderung der Autobahnauffahrten notwendig. Es kann davon ausgegangen werden, dass dies in kurzer Zeit zu geringen Kosten erfolgen könnte. Um die Einhaltung der Tempolimits sicherzustellen, wäre ein deutlicher Ausbau der Infrastruktur zur Geschwindigkeitsüberwachung notwendig. [...] Zumindest ein Teil dieser Ausgaben könnte über anfallende Bußgelder gegenfinanziert werden.“ (UBA 2021g S. 6).

Abbildung 54: Tempolimits in der EU und ausgewählten Nachbarländern auf



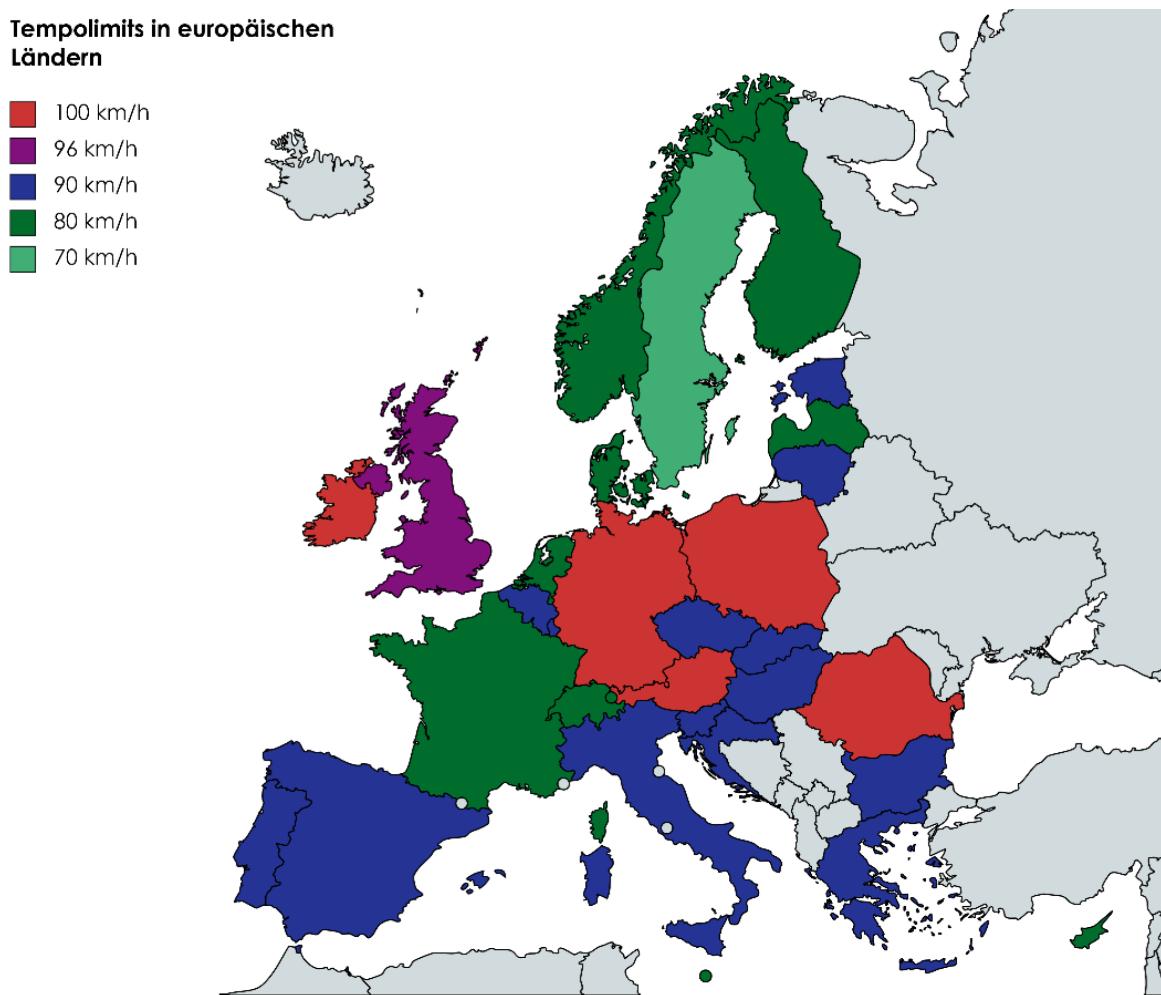
(Quelle: UBA 2021g)

Tempolimit auf sonstigen Außerortsstraßen

Außerhalb geschlossener Ortschaften gilt in Deutschland ein Tempolimit von 100 km/h, sofern nicht aus besonderen Gründen eine niedrigere Geschwindigkeit vorgeschrieben wird. Ausgenommen sind davon nur Autobahnen und andere autobahnähnliche Straßen mit mindestens zwei markierten Fahrstreifen pro Richtung und Straßen, die eine Richtungstrennung durch Mittelstreifen oder sonstige bauliche Einrichtungen aufweisen.

Auf Straßen außerhalb geschlossener Ortschaften gilt auch in anderen europäischen Ländern generell ein Tempolimit (UBA 2022a), dabei gibt es außer Deutschland noch weitere Länder mit einem Tempolimit von 100 km/h (vgl. Abbildung 55). In den meisten Ländern gilt ein Tempolimit von 90 km/h oder 80 km/h. Je nach Land gelten für Kfz > 3,5t zulässigem Gesamtgewicht auch noch niedrigere Geschwindigkeitsbegrenzungen.

Abbildung 55: Tempolimits in der EU und ausgewählten Nachbarländern auf Straßen außerhalb geschlossener Ortschaften



(Quelle: UBA 2022a)

16.1.2 Emissionsseitige Wirkungen der Maßnahmen

Die emissionsseitigen Wirkungen der Maßnahmen „Tempolimit 120 km/h auf Bundesautobahnen“ und „Tempolimit von 80 km/h auf Bundesstraßen“ wurden im Rahmen der Arbeiten für die Erstellung des NLRP von 2019 ermittelt (Jakobs et al. 2019). Hierbei wurde die Maßnahmenwirkung wie folgt beschrieben:

- ▶ Insbesondere sehr hohe Geschwindigkeiten führen bei vielen Pkw zu einem deutlich erhöhten Schadstoffausstoß. Ein Tempolimit trägt dazu bei, Betriebszustände im Bereich höherer Geschwindigkeiten zu vermeiden und die damit verbundenen deutlich erhöhten Emissionen zu verringern. Die durch ein allgemeines Tempolimit erzielbaren Emissionsminderungen hängen neben der zulässigen Höhe der Maximalgeschwindigkeit wesentlich von seiner Befolgung durch die Verkehrsteilnehmer*innen ab. Um einen hohen Befolgsgrad zu erreichen, sind erhöhte Anstrengungen erforderlich (Motivationskampagnen, Überwachung).

Für die Quantifizierung des Emissionsminderungspotentials dieser Maßnahme wurden unter Berücksichtigung von durchschnittlichen Geschwindigkeitsverteilungen auf Autobahnen bzw.

Außenortsstraßen die Fahrleistungsanteile >120 km/h bzw. >80 km/h zu niedrigeren Geschwindigkeiten verschoben. Es wurde bei dieser Abschätzung von einem Befolgsgrad von 100% ausgegangen. Die Maßnahmenwirkungen wurden auf Basis der Daten des Modells TREMOD (Version 5.72) des UBA ermittelt. Es wurden für 2030 die folgenden Abgas-Emissionsminderungen ermittelt:

Tabelle 20: Tempolimit 120 km/h auf Autobahnen und Tempolimit 80 km/h auf Bundesstraßen, Maßnahmenwirkung auf die Emissionen 2030

Emissionsminderung durch die Maßnahmen für 2030 in kt		
Schadstoff	Tempolimit 120 km/h auf Autobahnen	Tempolimit von 80 km/h auf Bundesstraßen
NO _x	6,98 kt (5,94%)	1,25 kt (1,07%)
PM ₁₀ /PM _{2,5}	0,02 kt (1,31%)	0,00 kt (0,22%)
NMVOC	0,06 kt (0,15%)	-0,18 kt (-0,00%)
NH ₃	-0,00 kt (-0,00%)	0,00 kt (0,00%)
SO ₂	0,00 kt (0,45%)	0,00 kt (0,38%)

(Quelle: Jakobs et al. 2019)

(positive Werte stehen für Minderungen, negative Werte stehen für Zunahmen; Die in den Klammern angegebenen prozentualen Änderungen beziehen sich auf die Abgas-Emissionen des Straßenverkehrs insgesamt.)

Das Emissionsminderungspotential dieser Maßnahme liegt demnach bezogen auf die Emissionen des Straßenverkehrs für die hier betrachteten Schadstoffe in einem Bereich von 0 % bis 7 %.

Für NO_x liegt die Emissionsminderung der hier betrachteten Einzelmaßnahme bei 8% des gesamten Emissionsminderungspotenzials der zusätzlichen Maßnahmen im WAM-Szenario in 2030 und für PM_{2,5} bei <1%.

In (UBA 2021g) wird neben den Wirkungen eines Tempolimits auf Autobahnen auf die Treibhausemissionen auch angegeben, wie dieses sich auf die Luftschadstoffemissionen auswirken kann. Die Minderung der NO_x-Emissionen von Pkw und leichten Nutzfahrzeugen auf Autobahnen liegt bei 28%, die für Feinstaub bei 24%, bezogen auf die Emissionen des Autobahnverkehrs.

Die Maßnahme „Festlegung der Höchstgeschwindigkeit auf Bundesautobahnen auf 120 km/h“ ist auch bei den Maßnahmenvorschlägen des UBA für das Aktionsprogramm zur integrierten Stickstoffminderung (Oehlmann et al. 2021) enthalten. Berücksichtigt wird nur die Auswirkung der Maßnahmen auf den Straßenverkehr von Personenwagen. Es wird ein Befolgsgrad von 80% angenommen. Das Einsparpotenzial wird dort als „mittel“ eingeschätzt mit 1,5 bis 5 kt N (entspricht ca. 4,9 bis 16,5 kt NO_x). Begründet wird dies wie folgt: „Durch ein Tempolimit auf Autobahnen sinkt kurzfristig der Kraftstoffverbrauch pro Personenkilometer (Personenverkehr). Zudem kann es durch die verlängerte Reisezeit zu einem leichten Rückgang der Nachfrage nach Straßenpersonenverkehr kommen. Berücksichtigt wird nur die Auswirkung der Maßnahmen auf den Straßenverkehr von Personenwagen, da schwere und leichte Nutzfahrzeuge mehrheitlich nicht schneller als 120 km/h fahren.“ (Ohelmann et al. 2021 S. 259).

In (Allekotte et al. 2023) wurde die Emissionsminderung der beiden Maßnahmen „generelles Tempolimit von 130 km/h auf Autobahnen“ und „Tempolimit von 80 km/h auf den sonstigen Außenortsstraßen“ für das Prognosejahr 2030 ermittelt und summarisch ausgewiesen (vgl. Tabelle 21). Für die NO_x-Emissionen wurde ein Minderungspotenzial von 7,8 kt/a im Jahr 2030 ermittelt.

Tabelle 21: Tempolimit 130 km/h auf Autobahnen und Tempolimit 80 km/h auf sonstigen Außerortsstraßen, Maßnahmenwirkung auf die Emissionen 2030

Emissionsminderung durch die Maßnahmen für 2030 in kt	
Schadstoff	2030
NO _x	7,78 kt
PM ₁₀ /PM _{2,5}	0,46 kt
NM VOC	0,18 kt
NH ₃	0,03 kt
SO ₂	0,02 kt

(Quelle: Allekotte et al. 2023))

In einem aktuellen UBA-Vorhaben (Schmaus et al. 2023) finden sich Abschätzungen zur Wirkung der Maßnahme „Reduktion des Tempolimits auf Autobahnen und Außerortsstraßen“. Dazu wurde ein aufwändiges und komplexes Modellsystem verwendet, um die Effekte des spezifischen Emissionsverhalten der Fahrzeuge, Routenwahl- und Nachfrageeffekte abzubilden. Im Ergebnis wird eine prozentuale Minderung der NO_x-Emissionen von 9,6% für ein Tempolimit 120 km/h auf Autobahnen und eine Minderung von 11,1% bei einem zusätzlichen Tempolimit 80 km/h auf sonstigen Außerortsstraßen, bezogen alle NO_x-Emissionen des Straßenverkehrssektors in Deutschland im Jahr 2018, ausgewiesen (vgl.

Tabelle 22). Bei einer näherungsweisen Übertragung dieses Minderungspotenzial auf die NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs aus dem NLRP 2019 (117,6 kt NO_x im Jahr 2030), läge das Minderungspotenzial bei ca. 13 kt/a.

Die Angaben in den aufgeführten Quellen zeigen, dass die Maßnahmen „Tempolimit 130 km/h oder 120 km/h auf Autobahnen“ und „Tempolimit 80 km/h auf Außerortsstraßen“ durchaus ein nennenswertes Emissionsminderungspotenzial für die Abgasemissionen aufweisen, auch wenn sich die angenommenen Rahmenbedingungen für die Maßnahmen in den Studien teilweise etwas unterscheiden. Das Minderungspotenzial liegt im Bereich von 5 bis 17 kt/a im Jahr 2030.

Tabelle 22: Zusammenfassung Wirkungen der Maßnahme „Allgemeines Tempolimit auf Autobahnen von 120 km/h und im Außerortsbereich von 80 km/h“

Kerngröße	Pkw	SNF	Weitere FzgKat ¹⁷	Alle FzgKat
Fahrleistung	-3,0 %	+0,1 %	-0,5 %	-2,5 %
flüssig	+ 0,2 %	-0,6 %	+0,5 %	+0,1 %
dicht	0,0 %	+0,2 %	-0,3 %	0,0 %
gesättigt	-0,8 %	+0,8 %	-0,8 %	-0,5 %
Stop&Go	+1,0 %	+0,3 %	+0,2 %	+0,9 %
Stop&Go II	+2,4 %	-0,4 %	+0,9 %	+2,1 %
Fahrtzeit	+3,8 %	+2,3 %	+3,5 %	+3,7 %
Geschwindigkeit	-6,6 %	-2,1 %	-3,9 %	-6,0 %
Fahrtzeit in Stop&Go-Verkehrszuständen	-0,3 %	+1,1 %	-2,2 %	-0,1 %
Anteil an Gesamtfahrtzeit	-4,0 %	-1,1 %	-5,5 %	-3,6 %
CO₂-Emissionen	-7,6 %	0,0 %	-4,7 %	-5,1 %
je Fahrzeugkilometer	-4,7 %	-0,1 %	-4,1 %	-4,3 %
NO_x-Emissionen	-16,2 %	+1,7 %	-9,2 %	-11,1 %
je Fahrzeugkilometer	-13,6 %	+1,6 %	-8,7 %	-11,9 %
PM-Emissionen	-14,6 %	+1,1 %	-4,5 %	-7,3 %
je Fahrzeugkilometer	-12,0 %	+1,0 %	-4,0 %	-10,2 %

¹⁷ Unter „weitere FzgKat“ sind alle weiteren HBEFA-Fahrzeugkategorien (LNF, Lbus, Rbus und KR/MR) zusammengefasst.

(Quelle: Schmaus et al. 2023 Tab. 73 auf S. 215.)

16.1.3 Maßnahmenspezifische Unsicherheiten der Emissionen

Um für die Maßnahmen „generelles Tempolimit von 130 km/h oder 120 km/h auf Autobahnen“ und „Tempolimit 80 km/h auf Außerortsstraßen“ die Unsicherheiten der Emissionen zu betrachten, wurde Angaben aus dem German Informative Inventory Report 2022 (IIR 2022) herangezogen. Diese liegen nicht differenziert nach den Teilsektoren Autobahn / außerorts / innerorts vor, sondern differenziert den Fahrzeugarten Pkw, leichte Nutzfahrzeug, schwere Nutzfahrzeuge und Busse und Krafträder. Es werden hier in Tabelle 23 zur Einschätzung der typischen Unsicherheiten die Bandbreiten für die NO_x-Emissionen des gesamten Sektors Straßenverkehr aus dem German Informative Inventory Report 2022 ausgewiesen:

Tabelle 23: Unsicherheiten der NO_x-Emissionen aus der Quellgruppe Straßenverkehr (road transport: 1A3 bi, bii, biii, biv)

Unsicherheiten in der Quellgruppen 1.A.3.bi, bii, biii, biv		
Teilsektor	Untere Abweichung in %	Obere Abweichung in %
1A3 bi (passenger cars)	- 15,64	+ 18,84
1A3 bii (light duty vehicles)	- 18,41	+ 22,20
1A3 biii (heavy duty vehicles and buses)	- 17,63	+ 21,61
1A3 biv (mopeds and motorcycles)	- 17,11	+ 20,71

(Quelle: IIR 2022)

Angegeben sind die schadstoffspezifischen Unsicherheiten der Emissionen der Quellgruppe Abgasemissionen Straßenverkehr (1.A.3.b.i bis 1A biv) wie sie für das Jahr 2020 berichtet wurden. Ausgewiesen ist die mittlere untere und obere Abweichung vom berichteten Wert in Prozent.

16.1.4 Auswirkungen der Maßnahmen auf die Luftqualität

Die Emissionsminderung durch die Maßnahmen „generelles Tempolimit 130 km/h oder 120 km/h auf Autobahnen“ und „Tempolimit 80 km/h auf Außerortsstraßen“ wird sich entlang der Straßenabschnitte zeigen, die bisher noch keine Begrenzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit bzw. ein höheres Tempolimit aufweisen.

Emissionsseitig betrachtet entspricht die Wirkung der Maßnahme „generelles Tempolimit 120 km/h oder 130 km/h auf Autobahnen“ und „Tempolimit 80 km/h auf Außerortsstraßen“ im Jahr 2030 einem Anteil von ca. 5% bis 17% an der gesamten NO_x-Emissionsminderung durch die zusätzlichen WAM-Maßnahmen.

Immissionsseitig wird sich dadurch eine tendenzielle Minderungswirkung in der Hintergrundbelastung ergeben. Lokal kann an den Straßenabschnitten, für die diese Maßnahme Emissionsminderungen ergibt, die immissionsseitige Wirkung durchaus auch deutlich höher liegen.

16.2 Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache

16.2.1 Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme

Die Diskussion um eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf bundesdeutschen Autobahnen auf 130 km/h oder 120 km/h dauert schon länger an, denn Deutschland ist das einzige Industrieland, das kein generelles Tempolimit hat. Insgesamt haben in Deutschland ca. ¾ aller Autobahnkilometer kein dauerhaftes Tempolimit. In letzter Zeit wird zusätzlich vorgeschlagen, auch auf

sonstigen Straßen außerhalb von Ortschaften die Geschwindigkeit auf 80 km/h zu limitieren und auf Straßen innerhalb geschlossener Ortschaften von 50 km/h auf 30 km/h zu senken.

Eine Begrenzung der Geschwindigkeit senkt den Treibstoffverbrauch und verringert somit auch die Emission von Treibhausgasen und Luftschatdstoffen. Denn bei höheren Geschwindigkeiten brauchen Motoren mehr Treibstoff und setzen dadurch auch mehr Schadstoffe frei. Ebenso sinkt der Lärm den ein Auto verursacht, wenn es langsamer fährt.

Zudem ließe sich ein Tempolimit kostengünstig und kurzfristig umsetzen. Damit der Verkehr nicht auf Bundesstraßen ausweicht, ist auch ein Tempolimit auf Landstraßen auf 80 km/h sinnvoll. Durch ein Tempolimit auch in geschlossenen Ortschaften wird zudem der Rad- und Fußverkehr, aber auch die Aufenthaltsqualität attraktiver. Ein weiterer prinzipieller Vorteil eines Tempolimits ist die Reduktion von Verkehrsunfällen und damit auch die Vermeidung von Verkehrstoten, denn jede Reduktion der Fahrgeschwindigkeit reduziert die Häufigkeit und die Schwere von Verkehrsunfällen.

Damit Tempolimits auch eingehalten werden, sind zusätzliche Geschwindigkeitskontrollen erforderlich. Die Kosten für die zusätzliche Geschwindigkeitsüberwachung können unter anderem mit den zusätzlich eingenommenen Bußgeldern bezahlt werden.

16.2.2 Wirkung der Maßnahme

In verschiedenen Untersuchungen wurde das Emissionsminderungspotenzial einer Geschwindigkeitsbegrenzung auf Autobahnen und sonstigen Außerortsstraßen untersucht. Die ermittelten Reduktionen der NO_x-Emissionen liegen im Bereich von 5 bis 17 kt/a.

Zusammengefasst lässt sich sagen, dass ein Tempolimit auf Autobahnen und Bundesstraßen in nennenswerter Größenordnung die Emission von Luftschatdstoffen reduziert. Wie viele Emissionen sich durch ein Tempolimit reduzieren lassen, ist nicht ganz exakt zu sagen, denn bereits die Höhe der bekannten Emissionen haben eine unsichere Datenbasis. Die bekannten NO_x-Emissionen aus Pkw sowie leichten und schweren Nutzfahrzeugen können im Mittel ungefähr 16-18 % niedriger oder aber 19-22% höher liegen.

Bei der Luftqualität macht sich ein Tempolimit durch eine Reduktion der lokalen Zusatzbelastung entlang der Autobahn- und Außerortsstrecken bemerkbar. Die ist jedoch nur ein Teil der Gesamtbelastung der Luft, denn es gibt zusätzlich auch eine Hintergrundbelastung. Die Hintergrundbelastung entsteht vor allem aus Stoffen die aus entfernten Quellen wie z. B. Verbrennungsanlagen durch die Luft transportiert werden.

Bezogen auf ganz Deutschland verbessert sich die Luftqualität durch ein Tempolimit nur geringfügig. Ein Tempolimit bewirkt nämlich lediglich eine Verringerung der Hintergrundbelastung - also die mittlere Schadstoffkonzentration in der gesamten Luft über Deutschland. Allerdings ist gleichwohl davon auszugehen, dass direkt an den Autobahnen die Schadstoffkonzentration durch ein Tempolimit deutlich stärker zurückgehen.

16.3 Maßnahmenspezifische Kommunikation

16.3.1 Die Diskussionen um das Tempolimit

Kaum ein anderes verkehrspolitisches Thema polarisiert Deutschland so, wie die Frage nach einem generellen Tempolimit. Derzeit steigt wieder die Zustimmung für die Einführung eines Tempolimits auf Autobahnen. So stimmen 2023 z. B. 54 Prozent der ADAC-Mitglieder für die Einführung eines Tempolimits (vgl. ADAC 2023).

Die Debatte um Geschwindigkeitsbegrenzungen auf Autobahnen ist jedoch immer noch geprägt von emotionalen Aspekten, gefühlten Wahrheiten und politischen Positionen, wohingegen eine sachliche Analyse der vorliegenden faktenbasierten Pro- und Contra-Argumente vielerorts ausbleibt.

Bei der Bewertung von Grenzwerten bzw. angedachten Maßnahmen wie Tempolimits sollten „kausale Wirkungszusammenhänge differenziert betrachtet und kommuniziert werden“ (Habla et al 2019 S. 330).

In der aktuellen verkehrspolitischen Debatte zur innerstädtischen Schadstoffbelastung durch Stickstoffoxide und Feinstaub sowie zu Tempolimits auf Autobahnen werden „zwischen den Befürworter*innen einer Maßnahme und deren Gegner*innen Argumente ausgetauscht, die in vielen Fällen einen evidenzbasierten, also auf Daten und nachweisbaren Fakten beruhenden Beleg, schuldig bleiben. Dies führt zur Verhärtung der Fronten und ist der politischen Debatte nicht zuträglich“ (Habla et al 2019 S. 330).

Für ein Tempolimit auf Autobahnen führen die Befürworter*innen, „neben positiven Umweltwirkungen, geringere Unfallzahlen an, während Kritiker*innen das CO₂-Einsparpotenzial als gering erachten und einen Zusammenhang zwischen allgemeiner Geschwindigkeitsbegrenzung und Verkehrssicherheit anzweifeln“ (Habla et al 2019 S. 330).

Debattenübergreifend fallen zwei Aspekte besonders auf:

- ▶ „Es wird versäumt, der Öffentlichkeit zu erklären, wie empirische Evidenz zur Beantwortung der Fragestellungen zustande kommt, insbesondere wie sich ein kausaler Zusammenhang zwischen einer geplanten Maßnahme (z. B. Tempolimit) und einer Ergebnisgröße (z. B. Unfallzahlen) stichhaltig identifizieren lässt. Daraus folgt, dass sich die vertretenen Positionen auch ohne Verweis auf kausale Evidenz festigen lassen und es der Öffentlichkeit schwerfällt, die verschiedenen Positionen sinnvoll zu bewerten. Dabei wären eine sorgsame Kommunikation und Interpretation wissenschaftlicher Ergebnisse ebenso wie die Kenntnisnahme ihrer Grenzen essenziell für eine ergebnisoffene Diskussion.“
- ▶ Die bisweilen sehr aufgeladene öffentliche Debatte ist auf wenige Dimensionen verkürzt und erschwert es, gesellschaftliche Kosten und Nutzen von Maßnahmen umfassend abzuwagen und zu bewerten. So konzentriert sich die Diskussion über Schadstoffbelastung ausschließlich darauf, wie sie sich auf Krankheitshäufigkeit und Sterblichkeit auswirkt, wohingegen Folgen für die körperliche und kognitive Leistungsfähigkeit sowie den Bildungserfolg nicht berücksichtigt werden“ (Habla et al 2019 S. 330).

16.3.2 Zentralaspekt Tempolimits und Verkehrssicherheit

Die Fahrgeschwindigkeit beeinflusst die Wahrnehmung der Verkehrssituation, die Reaktionszeiten, den Bremsweg und die Aufprallgeschwindigkeit. Von der Geschwindigkeit hängen die Unfallwahrscheinlichkeit und die Unfallschwere ab. Ein*e Fußgänger*in beispielsweise, die von einem Fahrzeug erfasst wird, welches 30 km/h fährt, hat eine Überlebenschance von ca. 90 Prozent. Die Wahrscheinlichkeit, dass der/die Fußgänger*in den Aufprall bei 60 km/h überlebt, sinkt auf ca. 10 Prozent (vgl. Allinger-Csollich et al. 2014).

Viele schwere Verkehrsunfälle im Stadtverkehr sind solche, bei denen ein*e Fußgänger*in oder Fahrradfahrer*in von einem Kraftfahrzeug erfasst wurden. Ein wichtiger Aspekt ist dabei wie erwähnt die Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Proportional zur Bewegungsenergie steigt die Verletzungsschwere an. Dieser Zusammenhang kann durch eine energie-äquivalente Fallhöhe ausgedrückt werden. Eine Aufprallgeschwindigkeit von 30 km/h entspricht einer Fallhöhe von 3,5 m. Dies ist in etwa gleichzusetzen mit einem Sturz aus dem 1. Stockwerk eines Hauses. Ein Aufprall bei 50 km/h würde einer Höhe von 9,8 Metern (3. Stock) entsprechen und bei 70 km/h wären das 19,3 Meter (6. Stock) (vgl. Randalhoff 2016).

Auch nach einer Untersuchung des Internationalen Transport Forums (ITF) kann eine Reduktion der Geschwindigkeit um wenige Stundenkilometer das Risiko schwerer Unfälle stark reduzieren. 20 bis 30 Prozent aller Unfalltoten im Straßenverkehr sind Opfer von zu schnellem Fahren. Als Grundlage der Untersuchung sind die Daten von zehn Ländern - Australien, Dänemark, Frankreich, Israel, Italien, Norwegen, Österreich, Schweden, Ungarn und die USA – eingeflossen (vgl. DEKRA 2018).

Um weitere kausale Effekte von Tempolimits auf die Verkehrssicherheit feststellen zu können, müssten mehrere zufällig ausgewählte Streckenabschnitte auf Autobahnen über einen längeren Zeitraum mit einem temporären Tempolimit belegt werden. Die eingeführten Geschwindigkeitsbeschränkungen sollten variieren (z. B. 100, 120 und 140 km/h), um die optimale Höhe des Tempolimits bestimmen zu können (vgl. Habla et al. 2019).

16.3.3 Gesellschaftlich relevante Indikatoren

In den vergangenen Jahren stellten mehrere Studien einen negativen kausalen Zusammenhang zwischen Luftverschmutzung (Feinstaub und/oder Ozon) und individueller Leistungsfähigkeit fest. Ein solcher Zusammenhang wurde bei Erntehelper*innen (Graff et al. 2012) und Fabrikarbeiter*innen (Chang et al. 2016) sowie bei Profi-Fußballspieler*innen in der deutschen Bundesliga (Lichter et al. 2017) nachgewiesen. Die Studien kommen zu dem Schluss, dass die körperliche bzw. geistige Leistungsfähigkeit und damit die Produktivität an Tagen bzw. in Stunden mit hoher lokaler Luftverschmutzung statistisch signifikant zurückgeht.

Negative Effekte auf Bildungserfolge sind insbesondere auch bei langfristiger Belastung zu verzeichnen, z. B. wenn die Luftqualität an Schulen aufgrund der Nähe zu einer Autobahn oder einer vielbefahrenen Straße über einen längeren Zeitraum hinweg schlecht ist (vgl. Heissel et al. 2019).

Im Fall von Geschwindigkeitsbegrenzungen sollte sich eine umfassende Analyse nicht einseitig auf die Reduktion von Abgasemissionen und CO₂ und Verkehrssicherheit konzentrieren, sondern die Gesamtheit der damit verbundenen privaten und gesellschaftlichen Kosten und Nutzen berücksichtigen. Gelingt dies, lässt sich eine für die Gesellschaft optimale Geschwindigkeit bestimmen, die als Obergrenze festgeschrieben werden sollte.

Kraftstoffkosten stellen private Kosten dar, während die durch eine höhere erlaubte Geschwindigkeit gewonnene Zeitersparnis einen privaten Nutzen abbildet. Die Kosten von Unfällen sind den privaten oder gesellschaftlichen Kosten zuzurechnen. Auf Seiten der gesellschaftlichen Kosten fallen weitere durch das verursachende Individuum nicht wahrgenommene, aber auf andere übertragene (externe) Kosten an, z. B. durch lokale Luftverschmutzung, Lärm oder CO₂-Emissionen.

Eine Studie aus den USA kommt zu dem Ergebnis, „dass die optimale Geschwindigkeit bei etwas unter 55 Meilen pro Stunde (etwa 89 km/h) liegt und die Anhebung auf 65 Meilen pro Stunde (105 km/h) unter Berücksichtigung aller privaten und gesellschaftlichen Effekte größere Kosten als Nutzen verursacht und somit nicht optimal ist. Da sich Kosten und Nutzen länderspezifisch unterscheiden können, ist das Ergebnis jedoch nicht ohne weiteres auf Deutschland übertragbar“ (vgl. van Benthem 2015).

In der gesellschaftlichen Debatte um Grenzwerte und Fahrverbote „fehlt häufig eine genaue Definition der gesellschaftlichen Zielfunktion und der bei der Maximierung dieser Funktion zu beachtenden Nebenbedingungen. Im Verkehr gibt es viele Dimensionen, die gesellschaftlich relevant erscheinen, z. B. weniger Unfälle, umweltverträglicher Verkehr durch weniger Schadstoffausstoß und weniger Lärm oder eine Verringerung der im Stau verbrachten Zeit. Eine mögliche Nebenbedingung besteht in der Reduzierung negativer Beschäftigungseffekte durch bestimmte Regulierungsmaßnahmen. Nur wenn Klarheit und gesellschaftlicher Konsens über die zu maximierende Zielfunktion und die zu beachtenden Nebenbedingungen bestehen, können geeignete Politikinstrumente ausgewählt werden“ (Habla et al. 2019).

16.3.4 Pro und Contra für ein landesweites Tempolimit

Es folgen abschließend Ausschnitte aus der aktuellen Debatte zu Tempolimits. Es besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr sollen nur einige Eckpunkte dargelegt werden, um die Spannweite der Diskussion zu erfassen.

Umweltverbände fordern schon lange ein Tempolimit, um das Klima zu schützen und den Verkehr sicherer zu machen. SPD und Grüne konnten in den Koalitionsverhandlungen die FDP jedoch nicht überzeugen. Es wird weiter über Tempolimits diskutiert, bundesweite Umsetzungen liegen bis heute nicht vor.

Zahlreiche Studien belegen - wie oben beschrieben - die positiven Effekte von Tempolimits auf Autobahnen und Bundesstraßen, z. B. in der Verkehrssicherheit, in der Minderung von Emissionen, positiven Effekten für die Gesundheit oder volkswirtschaftlichen Effekten. Zudem werden die positiven Erfahrungen z. B. der EU-Nachbarn hervorgehoben, die längst landesweite Geschwindigkeitsbeschränkungen eingeführt haben.

Andererseits werden z. B. vom Institut für Weltwirtschaft in Kiel (IFW) Berechnungen angestellt mit dem Ergebnis, dass ein generelles Tempolimit auf deutschen Autobahnen bedeutende volkswirtschaftliche Kosten zur Folge hätte. So wird für die errechneten Zeitverluste durch Geschwindigkeitsverluste ein üblicher Stundenlohn angesetzt. Im Ergebnis – unter Berücksichtigung der gesparten Treibstoffe – „werden Wohlfahrtsverluste für die deutsche Volkswirtschaft zwischen 1,3 Mrd. € (Tempolimit 130 km/h) und 7,3 Mrd. € (Tempo 100 km/h) errechnet. Es ergibt sich ein Preis von 716 bis 1.382 Euro je vermiedener Tonne CO₂. Das sind hohe Kosten im Verhältnis zu anderen Möglichkeiten, Emissionen einzusparen“, so die Argumente von Ulrich Schmidt vom IFW (Schmidt 2020). „Die Forderungen nach einem generellen Tempolimit auf Autobahnen erscheinen dagegen als Symbolpolitik, die der Umwelt wenig nützt, den Bürgern aber hohe Kosten auferlegt“ (Schmidt 2020). Als Alternative wird vorgeschlagen, „dass der Verkehr in das europäi-

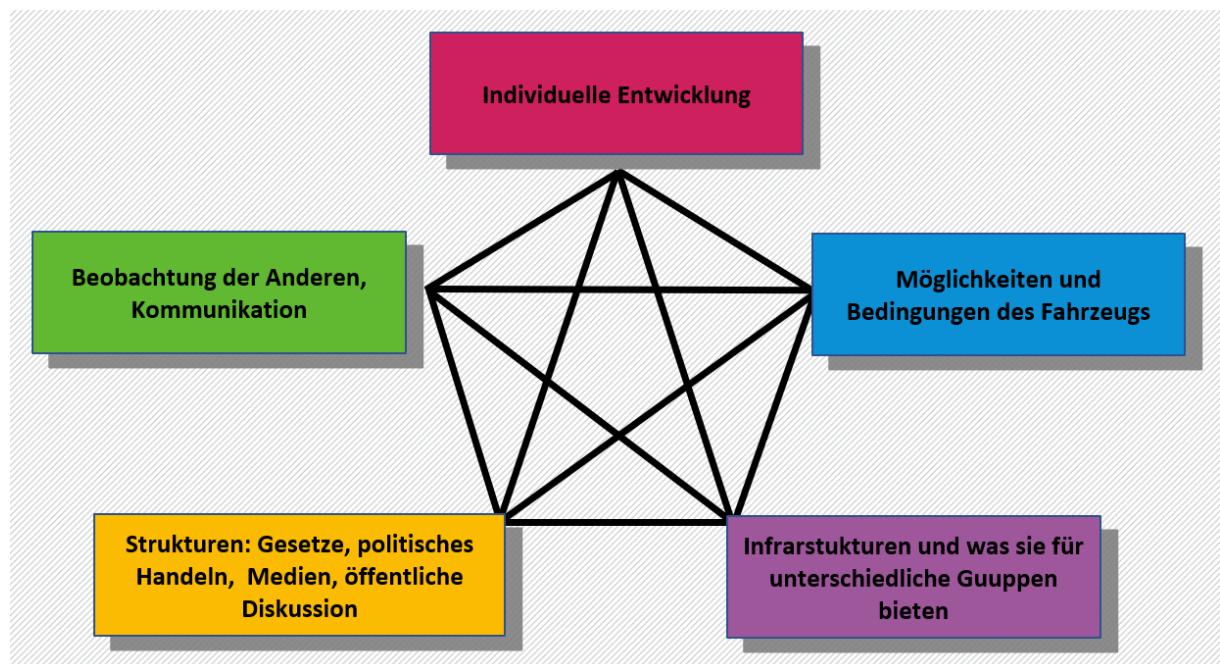
sche Emissionshandelssystem aufgenommen werden soll. Um den Emissionen von Feinstaub oder Lärm durch Autos entgegenzutreten, wären zeit- und ortsabhängige Straßennutzungsgebühren sinnvoll“ (Schmidt 2020).

16.3.5 Verhaltensbedingte Aspekte bei Tempolimits mit Wirkung auf die Kommunikation

Da die aktuellen Debatten zu der Maßnahme Tempolimit so stark polarisieren, wird hier im Folgenden allgemein auf verhaltensbedingte Aspekte bei Verkehrsteilnehmer*innen eingegangen.

Die Bereiche, aus denen Impulse für das Verhalten der Verkehrsteilnehmer*innen kommen, zeigt folgende Abbildung 56. Es handelt sich um die vorherrschenden Einstellungen, Meinungen, Gewohnheiten etc. der Person selbst, welche sich aber in einem ständigen Austausch mit Impulsen aus der Umwelt befindet (vgl. Risser 2004).

Abbildung 56: Impulse für das Verhalten von Verkehrsteilnehmer*innen



(Quelle: Eigene Darstellung nach Risser 2004)

Einige Aspekte aus der Abbildung seien im Folgenden herausgegriffen und in Bezug zur Maßnahme „Tempolimit auf Autobahnen und sonstigen Außerortsstraßen“ gesetzt.

Strukturen, Gesellschaft

Über die Wahrnehmung der gesellschaftlichen Voraussetzungen im Bereich Verkehr erfolgt eine ständige Beeinflussung der Einstellungen zur Geschwindigkeit. Wie oben dargestellt sind Werbung, öffentliche Meinungsäußerungen, die öffentliche Debatte zum Thema Verkehr überall zu lesen und zu hören. Dabei steht selten das erwünschte Verkehrsverhalten im Fokus. Häufiger kommt es dazu, dass Entscheidungsträger*innen und andere einflussreiche Personen, die in der Öffentlichkeit Verkehrsregeln, aber auch wissenschaftliche Erkenntnisse zur Problematik hoher Geschwindigkeiten im Individualverkehr, in ihrer Bedeutung herunterspielen (vgl. Allinger-Csölich et al. 2014).

Kommunikation zwischen Verkehrsteilnehmer*innen

Wie sich Personen im Straßenverkehr verhalten (z. B. Geschwindigkeit beim Autofahren) wird oft von anderen Verkehrsteilnehmer*innen beeinflusst. In einer sozialen Umgebung, in der gemäßigt und umsichtig gefahren wird, passt ein*e Verkehrsteilnehmer*in ihr/sein Verhalten entsprechend an. Hingegen bewirken drängelnde Verkehrsteilnehmer*innen Stress und Frustration. Geschwindigkeiten von motorisierten Fahrzeugen werden von Fußgänger*innen, Radfahrer*innen, Anrainer*innen sowie Eltern von Schulkindern generell als zu hoch empfunden. Von den Fahrer*innen der motorisierten Fahrzeuge (Pkw, Lkw, Motorrad) wird dies jedoch nicht so wahrgenommen (vgl. Ausserer et al. 2014).

Infrastruktur und Fahrzeugeigenschaften

Die Verkehrsinfrastruktur und die Eigenschaften des Fahrzeugs haben direkte Auswirkung auf das Verhalten. Zahlreiche Straßen werden von den Verkehrsteilnehmer*innen so wahrgenommen, dass dort mit hoher Geschwindigkeit gefahren werden kann. Zudem kommt, dass Fahrzeuge, die auf hohe Geschwindigkeiten ausgelegt sind, als solche auch ausgefahren werden (vgl. Theeuwes et al. 2012).

Das Dilemma der Glaubwürdigkeit

Eindeutige Botschaften wären wichtig. Einerseits wird zu sicheren und umweltfreundlichen Verhalten aufgerufen, andererseits auf die dazu notwendigen Maßnahmen, wie z. B. Tempolimits, verzichtet. Dies schafft ein erhebliches Glaubwürdigkeitsproblem. Die Botschaft an Bürger*innen, dass Verkehrssicherheit und Umwelt nicht wirklich so wichtig sind, kommt dabei zustande. Die Umsetzung von Maßnahmen, auch gegen den Widerstand z. B. von Lobbys, würde jedoch zeigen, dass es ernst gemeint ist. Die Glaubwürdigkeit würde wiederhergestellt werden. Dass bedeutet, dass es dann auch für jedes einzelne Individuum wieder sinnvoll ist, sich verantwortlich zu verhalten (vgl. Allinger-Csollich et al. 2014).

Persönliche Ebene und Kommunikationsebene

Maßnahmen, die ein Problembewusstsein anregen, sind alle Arten von Schulungen und Ausbildungen, die an Verkehrsteilnehmende verschiedener Altersklassen gerichtet sind - u.a. die Fahrschulausbildung, Verkehrserziehung in Schulen (vgl. van Lange et al. 2008).

Es müssen die Gründe verstanden werden, warum viele Personen sich nicht an bestimmte Regeln halten, damit man sich selbst dennoch so weit wie möglich prosozial verhalten kann. Mit dem sogenannten „Thames Valley Speed Awareness Course“ erzielten Psychologen zeitlich überdauernde Auswirkungen auf die Einstellungen zu Geschwindigkeitskontrollen (vgl. Mckenna et al. 2008).

Eine wichtige Frage für Institutionen ist, wie man Verkehrsteilnehmende z. B. zum Thema Geschwindigkeitsbegrenzung anspricht. Oft wird davon ausgegangen, dass die Weitergabe von Informationen zu Verhaltensänderungen führt. Dies ist jedoch häufig nicht der Fall. Es kommt auf das Verhalten anderer Verkehrsteilnehmer*innen an, die zu schnellerem Fahren nötigen, indem sie z. B. dicht auf ein vorausfahrendes Fahrzeug auffahren.

Vielmehr müssen Öffentlichkeitsarbeit und Social-Marketing Gedanken und Sichtweisen gezielt in bestimmte Richtungen lenken und die Vorteile bestimmter Verhaltensweisen hervorheben. Reines Faktenvermitteln reicht nicht aus. Entscheidend ist, wie vermittelt wird und mit welchen Motiven die Inhalte verknüpft werden. Die Kosten-Nutzen-Bilanz aus Sicht der Verkehrsteilnehmer*innen muss vereinbar mit dem erwünschten Verhalten sein.

Hinzu kommt, dass auf Reden auch Taten folgen müssen. Auf Überlandstraßen sind in Deutschland z. B. immer noch 100 km/h erlaubt. Die damit verbundenen Gefahren werden nicht thematisiert. Es ist keine glaubwürdige Botschaft, wenn appelliert wird, verantwortlich zu handeln, jedoch schnelles Fahren weiterhin erlaubt ist (vgl. Allinger-Csollich et al. 2014).

An dieser Stelle sei ein Beispiel aus der Schweiz genannt: Dort gilt seit 1985 generell eine 80 km/h Limitierung auf allen Überlandstraßen außer Autobahnen (vorher: 100 km/h). Deutlich verbessert hat sich dabei die Verkehrssicherheitssituation. Es ist ein Rückgang schwer verletzter und getöteter Personen um 10 % (17 % weniger Getötete) zu verzeichnen. Die Bereitschaft in der Bevölkerung, eine solche Regelung zu akzeptieren, hat sich deutlich erhöht. 1987 waren knapp 60 % der Autofahrer*innen für die Einführung von Tempo 80 km/h. Im Jahr 2005 waren es bereits 86 % Befürworter*innen der Geschwindigkeitsbegrenzung (vgl. Allenbach 2007).

16.3.6 Handlungsempfehlungen

Ein gesetzlich vorgeschriebenes Tempolimit auf Autobahnen und Bundesstraßen (vgl. Kapitel 16.2.1) hat nicht nur Auswirkungen auf den Treibstoffverbrauch und die Emission von Treibhausgasen und Luftschatdstoffen. Durch langsameres Fahren wird auch der Lärm eines fahrenden Fahrzeuges reduziert. Ein weiterer Aspekt ist die Verkehrssicherheit, denn je schneller ein Fahrzeug fährt, umso länger ist der Bremsweg und das Unfall- bzw. Verletzungsrisiko von Verkehrsteilnehmer*innen steigt. Die Auswirkungen eines Tempolimits sind somit vielschichtig und Effekte tangieren unterschiedliche Personengruppen, die entweder selbst Verkehrsteilnehmende sind oder um die Sicherheit anderer besorgt sind (z. B. Eltern sorgen sich um die Sicherheit ihrer Kinder im Straßenverkehr). Es gibt daher sehr unterschiedliche Anknüpfungspunkte in der Kommunikation, die auf die individuellen Bedürfnisse der Zielgruppen fokussieren.

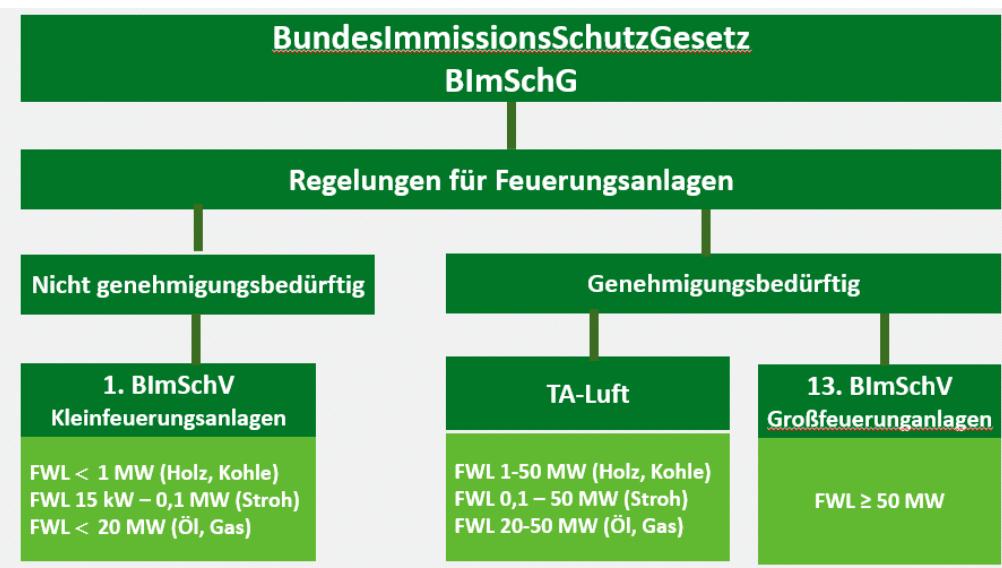
17 Emissionen aus stationären Feuerungen – Einführung

Unter stationäre Feuerungen werden Anlagen verstanden in denen durch Verbrennungsprozesse Strom und Wärme erzeugt wird. Anlagen der stationären Feuerungen können dabei ganz unterschiedlich sein. Sie reichen von der häuslichen Heizung über Industriefeuerungen zur Dampf- und Prozesswärmeverzeugung bis hin zu großen Kraftwerksfeuerungen. Je nachdem wie groß die Anlagen und ihre jeweilige Feuerungswärmeleistung (FWL) sind, werden unterschiedliche Anforderungen an die Anlagen gestellt.

Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von mehr als 50 MW werden als Großfeuerungsanlagen bezeichnet. Von ihnen gibt es in Deutschland ca. 600 und sie dienen insbesondere der öffentlichen Versorgung von Strom und Wärme sind aber auch in großen Industriebetrieben zu finden. Weil in Großfeuerungsanlagen große Mengen an Brennstoffen verbrannt werden, zählen sie zu den Punktquellen von luftverunreinigenden Stoffen. Allerdings wird ihr gereinigtes Abgas über hohe Schornsteine abgeführt, so dass sich die Emissionen weiträumig verteilen.

Als kleine und mittlere Feuerungsanlagen werden Anlagen mit einer FWL von weniger als 50 MW bezeichnet. Sie umfassen eine Vielzahl von Anlagen unterschiedlicher Arten und Größen vom Kaminofen bis zu kleineren Heizwerken und Industriefeuerungen. Je nach Größe und eingesetzten Brennstoffen sind sie wie Großfeuerungsanlagen genehmigungsbedürftig. Das betrifft vor allem die größeren Anlagen unter ihnen. Welche Anlagen genehmigungsbedürftig sind, wird in der 4. BImSchV festgelegt. Kleinere Feuerungsanlagen mit geringer Feuerungswärmeleistung sind hingegen nicht genehmigungsbedürftig. Für sie gilt die 1. BImSchV. Meist handelt es sich um Heizkessel oder Heizgeräte für einzelne Räume. Insgesamt gibt es ca. 36 Mio. solcher nicht genehmigungsbedürftigen Kleinfeuerungsanlagen in Deutschland. Ebenfalls genehmigungsbedürftig sind Verbrennungsmotoranlagen die durch die Verbrennung Strom und Wärme erzeugen oder Maschinen antreiben. Zu dieser Sorte Anlagen gehören Mini-Blockheizkraftwerken (BHKW) zur Strom- und Wärmeversorgung von Wohngebäuden aber auch BHKWs der kommunalen Stromer- und Wärmeerzeugung sowie Biogas-, Klärgas- und Deponiegasmotoren. Die Anforderungen an genehmigungsbedürftig solcher Verbrennungsmotoranlagen sind in der Technischen Anleitung Luft (TA-Luft) festgeschrieben (UBA 2013). Eine Übersicht über die immissionsrechtlichen Regelungen von Feuerungsanlagen, zeigt die folgende Abbildung 57.

Abbildung 57: Übersicht über die Rechtsvorschriften von Feuerungsanlagen.



(Quelle: Eigene Darstellung nach UBA 2013)

Die NO_x-Emissionen aus stationären Feuerungen zukünftig noch stärker zu reduzieren, ist ein vordringliches Ziel der zusätzlichen Maßnahmen im WAM-Szenario des NLRP von 2019. Gemäß NLRP von 2019 gingen die NO_x-Emissionen aus stationären Feuerungen in Industrieprozessen aufgrund von Minderungen in der mineralischen Industrie und in der Metallindustrie von 2005 bis 2016 um gut 20 kt zurück, während die Reduktion im verarbeitenden Gewerbe im gleichen Zeitraum rund 15 kt betrug. Aufgrund des gesunkenen Einsatzes von Heizöl in Haushalten und bei Kleinverbrauchern sanken die NO_x-Emissionen aus diesen Quellen um 13 kt, während die NO_x-Emissionen aus der Energiewirtschaft aufgrund des zunehmenden Einsatzes von Biomasse und Biogas zur Strom- und Wärmeerzeugung sowie des vermehrten Lastwechsels der Kraftwerke leicht anstiegen (vgl. NLRP 2019).

Als weiterführende Maßnahmenoptionen zur Minderung der NO_x-Emissionen aus stationären Feuerungen, die bei Abweichungen von den im NLRP von 2019 vorgenommenen Prognosen ergriffen werden, benennt der NLRP von 2019 Änderung der 13. BImSchV für ausgewählte Brennstoffe außer Kohle (NLRP 2019). Ferner benennt der NLRP von 2019 die Empfehlungen der Kommission „Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung“ (WSB) zur Beendigung der Kohleverstromung als weiterführende Maßnahmenoptionen zur zusätzlichen Reduktion von NO_x-Emissionen die über diejenigen Emissionsminderungen hinausgehen, die mit den MWMS-Referenzprognosen verbunden sind (vgl. NLRP 2019:85).

Vor diesem Hintergrund wird in den folgenden beiden Kapiteln die

- Änderung der 13. BImSchV für ausgewählte Brennstoffe
- Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung

als Reduktionsmaßnahme beschrieben, ihre Wirkung wissenschaftlich und in einfacher Sprache bewertet sowie eine maßnahmenspezifische Kommunikation ausgeführt.

18 Stationäre Feuerungen: Maßnahme „Änderung der 13. BImSchV für ausgewählte Brennstoffe“

18.1 Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung

18.1.1 Relevanz der Maßnahme im sektoralen Kontext

Unter der Industrieemissionsrichtlinie (IED-Richtlinie) wird ein europäisches Regelwerk für den Emissionsschutz in Europa verstanden. Es umfasst die Genehmigung, den Betrieb, die Überwachung und die Stilllegung von Industrieanlagen. Sie wurde unter dem Namen Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24.11.2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) veröffentlicht und ist die Nachfolgerin der Richtlinie über die integrierte Vermeidung und Verminderung von Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie) von 1996 sowie sechs weiterer Sektor-Richtlinien (zu Großfeuerungsanlagen, Abfallverbrennung, Verwendung von Lösemitteln und Herstellung von Titandioxid). In Deutschland erfasst die IED-Richtlinie ca. 9.000 Industrieanlagen von besonders emissionsreichen Industriezweigen. Dazu zählen insbesondere Anlagen zur Herstellung von Zement, Glas, Eisen- und Nichteisenmetalle aber auch die Nahrungsmittelindustrie, die Textil- und Lederindustrie sowie Anlagen zur Abfallbehandlung und -verbrennung. Welche Industriezweige und welche Anlagengrößen betroffen sind, wird in der 4. BImSchV (Bundesimmissionsschutzverordnung) geregelt. Ein zentrales Instrument der IED-Richtlinie sind die Merkblätter zu den besten verfügbaren Techniken; die sogenannten BVT-Merkblätter. Sie enthalten die sogenannten BVT-Schlussfolgerungen, die für alle Mitgliedstaaten verbindlich sind und in nationales Recht umgesetzt werden müssen und auch festlegen, welche Emissionsgrenzwerte als besten verfügbaren Technik gelten. In Deutschland wurde die IED-Richtlinie mit dem Gesetz zur Umsetzung der Richtlinie über Industrieemissionen – IndEmissRLUG vom 08.04.2013 sowie zwei Artikelverordnungen vom 02.05.2013 in nationales Recht umgesetzt. Darüber hinaus erfolgte die nationale Umsetzung in Deutschland durch Änderungen im Bundes-Immissionsschutzgesetz (IVU-Richtlinie) im Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrwG) und im Wasserhaushaltsgesetz (WHG).

Die Anforderungen aus den BVT-Schlussfolgerungen werden in Verwaltungsvorschriften insbesondere bei Novellen der TA-Luft sowie durch Änderungen jeweils relevanten Verordnungen des BImSchG berücksichtigt. Besonders relevant dabei sind die Novellen der

- ▶ Verordnung über Großfeuerungs- und Gasturbinenanlagen (13. BImSchV) sowie der
- ▶ Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV).

Die hier dargestellte Maßnahme „Änderung der 13. BImSchV für ausgewählte Brennstoffe“ basiert auf der Maßnahme G 015: „Absenkung des NO_x-Emissionsgrenzwertes auf 20 mg/Nm für Erdgaskesselfeuerungen > 50 MW“ sowie der Maßnahme G 017: „Verschärfung des NO_x-Emissionsgrenzwertes für Erdgasgefeuerte Gasturbinen > 50 MW“ aus dem Teilbericht „Beschreibung der Minderungsmaßnahmen im Projekt PAREST - Maßnahmenblätter zum F&E-Vorhaben „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung“ (Theloke et al. 2013).

Für die hier beschriebene Maßnahme sind zwei Anlagentypen relevant, und zwar

- ▶ Erdgaskesselfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung größer als 50 MW und
- ▶ Erdgasgefeuerte Gasturbinen mit einer Feuerungswärmeleistung größer als 50 MW

Die hier beschriebene Maßnahme schlägt vor für beide Anlagentypen durch den Einsatz der so genannten selektiven katalytischen Reduktion (SCR: Selective Catalytic Reduction) die im Abgas enthaltenen Stickstoffoxide (NO_x) zu reduzieren und in der 13. BImSchV entsprechende reduzierte Grenzwerte von 20 mg/Nm³ im Jahresmittel verbindlich festzuschreiben. Der Einsatz der SCR-Technologie ist eine erprobte Technologie der Abgasreinigung und ermöglicht die Entfernung von Stickstoffoxiden aus dem Abgas mit einem hohen Wirkungsgrad von bis zu 97% (vgl. Kainer et al. 1991).

Bei der selektiven katalytischen Reduktion wandelt ein Katalysator die im Abgas enthaltenen Stickstoffoxide zu Wasserdampf und Stickstoff um. Dazu wird in das Abgas kontinuierlich ein Reduktionsmittel eingespritzt. Selektiv ist die katalytische Reduktion, weil bevorzugt Stickstoffoxide (NO , NO_2) reduziert werden, während unerwünschte Nebenreaktionen wie z. B. die Oxidation von Schwefeldioxid zu Schwefeltrioxid weitgehend unterdrückt werden. Als Reduktionsmittel wird dem Abgas Ammoniak (NH_3) zugemischt und die Reaktionsprodukte sind Wasser (H_2O) und Stickstoff (N_2). Als Katalysatoren kommen hauptsächlich Titandioxid, Vanadiumpentoxid und Wolframdioxid zum Einsatz (Kainer et al. 2019). Eine relative neue Entwicklung sind Katalysatoren auf der Basis von Aktivkohle.

Die SCR-Technologie ist weitgehend ausgereift und wird bereits erfolgreich in Feuerungsanlagen, Gasturbinen, Müllverbrennungsanlagen, Industrieanlagen und Verbrennungsmotoren eingesetzt. Unter dem Markennamen AdBlue ist der Einsatz der SCR-Technologie in Verbrennungsmotoren von Fahrzeugen besonders bekannt geworden. Bei AdBlue handelt es sich um eine Harnstofflösung die als Reduktionsmittel in mobilen Dieselmotoren zum Einsatz kommt. AdBlue ist ein vom deutschen Verband der Automobilindustrie (VDA) eingetragener Markenname.

18.1.2 Emissionsseitige Wirkung der Maßnahme

Für Erdgaskesselfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung von mehr 50 MW wird, bei einer Absenkung des NO_x -Emissionsgrenzwertes auf 20 mg/Nm³ im Jahresmittel, von einem Minderungspotenzial von ca. 3,6-8,3 kt NO_x jährlich ausgegangen (UBA-Texte 48/2013). Die durchschnittlichen NO_x -Reingaskonzentrationen von Erdgaskesselfeuerungen > 50 MW liegen im Jahresmittel bei 120 mg/Nm³. Mit SCR-Systemen können Reingaskonzentrationen unter 20 mg/Nm³ erreicht werden. Die spezifischen Emissionen liegen hierbei bei 6 kg/TJ und damit kann auch ein geminderter Emissionsfaktor von 6 kg/TJ angenommen werden (vgl. UBA-Texte 48/2013).

Für erdgasgefeuerte Gasturbinen mit einer Feuerungswärmeleistung von mehr als 50 MW wird, durch die Absenkung des NO_x -Emissionsgrenzwertes auf 20 mg/Nm³ im Tagesmittel, das jährliche Minderungspotenzial auf 16,7-17,3 kt angenommen (Theloke et al. 2013). Die Realisierung dieses Minderungspotentials wird allerdings vom Geltungsrahmen des abgesenkten NO_x -Grenzwertes beeinflusst. Einfluss hat dabei ob der verschärzte Grenzwert auch auf bestehende oder nur für neue errichtet Anlagen gilt. Ferner beeinflusst die Festlegung ab welcher Höhe der jährlichen Betriebszeit der Anlage, der abgesenkte Grenzwert gilt. Kommt der neue NO_x -Emissionsgrenzwertes von 20 mg/Nm³ nur für Neuanlagen und für Anlagen mit einer Betriebszeit von mehr als 3.000 Stunden pro Jahr zur Anwendung, verringert sich das jährliche Minderungspotential auf 10 -12 kt.

Bei einer Absenkung des Grenzwerts für NO_x auf 20 mg/ Nm³ sowohl für Erdgaskesselfeuerungen als auch und erdgasgefeuerte Gasturbinen mit jeweils > 50 MW FWL kann ein addiertes Reduktionspotential von 20,3 und 25,6 kt angenommen werden.

Im NLRP von 2019 wird für alle dort zusätzlich berücksichtigten Maßnahmen im WAM-Szenario (NEC-Compliance-Szenario) ein NO_x-Minderungspotenzial für das Jahr 2030 von 97,4 kt/a angegeben. Die Maßnahme „Änderung der 13. BImSchV für ausgewählte Brennstoffe“ in der oben skizzierten Ausprägung mit einer grob geschätzten Minderungswirkung von ca. 20,3 – 25,6 kt liegt im Vergleich dazu bei 21 bis 26% dieses Potenzials.

18.1.3 Maßnahmenspezifische Unsicherheiten

Um für die Maßnahme „Änderung der 13. BImSchV für ausgewählte Brennstoffe“ die Unsicherheiten der NO_x-Emissionen zu betrachten, wurde Angaben aus dem German Informative Inventory Report 2022 (vgl. IIR 2022) herangezogen.

Da sich diese Maßnahme emissionsseitig auf die Reduktion der NO_x-Emissionen im Bereich der Energiewirtschaft sowohl der öffentliche als auch der industriellen Strom- und Wärmeerzeugung auswirkt, variieren die Unsicherheiten entsprechend.

Der German Informative Inventory Report 2022 (vgl. IIR 2022) macht dazu folgende Angaben:

Tabelle 24: Unsicherheiten der Emissionen aus erdgasbetriebenen Kesseln u. Gasturbinen > 50 MW

Unsicherheiten in den Quellgruppen 1A1a Public electricity and heat production		
Quellgruppe	Untere Abweichung in %	Obere Abweichung in %
1A1a Public electricity and heat production	- 9,5	+ 9,9
1A2gvi Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Other	- 8,2	+ 9,2
1A1c Manufacture of solid fuels and other energy industries	-14,7	+16,5

Angegeben sind die schadstoffspezifischen Unsicherheiten der Emissionen aus den genannten wie sie für das Jahr 2021 berichtet wurden. Ausgewiesen ist die mittlere untere und obere Abweichung vom berichteten Wert in Prozent.

(Quelle: IIR 2022)

18.1.4 Auswirkung der Maßnahme auf die Luftqualität

Die durchschnittliche bevölkerungsgewichtete NO₂-Konzentration pro Jahr liegt je nach Örtlichkeit für die meisten Einwohner und Einwohnerinnen zwischen 10 und 15 µg/m³. In Ballungsräumen werden jedoch zum Teil Werte bis zu 40 µg/m³ erreicht (vgl. Abbildung 16).

Wie in Kapitel 3.4.2 erläutert, wurden die Modellrechnungen mit dem EURAD-Modell zur Ermittlung der Auswirkungen auf die Luftqualität summarisch für das gesamte Maßnahmenbündel der zusätzlichen Maßnahmen im WAM-Szenario im Vergleich zum WM-Szenario durchgeführt.

Emissionsseitig betrachtet entspricht die Wirkung der Maßnahme „Änderung der 13. BImSchV für ausgewählte Brennstoffe“ in der oben skizzierten Ausprägung im Jahr 2030 einen Anteil von 21 bis 26% der gesamten NO_x-Emissionsminderung durch die zusätzlichen WAM-Maßnahmen.

Immissionsseitig wird sich dies mit einer tendenziellen Reduktion der bodennahen Hintergrundbelastung zeigen, da die Emissionen überwiegend lokal aus hohen Schornsteinen freigesetzt werden.

18.2 Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache

18.2.1 Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme

Die hier behandelte Reduktionsmaßnahme zielt auf Großfeuerungsanlagen (GFA) ab. Großfeuerungsanlagen sind, wie der Name vermuten lässt, Anlagen, in denen in großer Menge Kohle, Heizöl, Erdgas oder andere Brennstoffe verbrannt werden, um Energie wie Strom oder Wärme zu erzeugen. Die erzeugte Energie dient der öffentlichen Versorgung oder für industrielle Verbraucher. Weil in diesen Anlagen in großer Menge Brennstoffe eingesetzt werden, setzen sie auch in großer Menge Schadstoffe in die Luft frei. Deshalb gibt es für diese Anlagen auch eine spezielle Rechtsverordnung, in der technische Details der Betriebsführung festgelegt sind und auch wie viel Emissionen sie höchstens freisetzen dürfen. Für Großfeuerungsanlagen ist das die sogenannte 13. BImSchV. Ob eine Anlage eine Großfeuerungsanlage ist und damit unter die 13. BImSchV fällt, entscheidet ihre sogenannte Feuerungswärmeleistung (FWL). Mit ihr wird die Leistung einer Anlage berechnet. Wenn die FWL einer Anlage größer ist als 50 MW, dann ist sie eine Großfeuerungsanlage (GFA) und dann muss sie auch die Bestimmungen der 13. BImSchV einhalten. In den Anforderungen der 13. BImSchV sind für verschiedene Brennstoffe und Feuerungarten Grenzwerte festgelegt, die nicht überschritten werden dürfen. Die hier behandelte Reduktionsmaßnahmen schlägt vor, die Grenzwerte für NO_x zu verschärfen, das aus Feuerungskesseln und aus Gasturbinen freigesetzt wird, die mit Erdgas betrieben werden.

Konkret wird vorgeschlagen, dass im Abgas von erdgasbetriebenen Kesseln und Turbinen mit einer FWL von über 50 MW im Jahresmittel nicht mehr als 20 mg NO_x pro Kubikmeter enthalten sein dürfen. Zum Vergleich: Erdgaskesselfeuerungen über 50 MW können im Jahresmittel bis zu 120 mg NO_x pro Kubikmeter Abgas enthalten. Um die Menge an NO_x im Abgas auf 20 mg zu reduzieren, schlägt die Maßnahme vor die sogenannte SCR-Technologie einzusetzen. Das ist eine Technik der Abgasreinigung, bei der Ammoniak in das Abgas eingesprührt wird. Das Ammoniak (NH₃) ist nämlich in der Lage, mit Hilfe von Katalysatoren das NO_x in Wasser (H₂O) und reinen Stickstoff (N₂) umzuwandeln. Weil dabei der Sauerstoff aus dem NO_x entfernt wird, nennt sich diese chemische Reaktion Reduktion. Als Katalysator kommen Sauerstoffverbindungen (Oxide) von Metallen wie Titan, Vanadium oder Wolfram in Frage. Daher wird diese Technik der Abgasreinigung auch SCR genannt, denn diese Abkürzung steht für Selective Catalytic Reduction. Oder auf Deutsch: Selektive katalytische Reduktion.

Bekannt ist die SCR-Technologie aus der Abgasreinigung von Fahrzeugen. Dort wird eine ammokhaltige Flüssigkeit mit dem Markennamen AdBlue in das Abgas von Dieselmotoren eingesetzt.

18.2.2 Wirkung der Maßnahme

Um wie viel die NO_x-Emissionen durch die Maßnahme verringert werden können, kann nicht ganz genau bestimmt, sondern nur geschätzt werden. Das liegt zum einen daran, dass die derzeitigen Emissionen aus erdgasbetriebenen Kesselfeuerungen und Gasturbinen selber nicht ganz genau bekannt sind. Sie könnten auch bis zu ca. 15% geringer oder bis zu 17% höher sein. Zum anderen hängt die Höhe der Minderungswirkung auch davon ab, wie die Reduktionsmaßnahme im Detail ausgestaltet wird. Zu den Details zählt, ob der verschärzte Grenzwert auch für alte Anlagen gelten soll, die schon im Betrieb sind, oder nur für neue Anlagen und dann auch ab welchem Zeitpunkt der Inbetriebnahme. Gestaltet werden kann auch, ob der neue Grenzwert nur für GFA mit einer bestimmten Betriebsdauer, z. B. nur für Anlagen mit einer Betriebszeit von mehr als 3.000 Stunden pro Jahr, gelten soll. Schließlich ist auch nicht ganz klar, wie viele Anlagen bereits eine SCR-Reinigung haben und bei wie vielen sie erst noch eingebaut werden muss.

Für erdgasbetriebene Gasturbinen wird die Minderungswirkung auf 16,7-17,3 kt NO_x pro Jahr geschätzt. Wenn der neue Grenzwert nur für erdgasbetriebene Gasturbinen mit einer jährlichen Betriebszeit von mehr als 3.000 Stunden angewandt, reduziert sich die Minderungswirkung auf 10 -12 kt pro Jahr. Für erdgasbetriebene Feuerungskessel wird geschätzt, dass diese Anlagen bei einem verschärften Grenzwert von 20 mg/m³ pro Jahr ca. 3,6 - 8,3 kt NO_x weniger freisetzen werden. Wenn der verschärftete Grenzwert sowohl für Kesselfeuerungen als auch für Gasturbinen gilt, ergibt sich zusammen eine Minderungswirkung von 20,3 und 25,6 kt NO_x pro Jahr. Das entspricht einer Minderungswirkung von ungefähr 21 bis 26 % der gesamten Minderungen aller zusätzlichen Maßnahmen im NLRP von 2019 für das Jahr 2030.

In welcher Höhe sich diese Minderung der NO_x-Emissionen auf die Verbesserung der Luftqualität auswirkt -also auf die Konzentration von NO₂ in der gesamten Luft die wir alle atmen- kann nur grob abgeschätzt werden. Für eine solche Schätzung lässt sich annehmen, dass sich die NO₂-Konzentration in der Luft in ähnlicher Größenordnung verringert, wie sich die freigesetzte NO_x-Emissionsmenge verringert. Unter dieser Annahme ist von lediglich einer geringfügigen Minderungswirkung unter 1 µg NO_x pro m³ Luft auszugehen, welche die Hintergrundbelastung auch kaum verändern.

Weil das die Konzentration in der Luft ist, die wir alle atmen, nennt sich diese Konzentration auch Hintergrundbelastung. An manchen Orten aber, an denen zum Beispiel viele Autos fahren und viele Maschinen und Anlagen betrieben werden, die etwas verbrennen, ist die Belastung mit dem Schadstoff NO₂ deutlich höher als diese Hintergrundbelastung. Für die hier betrachtete Maßnahme heißt dies, dass sie zwar die NO₂-Hintergrundbelastung nur geringfügig absenkt, aber im Umkreis von erdgasbetriebenen Feuerungskessel und Gasturbinen die NO₂-Konzentration in der Luft auch deutlich mehr sinken kann.

18.3 Maßnahmenspezifische Kommunikation

Grundlage der folgenden Ausführungen ist die 13. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (13. BImSchV), die im Kapitel 18.1.1 näher erläutert wird.

Die Anforderungen an Feuerungsanlagen dienen der Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen zur Nutzung der entstehenden Wärme sowie zur Erfüllung von europäischen Luftqualitätsanforderungen.

Die Verordnung enthält u.a. Vorgaben für:

- ▶ Emissionsgrenzwerte
- ▶ Messung, Überwachung und Berichterstattung (u.a. jährliche Berichte über Emissionen)
- ▶ Vorgehen bei Betriebsstörungen an Abgasreinigungseinrichtungen
- ▶ Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)
- ▶ Abscheidung und Kompression von Kohlendioxid

Exkurs

Im Nationalen Luftreinhalteprogramm werden Schwermetalle, darunter Quecksilber, im Kontext weniger gut bekannter bzw. erfasster Emissionen von Luftschatdstoffen erwähnt (NLRP 2019, S.11). Diese sind aber nicht explizit Bestandteil der Emissionsreduktionsverpflichtungen im Rahmen des Nationalen Luftreinhalteprogramms, sondern Teil der 13. BImSchV sowie die in der 43. BImSchV verankerten Verpflichtungen zur Reduktion der Emissionen bestimmter Luftschatdstoffe und die EU-Gemeinschaftsstrategie für Quecksilber in dem Ziel, die anthropogenen Freisetzung von

Quecksilber in die Luft, das Wasser und den Boden zu minimieren und ggf. zu beseitigen (Deutscher Bundestag 2021).

Die Emission von Schwermetallen, hier Quecksilber (hauptsächlich aus Kohlekraftwerken), steht aus kommunikativer Sicht häufig im Mittelpunkt, da die gesundheitlichen Wirkungen schwerwiegend sind.

Im Gesetzgebungsverfahren für das 13. BImSchV wurden insbesondere die Quecksilber- und Stickstoffoxidgrenzwerte diskutiert. Für Großfeuerungsanlagen, die feste Brennstoffe (u.a. Braunkohle) einsetzen, werden für Neuanlagen von weniger als 300 MW Grenzwerte für Quecksilber von 0,002 mg/m³ bzw. 0,001 mg/m³ ab 300 MW eingeführt (13. BImSchV, Unterabschnitt 2, § 18, 2021). Für bestehende Kohlekraftwerke werden in Abhängigkeit von ihrer Größe, der Art und dem Quecksilbergehalt der Kohle höhere Grenzwerte zugelassen.

Für neue Großfeuerungsanlagen bei Einsatz fester Brennstoffe mit einer Feuerungswärmeleistung (FWL) von über 300 MW ist ein Jahresmittelwert von 1 µg/m³ vorgesehen. Gemäß der BVT Schlussfolgerungen für Großfeuerungsanlagen entspricht dieser Wert der unteren Bandbreite.

Ab 2025 gibt es nochmals eine Verschärfung der Werte. Für Altanlagen gilt ein Jahresmittelwert von 7 µg, der den BVT Schlussfolgerungen entspricht. Bis zum Jahr 2019 gab es nur einen Tagesmittelwert von 30 µg. Ab dem Jahr 2019 wurde zur Absicherung von Umweltqualitätsnormen für Großfeuerungsanlagen, die Stein- oder Braunkohlen einsetzen, ein Jahresgrenzwert von 10 µg für Quecksilber eingeführt. Dieser wurde im Zuge der Umsetzung der BVT Schlussfolgerungen in nationales Recht, nochmals verschärft (Gebhardt 2020).

Durch den Kohleausstieg wird perspektivisch aus diesen Anlagen gar kein Quecksilber mehr emittiert. Bis dahin sind aber - wie aufgeführt - keine unerheblichen Emissionen zu verzeichnen.

Die Umwelt- und Gesundheitsorganisationen ClientEarth, Deutsche Umwelthilfe (DUH), Europe Beyond Coal (EBC) und Health and Environment Alliance (HEAL) machen anlässlich des Fristenendes für die Einhaltung der neuen EU-Umwelt- und Gesundheitsstandards für Kohlekraftwerke darauf aufmerksam, dass die Grenzwerte zu schwach sind, um vorzeitige Todes- und Krankheitsfälle zu verhindern und Millionen an Gesundheitskosten zu sparen.

Nach Einschätzung von Umwelt- und Gesundheitsverbänden wird die Chance verpasst, tausende vorzeitige Todesfälle aufgrund von Luftverschmutzung aus Kohlekraftwerken zu verhindern. So wird argumentiert, dass unambitionierte Grenzwerte für Kohlekraftwerke festgelegt werden, die zu über 18.000 vorzeitigen Todesfällen führen werden (vgl. Deutsche Umwelthilfe 2021).

ClientEarth hat Berechnungen in Auftrag gegeben die hervorheben, dass mit ambitionierteren Grenzwerten und einem Kohleausstieg 2030 die Mehrzahl der vorzeitigen Todesfälle und anderer Gesundheitsauswirkungen durch Kohlekraftwerke verhindert und die Gesundheitskosten um mehr als 70 Prozent verringert werden können. Es wird berechnet 20,93 Milliarden Euro statt 72,06 Milliarden Euro bis 2038 (vgl. Health and Environment Alliance o. J.; Deutsche Umwelthilfe 2021).

Senkung der Emissionen seit den 1980er Jahren

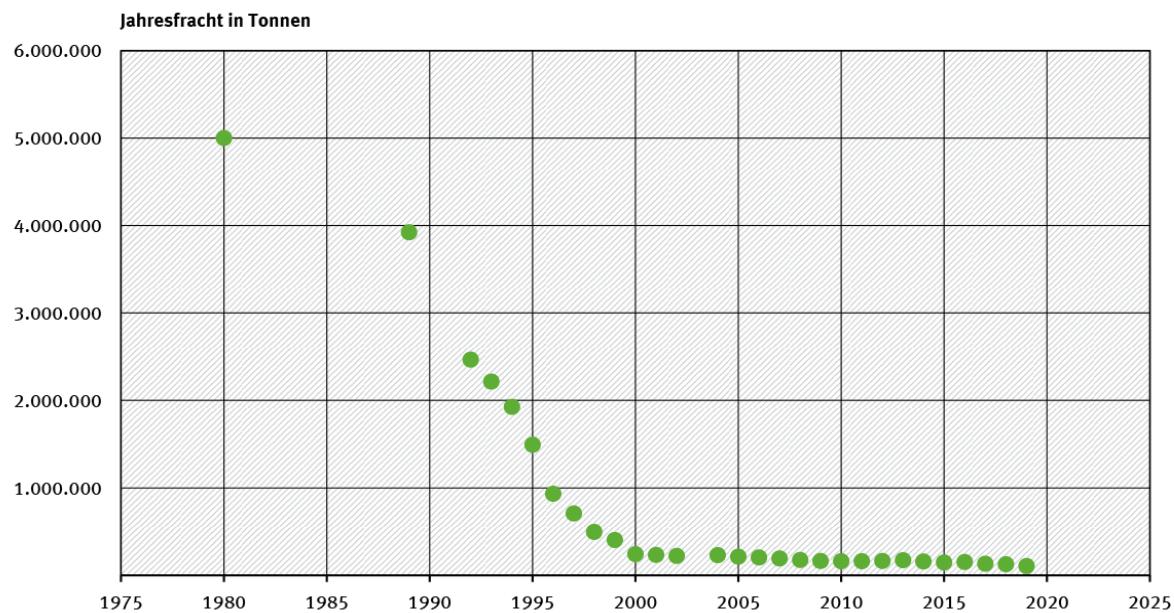
Nach den Angaben des Umweltbundesamtes haben Großfeuerungsanlagen aufgrund der großen Brennstoffmengen eine erhebliche Umweltrelevanz. Seit den 1980er Jahren ist es in Deutschland gelungen, die durch sie hervorgerufene Umweltbelastung - insbesondere ihre Emissionen an Staub, Schwefel- und Stickstoffoxiden und Schwermetallen - erheblich zu senken (vgl. UBA 2022c).

Der § 28 der 13. BImSchV (Emissionsgrenzwerte für Großfeuerungsanlagen bei Einsatz fester Brennstoffe, ausgenommen Biobrennstoffe) wurde leicht geändert: Nach § 28 Abs. 10, 11 der 13.

BlmSchV müssen der Schwefelgehalt und der Grad des erzielten Schwefelabscheidegrades vor dem Einsatz der einheimischen Brennstoffe validiert werden (vgl. Becker et al. 2021).

Die Betreiber*innen von Altanlagen konnten durch umfangreiche Nachrüstungsmaßnahmen die Emissionen von Schwefeloxiden (SO_x) und Stickstoffoxiden (NO_x) sowie von Staub einschließlich der an ihm anhaftenden Schwermetalle mindern. Neue Anlagen werden von Anfang an mit hochwirksamen Einrichtungen zur Begrenzung dieser Emissionen ausgestattet (vgl. UBA 2022c).

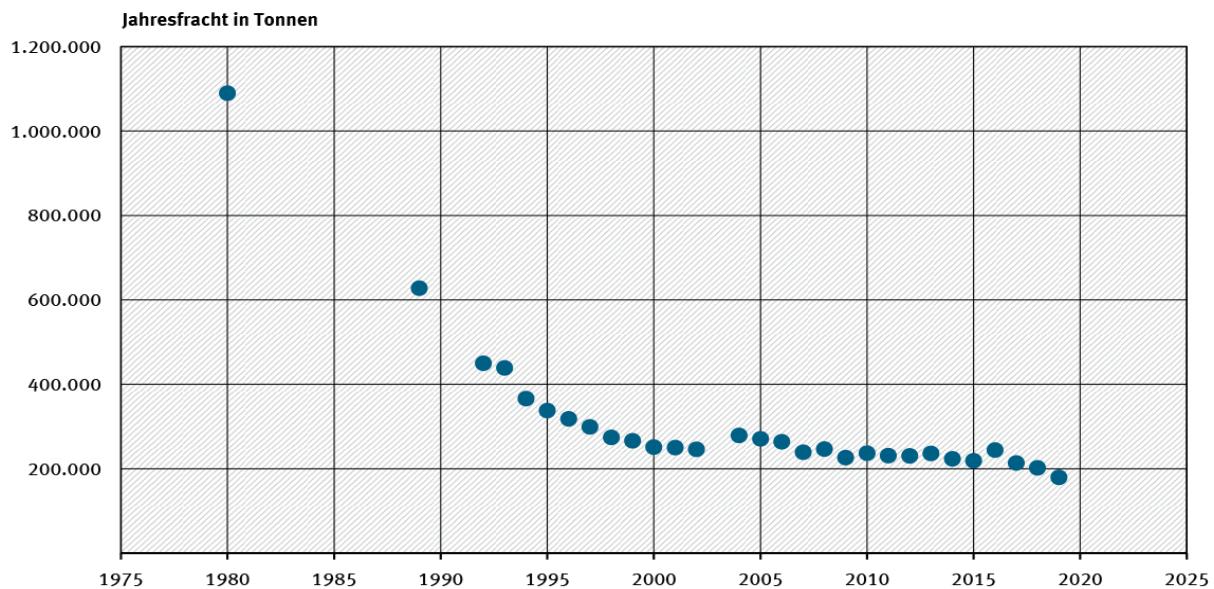
Abbildung 58: Entwicklung der jährlichen Emissionsfrachten von Schwefeloxiden aus Großfeuerungsanlagen



Quelle: Auswertung der Datenlieferungen der Länder an das Umweltbundesamt seit 1992, Vorjahre eigene Berechnungen; Stand 08/2021

(Bildquelle: UBA 2022c)

Abbildung 59: Entwicklung der jährlichen Emissionsfrachten von Stickstoffoxiden aus Großfeuerungsanlagen



Quelle: Auswertung der Datenlieferungen der Länder an das Umweltbundesamt seit 1992, Vorjahre eigene Berechnungen; Stand 08/2021

(Bildquelle: UBA 2022c)

Großfeuerungsanlagen in Deutschland

Circa 600 Großfeuerungsanlagen befinden sich in Deutschland. Davon sind ein großer Teil Kraftwerke der öffentlichen Versorgung und der Industrie. Darüber hinaus existieren Großfeuerungsanlagen zur Wärmeversorgung von Industrie, Gewerbe und Haushalten. Der Bedarf an Strom und Wärme in Deutschland erfordert derzeit noch den Einsatz fossiler und biogener Energieträger (vgl. UBA 2016c).

EU Gesetze, um auf bessere Umsetzungen in den Großfeuerungsanlagen einzuwirken

Die Verbesserung der allgemeinen Umweltleistung besteht darin, die Besten verfügbaren Techniken (BVT) einzusetzen und die Anwendung eines Umweltmanagementsystems (UMS), das sich durch sämtliche folgende Merkmale auszeichnet:

- ▶ besonderes Engagement der Führungskräfte, auch auf leitender Ebene;
- ▶ Festlegung einer Umweltstrategie seitens der Führungskräfte, die eine kontinuierliche Verbesserung der Umweltleistung der Anlage beinhaltet;
- ▶ Planung und Umsetzung der erforderlichen Verfahren, Ziele und Vorgaben, einschließlich finanzieller Planung und Investitionen;
- ▶ Durchführung von Verfahren unter besonderer Berücksichtigung der folgenden Punkte: *Struktur und Zuständigkeiten, Arbeitskräfteanwerbung, Schulung, Sensibilisierung und Kompetenz, Kommunikation, Einbeziehung der Arbeitnehmer, Dokumentation, wirkungsvolle Prozessregelung, geplante, regelmäßige Instandhaltungsprogramme (EU 2017, S. 12);*

Darüber hinaus ist eine regelmäßige Durchführung von Benchmarkings auf Branchenebene erforderlich. Dabei sind folgende Punkte wichtig:

- ▶ Programme zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle. Diese stellen sicher, dass die Merkmale aller Brennstoffe vollständig bestimmt und kontrolliert werden;
- ▶ Managementplan zur Reduzierung der Emissionen in die Luft und/oder in Gewässer (siehe BVT 10 und BVT 11);
- ▶ Abfallbewirtschaftungsplan, um sicherzustellen, dass Abfall vermieden oder zur Wiederverwendung, Wiederverwertung und/oder anderweitigen Rückgewinnung vorbereitet wird (EU 2017, S. 12 und S. 13, vgl. auch EU 2021);

Bezug aktuelle Gesetzeslage

Bundes-Immissionsschutzgesetz (Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge), in der Fassung der Bekanntmachung vom 26.09.2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert durch Gesetz vom 19.10.2022 (BGBl. I S. 1792) m. W. v. 26.10.2022.

Hinweis aus einem Gutachten: Stellungnahme zum Entwurf eines vierzehnten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes sowie verschiedener Immissionsschutzverordnungen aus Anlass der öffentlichen Anhörung des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz, Nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz des Deutschen Bundestages am 26.9.2022 (vgl. Gebhardt 2022):

- ▶ Mit der Änderung des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) werden Sonderregelungen, die im Fall einer Gasmangellage greifen, vorgeschlagen. Hierfür sollen die §§ 31e bis 31j in das BImSchG aufgenommen werden. Die Voraussetzungen für die Beantragung der Sonderregelungen sind sehr unbestimmt.
- ▶ Formulierungen wie „Betriebsmittel für Abgasreinigungseinrichtungen“ sind zu weit gefasst.
- ▶ Betriebsmittel, die im Falle einer Gasmangellage nicht oder nur in begrenzter Form zur Verfügung stehen werden, beschränken sich auf Ammoniak und Harnstoff, welche in Abgasreinigungsanlagen zur Minderung von Stickstoffoxiden verwendet werden.
- ▶ Ammoniak bzw. Harnstoff wird in einem weiten Bereich systemrelevanter Anlagen benötigt, unter anderem auch zur Stickstoffoxidminderung bei Lkw (AdBlue).
- ▶ Die Produktion, zumindest in den größten Erzeugeranlagen, für Ammoniak bzw. Harnstoff ist aufrecht zu erhalten.
- ▶ Die jeweilige Nummer drei eröffnet die Möglichkeit, jedwede Erschwernisse, die in irgendeiner Art und Weise mit einer Gasmangellage in Zusammenhang stehen können, als Grund für eine Ausnahmegenehmigung heranzuziehen und damit Vorhaben ohne Genehmigung und mit extrem eingeschränkte Öffentlichkeitsbeteiligung zu realisieren. Es wird angezweifelt, ob die Ausnahmeregelungen im Einklang mit den Vorgaben nach § 5 Abs. 1 Nr. 1 des BImSchG stehen, nach denen Anlagen so zu errichten und zu betreiben sind, dass zur Gewährleitung eines hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden. Gerade diese Vorgaben sollen ja durch die Einhaltung von Emissionsgrenzwerten eingehalten werden. Dies dürfte dann aber bei einigen Anlagen nicht mehr der Fall sein (vgl. Gebhard 2022).

- ▶ Es sollten weiterhin nur solche Anlagen von den Ausnahmen profitieren, die als systemrelevant erachtet werden. Dabei ist zwingend erforderlich, die Ausnahmen einzelfallbezogen zeitlich zu befristen.
- ▶ Für UVP-pflichtige Anlagen sollten die Erleichterungen nicht gelten.

Die Einschränkungen hinsichtlich der Öffentlichkeitsbeteiligung nach § 31f widersprechen sowohl Art. 6 der Aarhus-Konvention als auch den Vorgaben der Industrieemissionsrichtlinie in Art. 24 bei Anlagen, die unter diese fallen. Bei Verfahren mit der in § 31 f genannten Fristverkürzung sind die Unterlagen zwingend im Internet verfügbar zu machen (vgl. Gebhard 2022).

Gutachtliche Stellungnahme des Parlamentarischen Beirats für nachhaltige Entwicklung

Der Parlamentarische Beirat für nachhaltige Entwicklung hat sich im Rahmen seines Auftrags zur Überprüfung von Gesetzentwürfen und Verordnungen der Bundesregierung auf Vereinbarkeit mit der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie in seiner 83. Sitzung am 9. Juni 2021 mit der Verordnung zur Neufassung der Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen und zur Änderung der Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen befasst.

Die Begründung des Verordnungsentwurfes lautet dabei: „Diese Verordnung trägt wesentlich zu einer nachhaltigen Entwicklung bei, insbesondere durch Verbesserung des Gesundheitsschutzes der Bevölkerung.“ Der Bezug zur nationalen Nachhaltigkeitsstrategie hinsichtlich folgender Leitprinzipien einer nachhaltigen Entwicklung und Sustainable Development Goals (SDGs) wird wie folgt hergestellt:

- ▶ Leitprinzip 3 – Natürliche Lebensgrundlagen erhalten
- ▶ SDG 3 – Gesundheit und Wohlergehen
- ▶ SDG 13 – Maßnahmen zum Klimaschutz

So wird fortgefahren, dass die Verordnung erheblich zu der Reduktion von Schadstoffen und Luftverschmutzung beiträgt. Allen voran das SDG „Gesundheit und Wohlergehen“ findet somit Berücksichtigung (vgl. Deutscher Bundestag 2021).

18.3.1 Maßnahmenspezifische Anforderung an erfolgreiche Kommunikation

Die Umrüstung der Großfeuerungsanlage zur Reduktion der Luftschadstoffe ist ein seit Jahrzehnten erfolgender Prozess. Erfolge in der Reduktion sind erzielt worden, sie sind aber noch nicht ausreichend, um die Klimaziele zu erreichen und um die Gesundheit der Bevölkerung zu schützen. Der technologische Umbau auf Anlagen der erneuerbaren Energien leistet einen erkennbaren Beitrag. Die Restlaufzeiten von Großfeuerungsanlagen, welche z. B. Stein- oder Braunkohle verfeuern, sind unabhängig vom angestrebten Energiemix problematisch. Es entstehen bei den Altanlagen immer noch zu viele Schadstoffe (vgl. Kap. 18.3). Die von der EU vorgegebenen Grenzwerte werden nicht eingehalten.

Die Unsicherheiten und z.T. noch unklaren Rahmenbedingungen, z. B. bei der langjährigen Gasversorgung, dessen Grundstoffe (Ammoniak und Harnstoff) wichtig sind, z. B. für Rauchgasentschwefelung, erschweren die Entwicklung einer nachhaltigen Kommunikationsstrategie. Denn erst wenn klar ist, wie und wann die verbleibenden Großfeuerungsanlagen - welche hauptsäch-

lich für die Luftverschmutzung in ihrem Segment verantwortlich sind - abgebaut und durch umweltfreundlichere Anlagen ersetzt werden, definiert ist, können Ziele, Botschaften und konkrete Maßnahmen entwickelt werden.

Hingegen eine dem Rückgang der SO₂-Emissionen vergleichbare Entwicklung beim CO₂ ist nach derzeitigem Kenntnisstand nur durch den weitgehenden Verzicht auf den Einsatz fossiler Brennstoffe oder durch eine CO₂-Abscheidung an der Anlage möglich. Das abgeschiedene CO₂ könnte entweder zu geeigneten Speichern transportiert und dort gespeichert werden („Carbon Capture and Storage“, CCS) oder aber einer anderweitigen Nutzung oder Verwertung zugeführt werden. Beide Optionen sind nicht kurzfristig verfügbar, sondern erfordern erheblichen Forschungs- und Erprobungsbedarf und hohe Investitionen (vgl. UBA 2016c).

Es gibt jedoch Empfehlungen im Hinblick auf die Schaffung von Akzeptanz und Transparenz im gesamten Veränderungsprozess zu nachhaltigen und umweltverträglichen Anlagen durch die Ausstiegsstrategien für Kohlekraftwerke (vgl. Kap. 19.3).

18.3.2 Umweltauswirkungen von Großfeuerungsanlagen

Hierzu gehören insbesondere die Emissionen in die Luft, darunter klimawirksame, versauernde und eutrophierende Luftschadstoffe, wie Kohlendioxid (CO₂), Schwefel- und Stickstoffoxide (SO₂ und NO_x) sowie Staub inklusive Feinstaub und Schwermetalle. Maßnahmen zur Minderung von Emissionen haben seit den 1980er Jahren maßgeblich zur Verbesserung der Luftqualität in Deutschland beigetragen.

So konnten die Großfeuerungsanlagen ihre Staub- und SO₂-Emissionen um circa 90 Prozent und ihre NO_x-Emissionen um circa 70 Prozent mindern. Dennoch haben diese Anlagen auch heute noch einen maßgeblichen Anteil an den nationalen Gesamtemissionen. Hohe Bedeutung haben auch die CO₂-Emissionen: Sie stammen zu über 46 Prozent aus Großfeuerungsanlagen (vgl. UBA 2016c).

In der Öffentlichkeit haben die Planung und der Bau von Großfeuerungsanlagen insbesondere solcher zur Kohleverstromung immer wieder zu Protesten, Unterschriftenaktionen oder Klagen geführt. Im Folgenden werden die drei Beispiele

- ▶ RWE Steinkohlenkraftwerk Ensdorf,
- ▶ Vattenfall-Kraftwerk Schwarze Pumpe und
- ▶ Steinkohlekraftwerk Datteln 4

aufgeführt. Sie stehen stellvertretend für weitere Beteiligungen und Proteste bei der Planung und dem, Bau von Großfeuerungsanlagen:

- ▶ Ende November 2006 gab die RWE POWER bekannt, dass sie beabsichtige ihr bestehendes Steinkohlekraftwerk am Standort Ensdorf mit einem Doppelblock von je 800 MW elektrischer Leistung zu erweitern (RWE 2006). Bereits im März 2007 gründet sich die „Initiative Bürger für Klima- und Umweltschutz“ und machte auf die erheblichen Umweltauswirkungen für die ganze Region aufmerksam. Unterstützung bekam die Initiative von BUND, NABU, Greenpeace, Sektion Saarland, der Energiewende Saar e.V. und den Grünen Saar. „Sie hatten die Anlage wegen deren massivem Ausstoß des Treibhausgases Kohlendioxid als „Klimakillerkraftwerk Ensdorf“ bezeichnet“ (FAZ 2007). Um die Erweiterung zu realisieren war im Rahmen des Genehmigungsverfahrens eine Änderung im Flächennutzungsplan erforderlich. Die sozialdemokratische

Fraktion des Gemeinderates beantragte gemäß § 20b des saarländischen Kommunal-selbstverwaltungsgesetzes (KSVG) eine Befragung der Bürger und Bürgerinnen. Die Zustimmung im Gemeinderat erfolgte unter der christdemokratischen Bedingung eines Quorums von zwei Dritteln aller Wahlberechtigten. Dieses Quorum wurde während einer einwöchigen Abstimmung im November 2007 mit 70% deutlich überschritten. So gut wie alle Stimmberechtigten sprachen sich gegen die Kraftwerkserweiterung aus. In der Folge lehnte der Ensdorfer Gemeinderat im Dezember 2007 die Änderung des Flächennutzungsplans ab und die RWE Power AG zog ihren Genehmigungsantrag beim saarländischen Umweltministerium, wie vorher angekündigt, zurück. Das Scheitern beim Bau eines Steinkohlekraftwerkes durch den Bürger*innenentscheid in Ensdorf, fand bundesweite Beachtung und wurde mit dem gescheiterten Bau des Kernkraftwerks am oberrheinischen Wyhl in den 1980er Jahren verglichen (vgl. Merkel 2017, Leuschner 2007).

- ▶ „Im Mai 2016 legten 1.600 Demonstrant*innen im Rahmen der Protestaktion „Ende Gelände 2016“ das Vattenfall-Kraftwerk Schwarze Pumpe lahm. Die Aktion war Teil der global koordinierten Aktion „Break free 2016“. Die Aktion „Ende Gelände 2016“ war eine Großaktion zivilen Ungehorsams im Lausitzer Braunkohlerevier für den Klimaschutz. Über 3 Tage lang blockierten 3.500 bis 4.000 Menschen den Betrieb des Tagebaus und des Kraftwerks Schwarze Pumpe, das Kraftwerk musste auf 20 % seiner Leistung gedrosselt werden“ (Deutschlandfunk 2016).
- ▶ Ein weiteres Beispiel betrifft das Steinkohlekraftwerk Datteln 4 am Dortmund-Ems-Kanal. „Eine große Mehrheit der Bevölkerung war gegen das Steinkohlekraftwerk Datteln 4 in Nordrhein-Westfalen. Fast zwei Drittel der Befragten (63 Prozent) hielt die Inbetriebnahme für „falsch“, wie aus einer vom Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) in Auftrag gegebenen repräsentativen Umfrage des Instituts Kantar hervorgeht“. Ungeachtet dessen und anhängender Klagen der Bevölkerung wurde das Kraftwerk 2020 in Betrieb genommen (vgl. BUND NRW 2020).

18.3.3 Maßnahmenspezifische Zielgruppen

Kommunikativ gibt es mehrere Ebenen der Einbindungen von speziellen Zielgruppen in Form von Stellungnahmen zur 13. BImSchV:

- ▶ Beschlussempfehlungen und Bericht der Mitglieder des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
- ▶ Gutachtliche Stellungnahmen des Parlamentarischen Beirats für nachhaltige Entwicklung
- ▶ Gutachterliche Stellungnahmen von Ingenieurbüros/Sachverständigen, welche vom Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit beauftragt werden
- ▶ Umwelt- und Gesundheitsorganisationen wie z. B. ClientEarth, Deutsche Umwelthilfe (DUH), Europe Beyond Coal (EBC) und Health and Environment Alliance (HEAL), die entweder vom Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit eingeladen werden, eine Stellungnahme zur 13. BImSchV und ihrer Wirkung abzugeben, oder selbst aktiv mit Informationen an die Öffentlichkeit gehen
- ▶ Bürger*innen indes werden kaum proaktiv (im Vorfeld) einbezogen, wenn es um Planungen und Umsetzungen von Großfeuerungsanlagen geht. Es kommt häufig zu Demonstrationen gegen die Anlagen.

18.3.4 Maßnahmenspezifische Kommunikationsziele

Bei der Planung und dem Bau von Großfeuerungsanlagen kommt es aus Sicht der Bürger*innen vor allem darauf an, mit welchen Brennstoffen die Kesselanlagen betrieben werden. Bei der Kohleverstromung waren und sind noch immer, wie beschrieben, die Widerstände aus der Bevölkerung am größten. Mit der Perspektive, dass keine neuen Großfeuerungsanlagen mit Kohleverstromung mehr gebaut werden, ist mit einer Beruhigung in der Bevölkerung zu rechnen. Gelingt der beschleunigte Kohleausstieg bis 2030, wird diese Perspektive auch langfristig den Unmut in der Bevölkerung mindern. Aus gesundheitlicher Sicht der Bevölkerung sind aber auch diese Restlaufzeiten zu lang. Die kommunikativen Ansätze zur Maßnahme „Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung“ werden in Kapitel 19.3 aufgeführt.

Abgasreinigung bei Großfeuerungsanlagen:

Es gab in vielen Standortkonflikten in Deutschland in den letzten Jahren die Akzeptanzfrage auf die tatsächliche Leistungsfähigkeit der Abgasreinigung. Es wurden von Standortgegnern die Betriebswerte der besten Anlagen herangezogen und es wurde gefordert, dass die geplante Anlage ebenfalls diese Werte erreichen sollte bzw. diese Ausstattung haben sollte. Von Seiten der betroffenen Bürger*innen wurde erwartet, dass die „besseren“ bzw. „besten“ Systeme zum Einsatz kommen (vgl. Thomé-Kozmiensky et al. 2011).

Anders verhält es sich bei Großfeuerungsanlagen beim Einsatz von Biobrennstoffen, beim Einsatz flüssiger Brennstoffe (ausgenommen flüssige Brennstoffe aus Produktionsrückständen der chemischen Industrie), beim Einsatz von gasförmigen Brennstoffen (ausgenommen gasförmige Brennstoffe aus Produktionsrückständen der chemischen Industrie), bei Großfeuerungsanlagen beim Einsatz von flüssigen und gasförmigen Produktionsrückständen aus der chemischen Industrie sowie für Gasturbinenanlagen und Verbrennungsmotoranlagen.

Hier ist die Frage, ob und inwieweit die Bevölkerung an den Standorten und an geplanten Standorten ausreichend informiert ist.

18.3.5 Strategischer Ansatz für die Kommunikation

Generell ist es eine schwierige Aufgabe, Standorte für Großfeuerungsanlagen zu finden, da diese niemand „vor der Haustür“ haben will. Der Ausbau von erneuerbaren Energien kann seinen positiven Beitrag leisten. Dennoch sind Windkraftanlagen zur Stromerzeugung, je nach Standort, ebenfalls umstritten. Lindernd kann wirken, wenn die Einwohnerschaft Einfluss auf den Standort der Anlagen in der Planungsphase hat. Gemeinsam wird überlegt, welcher Standort am wenigsten störend ist.

Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass der Standort bei bestimmten Anlagen auch netzdienlich sein muss. Die ist der Fall, wenn es sich um eine KWK-Anlage handelt. D. h. die Anlage muss im Bereich des Fernwärmenetzes gebaut werden. Ein Teil der Kommunikation mit den Bürger*innen kann sein zu erklären, dass die Anforderungen an die Anlagen sehr hoch sind und diese tatsächlich kaum stören. Erfolgt der Zubau von Großfeuerungsanlagen als Gaskraftwerk, sind die vorgeschriebenen NO_x Grenzwerte ambitioniert. Das bedeutet, dass die Umweltauswirkungen derartiger Anlagen vergleichsweise gering sind.

Es gibt hier keine abschließende Empfehlung für alle Anlagen. Die negativen Umweltwirkungen von Großfeuerungsanlagen, trotz moderner Filtersysteme, sind beschrieben worden.

18.3.6 Handlungsempfehlungen

Eine transparente Kommunikation von vorhandenen und geplanten Großfeuerungsanlagen ist notwendig, um ansatzweise eine Akzeptanz für Großfeuerungsanlagen zu erhalten. Zwar konnten ab den 80er Jahren durch moderne Filteranlagen Schadstoffe aus den Anlagen reduziert werden, aber nicht vollständig. Generell ist es immer problematisch, wenn es zur Konfrontation der Anwohner*innen und Kraftwerksbetreibern kommt. Ein Beispiel ist die 2007 durchgeführte Bürger*innenbefragung, die zu einem Aus für den geplanten Neubau von RWE in Ensdorf geführt hat (vgl. Kapitel 18.3.2). Jedoch wird die Bürgerschaft nicht immer im Vorfeld und ausführlich genug vor Anlagenplanungen einbezogen. Die Möglichkeiten bzw. Formate und notwendigen Schritte einer Bürger*innenbeteiligung wurden im Kapitel 2.2.4 dargestellt.

Grundsätzlich besteht das Problem, dass es keinen angemessenen regulatorischen Rahmen gibt, um eine Umstellung auf (komplett) saubere Produktionswege in vielen Großfeuerungsanlagen zu ermöglichen. Alternative Produktionstechnologien existieren noch nicht im industriellen Maßstab und sind deutlich teurer als derzeit etablierte Produktionswege. Mit Blick auf das Grundgesetz sowie auf die Leitsätze vom Bundesverfassungsgericht zum Klimaschutz (vgl. BVerfG 2021) ist der Umgang mit Großfeuerungsanlagen und deren Schadstoffausstoß aber anders zu bewerten. Es sollten alle Anstrengungen unternommen werden, die Grenzwerte weiter einzuhalten und zu senken.

19 Stationäre Feuerungen: Maßnahme „Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung“

19.1 Wissenschaftliche Bewertung der Maßnahmenwirkung

19.1.1 Relevanz der Maßnahme im sektoralen Kontext

Die Verbrennung von Kohle zur Stromerzeugung ist mit erheblichen negativen Folgen für die Umwelt und die menschliche Gesundheit verbunden.

Zuvorderst ist dabei die Freisetzung von Treibhausgasen zu nennen, denn die Kohleverbrennung erzeugt erhebliche Mengen an CO₂. Dabei stoßen Braunkohlekraftwerke aufgrund ihrer geringen Energiedichte pro erzeugte kWh mehr Kohlendioxid aus als Steinkohlekraftwerke. Im Jahr 2022 war wie bereits 2021 Kohle der wichtigste Energieträger für die Stromerzeugung in Deutschland. Ungefähr ein Drittel des in Deutschland erzeugten und ins Netz eingespeisten Stroms stammte aus Kohlekraftwerken. Gegenüber dem Jahr 2021 nahm die Stromerzeugung aus Kohle um 8,4 % zu. Allerdings sank in diesem Zeitraum der gesamte in Deutschland erzeugte und eingespeiste Strom um 1,9 % auf 509 TWh (vgl. Destatis 2023).

Darüber hinaus werden bei der Verbrennung von Kohle die für den NLRP von 2019 und seine Aktualisierung besonders relevanten NEC-Schadstoffe NO_x und PM_{2,5} emittiert. Die Freisetzung der NEC Schadstoffe NMVOC und NH₃ hingegen besitzen bei der Kohleverbrennung eine untergeordnete Relevanz.

Je nach Anlagentyp sowie nach Art und Herkunft der Kohle werden unterschiedliche Mengen an NO_x und Feinstaub freigesetzt.

Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Verbrennung von Kohle auch mit erheblichen Emissionen von Schwermetallen verbunden ist. So werden von Braunkohlekraftwerken pro TJ eingesetzte Braunkohle zwischen 8,24 (Kraftwerk Buschhaus, wurde bereits stillgelegt.) und 1,98 g Quecksilber freigesetzt (Juhrich et al. 2019).

Neben der Freisetzung von Klimagasen und anderen Luftschatstoffen ist auch die Gewinnung von Kohle mit erheblichen Umweltschäden verbunden. Der oberirdische Abbau von Braunkohle führt zu massiven Eingriffen in die Landschaft und den Wasserhaushalt. Darüber hinaus ist sie mit der Zerstörung langjährig gewachsener Siedlungsstrukturen mit entsprechenden kulturellen Identitäten und sozialen Zusammenlebens verbunden.

Da die Energiegewinnung aus Kohle in Deutschland über eine lange Tradition verfügt, sind die jeweiligen regionalen Wirtschafts- und Sozialstrukturen der Abbaugebiete über lange Zeiträume entsprechend geprägt worden. Entsprechend ist der Ausstieg aus der Kohleverstromung für die jeweiligen Regionen mit erheblichen Brüchen in den bisherigen Beschäftigungs- und Sozialstrukturen verbunden.

Mit dem Gesetz zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung (Kohleverstromungsbeendigungsgesetz - KVBG) von 08.08.2020 wurde von der Bundesregierung und der Mehrheit des Bundestages beschlossen die Kohleverstromung bis zum Jahr 2038 vollständig zu beenden. Das KVBG regelt die Reduzierung und Beendigung der Erzeugung elektrischer Energie durch den Einsatz von Kohle in Deutschland. Zweck des Gesetzes ist: „...die Erzeugung elektrischer Energie durch den Einsatz von Kohle in Deutschland sozialverträglich, schrittweise und schrittweise und möglichst stetig zu reduzieren und zu beenden, um dadurch Emissionen zu reduzieren, und dabei eine sichere, preisgünstige, effiziente und klimaverträgliche Versorgung der Allgemeinheit mit Elektrizität zu gewährleisten“ (KVBG 2020, §2 (1)).

19.1.2 Emissionsseitige Wirkung der Maßnahme

Die vorliegende Reduktionsmaßnahme „Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung“ zielt darauf statt wie im KVBG festgelegt erst zum Jahr 2038 bereits zum Jahr 2030 die Kohleverstromung vollständig zu beenden. Dazu wird angenommen die Kraftwerkskapazitäten, die im KVBG in den Jahren 2030 bis 2038 stillgelegt werden sollen, bereits zum Jahr 2030 vollständig stillgelegt sind. Dabei handelt es sich um die folgenden Kraftwerke:

Tabelle 25: Von einem vorzeitigen Ausstieg aus der Kohleverstromung betroffene Kraftwerke

RWE Power	50129 Bergheim	NRW	Niederaußem K	BNA0709	450	31.03.2030
RWE Power	41517 Grevenbroich	NRW	Neurath F	BNA1401a	1060	31.03.2030
RWE Power	41517 Grevenbroich	NRW	Neurath G	BNA1401a	1060	31.03.2030
RWE Power	50129 Bergheim	NRW	Niederaußem G*)	BNA0708	628	31.12.2033
Saale Energie	06259 Schkopau	Sachsen	Schkopau A	BNA0878	450	31.12.2034
Saale Energie	06259 Schkopau	Sachsen	Schkopau B	BNA0879	450	31.12.2034
LEAG	04575 Neukieritsch	Sachsen	Lippendorf R	BNA0115	875	31.12.2035
EnBW	04575 Neukieritsch	Sachsen	Lippendorf S	BNA0116	875	31.12.2035
LEAG	03130 Sprengberg	Brandenburg	Schwarze Pumpe A	BNA0914	750	31.12.2038
LEAG	03130 Sprengberg	Brandenburg	Schwarze Pumpe B	BNA0915	750	31.12.2038
LEAG	02943 Boxberg	Sachsen	Boxberg R	BNA1404	640	31.12.2038
LEAG	02943 Boxberg	Sachsen	Boxberg Q	BNA0124	857	31.12.2038
Gesamte elektrische Nettoleistung in MW					8.845	

*) Es wird angenommen das Niederaußem Block H bereits 2029 stillgelegt wird, da dieser Block geringfügig älter ist als Block G der dann laut KVBG erst 2033 vom Netz geht und damit innerhalb dieser Maßnahme fällt
(Quelle: Eigene Darstellung nach KVBG 2020).

Zur Bestimmung der Emissionen aus diesen Kraftwerken wurden die Daten aus dem Schadstofffreisetzung- und –verbringungsregister PRTR (PRTR 2021) genutzt. Zurückgegriffen wurde dabei auf das Berichtsjahr 2021. Um das Reduktionspotential der Maßnahme für das Jahr 2030 zu berechnen wurden die Kraftwerksblöcke, die in den Jahren 2022 bis einschließlich

2029 noch im Betrieb bleiben, abgezogen. Dabei wurde angenommen, dass die elektrische Nettoleistung dieser Kraftwerksblöcke proportional zu den Emissionsfrachten sind. Folgende Kraftwerksblöcke wurden abgezogen

- ▶ Kraftwerk Niederaußem Block H (siehe Anmerkung zu Tabelle 25)
- ▶ Kraftwerk Neurath Block A, D und E
- ▶ Boxberg Block N und P

Auf dieser Basis ergeben sich für das Jahr 2030 folgende Reduktionspotentiale:

Tabelle 26: Reduktionspotentiale der Maßnahme für das Jahr 2030

Kraftwerk	Schadstoff in kt			
	SO _x	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}
Boxberg	4,46	6,35	0,16	0,05
Niederaußem	3,97	7,22	0,16	0,05
Neurath	2,22	8,07	0,16	0,04
Lippendorf	11,70	7,13	0,08	0,02
Schwarze Pumpe	6,18	5,93	0,10	0,03
Kraftwerk Schkopau	2,18	2,08	0,06	0,02
Summen	30,70	36,79	0,72	0,21

(Quelle: Eigene Darstellung nach PRTR 2021).

Da die Feinstaubemissionen im PRTR nur als PM₁₀ berichtet werden, wurde zur Bestimmung der PM_{2,5}-Emissionen die in RAINS für die Verbrennung trockener Braunkohle in Kraftwerken verwendete Korngrößenverteilung im Gesamtstaub (TSP) von 35% PM₁₀ und 10% PM_{2,5} genutzt (UBA 2002).

Da das Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregister PRTR auch die Emissionsfrachten für Schwermetalle ausweist sei beispielhaft erwähnt, lässt sich auch die Mengen an Schwermetallemissionen abschätzen, die sich durch die hier besprochene Maßnahme „Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung“ reduzieren lässt. Für das besonders giftige Schwermetall Quecksilber sind das die beachtliche Menge von über einer Tonne die im Jahr 2030 durch die Maßnahme vermeiden lassen. Dabei ist zu beachten, dass für Schwermetalle die Daten aus der PRTR-Datenbank nur bedingt geeignet sind, eine exakte Höhe der durch die Maßnahmen bewirkte Reduktion zu bestimmen.

Im NLRP von 2019 wird für alle dort zusätzlich berücksichtigten Maßnahmen im WAM-Szenario (NEC-Compliance-Szenario) ein NO_x-Minderungspotenzial für das Jahr 2030 von 97,4 kt/a angegeben. Die Maßnahme „Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung“ in der oben skizzierten Ausprägung mit einer grob geschätzten Minderungswirkung von ca. 36,79 kt liegt im Vergleich dazu bei 38% dieses Potenzials.

Für PM_{2,5} beziffert das NLRP von 2019 für alle dort zusätzlich berücksichtigten Maßnahmen im WAM-Szenario (NEC-Compliance-Szenario) das im Jahr 2030 erreichbarer Minderungspotenzial

auf 4,8 kt. Damit liegt die Minderungswirkung der Maßnahme „Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung“ im Vergleich dazu bei 4,8% dieses Potenzials.

Zu beachten ist, dass bei der dargestellten Höhe der Emissionsreduktion die durch einen beschleunigten Ausstieg aus der Kohleverstromung bewirkt wird, etwaige Kompensationen der Reduktionswirkung durch den zusätzlichen Zubau z. B. von gasbetriebenen Kraftwerkskapazitäten, nicht berücksichtigt wurden.

19.1.3 Maßnahmenspezifische Unsicherheiten

Um für die Maßnahme „Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung“ die Unsicherheiten der Emissionen von SO₂, NO_x und PM_{2,5} zu betrachten, wurde Angaben aus dem German Informative Inventory Report 2022 (vgl. IIR 2022) für den NFR-Sektor 1A1a Public electricity and heat production herangezogen. Diese liegen im Bereich von ca. -10 bis +14%.

Tabelle 27: Unsicherheiten der Emissionen aus der Quellgruppe 1A1a Public electricity and heat production (öffentliche Strom und Wärmeerzeugung), Bezugsjahr 2019, gemäß IIR-Report 2022

Unsicherheiten in der Quellgruppe 1A1a Public electricity and heat production		
Schadstoff	Untere Abweichung in %	Obere Abweichung in %
SO ₂	-12,50%	+14,07%
NO _x	-9,53%	+9,9%
PM _{2,5}	-11,41%	+12,24%

Angegeben sind die schadstoffspezifischen Unsicherheiten der Emissionen wie sie für das Jahr 2021 berichtet wurden. Dargestellt ist die mittlere untere und obere Abweichung vom berichteten Wert in Prozent.

(Quelle: IIR 2022)

19.1.4 Auswirkung der Maßnahme auf die Luftqualität

Da sich die Emissionsminderung der Maßnahme „Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung“ an sechs konkreten Standorten von Braunkohlekraftwerken als Punktquelle auswirkt, wird sich die Verbesserung der Luftqualität zunächst auch an diesen Standorten auswirken. Weil die hier betrachtete Maßnahme jedoch Großfeuerungsanlagen mit erheblichen Emissionsfrachten adressiert, greifen verschiedene rechtliche Regelungen die auch vorschreiben, in welcher Höhe die Emissionen freigesetzt werden. Zu nennen sind diesbezüglich die 13. BImSchV über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen, die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft 2021) sowie die Schornsteinhöhenberechnung nach VDI 3781. Die Höhe des Schornsteins ergibt sich dabei aus einer Vielzahl von Messparametern hinsichtlich der Art der Feuerung, der Abgastemperatur, der Abgasführung, der installierten Rauchgasreinigung, der Schadstoffgehalte im Abgas und der Ausbreitungsbedingungen am Standort u. ä. Allerdings soll die Schornsteinhöhe 250 m nicht überschreiten. Damit wird deutlich, dass die Freisetzung der Emissionen bei den hier adressierten Braunkohlekraftwerken in erheblicher Höhe erfolgt. Daher ist von einer relativ starken Verdünnung der Emissionsfrachten auszugehen bevor diese Bodennähe erreichen, so dass sich die Verbesserung der Luftqualität überwiegend auf die Hintergrundbelastung auswirken dürfte.

Wie in Kap 3.4.2 erläutert, wurden die Modellrechnungen mit dem EURAD-Modell zur Ermittlung der Auswirkungen auf die Luftqualität summarisch für das gesamte Maßnahmenbündel der zusätzlichen Maßnahmen im WAM-Szenario im Vergleich zum WM-Szenario durchgeführt. Emissionsseitig betrachtet entspricht die Wirkung der Maßnahme „Beschleunigter Ausstieg aus

der Kohleverstromung“ im Jahr 2030 einen Anteil im Bereich von knapp 38% der gesamten NO_x-Emissionsminderung durch die zusätzlichen WAM-Maßnahmen.

19.2 Sachgemäße Übersetzung der Wirkungsbewertung in einfache Sprache

19.2.1 Inhalt und Hintergrund der Minderungsmaßnahme

Die Verbrennung von Kohle zur Erzeugung von Energie, ist weit verbreitet und hat auch in Deutschland eine lange Tradition. Daher ist Kohle weiterhin ein wichtiger Energieträger für die Stromerzeugung in Deutschland. Im Jahr 2022 stammte ungefähr ein Drittel des in Deutschland erzeugten und ins Netz eingespeisten Stroms aus Kohlekraftwerken.

Allerdings wird die Kohleverstromung zunehmend kritisiert. Das liegt daran, dass die Verbrennung von Kohle viel Treibhausgas CO₂ freisetzt. Besonders die Verbrennung von Braunkohle ist deswegen in die Kritik geraten, denn sie hat im Vergleich zur Steinkohle einen geringeren Energiegehalt und deswegen wird pro erzeugte Energiemenge besonders viel CO₂ frei. Neben CO₂ werden durch die Verbrennung von Braunkohle aber auch noch andere Schadstoffe in die Luft emittiert. Dazu zählen die für das NLRP von 2019 besonders relevanten Schadstoffe SO₂, NO_x und Feinstaub. Darüber hinaus werden durch die Verbrennung von Braunkohle auch noch Schwermetalle wie z. B. das besonders giftige Quecksilber freigesetzt. Doch die Braunkohle steht nicht nur wegen der Freisetzung von CO₂, Luftschatdstoffen und Schwermetallen in der Kritik. Braunkohle wird nämlich nicht in unterirdischen Bergwerken, sondern oberirdisch im Tagebau gewonnen. Dazu werden ganze Landschaften weggebaggert mit entsprechenden negativen Folgen für die Pflanzen und Tiere, für den Wasserhaushalt und die Bodenökologie. Doch auch für die Menschen, die dort leben, hat der Tagebau negative Folgen, denn die Häuser und Dörfer in denen sie leben werden ebenfalls weggebaggert. Das zerstört ihr bisheriges Zusammenleben, die Dorfgemeinschaften und ihre dörfliche Kultur. Menschen die in einer Landschaft aufgewachsen sind und dort ihr Leben verbracht haben, identifizieren sich mit ihrer Umgebung. Die Landschaft wird zu einem Teil ihrer Identität und dieser Teil ihrer Identität wird zerstört, wenn die Landschaft weggebaggert wird.

Allerdings hat der Abbau von Braunkohle und ihre Verbrennung zur Erzeugung von Strom und Wärme in diesen Regionen auch eine lange Tradition. Viele Arbeitsplätze hängen daher in diesen Regionen an der Kohleverstromung. Die Firmen die in der Kohleverstromung tätig sind, zahlen dort ihre Steuern und diese Steuereinnahmen sind wiederum eine wichtige Einnahmequelle für die dortigen Kommunen mit denen kommunale Leistungen wie der Straßenbau und die Straßenreinigung, die Abfallbeseitigung, der öffentliche Nahverkehr, die Trinkwasserversorgung und die Abwasserentsorgung, Schulen, Kindergärten, Sportstätten und ähnliches aber auch soziale Leistungen finanziert werden. Doch letztlich sind die Folgen des Klimawandels so gravierend, dass entschieden wurde, die Kohleverstromung zu beenden. Dazu wurde im August des Jahres 2020 ein Gesetz erlassen: Das sogenannte Kohleverstromungsbeendigungsgesetz – kurz KVBG genannt. Dieses Gesetz legt fest, welche Kohlekraftwerke wann ihren Betrieb einstellen. Das letzte Kohlekraftwerk soll dem zur Folge am 31.12.2038 seinen Betrieb einstellen. Die vorliegende Maßnahme heißt „Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung“, weil sie vorschlägt, bereits bis zum 31.12. 2029 alle noch verbliebenden Kohlekraftwerke still zu legen.

19.2.2 Wirkung der Maßnahme

Um die Wirkung der Maßnahme „Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung“ abzuschätzen, wurden zunächst alle Braunkohlekraftwerke betrachtet die nach dem KVBG erst nach dem 31.12.2029 ihren Betrieb einstellen müssen. Welche Kraftwerke das sind, zeigt die Tabelle 25. Zusammen haben diese Kraftwerke eine elektrische Nettoleistung von 8.845 MW. Braunkohlekraftwerke erzeugen mit dieser Leistung ungefähr 7.500 Stunden im Jahr elektrischen Strom. Das sind im Jahr 66 TWh Strom und entspricht ungefähr 13% der gesamten Strommenge die im Jahr 2022 in ganz Deutschland erzeugt und in das Stromnetz eingespeist wurden.

Um abzuschätzen wieviel Emissionen sich einsparen lassen, wenn diese Kraftwerke bereits ab dem Jahr 2030 keine Braunkohle mehr verbrennen, wurde auf eine spezielle Datenbank zurückgegriffen. Diese Datenbank heißt: „Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregister“ oder kurz PRTR. Dort ist die Menge an Schadstoffen von vielen Anlagen in ganz Europa angegeben, die jedes Jahr freigesetzt werden. Auch die Mengen an Schadstoffen die von denjenigen Braunkohlekraftwerken emittiert werden, welche von einem vorzeitigen Ausstieg aus der Kohleverstromung betroffen sind, finden sich dort. Weil aber die Emissionsdaten in der PRTR-Datenbank nur bis zum Jahr 2021 reichen, die Minderungswirkung der hier betrachteten Maßnahme jedoch für die Zukunft -nämlich das Jahr 2030- berechnet werden soll, wurde eine Korrektur vorgenommen. Dazu wurden die Emissionsmengen des Jahres 2021 genommen und von ihnen die Emissionsmengen derjenigen Kraftwerke abgezogen, die laut KVBG bereits vor dem 31.12.2029 stillgelegt werden. Dabei wird angenommen, dass die elektrische Leistung der Kraftwerke auch die Menge an Emissionen entspricht, die von diesen Kraftwerken freigesetzt werden. Diese Kraftwerksleistungen sind nämlich bekannt, weil sie im KVBG angegeben werden.

Im Ergebnis ergibt sich dann die Emissionsmenge derjenigen Kraftwerke die laut KVBG noch nach dem 01.01.2030 im Betrieb bleiben. Und das ist dann genau die Emissionsmenge die eingespart wird, wenn es ab dem Jahr 2030 gar keine Kohleverstromung aus diesen Kraftwerken mehr gibt. Diese Emissionsmenge zeigt die Tabelle 26 in Kapitel 19.1.2.

Dieses Reduktionspotential ist jedoch nur eine Schätzung, denn die derzeitigen Emissionen aus Braunkohlekraftwerken sind nicht ganz genau bekannt. So können die hier betrachteten Emissionen aus Kraftwerken der öffentlichen Strom- und Wärmeerzeugung auch bis zu ca. 15% geringer oder bis zu 17% höher sein wie die Tabelle 27 im Kapitel 19.1.3 zeigt.

Mit Hilfe der PRTR-Datenbank lassen sich auf die genannte Weise auch die Mengen an Schwermetalle abschätzen, die sich durch einen vorzeitigen Ausstieg aus der Kohleverstromung vermeiden lassen. Für das besonders giftige Schwermetall Quecksilber sind das beachtliche Menge von über einer Tonne die im Jahr 2030 durch die Maßnahme „Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung“ nicht mehr emittiert werden. Dabei ist zu beachten, dass für Schwermetalle die Daten aus der PRTR-Datenbank nur bedingt geeignet sind, eine exakte Höhe der durch die Maßnahmen bewirkte Reduktion zu bestimmen.

Wie sich die Minderung der Emissionen des Luftschaadstoffs NO_x auf die Konzentration von NO₂ in der gesamten Luft die wir alle atmen auswirkt, kann grob abgeschätzt werden. Man kann vereinfacht davon ausgehen, dass sich die NO₂-Konzentration in der Luft -also die Immissionen- im ähnlichen Maße verringert, wie die Verringerung der emittierte NO_x-Emissionsmenge. Unter dieser Annahme ist von lediglich einer geringfügigen Minderungswirkung unter 1 µg NO_x pro m³ Luft auszugehen, welche die Hintergrundbelastung auch kaum verändern.

19.3 Maßnahmenspezifische Kommunikation

19.3.1 Analyse des IST-Zustandes

19.3.1.1 Strukturhilfen für die Steinkohlegebiete

Für den Wandel in den Steinkohlegebieten haben Bund und die betroffenen Länder schließlich am 10. August 2021 eine Verwaltungsvereinbarung Steinkohle unterzeichnet. Sie regelt „die Einzelheiten der Gewährung der Strukturhilfen im Sinne des Kapitels 2 des „Investitionsgesetzes Kohleregionen“. Sie sieht vor, dass die strukturschwachen Steinkohlestandorte in Niedersachsen, Mecklenburg-Vorpommern, Nordrhein-Westfalen und im Saarland sowie die ehemaligen Braunkohlereviere Helmstedt und Altenburger Land unterstützt werden. Hierzu stehen insgesamt 1,09 Milliarden Euro bis 2038 zur Verfügung. Der Bund hat bereits im Haushalt für 2021 Mittel eingestellt. Somit kann mit den Fördermaßnahmen nun unmittelbar begonnen werden“ (Bundesregierung 2023).

Steinkohlekraftwerke sollen „über Ausschreibungen nun im Zeitraum bis 2027 stillgelegt werden, wofür die jeweiligen Betreiber finanziell kompensiert werden. Diese Entschädigungsregelung für Steinkohlekraftwerke wurde von der Europäischen Kommission genehmigt, womit die Kommission die Vereinbarkeit des wettbewerblichen Ausschreibungssystems mit den beihilfrechtlichen Vorgaben und dem europäischen Binnenmarkt bescheinigt. Die Genehmigung kommt rechtzeitig vor dem Zuschlagstermin der ersten Ausschreibungsrunde im Dezember und ermöglicht die planmäßige Stilllegung von Steinkohlekraftwerkskapazitäten in Höhe von 4 Gigawatt noch in 2020. Die erste Ausschreibungsrunde für Steinkohle, die im August 2020 über die Bundesnetzagentur durchgeführt wurde, kann damit wie geplant beendet und bezuschlagt werden“ (Bundesregierung 2023).

19.3.1.2 Ausstieg aus der Braunkohleverstromung

Beim Ausstieg aus der Braunkohleverstromung umfassen die gesetzlichen Regelungen zur Reduzierung und Beendigung vor allem

- ▶ verpflichtende Stilllegungsdaten für alle Braunkohlekraftwerke,
- ▶ die Anspruchsgrundlage für die Entschädigungen,
- ▶ einzelne Auszahlungsmodalitäten und
- ▶ die Ermächtigungsgrundlage zum Abschluss eines öffentlich-rechtlichen Vertrages mit den Kraftwerks- und Tagebaubetreibern.

Der Bundestag hat am 13. Januar 2021 einem von der Bundesregierung geschlossenen Vertrag mit den Braunkohlebetreibern zugestimmt. Dieser sieht Entschädigungen für Braunkohlekraftwerkebetreiber in Höhe von 4,35 Milliarden Euro für die vorzeitige Stilllegung von Braunkohlekraftwerksblöcken vor.

Ziel des Vertrags war es, eine tragfähige und für alle Vertragsparteien ausgewogene Lösung zu finden, die zugleich die Reduktion von Treibhausgasen und die Sozialverträglichkeit des Kohleausstiegs im Blick hat. Die vertraglichen Regelungen und die Entschädigungszahlungen stehen noch unter dem beihilfrechtlichen Vorbehalt der Europäischen Kommission.

Am 10. Februar 2021 wurde der öffentlich-rechtliche Vertrag zur Reduzierung und Beendigung der Braunkohleverstromung in Deutschland unterzeichnet. Vertragsparteien sind die Bundesrepublik Deutschland auf der einen Seite sowie die Betreiber von Braunkohle-Großkraftwerken auf der anderen Seite (vgl. Bundesregierung 2023).

19.3.2 Maßnahmenspezifische Zielgruppen

19.3.2.1 Perspektiven für die Beschäftigten

Generell wichtig bei dem Thema Kommunikation zum Thema Kohleausstieg ist es, Perspektiven für die Beschäftigten in den Revieren und den angrenzenden Regionen aufzuzeigen. Bei den folgenden Betrachtungen wird der Schwerpunkt auf die Reviere im Rheinland, in Mitteldeutschland und in der Lausitz gelegt, da hier die größten Effekte durch den Kohleausstieg zu erwarten sind.

Es müssen Alternativen aufgezeigt werden, neue Arbeitsplätze in anderen Branchen oder bei den Rekultivierungsmaßnahmen der Abaugebiete zu finden. Dazu gehört es auch Übergangsfristen zu schaffen, damit die Arbeitnehmer*innen genügend Zeit haben sich umzuorientieren bzw. an Weiterbildungen oder Umschulungsmaßnahmen teilnehmen zu können. Perspektiven ergeben sich unter anderem in folgenden Bereichen:

- ▶ Beim Ausbau erneuerbarer Energien
- ▶ Bei der Rekultivierung der ehemaligen Abbauflächen
- ▶ In der Tourismusbranche
- ▶ In der Regionalverwaltung / Öffentlicher Hand
- ▶ Durch neue Investor*innen / neue regionale Industriestandorte (z. B. durch neue Technologien)

Entstehung von Arbeitsplätzen im Kontext des Ausbaus erneuerbarer Energien

Der Ausbau und der Betrieb der erneuerbaren Energien im Wirtschaftssektor Energieversorgung nimmt eine stabilisierende Rolle ein. Beschäftigte mit technischen und naturwissenschaftlichen Ausbildungen sollten hier auch Arbeitsplätze finden. Vernetzte und energietechnisch optimierte Gebäude brauchen Fachpersonal mit energietechnischem Sachverstand, so dass für einige Berufsgruppen der Braunkohlenwirtschaft in diesem Sektor Entwicklungsmöglichkeiten bestehen (vgl. UBA 2019d, S. 147).

Tabelle 28: Kosten und Beschäftigungseffekte der Sanierung der Tagebaue (brutto)

Rev.	Sanierungskategorien, Kosten und Beschäftigungseffekte	Einheit	2015	2020	2030	2040
Rheinland	Betriebsfläche	ha	9.540	7.930	6.107	0
	Landwirtschaft	ha	k.A.	337	719	4.501
	Forstwirtschaft	ha	k.A.	362	771	2.395
	Wasserflächen	ha	k.A.	774	1.649	1.873
	Naturschutz & Erholung	ha	k.A.	120	255	286
	Sonstige Flächen ⁷¹	ha	k.A.	18	38	485
	Flächen insgesamt, davon Flächen	ha	9.540	9.540	9.540	9.540
	ungenutzt durch vorzeitiger Stilllegung	ha	k.A.	0	0	5.776
	in Sanierung oder Sanierung abgeschlossen	ha	k.A.	1.610	3.433	3.764
	Beschäftigungseffekte (Arbeitnehmer=AN)	Personen	k.A.	570	228	54
Lausitz	Sanierungskosten	€	k.A.	45.674.891	18.320.234	4.333.316
	Betriebsfläche	ha	32.052	24.771	13.116	0
	Landwirtschaft	ha	k.A.	1.032	2.684	5.749
	Forstwirtschaft	ha	k.A.	2.881	7.494	14.042
	Wasserflächen	ha	k.A.	1.282	3.334	4.290
	Naturschutz & Erholung	ha	k.A.	1.083	2.816	3.619
	Sonstige Flächen	ha	k.A.	1.003	2.608	4.352
	Flächen insgesamt, davon Flächen	ha	32.052	32.052	32.052	32.052
	ungenutzt durch vorzeitiger Stilllegung	ha	k.A.	0	0	10.087
	in Sanierung oder Sanierung abgeschlossen	ha	k.A.	7.281	18.936	21.965
Mitteldeutschland	Beschäftigungseffekte (Arbeitnehmer=AN)	Personen	k.A.	3.220	1.394	317
	Sanierungskosten	€	k.A.	203.198.707	87.959.840	19.999.365
	Betriebsfläche	ha	12.253	9.486	4.880	0
	Landwirtschaft	ha	k.A.	723	1.927	3.751
	Forstwirtschaft	ha	k.A.	827	2.203	3.664
	Wasserflächen	ha	k.A.	901	2.402	3.189
	Naturschutz & Erholung	ha	k.A.	289	771	1.413
	Sonstige Flächen	ha	k.A.	27	71	235
	Flächen insgesamt, davon Flächen	ha	12.253	12.253	12.253	12.253
	ungenutzt durch vorzeitiger Stilllegung	ha	k.A.	0	0	2.909
Gesamt	in Sanierung oder Sanierung abgeschlossen	ha	k.A.	2.767	7.373	9.343
	Beschäftigungseffekte (Arbeitnehmer=AN)	Personen	k.A.	1.059	844	316
	Sanierungskosten	€	k.A.	84.722.402	67.497.733	25.281.198
	Betriebsfläche	ha	53.844	42.186	24.103	0
	Landwirtschaft	ha	k.A.	2.092	5.330	14.001
	Forstwirtschaft	ha	k.A.	4.070	10.467	20.101
	Wasserflächen	ha	k.A.	2.957	7.385	9.352
	Naturschutz & Erholung	ha	k.A.	1.491	3.841	5.318
	Sonstige Flächen	ha	k.A.	1.047	2.717	5.072
	Flächen insgesamt, davon Flächen	ha	53.844	53.844	53.844	53.844
	ungenutzt durch vorzeitiger Stilllegung	ha	k.A.	0	0	18.773
	in Sanierung oder Sanierung abgeschlossen	ha	k.A.	11.658	29.741	35.071
	Beschäftigungseffekte (Arbeitnehmer=AN)	Personen	k.A.	4.849	2.466	687
	Sanierungskosten	€	k.A.	333.596.000	173.777.807	49.613.880

(Bildquelle: UBA 2019d, S. 151¹⁸)

¹⁸ In 2015 lagen keine Zahlen von sanierungsbezogenen Beschäftigten vor. Die Betriebsfläche wurde trotzdem mit aufgenommen, um die Veränderungen in den Folgejahren einzuschätzen.

In allen drei Revieren ergibt sich ein Beschäftigungsbedarf für die Sanierung der Tagebaue von ca. 4.850 Personen (Vollzeitbeschäftigte) für das Jahr 2020. 2016 waren ca. 3.000 Personen in der Sanierung allein für die ehemaligen Flächen im Mitteldeutschen und Lausitzer Revier direkt und indirekt beschäftigt (vgl. LMBV 2017).

Da für das Land NRW keine spezifischen Daten für die Sanierung vorliegen, wird angenommen, dass bei der Tagebausanierung für alle Regionen über alle Jahre ab 2020 kumuliert ca. 4,3 Mrd. Euro an Kosten anfallen (vgl. UBA 2019d, S. 152).

Etwa 4.850 Vollzeitarbeitskräfte (brutto) in 2020 können in der Sanierung von Tagebauen sowie etwa 200 (brutto) mit dem Rückbau von Braunkohlekraftwerken für einige Jahre weiterbeschäftigt werden. Nach Angaben des Umweltbundesamtes können bis zu 20-25% der Belegschaft auf alle drei Reviere bezogen auf 2014 ca. 18.500 direkt Beschäftigte (vgl. Öko-Institut 2017) im Zuge der Tagebaustilllegung und -sanierung sowie des Kraftwerksrückbaus noch für einen Übergang beschäftigt werden.

Der Bedarf an Beschäftigten bezogen auf die Zeit im Vergleich zum Referenzszenario ist geringer. Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte durch eine vorrangig landwirtschaftliche, forstwirtschaftliche und touristische Folgenutzung kommen voraussichtlich früher zum Tragen. Damit würde ein Teil der Stellen kompensiert werden. Dies konnte aber nicht im Detail berechnet werden (vgl. UBA 2019d, S. 153).

19.3.3 Strategischer Ansatz für Kommunikation

19.3.3.1 Perspektiven in der Tourismusbranche

Die GRW-Förderung steht für Investitionen in den ostdeutschen Braunkohlerevieren und in Teilläufen des Rheinischen Reviers zur Verfügung. Ziel ist es, damit neue wirtschaftliche Aktivitäten und entsprechende Beschäftigungsmöglichkeiten zu finanzieren. Gefördert werden können auch gewerbliche Tourismusunternehmen und touristische Infrastrukturen. Dies hat Bedeutung für die touristische Folgenutzung in den entstandenen Seenlandschaften in Mitteldeutschland und in der Lausitz (vgl. UBA 2019d, S. 177).

Die Wirkungen eines Braunkohleausstiegs sind für die gesellschaftliche Debatte von großer Relevanz. Einerseits aufgrund von erwarteten negativen wirtschaftlichen Auswirkungen für die einzelnen Braunkohleregionen selbst, andererseits aufgrund erwarteter steigender Strompreise.

19.3.3.2 Kohleausstieg 2030 unter neuen Vorzeichen

Der russische Angriff auf die Ukraine und die Abhängigkeit der deutschen Energiewirtschaft von russischem Gas „führen aktuell zu einer sehr angespannten Versorgungssituation, die sich im kommenden Winter noch verschärfen könnte. Auch mittelfristig dürfte der Importpreis für Erdgas deutlich oberhalb der historischen Werte liegen, wenn Europa sich von Russland unabhängig aufstellt. Diese Entwicklungen erfordern eine Neubewertung der deutschen Energiepolitik, unter anderem für die Energiewende im Stromsektor“ (Egerer et al. 2022).

Das Kohleausstiegsgesetz sieht vor, „die Kohleverstromung schrittweise zu verringern und bis spätestens Ende 2038 ganz zu beenden. Konkret bedeutet dies: Bis zum Jahr 2022 wird der Anteil der Kohleverstromung durch Stein- sowie Braunkohlekraftwerke auf jeweils rund 15 Gigawatt zurückgefahren“ (Bundesregierung, 2023).

Das Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen hat sich mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz und der RWE AG auf „Eckpunkte für das Vorziehen des Kohleausstiegs um acht Jahre auf 2030 verständigt. Dadurch werden ca. 280 Millionen Tonnen CO₂ eingespart“ (Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2022). Mit den Investitionszusagen in Erneuerbare Energien und wasserstofffähige Kraftwerke soll auch ein Signal an die Beschäftigten die bislang in der Kohleindustrie arbeiten ausgesendet werden (vgl. Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen, 2022).

19.3.3.3 Demonstrationen in Lützerath

Wie unabhängige Gutachten im Auftrag der Landesregierung bestätigt haben, ist ein Erhalt der von der Ursprungseinwohnerschaft komplett verlassenen Siedlung Lützerath aus verschiedenen Gründen nicht möglich. Bei einem Erhalt von Lützerath könnte in den kommenden acht Jahren die für die Versorgungssicherheit notwendige Fördermenge nicht erreicht werden. Die Stabilität des Tagebaus wäre nicht gewährleistet. Notwenige Rekultivierungen könnten nicht durchgeführt werden (vgl. Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen 2023).

Wissenschaftler der „Fossil Exit Group“, in der Forscher*innen der Europa-Universität Flensburg, der Technischen Universität Berlin und des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung mitarbeiten, haben hingegen errechnet, „dass der Kohlebedarf aus dem Tagebau Garzweiler auch gedeckt werden kann, wenn Lützerath erhalten bleibt. Nach ihrer jüngsten Studie (gilt dieses Ergebnis auch trotz des erhöhten Kohlestrombedarfs in Folge fehlender Erdgaslieferungen aus Russland“ (Herpich et al. 2022).

In Lützerath gab es Anfang 2023 mehrere Demonstrationen und Proteste gegen die Räumung des Dorfes. Die Medien haben darüber ausführlich berichtet. Dabei wurden die Aktivitäten und Berichterstattungen unterschiedlich bewertet.

So schreibt beispielsweise die Klimaschutz-Bewegung Parents for Future in einem Statement von einer Kriminalisierung der gesamten Klimabewegung durch einzelne Gewalttaten: „Wir bestreiten nicht, dass es in einem Fall zu Steinwürfen gekommen sein mag, doch die mediale Darstellung, der oftmals die Berichte über vermeintliche Eskalation wichtiger sind als die inhaltliche Auseinandersetzung mit dem Grund des Protestes, leistet einem falschen Bild des Protestes in der Öffentlichkeit Vorschub“ (Parents for Future 2023). Dies hatte Parents for Future auch schon mit Blick auf die Berichterstattung über die Aktionen der „Letzten Generation“ kritisiert (vgl. Klein I. et al. 2023).

20 Ausgestaltung von Beteiligungsverfahren

20.1 Betroffenheit und Partizipation

Bei der Gesamtbetrachtung aller Maßnahmen zur Luftreinhaltung und den entsprechenden Umsetzungen der EU-Richtlinien in nationales Recht kommt es häufig zu Verzögerungen und je nach Maßnahme zu einer aktiveren und weniger aktiveren Beteiligung der Bürger*innen. Hierbei ist wesentlich wie die Auswirkungen auf die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (Ökologie, Soziales, Ökonomie) dargestellt und gewichtet werden. Die unmittelbare Gefahr z. B. für die menschliche Gesundheit kann häufig „nur“ langfristig dargelegt werden, so dass unmittelbares Handeln seitens der Betroffenen anfänglich nicht zu erwarten ist. Ferner kommt es darauf an mit welcher Intensität die einzelnen Auswirkungen dargelegt werden. Sind z. B. die Nitratwerte in den für die Trinkwassergewinnung notwendigen Gewässern zu hoch entsteht Handlungsbedarf durch Ausgleichsmaßnahmen seitens der Wasserwerke und der Reinigungsstufen in den Kläranlagen. Es wird gegengesteuert um die Werte zu halten. Die Bevölkerung nimmt es zur Kenntnis und traut der Trinkwasserverordnung. Anders verhält es sich mit Eingriffen in die Landschaft, das Abbaggern von Dörfern in welchen die Betroffenheit der Bewohner trotz erfolgenden Ausgleichsmaßnahmen als existenziell empfunden wird. Die im Januar 2023 stattgefundenen Kundgebungen in Lützerath waren Ausdruck der Betroffenheit nicht nur der dortigen Bevölkerung, sondern der nationalen Klimaschutzbewegung. Es entzündete sich eine gesellschaftliche Debatte mit hoher medialer Wirkung.

National betrachtet ist jede Aktivität u.a. im industriellen, landwirtschaftlichen, der Energieerzeugung oder im Verkehr noch in vielen Bereichen mit zu hohen Emissionswerten behaftet. Der Aufwand technisch, partizipativ und/oder wissenschaftlich gegenzusteuern wird immer höher. Die Zeitspannen der Umsetzung mit Blick auf die Klima- und Umweltziele sind zu lang. Ein wesentliches Thema ist auch das Umweltverhalten der Bevölkerung. Da z. B. noch von den meisten Verbrauchern günstige landwirtschaftliche Produkte erwartet werden, ohne sich bewusst darüber zu sein, oder es nicht wahrnehmen zu wollen, welche Auswirkungen dies auf die Umwelt hat, sind Umstellungen in der Landwirtschaft an dieser Stelle argumentativ schwierig.

Verhalten in sozialen Gruppen

Ausgehend von sozialen Normen passen sich Menschen dem Verhalten anderer Menschen an. Wenn man sich selbst die Frage stellt, wie man zu klimafreundlichem Handeln beitragen kann, denkt man oft, man würde sehr schnell an die Grenzen kommen und was es denn bringen würde nur als Einzelner seinen Beitrag zu leisten. Welche Wirkung Menschen im sozialen Kontext aufeinander haben, um Positives für die Umwelt zu tun, war Gegenstand eines Forschungsvorhabens in Kalifornien (vgl. Rauschenberger 2021) im Jahr 2008.

Inhalt war verschiedene Türanhänger mit verschiedenen Botschaften an die Bewohner*innen in einer kalifornischen Gemeinde zu verteilen. Einer Gruppe von Bewohnern - der Kontrollgruppe - wurden Anhänger verteilt, lediglich mit einem freundlichen Gruß. Die zweite Gruppe wurde mit Anhängern ausgestattet, dass man durch Stromsparen auch Geld sparen kann. Die dritte Gruppe erhielt die Information, dass sie mit Stromsparen etwas für die Umwelt tun kann. Eine vierte Gruppe wurde erhielt die Information, dass ein großer Anteil der Nachbarn auch Strom spart (R vgl. auschenberger 2021).

Nach einiger Zeit besuchte das Forschungsteam die Wohnhäuser und las die Stromzähler ab. Ergebnis war, dass bei den Bewohnern, welche die Information hatten, dass die Nachbarn Strom

sparen (4. Gruppe) der Rückgang des Stromverbrauches am größten war. Ferner wurde bezüglich der 4 Gruppe festgestellt, dass die Teilnehmenden selbst nicht davon ausgegangen sind, dass sie sich an die Verhaltensweisen anderer Leute in der Gemeinde angepasst hätten. Sie gingen davon aus, dass sie sich zum Energiesparen, um Geld zu sparen entschlossen haben, oder zum Umweltschutz beizutragen. Es war nicht in deren Bewusstsein, dass sie dies durchgeführt hatten, da sie sich ihrer Umgebung anpassen wollten. Es zeigt sich hier, dass die Gemeinschaft das Verhalten von Menschen bestimmt, ohne dass Menschen es wissen oder sich das eingestehen wollen. Um Menschen letztendlich in ihrem Verhalten positiv zu beeinflussen, z. B. umwelt- und klimafreundlicher zu handeln, ist die Zugehörigkeit in der Gemeinschaft wichtig. So werden Verhaltensweisen von anderen kopiert, um dabei zu sein (vgl. Rauschenberger 2021).

20.2 Übersicht Beteiligungs- und Partizipationsansätze

Die Einbeziehung von Akteur*innen, Bürger*innen sowie der Öffentlichkeit ist unerlässlich, wenn es um Akzeptanz und Veränderungsprozesse geht. Das Ausmaß an Mitwirkung und Mitentscheidungen ist ein wichtiges Kriterium für den individuellen / institutionellen Nutzen und für den Erfolg der Beteiligung. Basis für erfolgreiche Beteiligungs- und Mitgestaltungsmöglichkeiten ist jedoch eine transparente und umfassende Information seitens Verwaltung, Kommunen, Gesetzgeber, etc.

Die folgenden Übersichten sollen zusammenfassend aufzeigen, welches Maß an Mitgestaltung, Partizipation und Verhaltensänderung in den jeweiligen Zielgruppen möglich ist und welche Voraussetzungen dafür geschaffen werden müssen. Dafür wird das 3-Stufen-Modell von Beteiligungen (vgl. Abbildung 5: Die drei Stufen der Beteiligung) zugrunde gelegt und sich daran orientiert. Im Fokus stehen hier vor allem Zielgruppen, die aktiv in der Kommunikation angesprochen werden müssen. Diese Zielgruppen sind Akteur*innen und Teil einer Wertschöpfungskette (z. B. bei der Landwirtschaft), bei denen Partizipation aktiviert und im Ergebnis eine Verhaltensänderung erzeugt werden soll.

Wie sich bereits in den Kapiteln zu den Einzelmaßnahmen gezeigt hat, sind insbesondere für Maßnahmen im Bereich der Landwirtschaft die Ansatzpunkte bezüglich der Kommunikation oft die gleichen. Daher werden im Folgenden diese Maßnahmen teilweise in Form eines Clusters betrachtet.

Landwirtschaft – Maßnahmen-Cluster: „Verpflichtende Vorgaben zur Ausbringung von Wirtschaftsdünger“, „Stickstoffüberschussabgabe“, „Reduktion von Tierzahlen“

Zielgruppen:

- ▶ Landwirt*innen
- ▶ Verbraucher*innen
- ▶ Multiplikator*innen
- ▶ Bildungseinrichtungen,
- ▶ politische Entscheidungsträger*innen (Bund, Länder, Kommunen)
- ▶ Wirtschaft / Handel
- ▶ Information:

Starke Interessenskonflikte der Zielgruppen haben in der Vergangenheit mangels Kommunikation zu Missverständnissen und Fehleinschätzungen geführt. Wichtig ist es daher, durch Information und Aufklärung Zusammenhänge und Wirkungen von emissionsmindernden Maßnahmen zu kommunizieren. Transparenz in der Öffentlichkeit, laienverständliche Kommunikation und ein neutraler Umgang mit Medien sind Voraussetzung, um Vertrauen wiederherstellen und Zusammenhänge zu erkennen.

Beratung / Partizipation:

Es braucht Dialogformate, um Akzeptanz für die „jeweils andere Seite“ zu erzeugen. Unwissenheit, kontroverse Ansichten und zum Teil konträre Bedürfnisse lassen sich nicht durch reine Information abschaffen. Hier braucht es Diskussions- und Austauschangebote, in denen unterschiedliche Perspektiven klar kommuniziert und gemeinsam Lösungswege entwickelt werden. Die Einführung und Umsetzung emissionsmindernder Maßnahmen in der Landwirtschaft hat nicht nur Konsequenzen für die Luftreinhaltung, sie stehen auch in engem Zusammenhang mit Ernährungsverhalten und Lebensmittelkonsum. Beratungsangebote und Beteiligungsformate können Auslöser für ein verändertes Ernährungsbewusstsein darstellen.

Mitbestimmung / Verhaltensänderung:

Ein Bewusstsein für eine gemeinsame Verantwortung muss auch bei politischen Entscheidungsträger*innen erzeugt werden. Um einen integrierten Ansatz in der Kommunikation realisieren zu können, ist ein ressortübergreifendes Handeln notwendig. Bildungseinrichtungen (Schulen, Kitas) nehmen frühzeitig Einfluss auf individuelle Entwicklungen. Den Bildungsauftrag auch im Kontext der Ernährung auszuweiten, ist ein möglicher Ansatz, um ein nachhaltiges Konsum- & Ernährungsverhalten zu prägen. Mitgestaltung (z. B. Kochkurse in Schulen, Besuch von landwirtschaftlichen Betrieben etc.) sorgen einerseits für Aufklärung, andererseits auch für Motivation und nachhaltiges Handeln.

Handlungsempfehlung für Kommunikation:

Die o.g. 3 Landwirtschaftsmaßnahmen tangieren die gesamte Wertschöpfungskette von der Landwirtschaft bis hin zu Verbraucher*innen mittel- und unmittelbar. Ein integrierter Ansatz auch in

der Kommunikation in allen Verursacherbereichen ist notwendig, um Zusammenhänge zu verdeutlichen und um Akzeptanz in den jeweiligen Zielgruppen erzeugen und Anreize zum Handeln schaffen.

Landwirtschaft: Systemintegrierte Maßnahmen in Stall und Lagerung

Zielgruppen:

- ▶ Landwirt*innen
- ▶ politische Entscheidungsträger*innen
- ▶ Multiplikatoren
- ▶ Information:

Maßnahmen in Stall und Lagerung müssen von Landwirt*innen geplant werden. Dafür braucht es unternehmerische Planungssicherheiten, Finanzierungsmodelle etc. Grundlage dafür sind langfristig geltende Standards und gesetzliche Rahmenbedingungen. Hierfür brauchen Landwirt*innen klare und verständliche Informationen, um die Wirtschaftlichkeit der Betriebe aufrechterhalten zu können. Der Schwerpunkt liegt demnach in einer transparenten Informationsstrategie über a) gesetzliche Vorgaben und b) Möglichkeiten von Finanzierungen sowie c) Auswahlmöglichkeiten an Maßnahmen, durch die Emissionsminderungen im geforderten Maß erzielt werden können.

Beratung / Partizipation:

Neben reinen Informationen können Dialogformate in Form von Erfahrungsaustausch für Landwirt*innen sehr hilfreich sein, die Expertise anderer Akteur*innen bei Veränderungsmaßnahmen im eigenen Stall einfließen zu lassen. Regionalspezifische Gegebenheiten betreffen Landwirt*innen in einer Region (z. B. Bundesland), sodass ein Informationsaustausch auf Bundeslandebene dienlich sein kann. Sofern Formate und Strukturen für Beratungsangebote vorhanden oder neu geschaffen sind, können diese beworben und mit Erfahrungsbeispielen authentisch und glaubwürdig kommuniziert werden.

Mitbestimmung / Verhaltensänderung:

Authentische Erfahrungsberichte können hilfreich sein, Verhaltensänderungen zu bewirken. Eine langfristige Gültigkeit von Gesetzen und Vorgaben ist notwendig, um Verhaltensänderungen herzuführen. Nur wenn Maßnahmen für Landwirt*innen planbar sind, steigt die Bereitschaft zur Umsetzung.

Handlungsempfehlung für Kommunikation:

Individualität und die Beachtung unterschiedlicher Anforderungen an regionalspezifische Gegebenheiten sind ein wichtiger Aspekt, der in der Kommunikationsstrategie berücksichtigt werden muss. Klarheit und Verständlichkeit in der Kommunikation von Richtlinien und gesetzlichen Rahmenbedingungen sind erforderlich, um die Einhaltung der Richtlinien bei den Zielgruppen zu sichern. Dialog- oder Beratungsangebote vor allem in den Regionen (Bundesländern) oder durch Multiplikatoren (z. B. Verbände) können hilfreich sein, um den individuellen Anforderungen gerecht zu werden. Landwirt*innen benötigen Klarheit und Planbarkeit.

Verkehr: Ausbau und Stärkung des Umweltverbunds

Zielgruppen:

- ▶ Politische Entscheidungsträger aus kommunaler bzw. Landkreis-Verwaltung Mobilitätsunternehmer*innen
- ▶ Endverbraucher*innen und Verkehrsteilnehmende (affine und nicht-affine Gruppen)
- ▶ Multiplikatoren

Information:

Grundlage und relevant für alle Zielgruppen ist ein ganzheitliches Kommunikationskonzept von Verwaltungsspitze bis zu Verbraucher*innen/Verkehrsteilnehmenden. Kontinuierlicher Informationsfluss ist die Basis für alle Zielgruppen, um über den regionalen Planungsstand, aber auch über Mobilitäts-Angebote Kenntnis zu haben, um daraus wiederum Entscheidungen für den eigenen Mehrwert und die eigenen Bedürfnisse ableiten zu können. Relevante Informationen über den Umweltverbund stärken die Reichweite und den Bekanntheitsgrad.

Beratung / Partizipation:

Um Bedürfnisse und Anforderungen der affinen Verbraucher*innen für die Entwicklung von Mobilitätsangeboten einzuholen, braucht es Dialog-/ bzw. Austauschformate zwischen allen Akteur*innen. Politische, strukturelle Rahmenbedingungen müssen in Richtung Verkehrsteilnehmende kommuniziert werden, sodass mittels interaktiver Foren o.ä. Dialogformaten ein Verständnis in den und für die jeweils anderen Interessengruppen erzielt werden kann. Best-Practice-Beispiele oder Auszeichnungsformate sind praktikable Formen und stärken das Partizipationsprinzip.

Mitbestimmung / Verhaltensänderung:

Verhaltensänderungen werden durch Überzeugung und Mehrwert bewirkt. Alternative Verkehrsangebote, die der jeweiligen Lebenssituation der Verbraucher*innen entsprechen und eine Relevanz für diese haben, werden eher wahrgenommen als nicht relevante. Um passende Mobilitätsangebote entwickeln zu können, braucht es Kenntnisse über die Bedürfnisse und Anforderungen der Menschen, aber auch Kenntnisse über Rahmenbedingungen und Strukturen.

Handlungsempfehlung für Kommunikation:

Mit Blick auf alle beteiligten Akteur*innen wird deutlich, dass Kommunikation mit Endverbraucher*innen erst dann möglich ist, wenn entsprechende Angebote und eine entsprechende Infrastruktur in Kommunen bzw. Landkreisen vorhanden sind. Dazu gehören neben den Verkehrsmitteln unbedingt ein möglichst einheitlicher Tarif und ein einfaches Buchungssystem. Voraussetzung für die Umsetzung ist damit zunächst die Vernetzung der Partner (Kommune, Verkehrsmittelanbieter etc.). Erste Adressat*innen sind Kommunen und Landkreise, da nur sie die entsprechenden Rahmenbedingungen wie Infrastruktur, Verkehrsmittelangebote usw. schaffen können. Mobilitätsangebote sollten konkret und individuell kommuniziert werden. Initiativen und Verbände können dabei eine wesentliche Verstärker- oder Multiplikator*innenrolle übernehmen. Jede Kampagne muss auf lokale/regionale Themen und Zielgruppen vor Ort abgestimmt sein. Regionale Mobilitätsunternehmen, aber auch Kommunen agieren glaubwürdig als Multiplikatoren in der Stadt bzw. Region, wenn sie sich selbst aktiv beteiligen.

Verkehr: Förderung Elektromobilität

Zielgruppen:

- ▶ Endkunden / potentielle Käufer*innen von Elektroautos
- ▶ Nutzer*innen weiterer Elektrofahrzeuge
- ▶ Information:

Der Kernpunkt für die Kommunikation liegt in der Botschaft, klimaneutrale Mobilität nicht mit Verzicht in Verbindung zu setzen, sondern den individuellen Mehrwert und zielgruppenspezifische Lösungen und Angebote aufzuzeigen (z. B. integrierte Mobilitätsangebote). Für die Nutzung weiterer Elektromobile (z. B. E-Roller, E-Bikes, E-Car-Sharing etc.) liefern Informations- und Buchungsplattformen (z. B. Apps regionaler Verkehrsverbünde) Informationen, um sich entsprechend einer geplanten Route die entsprechenden Fahrzeuge bzw. Fortbewegungsmittel zusammenstellen zu können. Konkrete Maßnahmen wie Kaufprämien, Steuervergünstigungen etc. sind Themen, die rein informativ kommuniziert werden.

Beratung / Partizipation:

Wie bereits beschrieben, ist die Förderung von Elektromobilität nur ein Baustein im System einer integrierten Mobilität. Um eine Partizipation bei den Zielgruppen zu erreichen, braucht es ganzheitliche Mobilitätskonzepte mit individuellen und regionalen Angeboten, die potentielle Nutzer*innen einfach und nutzeraffin in Anspruch nehmen können. Es soll vielmehr ein Bewusstsein/Partizipation geschaffen werden, alternative Angebote zum Pkw (Carsharing, Bikes, E-Bikes, ÖPNV etc.) zu nutzen. Kommunen, Verwaltungen, Behörden etc. können hier glaubwürdig in Erscheinung treten und mit der Nutzung E-Fahrzeugflotten, der Nutzung von E-Bikes, etc. mit gutem Beispiel vorangehen.

Mitbestimmung / Verhaltensänderung:

Öffentliche Dialogformate zwischen Politik und Kritiker*innen (z. B. Lobbyist*innen) schaffen Transparenz in die verschiedenen Sichtweisen und Standpunkte zum Thema. Das schafft einerseits Anerkennung für das „Gegenüber“ und vermittelt andererseits Außenstehenden (z. B. potentielle Käufer*innen von E-Fahrzeugen) eine umfängliche Auseinandersetzung sowie Einblicke unter Einbeziehung verschiedener Argumentationen. Außerdem können weitere Akteur*innen in diesen Debatten einbezogen werden, um die Nutzer*innen-Perspektive bzw. Käufer*innen-Perspektive einzuschließen. Eine mediale Präsenz solcher Diskussionsformate erzeugt mehr Reichweite und somit mehr Aufmerksamkeit in den jeweiligen Zielgruppen.

Handlungsempfehlung für Kommunikation:

Ein wichtiger Ansatz in der Kommunikationsstrategie ist, nicht den Umweltbonus in den Fokus zu stellen. Die staatliche Förderung ist nur ein Teilespekt hinsichtlich der Kaufmotivation bei potentiellen Endkund*innen. Die Darstellung der Zielgruppen hat gezeigt, dass die finanziellen Zuschüsse nicht vordergründig ein Kaufanreiz beim Erwerb eines Elektrofahrzeuges sind. Das Thema E-Mobilität sollte in Anlehnung an die Bedürfnisse, Wertvorstellungen und Statussymbole kommuniziert und relevante Inhalte daraus abgeleitet werden.

Verkehr: Lkw-Maut

Zielgruppen:

- ▶ Kritiker*innen der Lkw-Maut
- ▶ Spediteur*innen
- ▶ Händler*innen und Verbraucher*innen

Information:

Die Einnahmen durch die Lkw-Maut sind zweckgebunden für die Finanzierung der Infrastruktur vorgesehen.

Ein Teil der Ausgaben für die Maut fließt durch Zuschüsse beim Kauf neuer emissionsärmerer Lkw auch an Fuhrunternehmen zurück und beeinflusst dadurch auch eine dynamische Flottenverjüngung in den Fuhrparks bei den Spediteur*innen. Bislang hatten höhere Transportkosten durch eine fahrleistungsbezogene Lkw-Maut keine Auswirkungen auf Konsumpreise. Dies änderte sich aber in 2023 durch drastische Erhöhungen bei den Kraftstoffpreisen. Es erfolgt in vielen Bereichen eine Umlage auf die Verbraucherpreise. Hinzu kommt der geplante Anstieg der Mautgebühren ab 2023 (laut Gesetzentwurf der Bundesrepublik). Das Bundesverkehrsministerium rechnet nach eigenen Angaben damit, dass die Mauterhöhung durch die Weitergabe der gestiegenen Transportkosten auch zu einem Preisanstieg für Transportgüter führen wird.

Beratung / Partizipation:

Beratung für die Spediteur*innen hinsichtlich Umrüstung des Fuhrparks mit umweltfreundlicheren Fahrzeugen, die steuerlich unterstützt werden. Bei der Einführung der Maut wurde zum Teil auf Bundesstraßen ausgewichen, um Mautgebühren zu sparen. Dies wurde aber auch dort sukzessive durch eine entsprechende Ausweitung der Maut auf Bundesstraßen minimiert. Mittlerweile wird die Maut auf alle Bundesstraßen ausgeweitet.

Mitbestimmung / Verhaltensänderung:

Vermeidung von Leerfahrten. Umrüstung auf umweltfreundliche Fahrzeuge, seitens der Spediteur*innen. Verlagerung von Gütertransporten auf die Schiene.

Handlungsempfehlung für Kommunikation:

Im Gesamtkontext der Klimaziele der Bundesregierung (und dem Beitrag eines jeden einzelnen Bürgers) kann hier auch die Brücke zu anderen klimafreundlichen Maßnahmen übergeleitet werden (z. B. Fokussierung auf regionale Produkte, saisonale Lebensmittel, Reduktion bzw. Verzicht auf Produkte, die „quer“ durch Europa transportiert werden müssen, etc.).

Verkehr: Parkraum-Bewirtschaftung

Zielgruppen:

- ▶ Einzelhändler*innen
- ▶ Bewohner*innen
- ▶ Besucher*innen

Information:

Wichtig ist bei Vorhaben zur Parkraumbewirtschaftung eine transparente Preispolitik für Anwohner, Lieferanten und Besucher. Die positiven Effekte der Vorhaben müssen vor Planungsbeginn kommuniziert werden. So ist es auch wichtig darauf hinzuweisen, dass der Parksuchverkehr (den es u.a. mit der Parkraumbewirtschaftung zu reduzieren gilt) eine besonders ineffiziente Form des Verkehrs ist, der die Luftverschmutzung erhöht, CO₂-Emissionen, Lärm, Stau (Zeitverlust) und Unfallrisiken verursacht. Die Aktivitäten um Parkraum-Bewirtschaftungsvorhaben stehen im Kontext zum Umweltverbund (vgl. die Ausführungen zum Ausbau und Stärkung des Umweltverbunds).

Ein entsprechend ausgestaltetes Gebührensystem im Zusammenhang der Parkraumbewirtschaftung kann u.a. auf folgende Weise zur Verkehrssteuerung, -vermeidung und -verlagerung beitragen:

- ▶ räumliche und zeitliche Verlagerung der Nachfrage durch differenzierte Parkgebühren
- ▶ Verlagerung des Verkehrs weg vom individuellen Autoverkehr auf umweltfreundlichere Verkehrsmittel durch den zusätzlichen Kostenpunkt „Parkgebühr“
- ▶ Verringerung der Nutzung und der Anzahl an Pkw durch Carpooling oder Sharing-Angebote
- ▶ höherer Umschlag und eine effizientere Nutzung einzelner Stellplätze durch Reduzierung des Anteils der Dauerparker

Beratung / Partizipation:

Durch die Beteiligung der betroffenen Bevölkerung und eine wirksame Information der Öffentlichkeit kann häufig eine hohe Akzeptanz erreicht werden, da insbesondere Anwohner*innen von erhöhtem Parksuchverkehr und dessen Externalitäten direkt oder indirekt betroffen sind.

Mitbestimmung / Verhaltensänderung:

Wie in anderen Beispielen im Zusammenhang mit dem Umweltverbund müssen Alternativen dazu geschaffen werden einen eigenen Pkw in der (Groß-)Stadt zu halten. Dazu gehören u.a. attraktive Sharing-Angebote, ein attraktiver ÖPNV. Die Kommunikation dazu, dass der Lebensraum Stadt dadurch attraktiver wird, geht damit einher.

Handlungsempfehlung für Kommunikation:

Rechtzeitige Kommunikation und eine aktive Beteiligung der Anwohner*innen, aber auch der Stadt- und Kommunalverwaltungen sind inzwischen ein wichtiger Teil von Verkehrsplanungsprojekten geworden. Bei zunehmenden Nutzungskonflikten zwischen Autofahrer*innen und Fußgänger*innen/Radfahrer*innen werden Planungs- und Kommunikationsprozesse komplexer und aufwändiger.

Eine innovative (digitalisierte) Parkraumbewirtschaftung ermöglicht es den ÖPNV zu verbessern. Gleichzeitig wird der Parksuchverkehr minimiert. Die Voraussetzung dazu ist ein abgestimmtes Handeln zwischen dem Gesetzgeber, den Städten und Gemeinden unter Einbezug der Bürger*innen. Positive Beispiele dazu gibt es u.a. in Wien, Nottingham, Stockholm oder Oslo.

Verkehr: Tempolimit auf Autobahnen und sonstigen Außerortsstraßen

Zielgruppen:

- ▶ Private Autofahrer*innen / Berufskraftfahrer*innen / Pendler*innen
- ▶ Befürworter*innen des Tempolimits
- ▶ Gegner*innen des Tempolimits

Information:

Die bislang geführten Diskussionen und öffentlichen Debatten zum Tempolimit gehen bereits über die reine Information hinaus. So klar das Thema der Vorgabe einer Geschwindigkeit scheint, so kontrovers wird dieses diskutiert. Die Herausforderung besteht im Mangel von evidenzbasierten Argumenten bzw. deren Nutzung. Bei der Bewertung von Grenzwerten beim Tempolimit sollten kausale Wirkungszusammenhänge differenziert betrachtet und transparent kommuniziert werden. Bislang werden von Befürworter*innen andere Aspekte und Informationen zugrunde gelegt und in Debatten eingebracht, als dies von Tempolimit-Gegner*innen getan wird. Damit fehlt die Vergleichbarkeit und stärkt eine Konfrontation.

Beratung / Partizipation:

Grundlage für eine erfolgsversprechende Partizipation ist eine transparente und vollumfängliche Information. Wie eben beschrieben, fehlt es beim Tempolimit an evidenzbasierten Daten und Informationen bzw. deren Nutzung als Basis für öffentliche Debatten und Partizipationsmöglichkeiten. In der aktuellen Situation erscheint eine Verständigung beinahe ausgeschlossen.

Mitbestimmung / Verhaltensänderung:

Um dennoch eine Verhaltensänderung bei Gegner*innen zu bewirken, braucht es verschiedene emotionale Anknüpfungspunkte, wie z. B. höhere Bußgeldstrafen (Aufwände für verstärkte Kontrollen könnten darüber refinanziert werden), emotionale Kampagnen zum Thema „Sicherheit“ um die Notwendigkeit vom Tempolimits (und Nebeneffekte) auf Autobahnen und Außerortsstraßen (z. B. durch Familien mit Kindern, um die persönliche Betroffenheit in den Fokus zu rücken).

Handlungsempfehlung für Kommunikation:

Für Verhaltensänderungen braucht es emotional ausgerichtete Anreize. Hierbei sind weniger Fakten zur Emissionsminderung in den Fokus zu rücken. Vielmehr ist hierbei die emotionale und bedürfnisorientierte Ansprache der Zielgruppen erfolgsversprechender.

Stationäre Feuerungen: Änderung der 13. BImSchV für ausgewählte Brennstoffe außer Kohle

Zielgruppen:

- ▶ Mitglieder des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
- ▶ Parlamentarischer Beirat für nachhaltige Entwicklung
- ▶ Ingenieurbüros/Sachverständige
- ▶ Umwelt- und Gesundheitsorganisationen
- ▶ Bürger*innen

Information:

Seitens der Ausschüsse, Beiräte und Gutachter*innen werden Stellungnahmen zu den festgesetzten Grenzwerten von Großfeuerungsanlagen abgegeben. Die Bürger*innen werden u.a. zu den Standorten für Planungen / Bau von Großfeuerungsanlagen informiert. Durch Bürger*innenbefragungen und darauf basierende Gemeinderatsbeschlüsse kann es dazu führen, dass die Anlagen gar nicht oder an anderen Standorten gebaut werden. In einigen Fällen (z. B. Braunkohlekraftwerk Datteln) werden Anlagen ohne Bürgervotum gebaut/in Betrieb genommen. Generell werden Informationen für Bürger*innen, mit welcher Technologie geplante Großfeuerungsanlagen Luftschadstoffe reduzieren (Kraftwerkstyp), offen gelegt.

Beratung / Partizipation:

Eine echte Beteiligung der Bürger*innen über den geplanten Bau einer Kraftwerksanlage kann am Beispiel Ensdorf (Saarland) nachvollzogen werden. Hier wurde der Widerstand für den Bau von BUND, NABU, Greenpeace, Sektion Saarland, der Energiewende Saar e.V. und der Grünen Saar unterstützt. Auch das Saarländische Ärztesyndikat bezog Stellung. Schließlich entschloss sich auch der Gemeinderat gegen den Standort für einen Kraftwerksbau.

Mitbestimmung / Verhaltensänderung:

Der Ausbau bzw. Erhalt von Kraftwerken zur Müllverbrennung oder Energieerzeugung kann anders betrachtet werden, wenn die Bevölkerung selbst immer mehr auf Müllvermeidung und geringeren Energieverbrauch achtet.

Handlungsempfehlung für Kommunikation:

Eine transparente Kommunikation von vorhandenen und geplanten Großfeuerungsanlagen ist notwendig, um ansatzweise eine Akzeptanz für Großfeuerungsanlagen zu erhalten. Generell ist es immer problematisch, wenn es zur Konfrontation der Anwohner*innen und Kraftwerksbetreiber kommt. Die Bürgerschaft wird nicht immer im Vorfeld und ausführlich genug vor den Planungen von Anlagen einbezogen. Mit Blick auf das Grundgesetz sowie auf die Leitsätze des Bundesverfassungsgerichtes zum Klimaschutz ist der Umgang mit Großfeuerungsanlagen und deren Schadstoffausstoß künftig anders zu bewerten. Es sollten alle Anstrengungen unternommen werden, die Grenzwerte einzuhalten und zu senken. Die Bürgerschaft ist aufgerufen, ihren Energieverbrauch zu senken und generell Müll zu vermeiden. Dazu sind weiterhin Kampagnen und Anreizinstrumente seitens der Ver-/und Entsorger denkbar, unabhängig von Energieengpässen in Krisenzeiten.

Stationäre Feuerungen: Beschleunigter Ausstieg aus der Kohleverstromung bis 2030

Zielgruppen:

- ▶ Mitarbeiter*innen der kohleabbauenden Firmen sowie Kraftwerksbetreiber
- ▶ Nachfolgenutzer*innen in den Bergbaufolgelandschaften (u.a. Tourismusunternehmen)

Information:

Generell wichtig bei den Informationen zum Thema „Kohleausstieg“ ist es, Perspektiven für Beschäftigte in den Revieren und angrenzenden Regionen aufzuzeigen. Den Mitarbeitenden der stillzulegenden Flächen/Anlagen müssen Beschäftigungsalternativen offeriert werden (Sozialverträglichkeit des Kohleausstiegs).

Beratung / Partizipation:

Bei den Rekultivierungsmaßnahmen, der Umnutzung der Flächen und bei Infrastrukturmaßnahmen empfiehlt es sich, die lokale Bevölkerung vorzeitig einzubeziehen.

Mitbestimmung / Verhaltensänderung:

Für Verhaltensänderungen steht die Reduzierung des privaten Energieverbrauches weit oben. Soziale Normen werden oft unbewusst eingehalten, das zeigt unter anderem das Experiment von Nolan und Kolleg*innen von 2008 in Kapitel 20.1 (vgl. Rauschenberger 2021).

Handlungsempfehlung für Kommunikation:

Es müssen Alternativen aufgezeigt werden, neue Arbeitsplätze in anderen Branchen oder bei Rekultivierungsmaßnahmen der Abaugebiete zu finden. Dazu gehört es auch, Übergangsfristen zu schaffen, damit Arbeitnehmer*innen genügend Zeit haben sich beruflich umzuorientieren bzw. an Weiterbildungs- bzw. Umschulungsmaßnahmen teilnehmen zu können. Neue Perspektiven ergeben sich unter anderem bei:

- ▶ Ausbau erneuerbarer Energien
- ▶ Rekultivierung der ehemaligen Abbauflächen
- ▶ In der Tourismusbranche

21 Quellenverzeichnis

ADAC (2023): Tempolimit auf Autobahnen: Die Fakten. <https://www.adac.de/verkehr/standpunkte-studien/positionen/tempolimit-autobahn-deutschland/> (28.08.2023)

ADAC (2022). Förderung für Elektroautos 2023: So kommen Sie an den Umweltbonus.

<https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/kaufen/foerderung-elektroautos/> (28.08.2023)

Adler, M.; Sedlak, R. (2018): Bitte wenden! Mit Kommunikation zu einer Verkehrswendekultur in unseren Städten – eine Anleitung in neun Schritten, böll.brief, Grüne Ordnungspolitik #7, Heinrich-Böll-Stiftung, Oktober 2018, S. 14. https://www.boell.de/sites/default/files/boell.brief_go7_bitte_wenden.pdf (28.08.2023)

Agora (2017): Agora Verkehrswende (Hrsg.) Hochfeld, C.; Jung, A.; Klein-Hitpaß, A.; Maier, U.; Meyer, K.; Vorholz, F.: Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sicher. 12 Thesen zur Verkehrswende. www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2017/12_Thesen/Agora-Verkehrswende-12-Thesen_WEB.pdf (28.03.2023)

Allekotte, M.; Heidt, C.; Schneider, C.; Toenges-Schuller, N. (2023): Bewertung von Emissionsminderungspotenzialen zusätzlicher Verkehrsmaßnahmen, Sachverständigengutachten, Umweltbundesamt (Hrsg.) Dessau-Roßlau, UBA-Texte 110/2023, <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/bewertung-von-emissionsminderungspotenzialen> (02.08.2023)

Allenbach, R. (2007): Erkenntnisse nach der Einführung von Tempo 80 in der Schweiz. In: Risser, R., Pichler M.: Effekte von Tempo 80 auf Freilandstraßen. Forschungsgemeinschaft Schiene – Straße – Verkehr FSV, Schriftenreihe 002, Wien

Allinger-Csollich, E.; Frey, H.; Fritz, D.; Hauger, G.; Hausberger, S.; Heinfeller, H.; Lichtblau, G.; Ortner, R.; Pommmer, A.; Rexeis, M.; Risser, R.; Robatsch, K.; Schneider, J.; Scholz, W.; von Eckstädt, V. (2014): Weniger ist mehr! Was bringen Tempolimits? Tagungsband der Veranstaltung der Plattform „Saubere Luft“, Wien. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/dp145.pdf> (27.08.2023)

Ausserer K.; Füssel E.; Risser, R. (2014): NutzerInnenbefragung: Was gefällt am Gehen und was hält davon ab? Endbericht, Wien: FACTUM, im Auftrag der Gemeinde Wien, Magistratsabteilung 18 – Stadtentwicklung und Stadtplanung

AVS Abrechnungs- und Verwaltungs-Systeme, BTE – Tourismus- und Regionalberatung Partnerschaftsgesellschaft (2022): Der Nachhaltigkeitsfonds: „Praktische, gästeorientierte und partizipative Umsetzung des Nachhaltigkeitsgedankens im Tourismus durch die Konzeption von neuartigen Finanzierungsmethoden unter Einbezug von Gastbeitragssystemen“ Im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. München-Berlin 06.04.2022. https://kompetenzzentrum-tourismus.de/media/lift_wissen-avs_bte-fonds_nachhaltige_entwicklung_220322_ueberarbeitet.pdf (12.11.2023)

BAFA (2022): Antrag zur neuen Richtlinie und allgemeine Informationen zum Förderprogramm.

www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/Neuen_Antrag_stellen/neuen_antrag_stellen.html (21.05.2022)

Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg.] (2018): UmweltWissen – Schadstoffe. Ammoniak und Ammonium. https://www.lfu.bayern.de/buerger/doc/uw_6_ammoniak_ammonium.pdf (18.08.2023)

BBH (2021). Kanzlei Becker Büttner Held: Beschlossene Sache: Die Änderungen der 13. BImSchV und der 17. BImSchV. BBH Blog. <https://www.bbh-blog.de/alle-themen/energie/beschlossene-sache-die-aenderungen-der-13-bimschv-und-der-17-bimschv/> (28.08.2023)

BBSR (2023). Verbesserung der Mobilität in ländlichen Räumen zur Herstellung gleichwertiger Lebensverhältnisse (MogLeb), Projektsteckbrief des Forschungsprojektes.

<https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/forschung/programme/region-gestalten/projekte/2020/mogleb/01-start.html?pos=1> (07.09.2023)

Beer, D.; Fassl, L.-M.; Faßler, M.; Hoschitz, M.; Knoll, B.; Köller, C.; Langkilde K. M.; Mahdalik, L.; Nigischer, S.; Ratzer, B.; Revelli, B.; Russegger, G.; Schmatzer, B.; Spiel, C.; Zelisko, A. (2018): Wissenstransfer gestalten – Werkzeuge, Formate, Potenziale - Wissenstransfer am Beispiel der Wiener Universitäten im Bereich Geistes-, Sozial- und Kulturwissenschaften, künstlerische Forschung und Kunst. Verlag facultas, Wien 2018.

<http://doi.org/10.21937/wissenstransfer.gestalten> (24.06.2020)

Bennett, V.; Hamacher, J.; Fuchs, J.; Oehlmann, M. (2022): Bürgerbeteiligungsverfahren „Auf dem Weg zu einer nationalen Stickstoffminderung“, UBA-Texte 80/2022 Umweltbundesamt (Hrsg.) Dessau –Roßlau Juli 2022

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_80-2022_buergerbeteiligungsverfahren_auf_dem_weg_zu_einer_nationalen_stickstoffminderung.pdf (26.08.2022)

Berghorn, C.; Berghorn, H.-H. (2013): Neue Wege in der Agrarkommunikation: Studie im Auftrag der Stiftung Westfälische Landschaft. <https://docplayer.org/36587610-Neue-wege-in-der-agrarkommunikation.html> (04.06.2021)

Blanck, R.; Zimmer, W.; Motschall, M.; Göckeler, K.; Keimeyer, F.; Runkel, M.; Kresin, J.; Klinski, S. (2021): Mobilität in die Zukunft steuern: Gerecht, individuell und nachhaltig. Abschlussbericht zum UBA-Vorhaben „Fiskalische Rahmenbedingungen für eine postfossile Mobilität“. FKZ: 3718 58 102 0. UBA-Texte 85/2021. Umweltbundesamt (Hrsg.). Dessau-Roßlau, November 2021. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/3521/publikationen/2021-11-18_texte_85-2021_mobilitaet-zukunft-steuern.pdf (28.08.2023)

BLE (2020): BLE-Bundeanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.) (2020): Düngeverordnung 2020. September 2020. <https://www.ble-medienservice.de/simpledownloadable/freedownload/link/hash/e2e7ac4c461fe6bc099c5ce2c1345be6/> (28.08.2023)

BMDV (2022): Bundesministerium für Digitales und Verkehr (Hrsg.): Fortschrittsbericht zum Gesamtkonzept klimafreundliche Nutzfahrzeuge, Mit alternativen Antrieben auf dem Weg zur Nullemissionslogistik auf der Straße. <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/fortschrittsbericht-zum-gesamtkonzept-klimafreundliche-nutzfahrzeuge.html> (28.08.2023)

BMDV (2023): Bundesministerium für Digitales und Verkehr (Hrsg.): Änderung des Bundesfernstraßenmautgesetzes im Kabinett beschlossen. <https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2023/054-wissengaenderung-bundesfernstrassenmautgesetz.html>. (13.11.2023)

BMEL (o. J.): Diskussionspapier Ackerbaustrategie 2035, Ergebnisse des Diskussionsprozesses auf der Onlineplattform, https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Landwirtschaft/Pflanzenbau/ackerbaustrategieergebnisse-diskussionsprozess.pdf?blob=publicationFile&v=1 (16.06.2021)

BMEL (2020): Bundeslandwirtschaftsministerium startet Online-Beteiligung zur Ackerbaustrategie. BMEL Pressemitteilung. <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/119-onlinebeteiligung-ackerbaustrategie.html> (25.05.2021)

BMEL (2023): Düngung.

<https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/ackerbau/duengung.html> (01.08.2023)

BMEL (2023b): BMEL-Pressemitteilung 68/2023, Kabinett beschließt neues Düngegesetz: Wichtiger Schritt für Höfe und Umwelt. <https://www.bmel.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2023/068-duengegesetz-kabinett.html> (06.09.2023)

BMEL, DBV, DRV (2019): Gemeinsame Vorschläge zum Grundwasserschutz. <https://www.bwagrar.de/Energie/Gemeinsame-Vorschlaege-zum-Grundwasserschutz,QUIEPTYxNjg4OTgmTUIEPTUyOTI2.html> (04.06.2021)

BMU (2017): Bürgerreport Bürgerdialog zum Klimaschutzplan 2050. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/buergerreport_klimaschutzplan_bf.pdf (12.11.2023)

BMU (2020a): Auf dem Weg zu einer nationalen Stickstoffminderung, www.bmu.de/themen/europa-internationales-nachhaltigkeit-digitalisierung/nachhaltige-entwicklung/stickstoffminderung/ (5.6.2021)

BMUV (2020b): Öffentliche Konsultation zum Nationalen Aarhus-Bericht. BMUV (hrsg.) Berlin Juni 2020. <https://www.bmuv.de/meldung/oeffentliche-konsultation-zum-nationalen-aarhus-bericht> (23.06.2020)

BMUV (2021a): Bürgerbeteiligung zum Aktionsprogramm „Auf dem Weg zu einer nationalen Stickstoffminderung“. <https://www.bmu.de/themen/bildung-beteiligung/buergerbeteiligung/buergerdialog-zu-viel-des-guten/> (11.06.2021)

BMUV (2021b): Stickstoff: Gemeinsam das richtige Maß finden! <https://www.stickstoff-dialog.de/informationen#href=%2Finformationen%2Fwie-laeuft-der-buergerdialog-ab&container=%23main-content> (11.06.2021)

BMUV (2022): Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) und Umweltbundesamt (UBA): Umweltbewusstsein in Deutschland 2020, Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsbefragung, Januar 2022. https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/umweltbewusstsein_2020_bf.pdf

BMUV (2023): Planetare Belastungsgrenzen, <https://www.bmuv.de/themen/nachhaltigkeit-digitalisierung/nachhaltigkeit/integriertes-umweltprogramm-2030/planetare-belastbarkeitsgrenzen> (01.08.2023)

BMVI 2022: Lkw-Maut, www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Strassenverkehr/lkw-maut.html (27.08.2023)

Böhler-Baedecker, S.; Koska, T.; Reutter, O.; Schäfer-Sparenberg, C. (2010): Projektmonitoring der Kampagne „Kopf an: Motor aus.“ Im Jahr 2009. Hrsg. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und der Arbeitsgemeinschaft ZEM, Velo-Konzept Saade GmbH, Ulrike Saade, fairkehr GmbH, Michael Adler. https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/3613/file/3613_ZEM.pdf (17.06.2021)

Bruhn, M. (2008): „Lebensstilbasierte Segmentierung der Bevölkerung zur Ableitung zielgruppenspezifischer Verbraucherinformationskampagnen“ in „Ernährungs-Umschau | 1/08“, https://www.ernaehrungs-umschau.de/fileadmin/Ernaehrungs-Umschau/pdfs/pdf_2008/01_08/EU01_020_027.qxd.pdf (08.06.2021)

Buhk, J.-H.; Schröer, D.; Latacz-Lohmann, U. (2020): Betriebswirtschaftliche Auswirkungen der Düngeverordnung 2020: Erwerbsverlustkalkulation und Prüfung auf Existenzgefährdung für fünf bayrische Betriebe“; in „Berichte über Landwirtschaft. Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft“; Hrsg. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. <https://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/383/613> (aufgerufen am 23.05.2023)

Büttner, H.; Wagner, J.; Birkenhäger, J. (2018): Projekt „Modellstadt Reutlingen“ Begleitende Öffentlichkeitsbeteiligung (Los 2), Abschlussbericht, im Auftrag des Regierungspräsidiums Tübingen, Tübingen, 2018. https://rp.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/RP-Internet/Tuebingen/Abteilung_5/Referat_54.1/Luftreinhalteplaene/_DocumentLibraries/Luftreinhalteplan/lrp-rt-4-fortschr-abschlussber-oeffentlbeteil.pdf (06.09.2023)

BUND NRW (2020). Umfrage: Deutliche Mehrheit gegen Kohlekraftwerk Datteln 4. https://www.bund-nrw.de/presse/detail/news/umfrage-deutliche-mehrheit-gegen-kohlekraftwerk-datteln-4/?tx_bundpool-news_display%5Bfilter%5D%5Btopic%5D=37&cHash=7c08236c6174ebed91f7ffa88cb0db16 (27.08.2023)

Bundesregierung (2022): So funktioniert der neue Umweltbonus. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/umweltbonus-1692646> (16.08.2023)

Bundesregierung (2023): Von der Kohle zur Zukunft. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/kohleausstieg-1664496> (06.01.2023)

Burger, A.; Bretschneider, W. (2021): Umweltschädliche Subventionen in Deutschland. UBA-Texte 143/2021, Umweltbundesamt (Hrsg.) Dessau-Roßlau, Oktober 2021. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_143-2021_umweltschaedliche_subventionen.pdf (23.07.2023)

BVerfG (2021). Beschluss des Ersten Senats vom 24. März 2021. 1 BvR 2656/18, Rn. 1-270. http://www.bverfg.de/e/rs20210324_1bvr265618.html (12.09.2023)

Chang, T.; Graff Zivin, J.; Gross, T.; Neidell, M. (2016). Particulate Pollution and the Productivity of Pear Packers. In: American Economic Journal: Economic Policy, 8(3), 141-169. DOI: 10.1257/pol.20150085. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/pol.20150085> (12.09.2023)

Chillibits (2020): Die Feinstaub-App. www.chillibits.com/pmapp/de (28.03.2023)

DEKRA (2018): Niedrigeres Tempo bedeutet weniger schwere Unfälle, <https://www.dekra.net/de/unfalltote-tempo-niedriger/> (08.08.2023)

Destatis Statistisches Bundesamt (2022): Lkw-Maut-Fahrleistungsindex, April 2022. Pressemitteilung 193 vom 09. Mai 2022. Statistisches Bundesamt (Hrsg.). https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/05/PD22_193_421.html (13.09.2023)

Destatis Statistisches Bundesamt (2023): Pressemitteilung Energie. Energieerzeugung. Pressemitteilung v 9. März 2023 Stromerzeugung 2022: Ein Drittel aus Kohle, ein Viertel aus Windkraft. https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Energie/Erzeugung/_inhalt.html (23.03.2023)

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG): „Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis – Kodex“ September 2019. DFG-Gruppe: Chancengleichheit, Wissenschaftliche Integrität und Verfahrensgestaltung. Bonn: Eigendruck. https://www.dfg.de/download/pdf/foerderung/rechtliche_rahmenbedingungen/gute_wissenschaftliche_praxis/kodex_gwp.pdf (23.06.2020)

Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (2020): Presseinformation Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (2020): Deutschland, wie es isst - Ernährungsreport 2020; Presseinformation DGE aktuell 26/2020 vom 24.11.2020 <https://www.dge.de/presse/pm/was-isst-deutschland/> (08.06.2021)

DGE - Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (2022): Was isst Deutschland? Aktuelle Trends im Lebensmittelverbrauch im 14. DGE-Ernährungsbericht. <https://www.dge.de/presse/pm/was-isst-deutschland/> (12.11.2023)

Deutscher Bauernverband: Pressemitteilung Deutscher Bauernverband (12.04.2021): <https://www.bauernverband.de/presse-medien/pressemitteilungen/pressemitteilung/wieder-deutliche-verschlechterung-der-stimmungslage-in-der-landwirtschaft> (16.05.2021)

Deutscher Bundestag (2018): Kurzinformation „Abwrackprämie“ in der Bundesrepublik Deutschland Wissenschaftliche Dienste deutscher Bundestag. Fachbereich WD 5 (Wirtschaft und Verkehr, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz). WD 5 - 3000 - 069/18 (17.05.2018). www.bundestag.de/resource/blob/561134/4376c6bc0fc0b4286ecb7323cce04912/WD-5-069-18-pdf-data.pdf (01.06.2022)

Deutscher Bundestag (2021): Beschlussempfehlung und Bericht des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (16. Ausschuss) zu der Verordnung der Bundesregierung – Drucksachen 19/29628, 19/29997 Nr. 2.2 – Verordnung zur Neufassung der Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen und zur Änderung der Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen, <https://dsserver.bundestag.de/btd/19/304/1930494.pdf> (12.09.2023)

Deutsche Umwelthilfe (2021): Pressemitteilung vom 16.08.2021 „Bundesregierung verpasst Chance, tausende vorzeitige Todesfälle aufgrund von Luftverschmutzung aus Kohlekraftwerken zu verhindern.“

<https://www.duh.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/bundesregierung-verpasst-chance-tausende-vorzeitige-todesfaelle-aufgrund-von-luftverschmutzung-aus-k/> (10.02.2023, 11.08.2023)

Deutschlandfunk (2016): Kraftwerk-Blockade: Ende im Lausitzer Gelände. <https://www.deutschlandfunk.de/kraftwerke-blockade-ende-im-lausitzer-gelaende-100.html> (23.01.2023)

Die Bundesregierung (2020): Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie Weiterentwicklung 2021. <https://www.bundesregierung.de/resource/blob/998194/1875176/3d3b15cd92d0261e7a0bcd8f43b7839/deutsche-nachhaltigkeitsstrategie-2021-langfassung-download-bpa-data.pdf> (01.08.2023)

Die Bundesregierung (2023): Referentenentwurf der Bundesregierung vom 25. April 2023 (Entwurf eines Dritten Gesetzes zur Änderung mautrechtlicher Vorschriften), <https://bmdv.bund.de/Shared-Docs/DE/Anlage/Gesetze/Gesetze-20/entwurf-eines-dritten-gesetzes-aenderung-mautrechtlicher-vorschriften.pdf?blob=publicationFile>, S. 10 (12.09.2023)

DLG e.V. (o. J.): Die Agrar-Blogger. Plattform für Landwirte – Für ein zeitgemäßes Bild der Landwirtschaft. DLG e.V. (Hrsg.). <https://agrarblogger.de/agrar-blogs/> (16.06.2021)

Doll C.; Hartwig, J.; Senger, F.; Schade, W.; Maibach, M.; Sutter, D.; Bertschmann, D.; Lambrecht, U.; Knörr, W.; Dünnebeil, F. (2013): Wirtschaftliche Aspekte nicht technischer Maßnahmen zur Emissionsminderung in Verkehr, Umweltbundesamt (Hrsg.), UBA-Texte 11/2013

ecomento (2022, 15. April). Umfrage: E-Auto-Interessenten wollen Klarheit von der Politik. <https://ecomento.de/2022/04/15/umfrage-elektroauto-interessenten-wollen-klarheit-von-der-politik/> (10.10.2022)

Egerer J.; Grimm V.; Lang L. M.; Pfefferer U. (2022): Kohleausstieg 2030 unter neuen Vorzeichen. Wirtschaftsdienst 102. Jahrgang, 2022 · Heft 8 · S. 600–608 · JEL: J11, J32, H20, H32, www.wirtschaftsdienst.eu/inhalt/jahr/2022/heft/8/beitrag/kohleausstieg-2030-unter-neuen-vorzeichen-7155.html (12.09.2023)

EU (2010): IED-RL RICHTLINIE 2010/75/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) (Neufassung). In: Amtsblatt der Europäischen Union (Hrsg.) November 2010. <https://eur-lex.europa.eu/LexUri-Serv/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:334:0017:0119:de:PDF> (19.03.2023)

EU (2017): Durchführungsbeschluss (EU) 2017/1442 Der Kommission vom 31. Juli 2017 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für Großfeuerungsanlagen. In: Amtsblatt der Europäischen Union (Hrsg.) Juli 2017. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A32017D1442> (11.08.2023)

EU (2021): Durchführungsbeschluss (EU) 2021/2326 der Kommission vom 30. November 2021 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für Großfeuerungsanlagen. In: Amtsblatt der Europäischen Union (Hrsg.), November 2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32021D2326> (11.08.2023)

Faas, T; Huesmann, C. (2017): Die Bürgerbeteiligung zum Klimaschutzplan 2050 - Ergebnisse der Evaluation. Bertelsmann Stiftung, Johannes-Gutenberg-Universität Mainz, Bielefeld 2017. https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/BSt/Publikationen/GrauePublikationen/188-2017_BST_Endbericht_Klimaschutzplan_2050_Druckfreigabe.pdf (24.06.2020)

Faßler, M. (2016): Ingenuity or the Emergence of Creativity: Some Theoretical Remarks. In: The International Journal of Creativity & Problem Solving, Special Issues: Creativity in Engineering Education. Korea, S. 120-139.

FAZ - Frankfurter Allgemeine Zeitung (2007): RWE Scheitert mit Kraftwerksbau-Kleiner Ort verhindert großes Kraftwerk. Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 26.11.2007. <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/rwe-scheitert-mit-kraftwerksbau-kleiner-ort-verhindert-grosses-kraftwerk-1485866.html> (13.11.2023)

Fielitz, J.; Deffner, J.; Sunderer, G. (2023): Bürgerbotschaften aus dem Mobilitätslabor 2020, alternativen zum konventionellen, privaten Pkw, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau-Roßlau, UBA-Texte 02/2023.
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11740/publikationen/2023-06-12_dokumentation_02_2023_mobilitaetslabor_2020_broschuere_0.pdf (12.09.2023)

Fischer, K. (2020): Festmiststreuer: Diese Technik bringt den Mist aufs Feld. <https://www.agrarheute.com/technik/ackerbautechnik/festmiststreuer-diese-technik-bringt-mist-aufs-feld-570146> (12.09.2023)

Fischer, S.; Neumann, I.; Dorn, T.; Holzer, C.; Stern, I. (2020): Vorbildliche Bürgerbeteiligung stärken und ausbauen – ein Modellprojekt, Abschlussbericht, UBA-Texte 175/2020, Im Auftrag des Umweltbundesamtes (Hrsg.), Dessau-Roßlau 2020.

Freistaat Sachsen (Hrsg.): Publikationsdatenbank Freistaat Sachsen <https://publikationen.sachsen.de/bdb/article/37207> (12.06.2021)

Gebhardt, P. (2020) Gutachtliche Stellungnahme zu ausgewählten Punkten im Referentenentwurf zur 13. Blm-SchV, Ingenieurbüro für Umweltschutztechnik, im Auftrag von Client Earth und Deutsche Umwelthilfe, Stellungnahme zum Verordnungsentwurf des Bundesumweltministeriums: Verordnung zur Neufassung der Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen und zur Änderung der Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen, S. 11 ff., https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Energiewende/Stellungnahme_Gebhardt_VO_Umsetzung_LCP_BREF_final.pdf (12.09.2023)

Gebhardt, P. (2022): Stellungnahme zum Entwurf eines vierzehnten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Immisionsschutzgesetzes sowie verschiedener Immissionsschutzverordnungen aus Anlass der öffentlichen Anhörung des Ausschusses für Umwelt, Naturschutz, Nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz des Deutschen Bundestages am 26.9.2022. Deutscher Bundestag – Ausschuss für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz. Ausschussdrucksache 20(16)84-A(NEU). <https://www.bundestag.de/resource/blob/911668/dc2cfda0e4eae23f5d7c2833e1b8338b/20-16-84-A-NEU-Gebhardt-Stellungnahme-data.pdf> (12.09.2023)

Geupel, M.; Heldstab, J.; Schäili, B.; Reutimann, J.; Bach, M.; Häußermann, U.; Knoll, L.; Klement, L.; Breuer, L. (2021): A National Nitrogen Target for Germany, Sustainability 2021, 13(3), 1121; <https://doi.org/10.3390/su13031121>

Gieschen, D. (2019): Vortrag: Bedeutung der Agrarkommunikation auf der Agritechnica 2019. <https://agrar-trends.de/landwirtschaft-zeigen-und-erklaeren-das-ist-der-weg/> (09.06.2021)

Götz, S. (2022): Autobahn: Was ein Tempolimit jetzt bewirken würde. Zeit-Online 2020.
<https://www.zeit.de/mobilitaet/2022-03/tempolimit-autobahn-energie-debatte> (21.05.2022)

Graff Zivin, J.; M. Neidell: (2012): The Impact of Pollution on Worker Productivity, in: American Economic Review, 102. Jg. H. 7, S. 3652-3673.
<https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.102.7.3652#:~:text=We%20find%20that%20ozone%20levels,worker%20productivity%20by%205.5%20percent> (12.09.2023)

Groll, S.; Brümmer, U.; Drewes, S.; Müller-Görnert, M. (2019): Mobilitätsatlas – Daten und Fakten für die Verkehrswende, Heinrich-Böll-Stiftung (Hrsg.), <https://www.boell.de/de/mobilitaetsatlas> (28.03.2023)

Habla, W.; Huwe, V.; Kesternich, M. (2019): Tempolimits und Grenzwerte: für eine evidenzbasierte verkehrspolitische Debatte. Wirtschaftsdienst, 99(5), 330-334. doi.org/10.1007/s10273-019-2452-6. <https://www.wirtschaftsdienst.eu/inhalt/jahr/2019/heft/5/beitrag/tempolimits-und-grenzwerte-fuer-eine-evidenzbasierte-verkehrspolitische-debatte.html> (15.4.2022)

Hamacher, J.; Bennett, V. (2020): Bürger*innenratschlag Stickstoff: Zu viel des Guten! Warum kommt zu viel Stickstoff in die Umwelt und wie können wir gemeinsam das richtige Maß finden? Umweltbundesamt Dessau-Roßlau. S. 32.

Häußermann U.; Bach, M.; Breuer, L.; Döhler, H.; Döhler, S. (2019): Potenziale zur Minderung der Ammoniakemissionen in der deutschen Landwirtschaft, Justus-Liebig-universität Gießen, September 2019, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dessau-Roßlau, UBA-Texte 221/2020.

Health and Environment Alliance (o. J.): Bundesregierung verpasst Chance, tausende vorzeitige Todesfälle aufgrund von Luftverschmutzung aus Kohlekraftwerken zu verhindern. https://www.env-health.org/wp-content/uploads/2021/01/CE_BREF_2021_Poster_final3.pdf (12.09.2023)

Heissel, J., Persico, C.; Simon, D. (2019): Does Pollution Drive Achievement? The Effect of Traffic Pollution on Academic Performance, NBER Working Paper, Nr. 25489, 2019. <https://www.nber.org/papers/w25489> (12.09.2023)

Heldstab, J.; Schäppi B.; Reutimann J. (2020): Integrierter Stickstoffindikator, nationales Stickstoffziel und IST-Zustand (DESTINO Teilbericht 1), UBA-Texte 96/2020 Umweltbundesamt (Hrsg.) Dessau-Roßlau, Dezember 2020. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-12-21_texte_96-2020_stickstoffbilanz-teil1.pdf (01.08.2023)

Herget, M.; Hunsicker, F.; Koch, J.; Chlond, B.; Minster, C.; Soylu, T. (2019): Ökologische und ökonomische Potenziale von Mobilitätskonzepten in Klein- und Mittelzentren sowie dem ländlichen Raum vor dem Hintergrund des demografischen Wandels, UBA-Texte 14/2019

Herpich, P.; Rieve, C.; Oei, P.-Y.; Kemfert, C. (2022): Gasknappheit: Auswirkungen auf die Auslastung der Braunkohlekraftwerke und den Erhalt von Lützerath, Kurzstudie im Auftrag von Europe Beyond Coal, Berlin, August 2022. <https://coaltransitions.org/publications/gasknappheit-auswirkungen-auf-die-auslastung-der-braunkohlekraftwerke-und-den-erhalt-von-luetzerath> (03.03.2023)

Hines, J. M.; Hungerford, H. R.; Tomera, A. N. (1986): Analysis and Synthesis of Research on Responsible Environmental Behavior. Journal of Environmental Education 16, S. 1-8

Hochschulrektorenkonferenz HRK (2013): Wissenstransfer in die Mediengesellschaft: Situationsanalyse und Orientierungshilfen. In: Beiträge zur Hochschulpolitik, 2013, 3, Eigendruck, Bonn.

IFOK GmbH, Deutsches Forschungsinstitut für öffentliche Verwaltung (FÖV) [Hrsg.] (2019): GUTE BÜRGERBETEILIGUNG. Leitlinien für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/buergerbeteiligung/leitlinien_buergerbeteiligung_bmu_bf.pdf (23.06.2020)

IIR (2022): Chapter 1.7 - General Uncertainty Evaluation. In: German Informative Inventory Report 2022. https://iir.umweltbundesamt.de/2022/general/uncertainty_evaluation/start (28.08.2023)

IQAir (2020): Air Quality App. <https://www.iqair.com/air-quality-app> (24.06.2020)

Jakobs, H.; Schneider, C.; Handke, V. (2019): NEC-Richtlinie: Weiterentwicklung von Prognosen für Luftschadstoffe für nationale Luftreinhalteprogramme. Abschlussbericht zum gleichnamigen UfoPLAN-Vorhaben mit der FKZ 3716 51 202 0. Rheinisches Institut für Umweltforschung an der Universität zu Köln, Köln; AVISO GmbH, Aachen und IZT – Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung, Berlin. September 2019.

Jörß, W.; Emele, L.; Scheffler, M.; Handke, V.; Theloke, J.; Thiruchittampalam, B.; Dünnebeil, F.; Knörr, W.; Heidt, C.; Jozwicka, M.; Kuenen, J.J.P.; Denier van der Gon, H.A.C.; Visschedijk, A.J.H.; van Gijlswijk, R.N.; Osterburg, B.; Lagner, B.; Stern, R. (2014): Luftqualität 2020/2030: Weiterentwicklung von Prognosen für Luftschadstoffe unter Berücksichtigung von Klimastrategien. UBA-Texte 35/2014. Dessau-Roßlau Juli 2014. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/texte_35_2014_komplett.pdf (18.08.2023)

Johann Heinrich von Thünen-Institut (o. J. a). Darstellung der Nutztierhaltung in den Medien und deren Wirkung. <https://www.sociallab-nutztiere.de/projekt/ap2-medien> (01.02.2023)

Johann Heinrich von Thünen-Institut (o. J. b). Diskussionsplattform. <https://www.sociallab-nutztiere.de/projekt/ap3-diskussionsplattform> (22.09.2023)

Juhrich, K.; Beckers, R. (2019): Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Großfeuerungsanlage. Umweltbundesamt (Hrsg.) UBA-Texte 140/2019. Dessau Roßlau November 2019. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-11-29_texte_140-2019_emissionsfaktoren-grossfeuerungsanlagen.pdf

Kainer, H.; Flockenhaus, C.; Bühler, H.E.; Jeschke, P. (1991): Katalysatoren für die NOx-Minderung von Kraftwerksabgasen. Abschlussbericht zum BMFT-Forschungsvorhaben 03E-6363-A, Didier-Werke AG, Wiesbaden, Eigenverlag, April 1991. https://www.researchgate.net/profile/Hartmut-Kainer/publication/319090336_Katalysatoren_fuer_die_NOx-Minderung_von_Kraftwerksabgasen/links/5ebec964458515626cac796b/Katalysatoren-fuer-die-NOx-Minderung-von-Kraftwerksabgasen.pdf?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UG-FnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uliwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19 (12.09.2023)

Kamlage, J.-H. (2014): Ideen für eine moderne Kampagne im Europäischen Jahr der Entwicklung. In: Forum Entwicklungspolitik Brandenburg 4. <https://www.welttrends.de/res/uploads/VENROB-FEB-4-Brandenburg-goes-global-ONLINE.pdf> (12.09.2023)

Kaupenjohann, M., Schnug, E., Haneklaus, S., Döhler, H., Nebelsieck, R., Fock, K., Gutachten zur Anwendung von Minderungstechniken für Ammoniak durch „Ansäuerung von Gülle“ und deren Wirkungen auf Boden und Umwelt, UBA-Texte 148/2019 Umweltbundesamt (Hrsg.) Dessau-Roßlau, Mai 2019. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/gutachten-zur-anwendung-von-minderungstechniken> (01.08.2023).

KBA, div. Jg.: Fahrzeugzulassungen, Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern, Monatsergebnisse der Jahre 2015 bis 2023, Veröffentlichung des Kraftfahrt-Bundesamtes, Reihe FZ 8.

KIT- Karlsruher Institut für Technologie (2022): Stickstoff-Fußabdruck: Hohe Verschmutzung und Ressourcenverlust durch Gülle. Pressemitteilung 063/2022. https://www.kit.edu/kit/pi_2022_063_stickstoff-fussabdruck-hohe-verschmutzung-und-ressourcenverlust-durch-gulle.php (12.09.2023)

Klein, I.; Teune, S. im Gespräch mit Köster, B. (2023): Protestforscher zu Lützerath „Berichterstattung trägt dazu bei, wie sich Proteste entwickeln“. <https://www.deutschlandfunk.de/klima-luetzerath-braunkohle-besetzung-raeumung-gewalt-friedlicher-protest-100.html> (12.09.2023)

Könneker, C. (2016): Wissenschaftskommunikation in vernetzten Öffentlichkeiten. In: Bonfadelli, H.; Fähnrich, B.; Lühtje, C.; Milde, J.; Schäfer, M.; Rhomberg, M. [Hrsg.]: Forschungsfeld Wissenschaftskommunikation. Springer, Wiesbaden, S. 453–476.

KNW (2020): Empfehlungen des Kompetenznetzwerks Nutztierhaltung, 11. Februar 2020. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Tiere/Nutztiere/200211-empfehlung-kompetenznetzwerk-nutztierhaltung.html (07.09.2023).

KNW (2023): Statement des Kompetenznetzwerks Nutztierhaltung, 2. Juni 2923. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Tiere/Nutztiere/230602-beschluss-kompetenznetzwerk.html

KVBG (2020) Gesetz zur Reduzierung und zur Beendigung der Kohleverstromung (Kohleverstromungsbeendigungsgesetz - KVBG) vom 08.08.2020. <https://www.gesetze-im-internet.de/kvbg/BJNR181810020.html> (29.08.2023)

Land Niedersachsen (o. J.): Was ist der "Niedersächsische Weg"? www.niedersachsen.de/niedersaechsischer-weg (12.09.2023)

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) [Hrsg.] (2019): Praktisch kommunizieren – Öffentlichkeitsarbeit in der Landwirtschaft. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/37207> (12.09.2023).

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) (o.J.): Hofgeflüster Sachsen. www.landwirtschaft.sachsen.de/hofgefluester.html (06.06.2021)

Landwirtschaftskammer NRW (2021): Technik der Gülleausbringung. www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/guelle/technik/index.htm (12.09.2023)

Landwirtschaftskammer NRW (2022): Stoffstrombilanzverordnung – Was ist jetzt zu tun? [https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/duengeverordnung/stoffstrombilanz.htm](http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/duengung/duengeverordnung/stoffstrombilanz.htm) (20.03.2022)

Landwirtschaftskammer NRW (2023): Förderung. www.landwirtschaftskammer.de/foerderung/index.htm (12.09.2023)

Lehmann, N. (2020): Klöckner warnt vor Radikalisierung der Agrarproteste. <https://www.agrarheute.com/politik/kloeckner-warnt-radikalisierung-agrarproteste-563552> (12.09.2023)

Leuschner, Udo (2007): Bürgerentscheid verhindert neues Kohle-Kraftwerk. Energie-Chronik. Heidelberg November 2007. <https://www.energie-chronik.de/071119.htm> (13.11.2023).

Lichter, A.; Pestel, N; Sommer, E. (2017): Productivity Effects of Air Pollution: Evidence from Professional Soccer, in: Labor Economics, 48. Jg. (2017), S. 54-66.

LMBV Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft (2017): Einblicke. Sanierung, Sicherung und Rekultivierung von Bergwerken und Tagebauen. https://www.lmbv.de/wp-content/uploads/2021/04/LMBV_Einblicke_2017_deutsch_englisch.pdf (19.02.2022)

LNDW e. V. (2021): Lange Nacht der Wissenschaften. www.langenachtderwissenschaften.de (12.09.2023)

Luderer, G., Günther, C., Sörgel, D., Kost, C., Benke, F., Auer, C., Koller, F., Herbst, A., Reder, K., Böttger, D., Ueckerdt, F., Pfluger, B., Wrede, D., Strefler, J., Merfort, A., Rauner, S., Siala, K., Schlichenmaier, S. (2021): Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045, Szenarien und Pfade im Modellvergleich, Ariadne-Report, Kopernikus-Projekt Ariadne Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung PIK (Hrsg.), Oktober 2021

Mckenna F. P., Poulter D. (2008): Speed awareness – The effect of education versus punishment on driver attitudes. In: Nickel, W.R. & Koran, M.: Fit to drive. 3 rd International Congress, Bonn: Kirschbaum Verlag

MDR (2022). Auswertung MDR fragt: Heizen, tanken, essen - Wie sollen wir die steigenden Preise bezahlen? Schwerpunkt: E-Mobilität. <https://www.mdr.de/nachrichten/mitmachen/mdrfragt/mdrfragt-ergebnisse-e-mobilitaet-100.html> (03.02.2023)

Merkel, C. (2017): Im Kraftwerk gehen die Lichter aus. In: Saarbrücker Zeitung (17.12.2017).

https://www.saarbruecker-zeitung.de/saarland/saarlouis/ensdorf/im-kraftwerk-gehen-die-lichter-aus_aid-6959582 (11.02.2023)

Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2019): Vorgezogene Öffentlichkeitsbeteiligung zur künftigen Klimaschutzpolitik des Landes abgeschlossen. <https://um.baden-wuerttemberg.de/de/presse-service/presse/pressemitteilung/pid/vorgezogene-oeffentlichkeitsbeteiligung-zur-kuenftigen-klimaschutzpolitik-des-landes-abgeschlossen> (12.06.2023)

Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2022): Eckpunktevereinbarung für den Kohleausstieg 2030. <https://www.wirtschaft.nrw/eckpunktevereinbarung-kohleausstieg-2030> (12.09.2023)

Ministerium für Wirtschaft, Industrie, Klimaschutz und Energie des Landes Nordrhein-Westfalen (2023): Kohleausstieg 2030 im Rheinischen Revier. <https://www.wirtschaft.nrw/themen/energie/kohleausstieg-2030> (12.09.2023)

Müller, S. (2014): Vier Thesen – Impulse für die Wissenschaftskommunikation. Impulsvortrag vom Parlamentarischen Staatssekretär Stefan Müller beim 7. Forum. Wissenschaftskommunikation am 9. Dezember 2014 in Potsdam. <https://wissenschaftkommuniziert.wordpress.com/2015/01/14/vier-thesen-impulse-fur-die-wissenschaftskommunikation/> (12.09.2023)

Münch, Dr. C. (2013): Vortrag: Von der Idee bis zur Entscheidung Informationswege - Landwirttypologien - Struktureller Wandel. Webinar am 15. Mai 2013 zu aktuellen Ergebnissen aus der Agrima-Studie von 2013 ausgerichtet vom Deutschen Landwirtschaftsverlag. <https://docplayer.org/204026204-Kommunikation-mit-der-landwirtschaft.html> (04.06.2021)

NABU (Naturschutzbund Deutschland) e. V. (2021a): Die Und Action! -Kampagne zieht Bilanz. www.nabu.de/landingpages/27173.html (12.09.2023)

NABU (Naturschutzbund Deutschland) e. V. (2021b): Stunde der Gartenvögel. <https://www.nabu.de/tiere-und-pflanzen/aktionen-und-projekte/stunde-der-gartenvoegel/index.html> (12.09.2023)

NEC-Richtlinie (2019): Richtlinie (EU) 2016/2284 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 14. Dezember 2016 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/35/EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/81/EG. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016L2284&qid=1692883562632> (24.08.2023)

Niedersächsisches Umweltministerium (2019): Smartphone-App zur Luftqualität in Niedersachsen. https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/luftqualitat/lufthygienische_ueberwachung_niedersachsen/smartphone_app_zur_luftqualitat/luen-app-113149.html (12.09.2023)

NLRP (2019) Nationales Luftreinhalteprogramm der Bundesrepublik Deutschland nach Artikel 6 und Artikel 10 der Richtlinie (EU) 2016/2284 über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe sowie nach §§ 4 und 16 der Verordnung über nationale Verpflichtungen zur Reduktion bestimmter Luftschadstoffe (43. BImSchV). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), Arbeitsgruppe IG I 2. Kabinettbeschluss vom 22. Mai 2019. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/dokumente/luftreinhalteprogramm_bericht_bf.pdf (18.08.2023)

Nowotny, H.; Scott, P.; Gibbons, M. (1994): Re-Thinking Science: Knowledge & the Public in an Age of Uncertainty. Polity Press, Cambridge.

Ohne Autor (2014): Siggener Aufruf - Wissenschaftskommunikation gestalten. Wissenschaft im Dialog (Hrsg.). https://www.wissenschaft-im-dialog.de/fileadmin/user_upload/Ueber_uns/Gut_Siggen/Dokumente/Siggener_Aufruf_und_Leitlinien_2014.pdf (06.11.2023)

Oehlmann, M.; Linsenmeier, M.; Klaas, K.; Kahlenborn, W.; Runkel, M.; Wronski, R.; Fiedler, S.; Mahler, A.; Beermann, A.-C. (2019): Ökonomische Instrumente in der Luftreinhaltung. UBA-Texte: 35/2019. Umweltbundesamt (Hrsg.) Dessau-Roßlau, März 2019. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-03-27_texte_35-2019_oekonomische-instrumente-luftreinhaltung.pdf (23.07.2023)

Oehlmann, M.; Rubel, C.; Klaas, K.; Nunes-Heinzmann, A.; Schäppi, B.; Peter, M.; Angst, V.; Reutimann, J.; Dilling, O.; Möckel, S., Wolf, A. (2021): Maßnahmenvorschläge für ein Aktionsprogramm zur integrierten Stickstoffminderung. Umweltbundesamt (Hrsg.) Dessau-Roßlau, UBA-Texte 78/2021. FKZ 3717 11 260 0. www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021-05-26_texte_78-2021_aktionsprogramm_stickstoff_fin.pdf (17.06.2021)

Öko-Institut (2017): Die deutsche Braunkohlenwirtschaft. Historische Entwicklungen, Ressourcen, Technik, wirtschaftliche Strukturen und Umweltauswirkungen. Studie im Auftrag der Agora-Energiewende und der European Climate Foundation. Berlin. https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2017/Deutsche_Braunkohlenwirtschaft/Agora_Die-deutsche-Braunkohlenwirtschaft_WEB.pdf (13.09.2023)

Öko-Institut (2020): Instrumente und Maßnahmen zur Reduktion der Stickstoffüberschüsse, Abschlussbericht, Öko-Institut Freiburg und FIBL Projekte GmbH Berlin, im Auftrag des Landes Baden-Württemberg, Juli 2020

Omniphon (2012): Mobilitätsverhalten 2012 – Stadt Karlsruhe, Bericht vom 9. Oktober 2012, im Auftrag der Stadt Karlsruhe und des Nachbarschaftsverbandes Karlsruhe. <https://www.karlsruhe.de/mobilitaet-stadt-bild/mobilitaet/verkehrsplanungen-und-konzepte/mobilitaetsverhalten-in-karlsruhe> (12.09.2023)

Parents for Future (2023): Für eine faire Berichterstattung – gegen die Kriminalisierung klimabewegter Menschen. Pressemitteilung vom 10.01.2023. Köln. <https://www.parentsforfuture.de/system/files/2023-01/PM%20Lu%CC%88tzerath%2010.01.23-1.pdf> (09.11.2023)

Paust, A. (2016): Grundlagen der Bürgerbeteiligung Materialsammlung für die Allianz Vielfältige Demokratie. Bertelsmann Stiftung. Gütersloh. Eigendruck. https://www.bertelsmann-stiftung.de/fileadmin/files/Projekte/Vielfaeltige_Demokratie_gestalten/Materialsammlung_Buergerbeteiligung.pdf (12.09.2023)

Pozzer, A., Tsimpidi, A. P., Karydis, V. A., de Meij, A. & Lelieveld, J. (2017). Impact of agricultural emission reductions on fine-particulate matter and public health, Atmos. Chem. Phys., 17, 12813–12826, 2017, <https://doi.org/10.5194/acp-17-12813-2017> (28.03.2023)

Praxis-Agrar (2023): Neue Stoffstrombilanzverordnung: Vorerst viehstarke Betriebe betroffen. <https://www.praxis-agrar.de/betrieb/recht/neue-stoffstrombilanzverordnung> (06.09.2023)

Preisendorfer, P., Diekmann, A. (2012): Umweltprobleme. In: Albrecht, G., Groenemeyer, A. [Hrsg.]: Handbuch soziale Probleme (2. überarbeitete Auflage; Teilband 2; S. 1198-1217). Springer VS Wiesbaden, DOI 10.1007/978-3-531-94160-8.

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, Zusammenfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende, Juni 2021

PRTR (2021): Pollutant Release and Transfer Register (PRTR) Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregister" Berichtsjahr: 2021. Stand der Daten: 30.11.2021. Umweltbundesamt (Hrsg.). <https://thru.de/daten/betriebe-prtr/> (29.08.2023)

Randelhoff, M. (2016): Straßenverkehr Verkehrssicherheit - Todeswahrscheinlichkeit bei Verkehrsunfällen mit Fußgängerbeteiligung in Abhängigkeit der Fahrzeuggeschwindigkeit, <https://www.zukunft-mobilitaet.net/156686/verkehrssicherheit/risiko-fussgaenger-kollision-fahrzeug-todesfall-geschwindigkeit-tempo30/> (12.09.2023)

Rath, A. (2020): Wie die Landwirte mitnehmen? Interview mit Dedert, H. In: LandInForm – Magazin für ländliche Räume. Ausgabe 2/2020, S. 18. https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/fileadmin/Redaktion/Seiten/Service/Publikationen/LandInForm/2020/LandInForm_20_2.pdf (12.09.2023)

Rauschenberger P. (2021): Ein Einzelner kann doch nichts gegen den Klimawandel ausrichten! Dieses Denken bringt niemanden voran. Aber wie kann es trotzdem gelingen, genügend Menschen zu einem klimabewussten Leben zu motivieren? <https://www.deutschlandfunkkultur.de/klimapsychologie-allein-gegen-den-klimawandel-102.html> (12.09.2023)

Risser, R. (2004): Philosophy of Traffic Calming. In: The Asian Journal. Journal of Transport and Infrastructure 11/2004, Seite 1–9. <https://www.aitd.net.in/pdf/AsianJournals/19-Tranffic%20Calming-July%202004.pdf> (12.09.2023)

Rockström, J.; Steffen, W.; Noone, K.; Persson, A.; Chapin, F.; Lambin, E.; Lenton, T.; Scheffer, M.; Folke, C.; Schellnhuber, H.; Nykvist, B.; de Wit, C.; Hughes, T.; van der Leeuw, S.; Rodhe, H.; Sörlin, S.; Snyder, P.; Costanza, R.; Svedin, U.; Falkenmark, M.; Karlberg, L.; Corell, R.; Fabry, V.; Hansen, J.; Walker, B.; Liverman, D.; Richardson, K.; Crutzen, P.; Foley, J. (2009): Planetary Boundaries, Exploring the safe operating space for humanity, Ecology and Society 14(2): 32. <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/> (08.08.2023)

RWE Power AG (2006): RWE Power plant neue Kraftwerke in Lingen und Ensdorf. Pressemitteilung der RWE Power AG, Essen. 23.11.2006.

Sandstein Kommunikation (2021a): Kampagne zur Aktion Feld-Rittersporn. www.sandstein.de/kommunikationsagentur/publishing/kampagne-aktion-feld-rittersporn.php (12.09.2023)

Sandstein Kommunikation (2021b): Abfall ist mehr als nur Müll! www.sandstein.de/kommunikationsagentur/ausstellungen/Abfallausstellung-LfULG-Sachsen.php (12.09.2023)

Sandstein Kommunikation (2021c): Hofgeflüster – Forschungsprojekt zum digitalen Agrarmarketing. www.sandstein.de/kommunikationsagentur/ausstellungen/Abfallausstellung-LfULG-Sachsen.php (14.11.2023)

Schäfer, M. S.; Kristiansen, S.; Bonfadelli, H. [Hrsg.] (2015): Wissenschaftskommunikation im Wandel. Herbert von Halem, Köln.

Scheffler, M.; Wiegmann, K. (2019): Quantifizierung von Maßnahmenvorschlägen der deutschen Zivilgesellschaft zu THG – Minderungspotenzialen in der Landwirtschaft bis 2030. Kurzstudie im Auftrag der Klima-Allianz Deutschland. Öko-Institut, Berlin. https://www.eko.de/fileadmin/oekodoc/Quantifizierung-von-Massnahmenvorschlaegen-der_Klima-Allianz_Landwirtschaft.pdf (23.07.2023)

Schmaus, M.; Bawidamann, J.; Friedrich, M.; Haberl, M.; Trenkwalder, L.; Fellendorf, M.; Uhlig, J.; Lohse, R.; Pestel, E. (2023): Flüssiger Verkehr für Klimaschutz und Luftreinhaltung. UBA-TEXTE: 14/2023. Umweltbundesamt (Hrsg.) Dessau-Roßlau, Januar 2023. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_14-2023_fluessiger_verkehr_fuer_klimaschutz_und_luftreinhaltung.pdf (12.09.2023)

Schmidt, U. (2020): Generelles Tempolimit ist das falsche Instrument für Klimaschutz, <https://www.ifw-kiel.de/de/publikationen/medieninformationen/2020/generelles-tempolimit-ist-das-falsche-instrument-fuer-klimaschutz/> (12.09.2023).

Schermund, K. (2019): Was gute Wissenschafts-Kommunikation ausmacht. Interview mit Prof. Klaus Meier. Studiengang Journalistik der Katholischen Universität Eichstätt-Ingolstadt. In: Deutscher Hochschulverband (DHV) u.a. [Hrsg.]: Forschung & Lehre. 26. Jahrgang, 2019, 10, Forschung & Lehre Verlag, Bonn. <https://www.forschung-und-lehre.de/politik/was-gute-wissenschafts-kommunikation-ausmacht-2183/> (24.06.2020)

Schmidt-Landenberger, E.; Benning, R.; Brümmer, M.; Chemnitz, C.: et al. (2021): Fleischatlas. Daten und Fakten über Tiere als Nahrungsmittel. Heinrich-Böll-Stiftung (Hrsg.). https://www.boell.de/sites/default/files/2021-01/Fleischatlas2021_0.pdf (28.03.2023)

Schneider, A.; Cyrys, J.; Breitner, S.; Kraus, U.; Peters, A.; Diegmann, V.; Neunhäuserer, L. (2018): Quantifizierung von umweltbedingten Krankheitslasten aufgrund der Stickstoffdioxid-Exposition in Deutschland. Abschlussbericht FKZ: 3715 61 201 0. Dessau-Roßlau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/publikationen/abschlussbericht_no2_krankheitslast_final_2018_03_05.pdf (17.02.2021)

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz [Hrsg.] (2019a): Umfrage zur Fortschreibung des Luftreinhalteplans 2018-2025. <https://mein.berlin.de/projects/umfrage-zum-luftreinhalteplan-2018-2025/> (12.09.2023)

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz [Hrsg.] (2019b): Stellungnahmen und deren Berücksichtigung Luftreinhalteplan für Berlin – 2. Fortschreibung. https://www.berlin.de/sen/uvk/_assets/umwelt/luft/luftreinhaltung/luftreinhalteplan-2-fortschreibung/lrp_zweite_fortschreibung_einwendungen.pdf (12.09.2023)

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (2023): Berliner Mobilitätsgesetz. <https://www.berlin.de/sen/uvk/mobilitaet-und-verkehr/verkehrspolitik/mobilitaetsgesetz/> (13.11.2023)

Sorg, D.; Klatt, A.; Plambeck, N.; Köder, L. (2021): Perspektiven für eine umweltverträgliche Nutztierehaltung in Deutschland, März 2021, UBA-Texte 33/2021, Umweltbundesamt (Hrsg.) Dessau-Roßlau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2022-09-15_texte_33-2021_tierhaltung_bf.pdf (06.08.2023)

Streller, S. (2014): Parken in der Stadt. Positionspapier HBE Handelsverband Bayern e.V. (Hrsg.), <https://docplayer.org/34792062-Parken-in-der-stadt-handelsverband-bayern-e-v-briener-strasse-45-muenchen-hbe-positionspapier.html> (03.05.2023)

TA Luft (2021) Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021. https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/bsvwwbund_18082021_IGI25025005.htm (29.08.2023)

Teichmann, G. A.; Trützschler, J.; Hermann, A.; Höhne, K.; Schäfer, P. K. (2012): Zielgruppenanalyse und Marktentwicklung der Elektromobilität. https://www.researchgate.net/publication/259192977_Zielgruppenanalyse_und_Marktentwicklung_der_Elektromobilitat (02.12.2022)

Theloke, J.; Kugler, U.; Kampffmeyer, T.; Uzbasich, M.; Kuhn, A.; Dämmgen, U. (2013): Beschreibung der Mindeungsmaßnahmen im Projekt PAREST – Maßnahmenblätter. Teilbericht zum F&E-Vorhaben „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung - PAREST“ FKZ: 206 43 200/0. UBA-Texte 48/2013 Dessau-Roßlau, Juni 2013. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/461/publikationen/texte_48_2013_apelhans_e010_komplett_0_0.pdf (18.08.2023)

Theeuwes, J., Van der Horst, R., Kuiken, M. (2012): Designing Safe Road Systems. A Human Factors Perspective, Ashgate Publishers

Thomé-Kozmiensky, K. J. ; Pelloni, L. (2011): Waste management. Vol. 2. Waste management, recycling, composting, fermentation, mechanical-biological treatment, energy recovery from waste, sewage sludge treatment. Thomé-Kozmiensky Verlag.

Thünen-Institut (2022): Vos, C.; Rösemann, C.; Haenel, H.-D.; Dämmgen, U.; Döring, U.; Wulf, S.; Eurich-Menden, B., Freibauer, A.; Döhler, H.; Schreiner, C.; Osterburg, B.; Fuß, R. (2022): Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2020: Report on methods and data (RMD) Submission 2022. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 454 p, Thünen Rep 91, DOI:10.3220/REP1646725833000

Thünen-Institut (o. J.) Johann Heinrich von Thünen-Institut Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (o. J.): Daten & Fakten - Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft. <https://www.thuenen.de/de/themenfelder/klima-und-luft/emissionsinventare-buchhaltung-fuer-den-klimaschutz/ammoniak-emissionen-aus-der-landwirtschaft#:~:text=So%20emittierte%20allein%20die%20Landwirtschaft,Harnstoffd%C3%BCngern%20seit%202020%20zur%C3%BCckzuf%C3%BCrChren%20ist> (17.08.2023)

Thünen-Institut [Hrsg.] (2022): Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2020: Report on methods and data (RMD) Submission 2022, Thünen Rep 91, Braunschweig.

Thünen-Institut [Hrsg.] (2023): Ammoniak-Emissionen aus der Landwirtschaft. <https://www.thuenen.de/de/themenfelder/klima-und-luft/emissionsinventare-buchhaltung-fuer-den-klimaschutz/ammoniak-emissionen-aus-der-landwirtschaft> (01.08.2023)

UBA (2013): Feuerungsanlagen. Umweltbundesamt (Hrsg.). Dessau-Roßlau 29.07.2013. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/industriebranchen/feuerungsanlagen> 18.08.2023

UBA (2014a): Reaktiver Stickstoff in Deutschland Ursachen, Wirkungen, Maßnahmen. Umweltbundesamt Fachgebiet II 4.3 – Luftreinhaltung und terrestrische Ökosysteme (Hrsg.). Dezember 2014. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/reaktiver_stickstoff_in_deutschland_0.pdf (12.09.2023)

UBA (2016a): Cheminfo. Informationssystem Chemikalien des Bundes und der Länder. www.gsbl.de/gsa-app.htm (18.08.2023)

UBA (2016b): UBA-Erklärfilm: Was ist Stickstoff, und warum ist zu viel davon ein Umweltproblem? <https://www.umweltbundesamt.de/themen/stickstoff-ein-komplexes-umweltproblem> (31.05.2022)

UBA (2016c). Großfeuerungsanlagen. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/industriebranchen/feuerungsanlagen/grossfeuerungsanlagen> (21.02.2023)

UBA (2017a): Umweltbedingte Krankheitslasten –wie stark gefährden Risikofaktoren die Gesundheit der Bevölkerung? <https://www.youtube.com/watch?v=vEe5jCGYrpl> (17.06.2021)

UBA (2017b): Gesundheitsrisiken durch Feinstaub. www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch-feinstaub (17.06.2021)

UBA (2018a): Wie sehr beeinträchtigt Stickstoffdioxid (NO2) die Gesundheit der Bevölkerung in Deutschland? Ergebnisse der Studie zur Krankheitslast von NO2 in der Außenluft. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/uba_factsheet_krankheitslasten_no2.pdf (19.08.2023)

UBA (2019a): Ökonomische Instrumente Luftreinhaltung. www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-03-27_texte_35-2019_oekonomische-instrumente-luftreinhaltung.pdf (21.05.2022)

UBA (2019b): Aktualisierung der Emissionsfaktoren für Großfeuerungsanlagen. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-11-29_texte_140-2019_emissionsfaktoren-grossfeuerungsanlagen.pdf (12.09.2023)

UBA (2019c): Wirkungen von Luftschadstoffen auf die Gesundheit. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/wirkungen-von-luftschadstoffen/wirkungen-auf-die-gesundheit#aussenluft>. (17.06.2021).

UBA (2019d): Klimaschutz und Kohleausstieg: Politische Strategien und Maßnahmen bis 2030 und darüber hinaus, Abschlussbericht. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-06-25_climate-change_27-2019_kohleausstieg_v2.pdf (12.9.2023)

UBA (2020a): Indikator: Belastung der Bevölkerung durch Feinstaub. <https://www.umweltbundesamt.de/indikator-belastung-der-bevoelkerung-durch-0> (12.09.2023)

UBA (2020b): Klimaschutz durch Tempolimit Wirkung eines generellen Tempolimits auf Bundesautobahnen auf die Treibhausgasemissionen. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-06-15_texte_38-2020_wirkung-tempolimit_bf.pdf (12.09.2023)

UBA (2020c): Potenziale zur Minderung der Ammoniakemissionen in der deutschen Landwirtschaft. Berechnung der Minderungspotenziale von Maßnahmen im Bereich Landwirtschaft zur Reduktion der nationalen Ammoniakemissionen und Entwicklung von Szenarien zur Einhaltung der Reduktionsverpflichtungen der neuen NEC-Richtlinie (EU) 2284/2016. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2020_12_01_texte_221-2020_amoniakminderung_landwirtschaft.pdf (12.09.2023)

UBA (2020d): Scan4Chem Smartphone-App und Web-App. www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/chemikalien-reach/reach-fuer-verbraucherinnen-verbraucher/scan4chem-app-gibt-informationen-zu-schadstoffen-in (03.02.2023)

UBA (2020f): Umweltbildung und Bildung für nachhaltige Entwicklung – zielgruppenorientiert und wirkungsorientiert! Abschlussbericht. UBA-Texte 118/2020. www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-06-29_texte_118-2020_umweltbildung-bne.pdf (07.06.2022)

UBA (2020g): Nachhaltige Mobilität. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet> (21.09.2021)

UBA (2021): Eutrophierung: Was bedeutet das? <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaeser/meere/nutzung-belastungen/eutrophierung#eutrophierung-was-bedeutet-das> (19.08.2023)

UBA (2021a): Reaktiver Stickstoff in der Umwelt. www.umweltbundesamt.de/themen/luft/wirkungen-von-luftschadstoffen/wirkungen-auf-oekosysteme/reaktiver-stickstoff-in-der-umwelt#formen-reaktiven-stickstoffs (05.06.2021)

UBA (2021b): Stickstoff – Element mit Wirkung, Ein integrierter Zielwert setzt einen neuen Rahmen. Hintergrund. UBA Fachgebiet II 4.3 (Hrsg.), Mai 2021. www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2021_hgp_stickstoff-element_mit_wirkung_bf.pdf (27.08.2023)

UBA (2021c): Stickstoffeintrag aus der Landwirtschaft und Stickstoffüberschuss. www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/stickstoffeintrag-aus-der-landwirtschaft%23stickstoffuberschuss-der-landwirtschaft (5.6.2021)

UBA (2021d): Parkraummanagement für eine nachhaltige urbane Mobilität in der Stadt für Morgen. www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/uba_broschuere_parkraummanagement_0.pdf (15.05.2022).

UBA (2021e): Auf dem Weg zu einer nachhaltigen urbanen Mobilität in der Stadt für Morgen. www.umweltbundesamt.de/publikationen/auf-dem-weg-zu-einer-nachhaltigen-urbanen (05.06.2022).

UBA (2021f): Klimaschutzinstrumente im Verkehr. Umgestaltung der Kfz-Steuer: Bonus-Malus-System. <https://www.umweltbundesamt.de/dokument/umgestaltung-der-kfz-steuer-bonus-malus-system> (12.09.2023).

UBA (2021g): Klimaschutzinstrumente im Verkehr. Tempolimit auf Autobahnen. www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/dokumente/uba-kurzpapier_tempolimit_autobahnen_kliv_0.pdf (25.03.2022).

UBA (2021h): Fahrleistungsabhängige Lkw-Maut. www.umweltbundesamt.de/dokument/fahrleistungsabhaengige-lkw-maut (24.5.2022)

UBA (2022a): Klimaschutzinstrumente im Verkehr. Tempolimit auf Straßen außerorts. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/366/dokumente/uba-kurzpapier_tempolimit_ausserorts_kliv.pdf (02.03.2023)

UBA (2022b): Fachliche Unterstützung der Umsetzung des Aktionsprogramms Klimaschutz 2022 – Maßnahmen „Kraftstoffsparendes Fahren und Mobilität der Bundesverwaltung“. UBA-Texte 2022, 105.

UBA (2022c): Emissionsminderung bei Großfeuerungsanlagen. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/emissionsminderung-bei-grossfeuerungsanlagen> (12.09.2023)

UBA (2022d): Die Stadt für morgen: Die Vision. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/nachhaltige-mobilitaet/die-stadt-fuer-morgen-die-vision#umweltverbund>. (13.01.2023)

UBA (2022e): Veranstaltungsreihe „kommunal mobil“. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/nachhaltige-mobilitaet/veranstaltungsreihe-kommunal-mobil#fachtagung-quotkommunal-mobilquot> (29.10.2022)

UBA (2022f): Alternativen zum privaten Auto – was es dazu braucht, Wege zu einem multioptionalen Verkehrsmittelmix. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/alternativen-privaten-auto-was-es-dazu-braucht> (07.09.2023)

UBA (2023a): Luftqualität 2022, vorläufige Auswertung – Hintergrund, Umweltbundesamt Dessau-Roßlau, Februar 2023. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/uba_hgp_luftqualitaet.pdf (19.08.2023)

UBA (2023b): Gesundheitliche Bedeutung von Feinstaub, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltgesundheit/gesundheitsrisiken-durch-feinstaub#ermittlung-der-feinstaubbelastung> (17.03.2023)

UBA (2023c): Indikator Belastung der Bevölkerung durch Feinstaub, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/384/bilder/dateien/de_indikator_gesu-03_belastung-bev-feinstaub_2022-05-17_0.pdf (17.03.2023)

UBA (2023d): Gesundheitsrisiken durch Ozon. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umwelt-gesundheit/gesundheitsrisiken-durch-ozon#gesundheitliche-risiken-von-ozon-und-hoher-lufttemperatur> (17.03.2023)

UBA (2023e): Schema der Stickstoff-Gesamtbilanz der Landwirtschaft, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/stickstoffeintrag-aus-der-landwirtschaft#stickstoffuberschuss-der-landwirtschaft> (02.03.2023)

UBA (2023f): Trend der Luftschaadstoffemissionen, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschaadstoffen/trend-der-luftschaadstoff-emissionen> (17.03.2023)

UBA (2023g): Anteil der NFR-Kategorien an den Emissionen im Jahr 2020, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschaadstoffen/quellen-der-luftschaadstoffe> (02.03.2023)

UBA (2023h): Entwicklung der NOX-Emissionen in Deutschland seit 1990 bis 2020, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschaadstoff-emissionen-in-deutschland/stickstoffoxid-emissionen#entwicklung-seit-1990> (02.03.2023)

UBA (2023i): Entwicklung der spezifischen Emissionen von Pkw und Lkw in Deutschland seit 1995 bis 2020, <https://www.umweltbundesamt.de/daten/verkehr/emissionen-des-verkehrs#pkw-fahren-heute-klima-und-umweltvertraglicher> (02.03.2023)

UBA (2023j): Car-Sharing, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/nachhaltige-mobilitaet/car-sharing#angebotsformen-des-car-sharing> (01.03.2023)

UBA (2023k): UBA-Empfehlungen für Novellierung Stoffstrombilanzverordnung, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/uba-empfehlungen-fuer-novellierung-der> (10.08.2023)

UBA/KTBL (2021): Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft mindern, Gute Fachliche Praxis, Herausgeber: Ktbl und UBA, September 2021. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/2021_fb_ammoniakemissionen_in_landwirtschaft_mindern_final_bf.pdf (06.08.2023)

UBA (o. J.): Feinstaub – PM2,5. www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/luft/luftschaadstoffe/staub/pm25 (21.06.2021)

Lange, M.; Hendzlik, M.; Schmied, M. (2020): UBA-Texte 38/2020: Klimaschutz durch Tempolimit Wirkung eines generellen Tempolimits auf Bundesautobahnen auf die Treibhausgasemissionen. UBA-Texte 38/2020, Umweltbundesamt (Hrsg.) Dessau-Roßlau, Februar 2020 - korrigierte Version vom Juni 2020, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-06-15_texte_38-2020_wirkung-tempolimit_bf.pdf

Umweltbeobachtungskonferenz (2019): Umweltkommunikation MitWirkung. Unbox Your Tomorrow. Bundesamt für Umwelt & Umweltrat EOBC e.V. <https://www.umweltbeobachtung.eu/journal/U01-EU18-de.pdf> (14.06.2022)

Umweltbeobachtungskonferenz (2021): Umweltwissen MitWirkung. Empfehlungen für die Verbesserung von Umweltbeobachtung, Umweltwissen und Umwelthandeln. https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/3_Umwelt/Abschlussbericht-der-Umweltbeobachtungskonferenz-2021-barrierefrei.pdf (07.09.2022)

van Benthem, A. (2015): What is the Optimal Speed Limit on Freeways? In: Journal of Public Economics, 124 Jg., 2015, S. 44-62.

van Lange, P. A. M.; Joireman, J. A. (2008): How we can promote behaviour that serves all of us in the future, Journal of Social Issues and Policy Review, Vol. 2 No. 1, S. 127–157.

VCD 2016: Befragung. Multimodal unterwegs in Deutschlands Städten, www.vcd.org/themen/multimodalitaet/befragung/

VCD (2017): Multimodal unterwegs, Handlungsempfehlungen zur Umsetzung multimodaler Verkehrsangebote. https://www.vcd.org/fileadmin/user_upload/Redaktion/Themen/Multimodalitaet/Multimodal_unterwegs_-_Digitale_Infomappe_VCD.pdf (07.09.2023)

WD 2022: Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages, Ernährungssicherheit und Tierhaltung, Dokumentation, Fachbereich Wirtschaft und Verkehr, Ernährung und Landwirtschaft, WD 5 – 3000 – 068/22D

Werg, J.; Scheffler, D.; Hilscher, M. (2021): Jugend und Konsum, Entwicklung von Aktivierungsstrategien für nachhaltigen Konsum mit Hilfe des Design Thinking Ansatzes. UBA-Texte 42/2021, Umweltbundesamt (Hrsg.) Dessau-Roßlau, 2021. <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/jugend-konsum-entwicklung-von> (04.06.2022)

Williams, H., Gellrich, A. (2022): Umweltbewusstsein in Deutschland 2020. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. BMUV, Referent Öffentlichkeitsarbeit, Online-Kommunikation, Social Media (Hrsg.). Berlin, 2022.

Zilkens, M. (2009): Datenschutz und Informationsfreiheit in der Kommune. Difu Arbeitshilfe. Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.), Berlin 2009.