

ÖFFENTLICHE AUSLEGUNG

2. Fortschreibung des Luft-
reinhaltplans für Hamburg

vom 8. Mai 2017

bis zum

8. Juni 2017.

Die 2. Fortschreibung des Luftreinhaltplans wird hiermit gemäß § 47 Abs. 5, 5a BImSchG ausgelegt.

Die Auslegung wurde im Amtlichen Anzeiger vom 5. Mai 2017 bekanntgegeben.

Impressum

Herausgeberin

Behörde für Umwelt und Energie
Neuenfelder Straße 19
21109 Hamburg

Koordination und Bearbeitung: Amt für Immissionsschutz und Betriebe

E-Mail: luftreinhaltung@bue.hamburg.de

Stand: Mai 2017

ENTWURF

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis.....	VIII
Glossar	X
1 Einführung	1
1.1 Gesetzlicher Auftrag	2
1.2 Luftreinhalteplanung in Hamburg	5
1.3 Der Luftschadstoff Stickstoffdioxid (NO₂).....	8
2 Schwerpunkte der Hamburger Luftreinhaltung.....	10
3 Charakteristika des Untersuchungsgebietes	14
4 Luftqualität in Hamburg.....	17
4.1 Hamburger Luftmessnetz.....	17
4.2 Ergebnisse der messtechnischen Überwachung für Stickstoffdioxid (NO₂).....	20
4.2.1 Kontinuierliche Messungen an den Messstationen	20
4.2.2 Passivsammlermessungen im Umfeld der verkehrsnahen Messstationen	23
4.2.3 Messungen an den verkehrsnahen Messstationen in unterschiedlichen Höhen.....	28
4.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse der NO ₂ -Messungen.....	28
5 Emissionsquellen und Verursacheranalyse	30
5.1 Emissionsquellen	30
5.1.1 Straßenverkehr	31
5.1.2 Schiffsverkehr	35
5.1.3 Flugverkehr	38
5.1.4 Schienenverkehr	40
5.1.5 Offroad-Verkehr (mobile Maschinen und Geräte)	42
5.1.6 Industrie	43
5.1.7 Hausbrand und Kleingewerbe	45
5.1.8 Gesamtdarstellung der Emissionen.....	46
5.2 Verursacheranalyse	48
5.3 Ursachen der hohen verkehrlichen NO₂-Zusatzbelastung	51
6 Entwicklung der Luftbelastung ohne weitere Maßnahmen in den Prognosejahren 2020 und 2025.....	57
6.1 Vorgehensweise Modellrechnung.....	57
6.2 Trendentwicklung der Hintergrundbelastung in 2020 und 2025	59
6.3 Trendentwicklung der Gesamtimmissionsbelastung in 2020 und 2025	59
7 Geprüfte Maßnahmen zur 2. Fortschreibung des Hamburger Luftreinhalteplans	64
7.1 Quantifizierung gesamtstädtisch wirksamer Maßnahmenpakete	66

7.1.1	Maßnahmenpaket 1: Ausbau ÖPNV	67
7.1.2	Maßnahmenpaket 2: Förderung des Radverkehrs	71
7.1.3	Maßnahmenpaket 3: Intermodale Angebote & Mobilitätsmanagement	74
7.1.4	Maßnahmenpaket 4: Verkehrsmanagement	78
7.1.5	Maßnahmenpaket 5: Flottenmodernisierung Bus und Bahn	80
7.1.6	Maßnahmenpaket 6: Elektromobilität	84
7.1.7	Maßnahmenpaket 7: Hafenverkehrslogistik	89
7.1.8	Maßnahmenpaket 8: Schifffahrt	94
7.1.9	Maßnahmenpaket 9: Stadt als Vorbild	100
7.1.10	Maßnahmenpaket 10: Energiemaßnahmen	105
7.1.11	Kombinierte Wirkung der Maßnahmenpakete	108
7.2	Quantifizierung verkehrsbeschränkender und sonstiger lokaler Einzelmaßnahmen	110
7.2.1	Prüfung grundsätzlich geeigneter Einzelmaßnahmen	110
7.2.1.1	Lkw-Durchfahrtsbeschränkung auf einzelnen Straßenabschnitten	111
7.2.1.2	Drosselung auf einzelnen Straßenabschnitten	112
7.2.1.3	Verstetigungsmaßnahmen	114
7.2.1.4	Durchfahrtsbeschränkungen für Dieselfahrzeuge	117
7.2.1.5	Bevorzugter Einsatz emissionsarmer Busse im erweiterten Ring 2	119
7.2.1.6	Weitere Potenziale der E-Mobilität	121
7.2.2	Prüfung lokaler Einzelmaßnahmen für die belasteten Straßenabschnitte	122
7.2.2.1	Maßnahmenprüfung und Abwägung für Abschnitte an verkehrsnahen Luftmessstationen	124
7.2.2.2	Maßnahmenprüfung und Abwägung für Abschnitte mit modellierter Grenzwertüberschreitung	135
7.3	Weitere geprüfte Maßnahmen ohne Quantifizierung	160
7.3.1	Bürgerticket	160
7.3.2	Nachrüstung von Euro-V-Bussen durch Optimierung der SCR-Filter	160
7.3.3	Alternative Kraftstoffe	161
7.3.4	Haltverbote und Einbahnstraßen	163
7.3.5	Stadtgrün	165
7.3.6	weitere Schifffahrtsmaßnahmen	166
8	Zusammenfassung	168
	Literaturverzeichnis	171
	Anhang I Lage der Messstationen	173
	Anhang II Maßnahmen der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für Hamburg 2012	175
	Anhang III Maßnahmenblätter zu den Maßnahmenpaketen der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für Hamburg 2017	185
	Maßnahmenpaket 1: Ausbau ÖPNV	185
	Maßnahmenpaket 2: Förderung des Radverkehrs	189
	Maßnahmenpaket 3: Intermodale Angebote und Mobilitätsmanagement	191
	Maßnahmenpaket 4: Verkehrsmanagement	194
	Maßnahmenpaket 5: Flottenmodernisierung Bus und Bahn	195
	Maßnahmenpaket 6: Elektromobilität	196
	Maßnahmenpaket 7: Hafenverkehrslogistik	198
	Maßnahmenpaket 8: Schifffahrt	200
	Maßnahmenpaket 9: Stadt als Vorbild	203
	Maßnahmenpaket 10: Energie	204

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: NO ₂ -Jahresmittelwerte 2016 der 15 am stärksten belasteten Städte Deutschlands.....	1
Abbildung 2: Lage und Verkehrsanbindung Hamburgs	16
Abbildung 3: Standorte der ortsfesten Messstationen in Hamburg	18
Abbildung 4: NO ₂ -Langzeitentwicklung an den Hintergrundmessstationen und Ozonmessstationen	22
Abbildung 5: NO ₂ -Langzeitentwicklung an den verkehrsnahen Luftmessstationen	22
Abbildung 6: Abnahme der NO ₂ -Konzentration mit Entfernung zum Straßenrand	23
Abbildung 7: Passivsammlereinheit an Straßenlaterne	23
Abbildung 8: Passivsammler-Messpunkte Habichtstraße	24
Abbildung 9: Passivsammler-Messpunkte Kieler Straße	25
Abbildung 10: Passivsammler-Messpunkte Max-Brauer-Allee	26
Abbildung 11: Passivsammler-Messpunkte Stresemannstraße	27
Abbildung 12: Verteilung der schiffsbedingten NO _x -Emissionen auf die einzelnen Schiffsklassen im Jahr 2013	36
Abbildung 13: Prognose der schiffsbedingten NO _x -Emissionen und der Effizienz als kg NO _x /TEU des Containerumschlags im Hamburger Hafen für die Jahre 2013, 2015, 2020 und 2025 (ISL, 2015)	38
Abbildung 14: NO _x -Emissionen aus genehmigungsbedürftigen Anlagen	44
Abbildung 15: Schematische Darstellung zur Zusammensetzung der Immissionsbelastung an Verkehrs- Hotspots.....	48
Abbildung 16: Verursacheranteile an der Messstation Habichtstraße	49
Abbildung 17: Verursacheranteile an der Messstation Kieler Straße	49
Abbildung 18: Verursacheranteile an der Messstation Max-Brauer-Allee.....	50
Abbildung 19: Verursacheranteile an der Messstation Stresemannstraße.....	50
Abbildung 20: Dieselanteil am Pkw-Bestand in Hamburg	52
Abbildung 21: Entwicklung der Pkw-Dieselflotte und Flottenanteile von Euro 5 und Euro 6 an der Pkw- Dieselflotte	52
Abbildung 22: NO _x -Emissionen von Pkw: Emissionsgrenzwerte und Realemissionen im Vergleich	54
Abbildung 23: NO _x -Realemissionen für schwere Nutzfahrzeuge (SNF)	56
Abbildung 24: Modellierete NO ₂ -Immissionsbelastung 2014	60
Abbildung 25: Modellierete NO ₂ -Immissionsbelastung 2020.....	61
Abbildung 26: Modellierete NO ₂ -Immissionsbelastung 2025	61
Abbildung 27: NO _x -Abgasgrenzwerte [g/kWh] und NO _x -Emissionsfaktoren nach HBEFA 3.2 [g/km]	80
Abbildung 28: Gebiet erweiterter Ring 2.....	119
Abbildung 29: Entwicklung der Hochbahn-Busflotte im erweiterten Ring 2.....	120
Abbildung 30: Lage der verkehrsnahen Messstation Stresemannstraße	173
Abbildung 31: Lage der verkehrsnahen Messstation Kieler Straße.....	174
Abbildung 32: Lage der verkehrsnahen Messstation Max-Brauer-Allee II	174
Abbildung 33: Lage der verkehrsnahen Messstation Habichtstraße.....	174

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einhaltung der Ziel- und Grenzwerte gemäß 39. BImSchV	3
Tabelle 2: Die zehn Maßnahmenpakete (MP)	6
Tabelle 3: Bodenflächen in Hamburg 2015 nach Art der tatsächlichen Nutzung (Statistikamt Nord, 2017)	14
Tabelle 4: Lage der Hintergrundmessstationen	19
Tabelle 5: Lage der verkehrsnahen Messstationen	19
Tabelle 6: Gemessene NO ₂ -Werte für 2010 bis 2016	21
Tabelle 7: Vergleich der Messergebnisse 2016 in unterschiedlichen Höhen an den verkehrsnahen Luftmessstationen	28
Tabelle 8: Fahrleistungen und NO _x -Emissionen des Straßenverkehrs im Hamburger Gesamtnetz für die Ist-Situation 2014	32
Tabelle 9: Fahrleistungen im Hamburger Gesamtnetz für die Ist-Situation 2014 und die Basisszenarien 2020 und 2025	34
Tabelle 10: NO _x -Emissionen des Straßenverkehrs im Hamburger Gesamtnetz für die Ist-Situation 2014 und die Basisszenarien 2020 und 2025	34
Tabelle 11: Summen (in t) und Anteile (in %) der schiffsbedingten NO _x -Emissionen im Hamburger Hafen im Jahr 2013	36
Tabelle 12: Entwicklung des Umschlagpotenzials für den Hamburger Hafen gemäß ISL 2015	37
Tabelle 13: Entwicklung der schiffsbedingten NO _x -Emissionen im Hamburger Hafen für die Jahre 2013, 2020 und 2025	37
Tabelle 14: NO _x -Emissionen des Flugverkehrs 2014	39
Tabelle 15: NO _x -Emissionsprognosen Flugverkehr 2020 und 2025	39
Tabelle 16: NO _x -Emissionen des Schienenverkehrs ohne Hafengebäude 2013	40
Tabelle 17: NO _x -Emissionen der Hafengebäude in 2013	41
Tabelle 18: Entwicklung des Umschlagpotenzials im Container-Hinterlandverkehr für den Hamburger Hafen gemäß ISL 2015 (Referenzszenarien)	41
Tabelle 19: Entwicklung der durch die Hafengebäude freigesetzten NO _x -Emissionen	42
Tabelle 20: Anlagenanzahl mit prozentualem Anteil an der NO _x -Jahresfracht im Erhebungsjahr 2012	44
Tabelle 21: NO _x -Emissionen in Hamburg in Tonnen pro Jahr	46
Tabelle 22: Europäische Grenzwerte für NO _x -Schadstoffemissionen von Pkw in mg/km	51
Tabelle 23: Modellierter Hintergrundbelastung in NO _x an den verkehrsnahen Messstationen	59
Tabelle 24: Anzahl und summierte Längen der Abschnitte mit modellierter Überschreitung des NO ₂ - Jahresmittelwertes	60
Tabelle 25: Prognosewerte an den verkehrsnahen Messstationen (Basisszenarien ohne Maßnahmen)	62
Tabelle 26: Summierte Längen und Anzahl von Abschnitten sowie Betroffene oberhalb des NO ₂ - Jahresmittelwertes (Basisszenarien ohne Maßnahmen)	62
Tabelle 27: Übersicht berechneter Maßnahmenpakete (MP):	64
Tabelle 28: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion MP 1 an den verkehrsnahen Messstationen	70
Tabelle 29: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion MP 2 an den verkehrsnahen Messstationen	73
Tabelle 30: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion MP 3 an den verkehrsnahen Messstationen	77
Tabelle 31: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion MP 4 an den verkehrsnahen Messstationen	79
Tabelle 32: Entwicklung der Busflotten von Hochbahn und VHH	81
Tabelle 33: NO _x -Emissionen des Busverkehrs in t/a	83
Tabelle 34: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion MP 5 an den verkehrsnahen Messstationen	83
Tabelle 35: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion MP 6 an den verkehrsnahen Messstationen	88

Tabelle 36: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion MP 7 an den verkehrsnahen Messstationen	93
Tabelle 37: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion MP 8 an den verkehrsnahen Messstationen	99
Tabelle 38: Emissionsanforderungen für Baumaschinen im Rahmen öffentlicher Ausschreibungen	103
Tabelle 39: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion MP 9 an den verkehrsnahen Messstationen	104
Tabelle 40: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion MP 10 an den verkehrsnahen Messstationen	107
Tabelle 41: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion an den verkehrsnahen Luftmessstationen bei Umsetzung der gesamtstädtisch wirkenden Maßnahmen im Kombinationsszenario	108
Tabelle 42: NO ₂ -Prognosewerte an den verkehrsnahen Luftmessstationen bei Umsetzung der gesamtstädtisch wirkenden Maßnahmen im Kombinationsszenario	109
Tabelle 43: Anzahl und summierte Längen von Abschnitten mit modellierter Überschreitung des NO ₂ - Jahresmittelwertes bei Umsetzung der gesamtstädtisch wirkenden Maßnahmen im Kombinationsszenario	109
Tabelle 44: Übersicht der berechneten exemplarischen Einzelmaßnahmen	110
Tabelle 45: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion Lkw-Durchfahrtsbeschränkung	111
Tabelle 46: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion Drosselung:	112
Tabelle 47: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion Temporeduktion	116
Tabelle 48: NO ₂ -Gesambelastung am Ort der Messstation Max-Brauer-Allee	117
Tabelle 49: Ergebnis der NO ₂ -Immissionsbelastung an den verkehrsnahen Messstationen in µg/m ³	118
Tabelle 50: Entwicklung der VHH Busflotte für Hamburg	120
Tabelle 51: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion bei Einsatz emissionsarmer Busse an den Verkehrsmessstationen:	121
Tabelle 52: Ergebnis NO ₂ -Immissionsreduktion verschiedener E-Mobilitätspotenziale an den Verkehrsmessstationen	121
Tabelle 53: Straßen mit modellierter NO ₂ -Grenzwertüberschreitung nach Umsetzung der Maßnahmenpakete 1 – 10	122
Tabelle 54: NO ₂ -Prognosewerte der Maßnahmenkombination an den Verkehrsmessstationen und Berücksichtigung der Abweichung zum Messwert:	123
Tabelle 55: geprüfte Maßnahmen Habichtstraße	125
Tabelle 56: geprüfte Maßnahmen Max-Brauer-Allee	129
Tabelle 57: geprüfte Maßnahmen Stresemannstraße	132
Tabelle 58: geprüfte Maßnahmen Bergedorfer Straße	136
Tabelle 59: geprüfte Maßnahmen Högerdamm, Spaldingstraße, Nordkanalstraße	138
Tabelle 60: geprüfte Maßnahmen Ludwig-Erhard-Straße und Willy-Brandt-Straße	141
Tabelle 61: geprüfte Maßnahmen Reeperbahn	144
Tabelle 62: geprüfte Maßnahmen Großer Burstah	146
Tabelle 63: geprüfte Maßnahmen Holstenstraße	148
Tabelle 64: geprüfte Maßnahmen Bahrenfelder Chaussee	151
Tabelle 65: geprüfte Maßnahmen Bernadottestraße / Holländische Reihe	153
Tabelle 66: geprüfte Maßnahmen Klopstockstraße und Elbchaussee	154
Tabelle 67: geprüfte Maßnahmen Palmaille, Große Elbstraße, Neumühlen	158
Tabelle 68: lokale Einzelmaßnahmen der 2. Fortschreibung des LRP für Hamburg, die zu Grenzwerteinhaltung an diesen Stellen führen	169
Tabelle 69: Messstationen des Luftmessnetzes Hamburg mit Koordinaten (UTM32)	173
Tabelle 70: Maßnahmen der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans	175

Abkürzungsverzeichnis

%	Prozent
a. a. O., Rn.	am angeführten/angegebenen Ort, Randnummer
AG	Aktiengesellschaft
AGV	Automated Guided Vehicles
AKN	Altona-Kaltenkirchen-Neumünster Eisenbahn AG
APU	Auxillary Power Unit, Hilfstriebwerk
B+R	Bike+Ride
BAB	Bundesautobahn
BGV	Behörde für Gesundheit und Verbraucherschutz
BID	Business Improvement Districts
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BImSchV	Bundes-Immissionsschutzverordnung
BUE	Behörde für Umwelt und Energie
BWVI	Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation
CO	Kohlenstoffmonoxid
DB	Deutsche Bahn
DES	Datenerfassungssysteme
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
EEV	Enhanced Environmentally Friendly Vehicle
EFA	Emissionsfaktor
EmoG	Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge
EVU	Eisenbahnverkehrsunternehmen
FBO	Flughafenbenutzungsordnung
FCD	Floating Car Data
FHH	Freie und Hansestadt Hamburg
ggü.	gegenüber
Gtl	Gas to Liquid
HADAG	HADAG Seetouristik und Fährdienst
HaLm	Hamburger Luftmessnetz
HBEFA	Handbuch für Emissionsfaktoren
HAH	Hamburger Hochbahn AG
HHLA	Hamburger Hafen und Logistik AG
HK	Handelskammer Hamburg
HPA	Hamburg Port Authority
HQS	Hafenquerspange
HU	Institut für Hygiene und Umwelt (Behörde für Gesundheit und Verbraucherschutz)
HVO	Hydrated Vegetables Oils
HVV	Hamburger Verkehrsverbund
HWK	Handwerkskammer Hamburg
IMO	International Maritime Organization
ISL	Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik
ITS	Intelligente Transportsysteme
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
KW	Kalenderwoche
Lkw	Lastkraftwagen
LNG	Liquified Natural Gas
LOS	Level of Service
LSA	Lichtsignalanlage
LTO	Landing and Take-Off
Mio	Millionen
MP	Maßnahmenpaket
Mrd	Milliarden
MRH	Metropolregion Hamburg
NEFZ	Neue Europäische Fahrzyklus

Nfz	Nutzfahrzeuge
NO.....	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
O ₃	Ozon
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
P+R.....	Park+ Ride
PBefG.....	Personenbeförderungsgesetz
PEMS.....	Portable Emission Measurement System
Pkw	Personenkraftwagen
PM ₁₀	Feinstaub, Particulate Matter ≤ 10 µm
PM _{2,5}	Feinstaub, Particulate Matter ≤ 2,5 µm
RDE	Real Driving Emissions
SCR.....	selektive katalytische Reduktion
SINTEG	Schaufenster intelligente Energie - Digitale Agenda für die Energiewende
SPL	smartPORT logistics
SUP	Strategische Umweltprüfung
TEU	Twenty-foot Equivalent Unit - Standardcontainer
UBA.....	Umweltbundesamt
UNECE.....	United Nations Economic Commission for Europe
VG	Verwaltungsgericht
VHH.....	Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein GmbH
VOL	Vergabe- und Vertragsordnung für Leistungen
WHO	World Health Organisation
WLTP.....	Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure

ENTWURF

Glossar

<u>Aerosol</u>	Gemisch aus festen oder flüssigen Schwebeteilchen (Partikeln) und einem Gas, üblicherweise der Luft.
<u>Aktionsplan</u>	ein nach der 22. BImSchV (außer Kraft) aufzustellender Plan für kurzfristig wirksame Maßnahmen, mit dem Ziel die Gefahr der Überschreitung von Grenzwerten zu verringern. Mit Inkrafttreten der 39. BImSchV wird nur noch der Begriff „Luftreinhalteplan“ verwendet, bei der Gefahr der Überschreitung von Alarmschwellen ggf. auch „Plan für kurzfristig zu ergreifende Maßnahmen“.
<u>Alarmschwelle</u>	Wert, bei dessen Überschreitung bei kurzfristiger Exposition eine Gefahr für die menschliche Gesundheit besteht und bei dem umgehend Maßnahmen zu ergreifen sind.
<u>Anlagen</u>	alle ortsfesten Einrichtungen wie Fabriken, Lagerhallen, sonstige Gebäude und andere mit dem Grund und Boden auf Dauer fest verbundene Gegenstände. Zu den Anlagen gehören ferner alle ortsveränderlichen technischen Einrichtungen wie Maschinen, Geräte und Fahrzeuge sowie Grundstücke ohne besondere Einrichtungen, sofern dort Stoffe gelagert oder Arbeiten durchgeführt werden, die Emissionen verursachen können; ausgenommen sind jedoch öffentliche Verkehrswege.
<u>Emissionen</u>	Luftverunreinigungen, Geräusche, Licht, Strahlen, Wärme, Erschütterungen und ähnliche Erscheinungen, die von einer Anlage (z. B. Kraftwerk, Müllverbrennungsanlage) ausgehen oder von Produkten (z. B. Treibstoffe, Kraftstoffzusätze) an die Umwelt abgegeben werden.
<u>Epidemiologische Studien</u>	Studien über Faktoren, die zu Gesundheit und Krankheit von Individuen und Populationen beitragen.
<u>Euro-Normen</u>	Abgasnormen, bei denen EU-weit geltende Emissionsgrenzwerte für einzelne Schadstoffe im Kraftfahrzeugbereich festgelegt sind. Für Pkw gelten Euro 1 bis Euro 6, für Lkw und Busse ab 3,5 t gelten Euro I bis Euro VI.
<u>Genehmigungsbedürftige Anlagen</u>	Anlagen, die in besonderem Maße geeignet sind, schädliche Umwelteinwirkungen oder sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Nachbarschaft oder die Allgemeinheit herbeizuführen. Welche Anlagen genehmigungsbedürftig sind, ist im Anhang der 4. BImSchV festgelegt.
<u>Grenzwert</u>	ein Wert, der aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse mit dem Ziel festgelegt wird, schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und/oder die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhüten oder zu verringern und der innerhalb eines bestimmten Zeitraums erreicht werden muss und danach nicht überschritten werden darf.
<u>Hintergrundbelastung</u>	großräumige Schadstoffkonzentration in Abwesenheit lokaler Quellen.
<u>Hot-Spot</u>	Ort mit besonders hoher Schadstoffbelastung.
<u>Immissionen</u>	auf Menschen (und Tiere, Pflanzen, Boden, Wasser, Atmosphäre sowie Sachgüter) einwirkende Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen.

Jahresmittelwert

arithmetisches Mittel der Stundenmittelwerte eines Kalenderjahres (soweit nicht anders angegeben).

Kurzzeitwert

kurzzeitig auftretender Belastungswert z. B. als Stunden- oder Tagesmittel im Gegensatz zu dem langfristigen Jahresmittelwert.

Luftreinhalteplan (auch Luftqualitätsplan)

Plan, in dem Maßnahmen zur Erreichung der Immissionsgrenzwerte festgelegt sind.

Luftverunreinigungen

Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Rauch, Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe, Geruchsstoffe o.ä. Sie können bei Menschen Belastungen sowie akute und chronische Gesundheitsschädigungen hervorrufen, den Bestand von Tieren und Pflanzen gefährden und zu Schäden an Materialien führen. Luftverunreinigungen werden vor allem durch industrielle und gewerbliche Anlagen, den Straßenverkehr und durch Feuerungsanlagen verursacht.

Modal Split

in der Verkehrsstatistik die Verteilung des Transportaufkommens auf verschiedene Verkehrsmittel (Modi), hier Binnenschiff-, Bahn- und Kfz-Transport bzw. im Personenverkehr auf Öffentlichen Personenverkehr, motorisierten Individualverkehr, Fußverkehr und Radverkehr.

Nicht genehmigungsbedürftige Anlagen

alle Anlagen, die nicht in der 4. BImSchV aufgeführt sind oder für die in der 4. BImSchV bestimmt ist, dass für sie eine Genehmigung nicht erforderlich ist.

Nordrange

Sprachgebrauch für die bedeutendsten, kontinentaleuropäischen Häfen der Nordsee über die 80 % des europäischen Umschlags abgewickelt wird (Hamburg, Bremen/Bremerhaven, Rotterdam, Antwerpen, Le Havre).

Offroad-Verkehr

Verkehr auf nicht öffentlichen Straßen, z. B. Baumaschinen, Land- und Forstwirtschaft, Gartenpflege und Hobbys, Militär.

Passivsammler

kleine Röhrchen, die ohne aktive Pumpen Schadstoffe aus der Luft über die natürliche Ausbreitung und Verteilung (Diffusion) aufnehmen und anreichern. Sie werden in kleinen Schutzgehäusen mit einer Aufhängevorrichtung z. B. an Laternenpfählen montiert.

PM₁₀

feinkörniger Anteil des Gesamtschwebstaubs mit einem Durchmesser kleiner oder gleich 10 Mikrometer (10 µm).

Ruß

feine Kohlenstoffteilchen oder Teilchen mit hohem Kohlenstoffgehalt, die bei unvollständiger Verbrennung entstehen.

Stundenmittelwert

über eine Stunde gemittelter Wert zur Anzeige von kurzzeitigen Belastungen.

Stick(stoff)oxide

die Summe von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, ermittelt durch die Addition als Teile auf 1 Mrd. Teile und ausgedrückt als Stickstoffdioxid in µg/m³.

TA Luft

Verwaltungsvorschrift der Bundesregierung zum BImSchG. Sie gilt für genehmigungsbedürftige Anlagen und enthält Anforderungen zum Schutz vor und zur Vorsorge gegen schädliche Umwelteinwirkungen.

Tagesmittelwert

über einen Tag (24 h) gemittelter Wert zur Anzeige von kurzzeitigen Belastungen.

TEN-V

Verordnung über die Transeuropäischen Verkehrsnetze; Programm der EU zur Vernetzung des Binnenmarktes und zu Aufbau und Vereinheitlichung der Verkehrssysteme in Ländern der Europäischen Gemeinschaft.

Toleranzmarge

der Prozentsatz des Grenzwerts, um den dieser unter den in der Richtlinie EG-RL 96/62 festgelegten Bedingungen überschritten werden darf.

Umweltverbund

nichtmotorisierte Verkehrsträger wie Fußgänger und Fahrräder sowie öffentliche Verkehrsträger

Zielwert

Wert, der mit dem Ziel festgelegt wird, schädliche Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder die Umwelt insgesamt zu vermeiden, vermindern oder zu verringern, und der nach Möglichkeit innerhalb eines bestimmten Zeitraums eingehalten werden muss.

1 Einführung

Für die Freie und Hansestadt Hamburg (FHH) wurde im Jahr 2004 ein erster Luftreinhalteplan aufgestellt. Im Dezember 2012 wurde dieser erstmalig fortgeschrieben. Bereits mit diesen Plänen und deren Umsetzung hat Hamburg große Anstrengungen unternommen, die Luftqualität zu verbessern. Mit einer Vielzahl von Maßnahmen ist es gelungen, fast alle gesetzlich vorgeschriebenen Ziel- und Grenzwerte einzuhalten (siehe Kapitel 1.1, Tabelle 1).

Im Gegensatz zu vielen anderen europäischen Kommunen werden in Hamburg die Grenzwerte für Feinstaub, aber auch der Tagesmittelgrenzwert für Stickstoffdioxid seit einigen Jahren an allen Messstationen eingehalten.

Allerdings treten in Hamburg an bestimmten verkehrsbelasteten Straßenabschnitten weiterhin Überschreitungen des Jahresmittelgrenzwertes für Stickstoffdioxid auf. Aus diesem Grund wird hiermit die 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für Hamburg vorgelegt.

Der Jahresmittelgrenzwert für Stickstoffdioxid von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird aktuell nicht nur in Hamburg überschritten. Anfang 2017 wurden allein in Deutschland 28 Luftqualitätsgebiete (Städte und Ballungsräume – u.a. Köln, München und Stuttgart) von der Europäischen Kommission aufgefordert, schnellstmöglich Maßnahmen zur Einhaltung des NO_2 -Grenzwertes einzuleiten. Die untenstehende Grafik zeigt die fünfzehn Städte mit den bundesweit höchsten gemessenen Überschreitungen des NO_2 -Jahresmittelwertes im Jahr 2016.

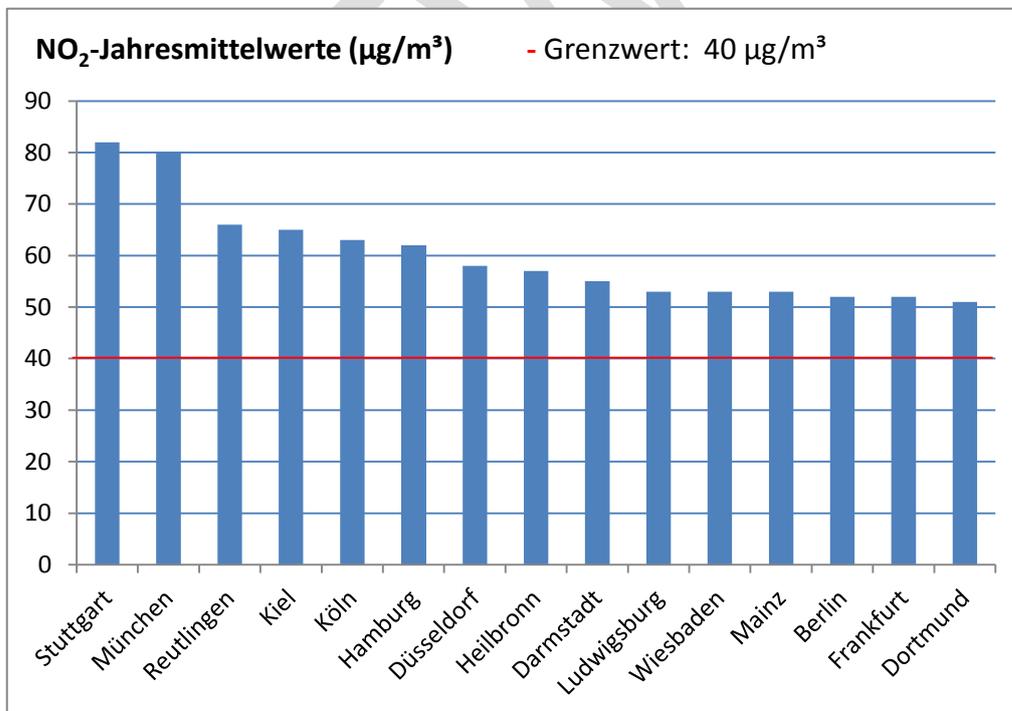


Abbildung 1: NO_2 -Jahresmittelwerte 2016 der 15 am stärksten belasteten Städte Deutschlands

Nach dem Urteil des Verwaltungsgerichts (VG) Hamburg vom 5.11.2014 (9 K 1280/13) ist die Stadt verpflichtet, „den derzeit gültigen Luftreinhalteplan so zu ändern, dass dieser die erforderlichen Maßnahmen zur schnellstmöglichen Einhaltung des über ein Kalenderjahr gemittelten Immissionswertes für NO₂ von 40 µg/m³ enthält.“ Das Urteil ist seit dem 17.4.2015 rechtskräftig. Die vorliegende 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans dient insbesondere auch der Umsetzung dieses Urteils. Sie enthält die erforderlichen weiteren Maßnahmen zur schnellstmöglichen Einhaltung des NO₂-Grenzwertes.

Die Maßnahmen der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für Hamburg sind geeignet, die Einhaltung des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes schnellstmöglich zu gewährleisten und damit die Anzahl der betroffenen Anwohner auf das geringstmögliche Maß zu reduzieren. Hierbei sind die Belange des Gesundheitsschutzes und des Verkehrs sorgfältig gegeneinander abgewogen worden. Neben einer Vielzahl von innovativen Projekten, dem Ausbau des öffentlichen Personennahverkehrs, der Förderung der Elektromobilität werden auch einzelne verkehrsbeschränkende Maßnahmen dazu führen, dass der NO₂-Jahresmittelgrenzwert in Hamburg schnellstmöglich eingehalten wird.

1.1 Gesetzlicher Auftrag

Mit der Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa gibt die Europäische Union (EU) verbindliche Luftqualitätsziele vor.

Die Vorgaben der EU-Richtlinie wurden mit der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) in deutsches Recht umgesetzt. In der 39. BImSchV sind alle Grenz- und Zielwerte für Luftschadstoffe aufgeführt, die von den Ländern und Kommunen eingehalten werden müssen. Hervorzuheben sind die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO₂) und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}), da für diese in städtischen Gebieten am ehesten Überschreitungen der Grenzwerte auftreten können. Die Grenzwerte für NO₂ sind seit 2010 verbindlich einzuhalten, die Grenzwerte für Feinstaub PM₁₀ bereits seit 2005. Für beide Luftschadstoffe gilt sowohl ein Grenzwert für die Belastung im Jahresmittel als auch ein Grenzwert für die Kurzzeitbelastung (Stunden- bzw. Tagesmittel). Seit 2015 ist auch für kleinere Feinstaubpartikel (PM_{2,5}) ein Jahresmittelgrenzwert verbindlich einzuhalten. Bis auf den NO₂-Jahresmittelgrenzwert werden in Hamburg alle Ziel- und Grenzwerte der 39. BImSchV eingehalten.

Tabelle 1: Einhaltung der Ziel- und Grenzwerte gemäß 39. BImSchV

Schadstoff	Immissionswert	Mittelungszeitraum	zulässige Überschreitungen	gültig seit	Einhaltung in Hamburg
Grenzwerte					
Schwefeldioxid (SO ₂)	350 µg/m ³	1 Stunde	24	2005	ja
	125 µg/m ³	24 Stunden	3	2005	ja
Stickstoffdioxid (NO ₂)	200 µg/m ³	1 Stunde	18 / Jahr	2010	ja
	40 µg/m ³	1 Jahr	-	2010	nein
Feinstaub PM ₁₀	50 µg/m ³	1 Tag	35 / Jahr	2005	ja
	40 µg/m ³	1 Jahr	-	2005	ja
Feinstaub PM _{2,5}	25 µg/m ³	1 Jahr	-	2015	ja
Blei	0,5 µg/m ³	1 Jahr	-	2005	ja
Benzol	5 µg/m ³	1 Jahr	-	2010	ja
Kohlenmonoxid CO	10 mg/m ³	8 Stunden	-	2005	ja
Zielwerte					
Ozon O ₃	120 mg/m ³	8 Stunden	25 / Jahr	2010	ja
Arsen	6 ng/m ³	1 Jahr	-	2013	ja
Cadmium	5 ng/m ³	1 Jahr	-	2013	ja
Nickel	20 ng/m ³	1 Jahr	-	2013	ja
Benzo[a]-pyren	1 ng/m ³	1 Jahr	-	2013	ja

Anforderungen aus der Rechtsprechung

In vielen europäischen Städten und in fast allen deutschen Großstädten kommt es zu Grenzwertüberschreitungen. Es hat sich eine umfangreiche Rechtsprechung entwickelt, die im Rahmen der Luftreinhalteplanung zu berücksichtigen ist. Hinzuweisen ist hier insbesondere auf die Urteile des Europäischen Gerichtshofes (EuGH) in Sachen Janecek (Urteil vom 25.07.2008 – Az. C-237/07) und Client Earth (Urteil vom 19.11.2014, Az: C-404/13), auf das Urteil des Bundesverwaltungsgerichts zum Luftreinhalteplan Wiesbaden (Urteil vom 5.9.2013, Az: 7 C 21/12) sowie auf die Entscheidungen des VG München (Urteil vom 9.10.2012, Az: M 1 K 12.1046; VG München, Urteil vom 21.6.2016, Az. M 1 K 15.5714), des VG Sigmaringen (Urteil vom 22.10.2014, 1 K 154/12), des VG Wiesbaden (Urteil vom 30.6.2015, Az. 4 K 97/15 Wi), des VG Düsseldorf (Urteil vom 13.9.2016, Az. 3 K 7695/15) und des Bayerischen Verwaltungsgerichtshofs (Beschluss vom 27.2.2017, Az. 22 C 16.1427).

Das VG Hamburg hat die Stadt dazu verurteilt, den derzeit gültigen Luftreinhalteplan so zu ändern, dass dieser die erforderlichen Maßnahmen zur schnellstmöglichen Einhaltung des über ein Kalenderjahr gemittelten Immissionswertes für NO₂ in Höhe von 40 µg/m³ enthält (VG Hamburg, Urteil vom 6.11.2014 – 9 K 1280/13 - juris).

In der Urteilsbegründung hat das Gericht Vorgaben gemacht, die bei der Fortschreibung des Luftreinhalteplans zu beachten sind.

Danach ist bei der Entscheidung über die in den Luftreinhalteplan aufzunehmenden Maßnahmen nicht allein auf die Geeignetheit der Maßnahmen zur schnellstmöglichen Einhaltung der Immissionsgrenzwerte abzustellen, vielmehr hat die Planung unter Berücksichtigung der verschiedenen betroffenen öffentlichen und privaten Interessen in der Weise zu geschehen, dass das Ziel der Luftreinhaltung zu einem Ausgleich mit jenen Interessen zu bringen ist. Die Luftreinhaltung zum Schutz der menschlichen Gesundheit stellt ein sehr gewichtiges, aber kein absolutes, Vorrang vor allen anderen Interessen (und staatlichen Aufgaben) genießendes Ziel dar. Allerdings geht das Gericht davon aus, dass dem Schutz der Gesundheit der Menschen vor Luftverunreinigungen bei dem vorzunehmenden Ausgleich umso mehr an Gewicht zukommt, je gravierender die Gesundheitsgefährdung ist und je länger diese andauert (VG Hamburg, a. a. O., Rn. 33).

Das Gericht hat weiter festgestellt, dass es von der Planungshoheit der Stadt gedeckt war, von verkehrsbeschränkenden Maßnahmen abzusehen (VG Hamburg, a. a. O., Rn. 43). Rechtmäßig war es auch, auf die Einführung einer Umweltzone im Hinblick auf den geringen zu erwartenden Effekt und die erheblichen wirtschaftlichen Belastungen, die mit einer Umweltzone verbunden sind, sowie auf eine City-Maut zu verzichten (VG Hamburg, a. a. O., Rn. 44, 45).

Fehlerhaft sei der Luftreinhalteplan jedoch deswegen, weil die Stadt die nicht verkehrsbeschränkenden Maßnahmen, die in ihrem Verantwortungsbereich möglich sind, nicht erkennbar mit dem gebotenen Nachdruck verfolgt habe, um eine zeitnahe Verminderung der NO₂-Belastung zu erreichen. Da sie verkehrsbeschränkende Maßnahmen einerseits nicht in die Fortschreibung aufnehmen wollte, andererseits aber verpflichtet war, zum Schutz der Gesundheit der Bevölkerung die Verminderung der NO₂-Immissionen bis auf den Jahresmittelgrenzwert so zeitnah wie möglich zu erreichen, hätte es besonderer Anstrengungen im Bereich der sonstigen Maßnahmen bedurft (VG Hamburg, a. a. O., Rn. 47).

Im Hinblick auf die Fortschreibung des Luftreinhalteplans verlangt das VG Hamburg eine Prüfung der Stadt, welche Maßnahmen ihr technisch, wirtschaftlich und rechtlich überhaupt möglich seien, um die NO₂-Belastung in Hamburg möglichst kurzfristig auf den Jahresmittelgrenzwert nach § 3 Abs. 2 der 39. BImSchV abzusenken, und mit welchem Zeithorizont sie umsetzbar seien. Dabei werde die Stadt Maßnahmen anderer Rechtsträger, von denen nicht sicher ist, ob und wann sie ergriffen werden und wie sie sich gegebenenfalls auswirken, nicht berücksichtigen können. Hinsichtlich der so zu ermittelnden Maßnahmen, zu denen ausdrücklich auch verkehrsbeschränkende Maßnahmen gehören können, habe die Stadt zu gewichten, welche Maßnahmen unter Berücksichtigung ihres Beitrags zur Luftschadstoffverminderung und damit zum Gesundheitsschutz sowie im Hinblick auf die damit verbundene Beeinträchtigung anderer öffentlicher oder privater Interessen in die Planung aufgenommen werden sollen. Bei dieser Gewichtung sei dem gesetzlich vorgegebenen und dem Gesundheitsschutz dienenden Ziel der NO₂-Verminderung angesichts des seit 2010 verbindlich einzuhaltenden Grenzwertes ein hoher Stellenwert einzuräumen. Dementsprechend werde es einer konkret nachvollziehbaren Begründung bedürfen, wenn effektive Minderungsmaßnahmen aus finanziellen, wirtschaftlichen oder sonstigen Gründen nicht ergriffen werden sollen (VG Hamburg, a. a. O., Rn. 50).

Vorsorglich hat das Gericht darauf hingewiesen, dass die Beklagte nicht verpflichtet sei, Gesetzesinitiativen zur Schaffung des rechtlichen Rahmens für die Einführung einer City-Maut oder mit dem Ziel einer Aktualisierung der 35. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung - 35. BImSchV), durch die die Voraussetzungen für eine auch heute noch effektive Umweltzone geschaffen werden könnten, in den zu ändernden Luftreinhalteplan aufzunehmen. Zu derartigen Bemühungen um ein legislatives Tätig-

werden könne die Stadt nicht verpflichtet werden. Eine an den Bund gerichtete Gesetzesinitiative sei nicht geeignet, das Ziel der Luftreinhalteplanung unmittelbar zu erreichen.

Ebenfalls vorsorglich hat das Gericht darauf hingewiesen, dass die Einführung einer Umweltzone in ihrer derzeitigen gesetzlichen Ausprägung gegenwärtig nicht als verhältnismäßig anzusehen sei, weil ihre Wirkung jedenfalls bei Diesel-Pkw nicht zu einer Verminderung des NO₂-Ausstoßes führen würde (VG Hamburg, a. a. O., Rn. 51). Diese Feststellungen treffen weiterhin unverändert zu.

1.2 Luftreinhalteplanung in Hamburg

Die Behörde für Umwelt und Energie (BUE) ist nach der Geschäftsverteilung des Senates die oberste Immissionsschutzbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg und daher zuständig für die Planung der Luftreinhaltung des Stadtstaates. Sie erstellt im Bedarfsfall Luftreinhaltepläne und stellt sicher, dass etwaige Maßnahmen sich unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit und entsprechend des Verursacheranteils gegen alle Emittenten richten. Zudem beteiligt sie die Behörde für Inneres und Sport als zuständige Straßenverkehrsbehörde gemäß § 40 BImSchG sowie die Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, soweit Maßnahmen im Straßenverkehr erforderlich werden (§ 47 Abs. 4 BImSchG).

Schon in den frühen achtziger Jahren hat Hamburg Maßnahmen zur Luftreinhaltung ergriffen. Sie wurden unter anderem 1997 in der von der damaligen Umweltbehörde herausgegebenen Publikation „Luftreinhaltung in Hamburg 1982 bis 2000“ in Anlehnung an den 1994 herausgegebenen „Umwelatlas Hamburg“ in Form von Karten, Graphiken und Erläuterungstexten dargestellt.

Ein erster Luftreinhalteplan wurde im Jahr 2004 aufgrund der Überschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes auf Basis der damals gültigen Vorgaben der Europäischen Union, umgesetzt mit der 22. BImSchV, erstellt. Im Jahr 2005 wurde aufgrund von PM₁₀-Tagesmittelgrenzwertüberschreitungen in der Habichtstraße zusätzlich ein Aktionsplan gegen Belastungen durch Feinstaub aufgestellt. Im Jahr 2012 wurde der Luftreinhalteplan von 2004 erstmalig fortgeschrieben.

Über die Umsetzung der in den beiden Plänen von 2004 und 2005 enthaltenen Maßnahmen wurde in der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für Hamburg aus dem Jahr 2012 berichtet. Der Umsetzungsstand der 80 Maßnahmen der 1. Fortschreibung ist in Anhang II aufgeführt. Die Mehrzahl der verkehrsbezogenen Maßnahmen wird weitergeführt und findet Eingang in die Maßnahmenpakete (MP) der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans.

Die bisherigen umfangreichen Hamburger Maßnahmen haben zur Verbesserung der Luftqualität beigetragen. Einzelwirkungen aller bisher umgesetzten Maßnahmen auf die Luftschadstoffbelastung sind aufgrund der Überlagerung vieler Einflussfaktoren messtechnisch nicht zu bestimmen. Die kontinuierlichen Messungen des Hamburger Luftmessnetzes zeigen die Entwicklung der Belastungssituation. Es ist zu beachten, dass auch witterungsbedingte Einflüsse zu deutlichen zwischenjährlichen Schwankungen der gemessenen Schadstoffbelastungen führen können.

Trotz des zurückgehenden Trends der Immissionsbelastung wird der gültige Jahresmittelgrenzwert für NO₂ an den vier verkehrsnahen Messstationen sowie gemäß durchgeführter Schadstoffmodellierung auch an weiteren Straßenabschnitten mit hoher Verkehrsbelastung und verminderter Belüftung noch immer überschritten. Somit sind weitere Maßnahmen zur Rückführung der Belastung erforderlich.

Für die 2. Fortschreibung wurden insgesamt zehn thematische Maßnahmenpakete mit gesamtstädtischer Wirkung definiert (vgl. Tabelle 2), die jeweils eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen enthalten. Dazu zählen bewährte oder erweiterte Maßnahmen der 1. Fortschreibung sowie neue Maßnahmen. Bei all diesen genannten Themenfeldern ist Hamburg aktiv und entwickelt innovative Lösungen auch in Kooperation mit Partnern aus der Industrie.

Für jedes der Maßnahmenpakete wurde der jeweilige Beitrag zur Minderung der Belastung gutachterlich quantifiziert. Die Ergebnisse sowie eine ausführliche Beschreibung dieser umzusetzenden Maßnahmenpakete finden sich in Kapitel 7. Darüber hinaus enthält Anlage III als Kurzübersicht für jedes Maßnahmenpaket ein Maßnahmenblatt mit Angaben zur Wirksamkeit, zu Investitionskosten und Realisierungszeitraum.

Tabelle 2: Die zehn Maßnahmenpakete (MP)

MP 1	Ausbau des ÖPNV
MP 2	Förderung des Radverkehrs
MP 3	Intermodale Angebote und Mobilitätsmanagement
MP 4	Verkehrsmanagement
MP 5	Busflottenmodernisierung Bus und Bahn
MP 6	Elektromobilität
MP 7	Hafenverkehrslogistik
MP 8	Schifffahrt
MP 9	Stadt als Vorbild
MP 10	Energie

Über die genannten zehn Maßnahmenpakete hinaus, die alle auf gesamtstädtischer Ebene ansetzen, wurden zunächst exemplarisch die Wirkungen von Einzelmaßnahmen zur lokalen Senkung der Immissionsbelastung an ausgewählten Straßenabschnitten geprüft. Ziel war es, hieraus beispielhaft weitere Optionen zur Immissionssenkung an Straßenabschnitten zu ermitteln. Dazu zählen Durchfahrtsbeschränkungen, Drosselung, Tempo 30/40, Verstetigung durch Optimierung der Lichtsignalanlagen (LSA) und der gezielte Einsatz emissionsarmer Busse. Diese Berechnungsergebnisse waren die Basis für die Maßnahmenentwicklung an den Straßenabschnitten, für die für das Jahr 2020 und darüber hinaus weiterhin Überschreitungen des Grenzwertes prognostiziert wurden. Für jeden dieser kleinräumigen Abschnitte wurden alle Möglichkeiten der Belastungsminderung (u.a. Verstetigung, Verkehrs-drosselung, Lkw-Durchfahrtsbeschränkungen, punktuelle Dieseldurchfahrtsbeschränkungen) abgeprüft (vgl. Kapitel 7.2).

Darüber hinaus wurden weitere Potenziale hinsichtlich E-Mobilität (Taxen, Carsharing, Busse) berechnet. Die Einführung eines Bürgertickets, die Optimierung der Abgasnachbehandlung bei Euro-V-Bussen und auch der Einsatz alternativer Kraftstoffe wurden geprüft.

Mit dem jetzigen Planentwurf knüpft der Senat an die bisherigen Erfolge der Luftreinhaltepolitik an und ergreift weitgehende Maßnahmen, die zur schnellstmöglichen Einhaltung des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes und damit zum Schutz der menschlichen Gesundheit erforderlich sind.

Ebenfalls war für die 2. Fortschreibung des Hamburger Luftreinhalteplans auf Grundlage des Gesetzes über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) zu untersuchen, ob eine „Strategische Umweltprüfung“ (SUP) durchgeführt werden muss. § 14 b Abs. 1 Nr. 2 UVPG sieht eine Strategische Umweltprüfung bei Plänen und Programmen vor, die

1. entweder in der Anlage 3 Nr. 1 zum UVPG aufgeführt sind oder
2. in der Anlage 3 Nr. 2 zum UVPG aufgeführt sind und für Entscheidungen über die Zulässigkeit von in der Anlage 1 aufgeführten Vorhaben oder von Vorhaben, die nach Landesrecht einer Umweltverträglichkeitsprüfung oder Vorprüfung des Einzelfalls bedürfen, einen Rahmen setzen.

Pläne und Programme setzen nach § 14 b Abs. 3 UVPG einen Rahmen für die Entscheidung über die Zulässigkeit von Vorhaben, wenn sie Festlegungen mit Bedeutung für spätere Zulassungsentscheidungen enthalten. Diese betreffen insbesondere Bedarf, Größe, Standort, Beschaffenheit, Betriebsbedingungen von Vorhaben oder Inanspruchnahme von Ressourcen.

Grundsätzlich gehören Luftreinhaltepläne zu den in Anlage 3 Nr. 2 zum UVPG aufgeführten Plänen und Programmen. Die 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für Hamburg enthält allerdings keine planungsrechtlichen Vorgaben für Vorhaben nach Anlage 1 zum UVPG. Ebenfalls werden keine anderen rechtlichen Vorgaben durch die 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für Hamburg gesetzt, die zwingend Auswirkungen auf Vorhaben nach Anlage 1 haben.

Der Luftreinhalteplan enthält vielmehr lediglich Einzelmaßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität in verschiedenen Bereichen. Ihre genaue Ausgestaltung ist den jeweiligen Maßnahmenverantwortlichen überlassen; es werden keine Festlegungen mit Bedeutung für spätere Zulassungsentscheidungen getroffen. Damit besteht bei der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans keine Verpflichtung zur Durchführung einer strategischen Umweltprüfung.

Gemäß § 47 Abs. 5 BImSchG ist die Öffentlichkeit bei der Aufstellung oder Änderung eines Luftreinhalteplans durch die zuständige Behörde zu beteiligen. Der Plan muss für die Öffentlichkeit zugänglich sein. Die Aufstellung oder Änderung eines Luftreinhalteplans sowie Informationen über das Beteiligungsverfahren sind in einem amtlichen Veröffentlichungsblatt und auf andere geeignete Weise öffentlich bekannt zu machen.

Die Auslegung der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans Hamburg wird im Amtlichen Anzeiger (Teil II des Hamburgischen Gesetz- und Verordnungsblattes) sowie durch entsprechende Veröffentlichungen auf der Homepage der BUE bekannt gemacht.

Der Fortschreibungsentwurf wird einen Monat bei der BUE für interessierte Bürger zur Einsicht öffentlich ausgelegt. In einem Zeitraum bis zwei Wochen nach der Auslegung kann gegenüber der BUE schriftlich Stellung genommen werden.

Auf der Internetseite der BUE kann der Fortschreibungsentwurf <http://www.hamburg.de/luftreinhaltung/> während der Auslegungsfristen und die Endfassung nach abschließender Bearbeitung und Bekanntmachung heruntergeladen werden.

Alle fristgemäß eingegangenen Stellungnahmen werden angemessen berücksichtigt werden. Die Endfassung der 2. Fortschreibung wird nach Fertigstellung im Amtlichen Anzeiger und auf der Internetseite der BUE öffentlich bekannt gegeben. Eine Ausfertigung wird zwei Wochen zur Einsicht in der BUE ausgelegt werden (vgl. § 47 Abs. 5a Sätze 4-7 BImSchG).

Mit der Auslegung der Endfassung wird auch der gesetzlichen Forderung über die Darstellung des Ablaufs des Beteiligungsverfahrens sowie der Gründe und Erwägungen für die getroffene Entscheidung entsprochen werden.

1.3 Der Luftschadstoff Stickstoffdioxid (NO₂)

Stickstoffoxide (NO_x) entstehen im Wesentlichen als Nebenprodukt bei Verbrennungsvorgängen aller Art (z. B. industrielle Prozesse, Motoren, Heizungen) durch die Oxidation von Luftstickstoff (N₂). Sie werden hauptsächlich als Stickstoffmonoxid (NO) oder als Stickstoffdioxid (NO₂) emittiert. Stickstoffoxide und reaktive Kohlenwasserstoffe sind zusammen mit der Sonnenstrahlung Reaktionspartner für die photochemische Ozonbildung (O₃). Nicht direkt emittiertes NO₂ entsteht vor allem durch Oxidation von Stickstoffmonoxid (NO) durch Sauerstoff (O₂) oder als Produkt beim Ozonabbau.

Warum unterscheidet man zwischen NO_x und NO₂?

Stickoxid (NO_x) ist der Sammelbegriff für **Stickstoffmonoxid (NO)**, **Stickstoffdioxid (NO₂)** und weitere Stickoxidverbindungen (z. B. N₂O).

Stickoxide werden insbesondere bei Verbrennungsprozessen freigesetzt. Dabei besteht das Gemisch überwiegend aus NO. Bei Anwesenheit von (Luft-)Sauerstoff oder weiteren Oxidationsmitteln wie beispielsweise Ozon wird NO schnell zu NO₂ umgewandelt. Bei modernen Dieselfahrzeugen ist das NO/NO₂-Gleichgewicht deutlich zugunsten von NO₂ verschoben. Denn durch die hierin verbauten Katalysatoren zur Senkung von Kohlenstoffmonoxid (CO)-Emissionen wird ein Großteil der Stickoxide als direktes NO₂ freigesetzt und trägt direkt zur NO₂-Belastung bei.

NO_x für Emissionen: Zur Beschreibung der Stickoxid-Emissionen wird in der Regel der **NO_x-Ausstoß** betrachtet. Die Einheit hierbei kann Masse pro Zeit (z. B. t/a bei Industrieemissionen) oder Masse pro Strecke (g/km bei Fahrzeugemissionen) sein.

NO₂ für Immissionen: Die Belastung der Luft wird hingegen anhand der **NO₂-Konzentration** (Immissionswert) als Masse pro Volumen (z. B. µg/m³) beschrieben. Für NO₂ wurde ein Grenzwert festgelegt, da es die Gesundheit schädigen kann.

NO₂ ist ein wenig wasserlösliches Reizgas und gelangt deswegen beim Einatmen bis in tiefe Bereiche des Atemtrakts. Es kann die Bronchien verengen, den Gasaustausch in der Lunge behindern, zu Atemwegssymptomen führen und Zellschäden oder entzündliche Prozesse auslösen.

Sowohl zu den mit der NO₂-Kurzzeitbelastung als auch mit der Langzeitbelastung verbundenen gesundheitlichen Auswirkungen liegen zahlreiche bevölkerungsbezogene Studien vor. Dabei wurden häufig verkehrsbezogene Luftschadstoffe wie Stickstoffdioxid, Feinstaub, Ozon und weitere Parameter sowie der Abstand zum Verkehr beziehungsweise zu Hauptverkehrsstraßen betrachtet. Die folgende Zusammenstellung beruht auf Literaturlauswertungen der Weltgesundheitsorganisation WHO (WHO, 2013) und des Schweizer Bundesamtes für Umwelt (BAFU, 2015).

Ein kurzfristiger Anstieg der NO₂-Belastung geht demnach mit einer Zunahme der krankheitsbedingten Sterbefälle einher (Zahl der Todesfälle über alle Krankheiten). Laut WHO lag die Sterblichkeit in einer Größenordnung von einer Zunahme der Todesfälle um 0,3 Prozent pro 10 µg/m³ Anstieg des höchsten Kurzzeitwertes (1-Stunden-Mittelwert) am Sterbetag und Vortag der NO₂-Belastung. Ein Schwellenwert konnte

nicht ausgemacht werden. Die Ergebnisse waren unabhängig von der Feinstaubkonzentration, das heißt, dass die Wirkungen auf einen direkten Zusammenhang mit NO₂ hindeuten.

Bei kurzfristig ansteigender NO₂-Belastung nimmt auch die Zahl an Krankenhauseinweisungen infolge von Atemwegserkrankungen zu.

Langfristige Belastungen mit NO₂ gehen ebenfalls mit einer höheren krankheitsbedingten Sterblichkeit einher. Diese fällt deutlicher aus als bei NO₂-Kurzzeitbelastungen und basiert vor allem auf Atemwegserkrankungen und Herz-Kreislaufkrankungen. Laut WHO treten krankheitsbedingte Sterbefälle etwa fünf Prozent häufiger auf, wenn die NO₂-Belastung um 10 µg/m³ im Jahresmittel ansteigt.

Bei Kindern können sich als gesundheitliche Folgen von NO₂-Belastungen Atemwegssymptome, zum Beispiel Mittelohrentzündung, und, gemessen am Lungenwachstum und an der Lungenfunktion, eine beeinträchtigte Lungenentwicklung zeigen. Auch bei der Entwicklung von Asthma bei Kindern spielen NO₂ und/oder andere Parameter wie weitere Verkehrsschadstoffe oder die Nähe zum Verkehr eine Rolle. Außerdem gibt es Hinweise auf geringere Geburtsgewichte in Gebieten mit höheren NO₂ Belastungen.

Bei Erwachsenen wurde bei dauerhafter Belastung mit NO₂ eine Beeinträchtigung der Lungenfunktion beobachtet. Umgekehrt verbesserten sich die Lungenfunktionswerte bei Abnahme der Belastung.

Insgesamt zeigen viele Studien gesundheitliche Effekte im Zusammenhang mit kurzzeitiger oder langfristiger NO₂-Belastung auch im Bereich oder unterhalb der gegenwärtigen Grenzwerte. Methodisch ist oft schwer zu beurteilen, ob die beobachteten gesundheitlichen Effekte ausschließlich NO₂ zuzuschreiben sind oder ob sie möglicherweise von anderen Verkehrsschadstoffen oder sonstigen Einflussgrößen überlagert werden. Dessen ungeachtet gelten Zusammenhänge zwischen gesundheitlichen Befunden und NO₂ in der Außenluft, insbesondere eine erhöhte Sterblichkeit in Gebieten mit hoher NO₂-Belastung, als wissenschaftlich belastbar und gut belegt. Ob NO₂ das Lungenkrebsrisiko erhöht, kann derzeit nicht klar beantwortet werden.

2 **Schwerpunkte der Hamburger Luftreinhaltung**

Luftreinhaltung in Hamburg ist eine wichtige und gesamtstädtische Aufgabe. Die Reduzierung von Industrieemissionen wurde in den letzten Jahrzehnten bereits sehr erfolgreich umgesetzt. Heute steht die Reduzierung der Verkehrsemissionen im Fokus, die u.a. durch die Nichteinhaltung von Typengrenzwerten bei Dieselfahrzeugen um mehrere Jahre verschleppt wurde. Dies stellt den wesentlichen Grund dafür dar, dass trotz des insgesamt zurückgehenden Trends der Immissionsbelastung der gültige Jahresmittelgrenzwert für NO₂ an einzelnen Straßenabschnitten mit hoher Verkehrsbelastung und verminderter Belüftung noch immer überschritten wird (s.a. Kap 6.3., letzter Abschnitt). Bundes- und europarechtliche Rahmenbedingungen zu einer schnellen Verbesserung des Emissionsverhaltens von Dieselfahrzeugen können von Hamburg nur bedingt beeinflusst werden, ebenso wenig wie private Kaufentscheidungen. Eine Besonderheit sind Grenzwertüberschreitungen in unmittelbarer Nähe zur Elbe aufgrund einer hohen Vorbelastung durch den internationalen Schiffsverkehr.

Mit dem Hafen erfüllt Hamburg für Deutschland und Europa eine wichtige Funktion als Drehscheibe für Logistik und Verkehr. Der Hamburger Hafen ist nach Rotterdam und Antwerpen der größte Umschlagplatz in Europa. Der Transport der Waren von Hamburg in die europäischen Staaten erfordert ein entsprechendes Verkehrsnetz, auf das Hamburg als Wirtschaftsstandort in besonderer Weise angewiesen ist.

Hamburg steht damit in der besonderen Verantwortung, die Mobilität von Menschen und den Transport von Gütern zu organisieren und gleichzeitig Gesundheitsbeeinträchtigungen der Hamburgerinnen und Hamburger zu minimieren. Daher arbeitet Hamburg mit Hochdruck daran, die Stickoxidemissionen des Hafens zeitnah zu senken.

Ziel der Hamburger Luftreinhaltung ist es, schnellstmöglich den gemäß der Europäischen Luftqualitätsrichtlinie vorgegebenen NO₂-Jahresmittelgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit einzuhalten.

Wie die Verursacheranalyse in Kapitel 5 zeigt, trägt maßgeblich der motorisierte Verkehr, und hier insbesondere Dieselfahrzeuge, zur hohen lokalen Immissionsbelastung und zur Grenzwertüberschreitung bei.

Hamburg setzt daher in seiner **Luftreinhaltestrategie** auf eine Vielzahl von Initiativen und positiven Anreizen, um die Flottenveränderung hin zu emissionsarmen und -freien Antrieben voranzutreiben, sowie auf optimierte Rahmenbedingungen für alle Mobilitätsbedürfnisse. Insgesamt beinhaltet die Strategie drei Schwerpunktthemen, die zehn gesamtstädtisch wirksame Maßnahmenpakete (**MP**) enthalten und mit hohem finanziellem Aufwand umgesetzt werden:

1. Hamburg setzt auf kontinuierlich verfolgte Maßnahmen zur Verbesserung des Angebots und zur Schaffung von Anreizen für eine weitere Steigerung der Anteile des Radverkehrs und des Öffentlichen Personennahverkehrs.

Der ÖPNV ist das Rückgrat des Hamburger Personennahverkehrs. Die Steigerung der HVV-Fahrgastzahlen in den letzten Jahren zeigt den Erfolg der bereits durchgeführten Kapazitätsausweitungen. Vielfältige Erweiterungs- und Optimierungsmaßnahmen sowohl der Bussysteme als auch des Schienenpersonenverkehrs werden die Kapazitäten und vor allem die Attraktivität weiter steigern (**> MP 1 Ausbau des ÖPNV**). Hamburg hat sich zum Ziel gesetzt, die Angebote für den Radverkehr deutlich und zügig zu verbessern und einen Radverkehrsanteil am Modal Split von 25 % zu erreichen. Dazu wurde im Juni 2016 das Bündnis für den Radverkehr geschlossen, welches Maßnahmen in den Bereichen Infrastruktur, Service und Kommunikation vorsieht. Das Bündnis ist

mit entsprechenden Ressourcen hinterlegt. Zum Beispiel stehen für den Ausbau der Velorouten bis 2020 30 Mio. Euro aus dem Kommunalinvestitionsförderungsgesetz (KInvFG) bereit. Hinzu kommen etwa 5 Mio. Euro Eigenanteil der FHH sowie Mittel für personelle Ressourcen, radverkehrsbezogene Maßnahmen der Bezirke, weitere Straßenbaumaßnahmen, das Fahrradleihsystem, die Ausweitung des Winternetzes, die Verbesserung der Datengrundlagen und weitere kommunikative Elemente. Abgestimmt werden zurzeit mögliche Korridore für Radschnellwege. Sofern möglich, sollen für den Bau der Radschnellwege Fördermittel des Bundes akquiriert werden. (**>MP 2 Förderung des Radverkehrs**). Vernetzte und flexiblere Mobilitätsangebote steigern die Attraktivität des Umweltverbundes. Hamburg richtet u.a. weitere Mobilitätsservicepunkte ein (Switchh-Punkte) und weitet das Bike+Ride-Angebot deutlich aus (B+R). Im Rahmen des Projektes „Betriebliche Mobilität zukunftsfähig gestalten“ unterstützt Hamburg verstärkt ab 2017 Hamburger Unternehmen aktiv bei der Erarbeitung, Einführung und Verbreitung von Maßnahmen zur schadstoffreduzierten Mobilität. Die Parkraumbewirtschaftung in der inneren Stadt wird kontinuierliche optimiert und ausgeweitet (**MP 3: Intermodale Angebote & Mobilitätsmanagement**).

2. Hamburg setzt auf den Wandel zu einem effizienten und emissionsarmen Kraftfahrzeugverkehr. Die Flottenerneuerung in Verbindung mit dem technischen Fortschritt ist der zentrale Schlüssel für die Verbesserung der Luftqualität. Ziel ist es, Vorbild für technisch-innovative Luftreinhaltung in einer europäischen Großstadt und Modellstadt für die Entwicklung der Elektromobilität in Deutschland zu werden.

Eine Vielzahl an Maßnahmen, Initiativen und positiven Anreizen wird kurz- und mittelfristig eine deutliche Effizienzsteigerung des privaten Kraftfahrzeugverkehrs, des Busverkehrs und des städtischen, regionalen und havenbezogenen Wirtschafts- und Güterverkehrs bewirken. Die Flottenerneuerung in Verbindung mit dem technischen Fortschritt bei Emissionsminderung- und -vermeidung ist der zentrale Schlüssel für die Verbesserung der Luftqualität. Hamburg setzt eine Vielzahl von Anreizen, um die Flottenerneuerung hin zu emissionsarmen und –freien Bussen, Personenkraftwagen, Lieferfahrzeugen und Lastkraftwagen deutlich zu beschleunigen.

Ein weiteres wichtiges Themenfeld ist der Einsatz von Intelligenten Transportsystemen (ITS) zur Vernetzung, Optimierung und Verstetigung der Verkehrsflüsse.

Mit dem Konzept Modellregion „Smart Last Mile Logistics (Nachhaltige Metropol Logistik)“ - „SMILE“ – werden Konzepte für eine effiziente und stadtverträgliche CityLogistik erarbeitet und umgesetzt. Kooperationsprojekte mit der Automobilindustrie zu Mobilitätsangeboten und autonomem Fahren zielen auf eine effizientere Nutzung des Verkehrssystems und eine Verstetigung des Verkehrs, verbunden mit einer Minimierung von Emissionen (**> MP 4 Verkehrsmanagement**). Einsatz, Erprobung und sukzessive Etablierung klima- und umweltschonender emissionsarmer Antriebs-technologien werden bei den Verkehrsbetrieben und in Kooperationsprojekten mit der Wirtschaft stetig vorangetrieben.

Konsequent fokussiert sich Hamburg auf die Einführung elektrischer oder anderer emissionsarmer oder –freier Antriebe in allen Verkehrsbereichen und die dafür notwendige Infrastruktur. Ab 2020 werden nur noch emissionsfreie Busse angeschafft werden. Hierzu hat Hamburg mit Berlin und weiteren deutschen Großstädten eine gemeinsame Beschaffungsinitiative gegründet. Im Rahmen ihrer bestehenden Flottenerneuerungspolitik ersetzt die Hamburger Hochbahn jährlich mehr als 60 Busse älterer Abgasstandards mit Neufahrzeugen, die mindestens dem aktuell geltenden Ab-

gasstandard entsprechen. Mit dem Ziel einer signifikanten Emissionsreduzierung werden im Zeitraum 2017-2019 vorfristig weitere 72 Busse nach Euro-VI-Norm beschafft. Im Schienenverkehr setzt Hamburg auf den Einsatz von Elektrolokomotiven sowie auf die Elektrifizierung der Schienenstrecken (**> MP 5 Flottenmodernisierung Bus und Bahn**). Hamburg treibt mit hoher politischer Priorität Initiativen, Projekte und Instrumente zum Ausbau der E-Flotten sowie der Ladeinfrastruktur voran. Neben den von der Bundesregierung und aus Hamburger Klimaschutzmitteln geförderten Projekten bilden die Beschaffungsmassnahmen der Kammern zusammen mit den städtischen Aktivitäten die Basis für die erfolgreiche Implementierung der Elektromobilität in Hamburg und der Metropolregion. Hierbei steht die Elektrifizierung der Fuhrparks in der städtischen Verwaltung, den öffentlichen Unternehmen und der Wirtschaft sowie in den Taxen- und Carsharingflotten im Vordergrund. Hamburg verhandelt hierzu mit Betreibern von Carsharingflotten in Hamburg und strebt mittelfristig eine Elektrifizierung dieser Fahrzeugflotten von mindestens 50 % an. Im Bereich der Lieferverkehre befindet sich Hamburg zurzeit in Verhandlungen mit einem wichtigen Kurier-Express-Paketdienstleister, nach dem das Unternehmen schrittweise bis 2025 eine vollkommene Elektrifizierung seiner innerstädtischen Zustelldienste einführen will. Auf Initiative Hamburgs hat das Bundesverkehrsministerium angekündigt, zeitnah eine Ergänzung des Personenbeförderungsgesetzes auf den Weg bringen, die den Ländern ermöglichen wird, eigene gesetzliche Regelungen zur deutlichen Emissionsminderung im Taxenverkehr und bei Mietwagen zu beschließen.

Als zentrale Grundlage für die weitere Entwicklung der Elektromobilität in Hamburg wird die verfügbare Ladeinfrastruktur in Hamburg ausgebaut. Der Senat investiert dafür bisher rd. 4,7 Mio. Euro (**>MP 6 Elektromobilität**). Nicht nur wird die bereits mit dem Masterplan Ladeinfrastruktur von 2014 beschlossene Zielzahl von 600 öffentlich zugänglichen Ladepunkten im Oktober 2017 erreicht sein, bereits jetzt wird ein weiterer Ausbau auf voraussichtlich 1.000 Ladepunkte bis 2019 angestrebt. Für den städtischen Fuhrpark sind nach überarbeiteten Beschaffungsvorschriften bereits seit 2016 vorrangig E-Fahrzeuge zu beschaffen. Bei der Vergabe von Bauleistungen wird der Einsatz mobiler Maschinen mit modernsten Abgasnormen gefordert, um lokale Immissionsbelastungen zu minimieren. Auch an die Beschaffung z. B. von Gartenmaschinen mit Verbrennungsmotor werden entsprechende Anforderungen gestellt (**>MP 9 Stadt als Vorbild**).

3. Hamburg setzt zusätzlich auf Maßnahmen, die zu einer Minimierung der aus der Hafenfunktion und dem Energiesektor resultierenden Luftbelastung führen.

Für den Gütertransport zum und vom Hamburger Hafen spielt der Bahnverkehr sowohl hafenintern als auch in den Seehafenhinterlandtransporten heute bereits eine wichtige Rolle. Zur Senkung der Luftschadstoffemissionen aus dem Straßen- und Bahnverkehr werden mittel- bis langfristig der fortlaufende Ausbau der Hafeninfrastruktur sowie die Weiterentwicklung von Verkehrsmanagement-Programmen, wie „smartPORT logistics“, beitragen (**>MP 7 Hafenverkehrslogistik**). Hamburg verfolgt aktiv das Ziel, die Luftschadstoffe im stadtnahen Hafenbereich zu reduzieren. Erste Maßnahmen konnten bereits erfolgreich angestoßen werden, wie zum Beispiel die Bereitstellung einer externen Energieversorgung von Kreuzfahrtschiffen mit der Landstromanlage in Altona mit einem Investitionsaufwand von rund 10 Millionen €. Langfristige Konzepte zur Verringerung der Schadstoffbelastung, wie z. B. der Aufbau einer LNG-Infrastruktur oder der Aufbau einer externen Energieversorgung für Containerschiffe, werden von allen beteiligten Vertretern aus Industrie, Forschung, Reederverbänden und Fachbehörden intensiv diskutiert und so schnell wie möglich in die Umsetzung gebracht. Der Gütertransport per Binnenschiff ist eine der umweltfreundlichsten

Transportarten. Daher sollen auch die Binnenschifffahrt weiter gestärkt und die Hinterlandverkehre ausgebaut werden. Ebenso werden Konzepte zur Modernisierung der hafeninternen Verkehre wie Fähren oder Schlepper entwickelt (**>MP 8 Schifffahrt**). Mit der Hamburger Energiewende will Hamburg einen eigenständigen Beitrag leisten, die Energieverbräuche weiter deutlich zu senken, die Energieversorgung hin zu einer emissionsarmen Versorgung umzubauen und dabei den Anteil der erneuerbaren Energien weiter zu steigern (**>MP 10 Energiemaßnahmen**). Ziel ist es, den verbleibenden notwendigen Energiebedarf zunehmend und zügig aus erneuerbaren Energien statt mit fossilen Energieträgern zu decken. Die Windenergieerzeugung soll so weit wie möglich ausgebaut werden. Potenziale für die Installation von Solaranlagen bestehen insbesondere auf Dachflächen. Dabei arbeiten auch die norddeutschen Bundesländer immer stärker zusammen. Hamburg bringt seine Potenziale als großes Verbrauchszentrum in Norddeutschland ein, die Energieeffizienz zu verbessern und den Verbrauch flexibler zu machen, und unterstützt damit den dynamischen Ausbau der erneuerbaren Energien in den angrenzenden Flächenländern. Ein wichtiges Beispiel ist hierzu das Projekt NEW 4.0, bei dem Hamburg und Schleswig-Holstein eine Schaufensterregion im Rahmen des SINTEG-Förderprogramms des Bundes bilden und ein Konsortium aus namhaften Vertretern aus Energiewirtschaft und Industrie in der Region Schlüsseltechnologien für die Energiewende entwickeln wird. Auch die Stadtreinigung Hamburg leistet als städtisches Unternehmen unter anderem durch das geplante Zentrum für Ressourcen und Energie einen wesentlichen Beitrag zur Ressourcenschonung, einer hocheffizienten energetischen Verwertung mit modernster Technik und damit auch zur Verbesserung der Luftqualität.

All diese Maßnahmen führen zu einer Reduktion der in Hamburg von NO₂-Grenzwertüberschreitungen betroffenen Straßenabschnitte auf einer Länge von ca. 41 km mit ca. 41.500 Betroffenen im Jahr 2014 auf 6,5 km mit ca. 4.675 Betroffenen im Jahr 2020 (vgl. Kapitel 7.1.11).

In einem zweiten Schritt wurde geprüft, welche weiteren lokalen Einzelmaßnahmen an diesen verbleibenden Straßenabschnitten mit Grenzwertüberschreitung umsetzbar sind. Die Ergebnisse der umfangreichen Prüfungen sind in Kapitel 7.2.2 dargestellt.

3 Charakteristika des Untersuchungsgebietes

Hamburg liegt in der norddeutschen Tiefebene an der Unterelbe, rund 100 km entfernt von der Nordsee. Das Stadtgebiet weist in weiten Teilen eine schwach ausgeprägte Reliefierung mit ausgedehnten Marschen im unmittelbaren Flussbereich der Elbe auf. Nördlich und südlich der Flussniederungen schließen sich höher gelegene Geestflächen an, die durch Sand- und Geröllablagerungen der eiszeitlichen Gletscher entstanden sind. Die höchste Erhebung des Stadtgebietes ist der Hasselbrack, ein Nordausläufer der Harburger Berge, mit einer Höhe von 116 m.

Hamburg ist großräumig von warm-gemäßigtem atlantischem Klima geprägt. Mit Durchschnittstemperaturen von 18,6 °C im Juli und 2 °C im Januar ist das Klima deutlich milder als das des östlichen Hinterlandes und wird bei einer durchschnittlichen jährlichen Niederschlagsmenge von 762 mm von einer weitgehend gleichmäßig über das Jahr verteilten hohen Feuchtigkeit bestimmt. Die häufig bei Regen vorherrschenden westlichen Winde bedingen höhere Niederschlagsmengen in den westlichen Stadtteilen und etwas geringere Mengen im Osten.

Durch die windoffene Lage in der norddeutschen Tiefebene und die weiten Niederungsbereiche der Elbe erfolgt eine verhältnismäßig gute Durchlüftung des Stadtgebietes. Es herrschen Winde aus westlicher bis südwestlicher Richtung sowie aus östlicher bis südöstlicher Richtung vor. Die dominierenden westlichen bis südwestlichen Winde haben in der Regel höhere Geschwindigkeiten und wirken sich dadurch günstig auf das Ausbreitungsverhalten von Luftschadstoffen aus. Die Beeinflussung des Windes in bebauten Gebieten ist jedoch komplex und kann z. B. durch Düseneffekte oder Walzenbildung erhebliche Auswirkungen auf die Verteilung von Luftschadstoffen haben. Austauscharme, windstille Wetterlagen mit schlechten Ausbreitungsbedingungen sind vergleichsweise selten und treten überwiegend in den Herbst- und Wintermonaten auf.

Die Freie und Hansestadt Hamburg ist eine Millionenstadt mit derzeit ca. 1,86 Mio. Einwohnern. Die Stadt ist gleichzeitig Zentrum der Metropolregion Hamburg mit über fünf Mio. Einwohnern und eine der größten Industrie- und Handelsstädte Europas. Die Grundfläche der Freien und Hansestadt Hamburg beträgt 75.522 Hektar (ha) und wurde im Jahr 2015 wie folgt genutzt:

Tabelle 3: Bodenflächen in Hamburg 2015 nach Art der tatsächlichen Nutzung (Statistikamt Nord, 2017)

Nutzung	Fläche [ha]	Nutzung	Fläche [ha]
Gebäude- und angrenzende Freiflächen	28 762	Wasserflächen	6 329
Betriebsflächen	633	Erholungsflächen	5 607
landwirtschaftlich genutzte Flächen	18 463	Waldflächen	5 643
Verkehrsflächen	9 030	Flächen anderer Nutzung	1 054

Der hohe Anteil nicht bebauter Flächen am Stadtgebiet weist darauf hin, dass, verglichen mit anderen europäischen Großstädten, die Bebauung insgesamt eher aufgelockert ist, wobei deutliche Unterschiede zwischen dem dicht bebauten Zentrum mit der historischen Innenstadt und deren Erweiterungen des ausgehenden 19. und beginnenden 20. Jahrhunderts, der sich radial anschließenden aufgelockerten Nachkriegsbebauung und der überwiegenden Einzelhausbebauung am Stadtrand sichtbar werden.

Das Stadtgebiet ist gegliedert durch das „Grüne Netz“, ein umfangreiches System aus Grünflächen, Naturschutzgebieten, Wäldern und landwirtschaftlich genutzten Flächen, das sich in zwei grüne Ringe und radiale, bis ins Stadtzentrum reichende Landschaftsachsen gliedert. Dieses „Grüne Netz“ hat wichtige stadtökologische Ausgleichsfunktionen. Von besonderer Bedeutung sind dabei die Naturschutzgebiete, die 9 % des Stadtgebiets ausmachen (bundesweit der höchste Anteil aller Bundesländer) und die Landschaftsschutzgebiete, die 19 % umfassen.

Um dem Bevölkerungswachstum in Hamburg gerecht zu werden, sollen in den kommenden Jahren mindestens 10 000 Wohnungen pro Jahr genehmigt werden. Dies soll vor allem im inneren Bereich der Stadt geschehen. So werden etwa innerstädtische Konversionsflächen (z. B. ehemalige Kasernen) genutzt oder im Rahmen des „Sprungs über die Elbe“ Entwicklungsräume auf den Elbinseln oder im Harburger Binnenhafen aktiviert. Dieser Fokus auf innere Entwicklung bietet Potenzial zur Schaffung einer umweltgerechten Stadt der kurzen Wege, in der Wohnen, Arbeiten und Freizeitgestaltung in räumlicher Nähe stattfinden und die Bevölkerung viele Strecken komfortabel mit dem Fahrrad oder öffentlichen Verkehrsmitteln zurücklegen kann. Überdies wird in kompakten Städten die Energie- und Wärmenetzinfrastruktur effizienter genutzt als in dünn besiedelten Gebieten. Die räumliche Nähe von Energieerzeugern und -verbrauchern ist bei intelligenter Steuerung der Strom- und Wärmenetze vorteilhaft (Energiemanagement). Kompakte Baukörper des Geschosswohnungsbaus führen im Vergleich zu kleinteiligen Einfamilienhausstrukturen zu geringeren Wärmeenergiebedarfen.

Gleichzeitig entsteht aber auch ein stärkeres Nebeneinander von Wohnen, Verkehr und Gewerbe mit der Herausforderung, für alle Bewohner gesunde, unbelastete Lebensverhältnisse sicherzustellen.

Die Freie und Hansestadt Hamburg ist heute unter anderem bedingt durch ihre Größe, ihre Lage und ihre historische Entwicklung der größte Verkehrsknotenpunkt Nordeuropas. Sie verfügt über den größten Seehafen Deutschlands und einen großen Verkehrsflughafen mit internationaler Anbindung und ist zusätzlich Ausgangspunkt bzw. Durchgangsland mehrerer Bundesautobahnen, Bundesstraßen und Eisenbahnverbindungen, die sowohl in das übrige Bundesgebiet als auch in entferntere europäische Regionen wie Skandinavien oder Osteuropa führen.

Im Bereich der Straßen- und Schienenanbindungen ist Hamburg wesentlich geprägt durch die Elbe, die Querungen erforderlich macht. Im Wesentlichen gibt es für die Abwicklung der Straßenverkehre nur drei Überquerungsmöglichkeiten, auf denen diese Verkehre entsprechend gebündelt werden müssen. Dies sind der Elbtunnel westlich der Elbinsel Wilhelmsburg (Bundesautobahn - BAB 7), die Querung der Bundesautobahn BAB 1 im Osten sowie Brücken, die die Elbinsel mit dem nördlichen und südlichen Teil Hamburgs verbinden. Der 1911 eröffnete „Alte Elbtunnel“ ist aus mehreren Gründen nur eine eingeschränkte Querungsmöglichkeit und wird überwiegend von Fußgängern und Radfahrern genutzt. Für die Abwicklung des Schienenverkehrs steht lediglich eine Verbindung über die Elbinsel mit den Elbbrücken zur Verfügung. Im Bereich des Personenverkehrs gibt es für Fußgänger und Radfahrer ergänzend noch einige Fährlinien des Hamburger Verkehrsverbundes (HVV), die den nördlichen Teil Hamburgs mit der Elbinsel bzw. dem südlichen Teil verbinden.

Zur Abwicklung der innerstädtischen Verkehre steht das Hauptverkehrsstraßennetz zur Verfügung. Dazu zählen neben vielen anderen leistungsfähigen Netzelementen die innerstädtischen Bundesstraßen und die „Ringe“, die ringförmig um die Innenstadt angeordnet sind und eine wichtige Querverbindungsfunktion erfüllen. Im nachgeordneten Straßennetz sind bereits seit den 1980er Jahren in weiten Teilen der Freien und Hansestadt Hamburg (ca. 50 % des Straßennetzes) Tempo-30-Zonen zum Schutz der Wohnbevölkerung eingerichtet worden.

Zwischen dem Hamburger Hafen und dem Hamburger Stadtgebiet gibt es enge Verkehrsbeziehungen. Rund 30 % der Containertransporte finden im Nahbereich statt, davon erfolgt der überwiegende Teil per Lkw. Während der Transport auf der Straße mit Quelle und Ziel in den Süden Hamburgs und in die Region auf dem Bundesautobahnnetz abgewickelt werden kann, findet insbesondere der Anteil der Lkw-Fahrten zwischen Hamburger Hafen und dem Hamburger Stadtgebiet nördlich der Elbe aufgrund der Lage und Topografie Hamburgs auch über das Hamburger Stadtstraßennetz statt.

Neben der starken Prägung Hamburgs durch den Hafen sind in Hamburg als dem wirtschaftlichen Zentrum der Metropolregion und Norddeutschlands auch andere Wirtschaftszweige wie z. B. die Luftfahrt, die Industrie, die Medizin, der Einzelhandel oder der Medienstandort Hamburg von hoher Bedeutung. Auch für diese Bereiche ist eine zuverlässige Erreichbarkeit zwingend geboten. Hinzu kommen wichtige Ver- und Entsorgungsverkehre.

Neben der regionalen Erreichbarkeit ist auch die internationale Erreichbarkeit Hamburgs von großer Bedeutung für die Hamburger Wirtschaft. Insbesondere im Seeverkehr ist eine ständige Erreichbarkeit Voraussetzung für die Funktionsfähigkeit des Hamburger Hafens im europäischen Wettbewerbskontext.



Abbildung 2: Lage und Verkehrsanbindung Hamburgs

4 Luftqualität in Hamburg

In der 39. BImSchV ist festgelegt, wie die Luftqualität in einem bestimmten Gebiet zu ermitteln ist. Sie regelt, ab welchen Schadstoffkonzentrationen ortsfeste Messungen vorzunehmen sind und stellt konkrete Anforderungen an Anzahl, Standort und Methode der Probenahme.

Die Überwachung der Luftqualität erfolgt durch das Hamburger Luftmessnetz mittels kontinuierlicher Messungen an den ortsfesten Messcontainern. Art und Lage der Messcontainer werden in Kapitel 4.1 beschrieben. Ergänzend zu den ortsfesten Messungen erfolgen Messungen mittels sogenannter Passivsammler, die in einem vereinfachten Messverfahren orientierende Werte zur Luftbelastung liefern.

Die seit der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans erfassten Ergebnisse der kontinuierlichen Luftmessstationen sowie ausgewählte Passivsammlermessergebnisse werden in Kapitel 4.2 vorgestellt.

Die Messergebnisse zeigen, dass in Hamburg insgesamt eine gute Luftqualität herrscht, sich jedoch an stark befahrenen Straßen mit schluchtartiger Randbebauung erhöhte NO_2 -Konzentrationen einstellen können. Diese erhöhten Konzentrationen sind insbesondere in direkter Nähe zur Fahrbahn festzustellen und nehmen mit Entfernung zum Straßenrand sowie in der Höhe rasch ab. Dies zeigen sehr deutlich die Passivsammlermessungen im Umfeld der verkehrsnahen Messstationen (vgl. Kapitel 4.2.2) sowie die Messungen auf unterschiedlichen Höhen an den verkehrsnahen Messstationen (vgl. Kapitel 4.2.3).

4.1 Hamburger Luftmessnetz

Das Hamburger Luftmessnetz (HaLm) wird seit mehr als 30 Jahren vom heutigen Institut für Hygiene und Umwelt (HU), dem Hamburger Landesinstitut für Lebensmittelsicherheit, Gesundheitsschutz und Umweltuntersuchungen, betrieben und unterhält aktuell 15 kontinuierlich messende ortsfeste Stationen. Die von den gemäß den Anforderungen der 39. BImSchV betriebenen Messstationen gelieferten Daten sind die Grundlage zur Beurteilung der Luftqualität in Hamburg. Die Messergebnisse werden unter <http://www.luft.hamburg.de/> veröffentlicht.

Die 15 Messstationen teilen sich in Hintergrundmessstationen, Ozonmessstationen, verkehrsnahen Messstationen und Sondermessstationen. An den Messstationen zur Überwachung der Hintergrundbelastung, der Ozonbelastung und an den Sondermessstationen werden alle Luftschadstoffe in 3,5 m Höhe ermittelt. Demgegenüber werden an den verkehrsnahen Messstationen die verkehrstypischen Parameter Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO_2), Kohlenstoffmonoxid (CO) und Benzol auf 1,5 m Höhe gemessen, Feinstaub PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ hingegen auf 3,5 m Höhe. An diesen Stationen werden seit Oktober 2015 Parallelmessungen für NO und NO_2 in 4 m Höhe durchgeführt. Somit liegen für die verkehrsnahen Messstationen NO_2 -Werte in der gesetzlich vorgegebenen Höhenspannbreite von 1,5 und 4 m vor.

Die folgende Abbildung 3 zeigt die Lage der verschiedenen Messstationen im Hamburger Stadtgebiet. Im Anhang I sind die genauen Ortsangaben mit den Koordinaten aufgeführt. Eine ausführliche Lagebeschreibung der einzelnen Messstationen ist unter <http://www.luft.hamburg.de/> veröffentlicht.

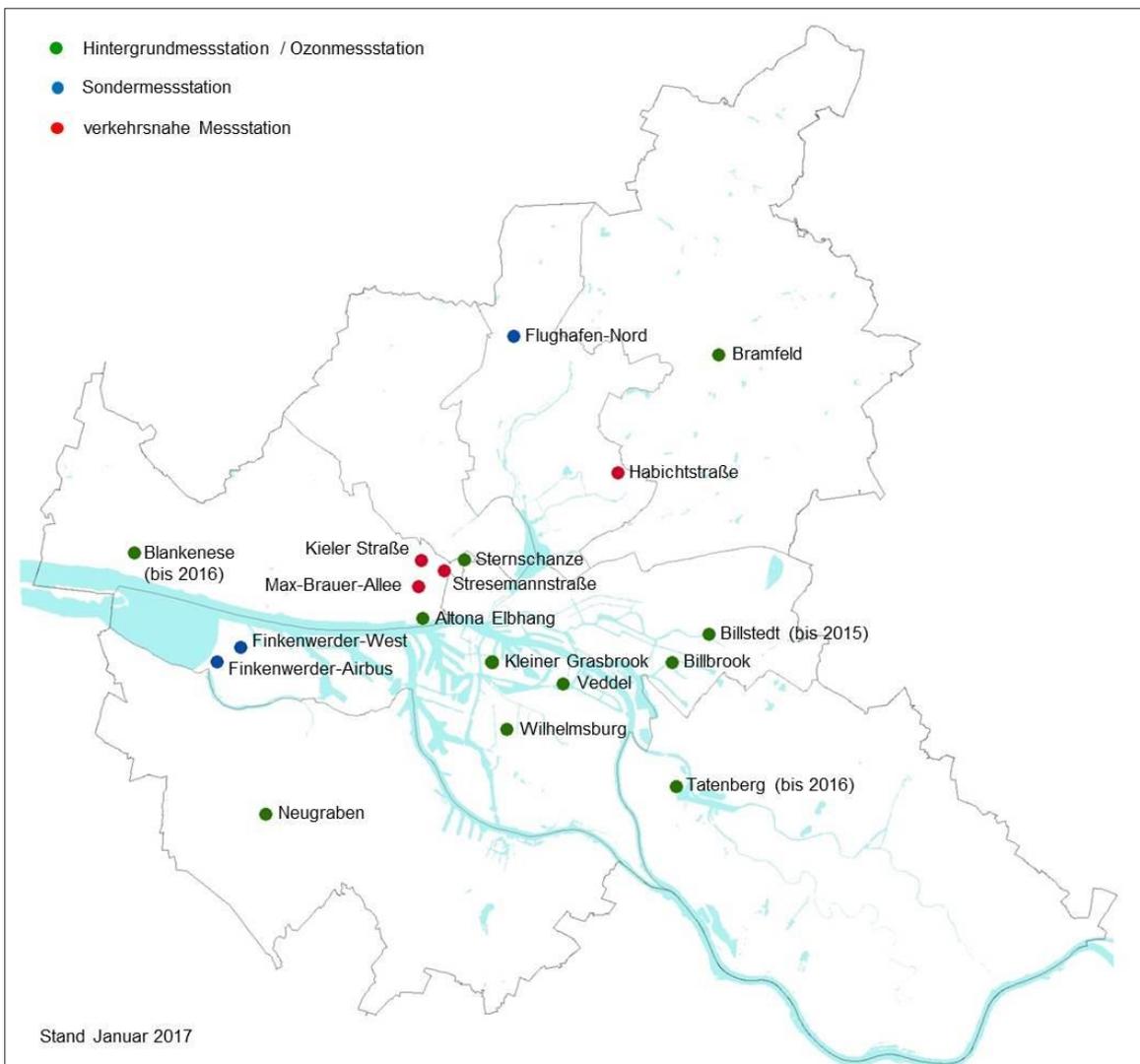


Abbildung 3: Standorte der ortsfesten Messstationen in Hamburg

Die **Hintergrundmessstationen** dienen der Überwachung der allgemeinen Luftqualität abseits des direkten Einflusses von Hauptverkehrsstraßen und prägenden Einzelmitteln. Die erfasste Belastung ist repräsentativ für die großräumige Schadstoffbelastung gemäß 39. BImSchV. In den äußeren Bereichen des Stadtgebietes liegt diese auf dem niedrigen Niveau der angrenzenden ländlich geprägten Regionen, wohingegen sie in den inneren Bereichen durch die unterschiedlichsten städtischen Quellen erhöht wird. Folgende Hintergrundmessstationen werden aktuell im Luftmessnetz betrieben:

Tabelle 4: Lage der Hintergrundmessstationen

Bez.	Name	Lage und Funktion
80KT	Altona Elbhang	<i>Olbersweg</i> , am Weg zur Grünanlage am Elbhang; repräsentativ für die innerstädtische Belastung nahe des Kreuzfahrtterminals Altona
21BI	Billbrook	<i>Pinkertweg</i> , am Industriekanal nördlich der Pinkertbrücke; repräsentativ für die industrienaher Belastung.
82HF	Hafen/Kleiner Grasbrook	<i>Worthdamm</i> , vor der Wasserschutzpolizeischule; repräsentativ für die Belastung im Hafengebiet
13ST	Sternschanze	<i>Dänenweg im Sternschanzenpark</i> , nahe der Buskehre; repräsentativ für die innerstädtische Belastung
20VE	Veddel	Straße <i>Am Zollhafen</i> ; repräsentativ für die städtische Belastung durch Industrie- und Autobahnnähe
61WB	Wilhelmsburg	<i>Rotenhäuser Damm</i> , auf der Grünanlage im Wohngebiet; repräsentativ für die innenstadtnaher Belastung im weiteren Umfeld Industrie und Hafen

Im Jahr 2015 wurden die Messungen an der Hintergrundmessstation Billstedt beendet und stattdessen repräsentative Messungen zur Hintergrundbelastung im Hafengebiet aufgenommen. Der Schiffsverkehr stellt in Hamburg eine wesentliche Emissionsquelle dar und hat somit auch einen Einfluss auf die städtische Hintergrundbelastung. Mit dem Standort am Kleinen Grasbrook befindet sich die Messstation in einem Gebiet, das von Industrie, Gewerbe und Straßen-, Schienen- und Schiffsverkehr geprägt ist.

An den Ozonmessstationen wird die Belastung der Umgebungsluft mit Ozon (O_3) vornehmlich in weiter außerhalb gelegenen Stadtgebieten ermittelt, da hier die höchsten Ozonbelastungen an heißen Sommertagen auftreten. An diesen Messstationen wird ebenfalls Stickstoffdioxid (NO_2) gemessen, so dass diese Messstationen auch als NO_2 -Hintergrundmessstationen für den Stadtrand betrachtet werden können. Gemessen wird an den Standorten Bramfeld und Neugraben. In Tatenberg werden seit 2015 keine zusätzlichen Messungen der NO_2 -Belastung mehr durchgeführt, zum Jahreswechsel 2016/2017 wurde der Betrieb der Messstationen Tatenberg und Blankenese vollständig eingestellt. Zusätzlich fordert die 39. BImSchV eine innerstädtische Ozonmessung, diese wird an der Station Sternschanze durchgeführt.

An den verkehrsnahen Messstationen werden die lokalen Belastungs-Hot-Spots durch den Kfz-Verkehr überwacht. Sie liegen an Straßenabschnitten mit zumeist durchgehender, hoher Randbebauung und einer sehr hohen Verkehrsdichte. Folgende verkehrsnaher Messstationen werden aktuell im Luftmessnetz betrieben:

Tabelle 5: Lage der verkehrsnahen Messstationen

Bez.	Name	Lage und Funktion
68HB	Habichtstraße	auf dem Parkstreifen vor den Häusern Nrn. 59-61; Ausfallstraße
64KS	Kieler Straße	hinter dem Parkstreifen vor Haus Nr. 13; Ausfallstraße
70MB	Max-Brauer-Allee	auf dem Mittelstreifen zwischen den Fahrbahnen in Höhe der Häuser Nrn. 92/94; dichter Baumbestand in engem Straßenraum; beidseitiger Verkehrseinfluss
17SM	Stresemannstraße	vor Haus Nr. 95; enge Straßenschlucht mit hoher Gründerzeit-Randbebauung; Tempo 30 und Fahrverbot für Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 2,8 t auf dem rechten Fahrstreifen (außer Linienbusse des HVV und Rechtsabbieger)

Die Station Stresemannstraße wird bereits seit 1992 als Referenzstation für Luftqualitätsmessungen in unmittelbarer Nähe zum Verkehr an ihrem Standort betrieben, wohingegen die anderen ortsfesten Stationen seit 1998 (Max-Brauer-Allee) bzw. seit 2002 (Habichtstraße, Kieler Straße) Daten liefern. Die Messstation in der Max-Brauer-Allee ist als einzige Hamburger Messstation in Straßennähe auf einem Mittelstreifen direkt zwischen den Fahrbahnen positioniert und damit beidseitig den Verkehrsemissionen ausgesetzt, während die übrigen verkehrsnahen Luftmessstationen die Luftqualität am Fahrbahnrand vor den Häuserfronten analysieren.

Zusätzlich zu den oben benannten Stationen gibt es drei Sondermessstationen, die die Belastung am Flughafen Hamburg sowie am Airbus Werk in Finkenwerder (zwei Standorte) ermitteln.

Ergänzend zu den Messungen des Luftmessnetzes mit seinen ortsfesten Messcontainern werden auch Messungen mittels Passivsammlern durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Messungen werden sowohl in das Hamburger Transparenzportal eingestellt als auch in zusammenfassenden Messberichten auf <http://www.hamburg.de/luftreinhaltung/> veröffentlicht.

4.2 Ergebnisse der messtechnischen Überwachung für Stickstoffdioxid (NO₂)

4.2.1 Kontinuierliche Messungen an den Messstationen

Der seit 2010 einzuhaltende NO₂-Jahresmittelgrenzwert in Höhe von 40 µg/m³ wird an den vier verkehrsnahen Luftmessstationen weiterhin überschritten. An allen weiteren Messstationen wird dieser Wert eingehalten (vgl. Tabelle 6 und Abbildung 4). Der Kurzzeitgrenzwert von 200 µg/m³ als 1-Stundenmittel bei 18 zulässigen Überschreitungen pro Jahr wird an sämtlichen Stationen eingehalten.

Wie die Abbildung 5 zum Langzeitverlauf der NO₂-Messergebnisse an den verkehrsnahen Messstationen zeigt, war seit Beginn der Messungen an der Stresemannstraße bis zum Jahr 2000 ein starker Rückgang der NO₂-Belastung zu verzeichnen. Entgegen den Erwartungen stieg die Belastung jedoch wieder deutlich an und erreichte 2006 einen Höchstwert. Hauptgrund für diesen Anstieg ist der steigende Anteil von Dieselfahrzeugen. Hinzu kommt die Verschiebung des NO/NO₂-Verhältnisses zugunsten von NO₂ unter zunehmendem Einsatz von Oxidationskatalysatoren zur Senkung der Kohlenstoffmonoxid-Emissionen bei Dieselfahrzeugen ab Euro-2-Norm. Seit 2006 zeichnet sich wieder eine abnehmende Tendenz der NO₂-Belastung ab.

Von den unterschiedlichen Einflussgrößen auf die Luftbelastung dominieren neben dem Verkehr die meteorologischen Verhältnisse. Unterschiedliche Witterungsbedingungen führen häufig zu Schwankungen der Belastung und können langfristige Entwicklungstrends teilweise überlagern. So haben die strahlungsreichen heißen Sommer in den Jahren 2003 und 2006 zu einer erhöhten NO₂-Belastung insbesondere an den verkehrsnahen Luftmessstationen beigetragen.

Tabelle 6: Gemessene NO₂-Werte für 2010 bis 2016

Anmerkung zur Tabelle:

Grenzwertüberschreitung fett dargestellt / *) Datenverfügbarkeit nicht ausreichend / Quelle: HU, BGV

	Jahresmittelwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] Grenzwert 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$					Anzahl der Überschreitungen Stundenmittelwert > 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bei 18 zulässigen Überschreitungen				
	2012	2013	2014	2015	2016	2012	2013	2014	2015	2016
Hintergrundmessstationen (Messhöhe 3,5 m)										
Altona Elbhang	33	31	32	31	31	0	0	0	0	0
Billbrook	25	26	24	25	26	0	0	0	0	0
Billstedt	34	32	30	31	-	0	0	0	0	0
Kleiner Grasbrook	-	-	-	-	34	-	-	-	-	0
Sternschanze	30	28	27	27	27	0	0	0	0	0
Veddel	36	36	35	34	35	0	0	0	0	0
Wilhelmsburg	28	27	26	26	27	0	0	0	0	0
Ozonmessstationen (Messhöhe 3,5 m)										
Blankenese	17	16	17	16	17	0	0	0	0	0
Bramfeld	18	16	17	17	18	0	0	0	0	0
Neugraben	15	16	15	13	15	0	0	0	0	0
Tatenberg	17	17	15	-*	-	0	0	0	0	-
Sondermessstationen (Messhöhe 3,5 m)										
Finkenwerder Airbus	19	19	19	17	18	0	0	0	0	0
Finkenwerder-West	19	20	20	18	20	0	0	0	0	0
Flughafen-Nord	23	22	22	21	23	0	0	0	0	0
verkehrsnahe Messstationen (Messhöhe 1,5 m/4 m zusätzlich seit 2016)										
Habichtstraße	64	57	58	63	62/59	2	5	11	7	11/0
Kieler Straße	50	45	46	48	47/46	0	0	0	0	0/0
Max-Brauer-Allee	65	63	62	62	58/49	1	1	0	3	0/0
Stresemannstraße	57	58	54	49	50/47	1	5	1	0	0/0

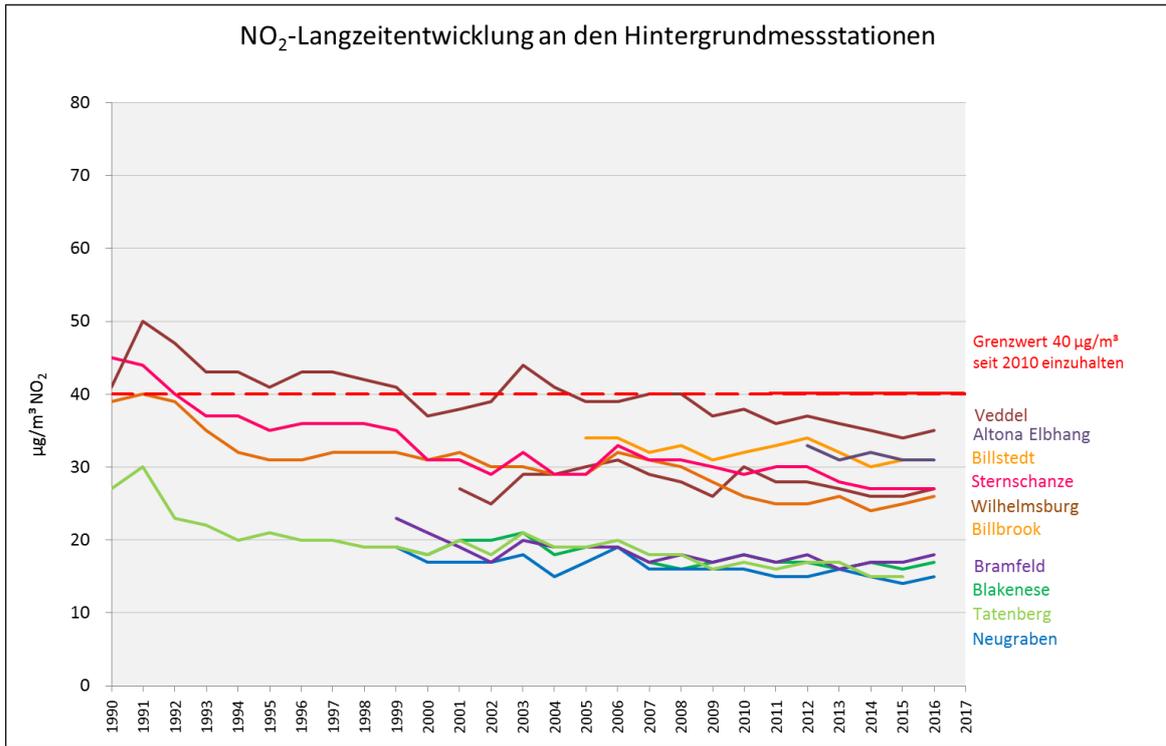


Abbildung 4: NO₂-Langzeitentwicklung an den Hintergrundmessstationen und Ozonmessstationen

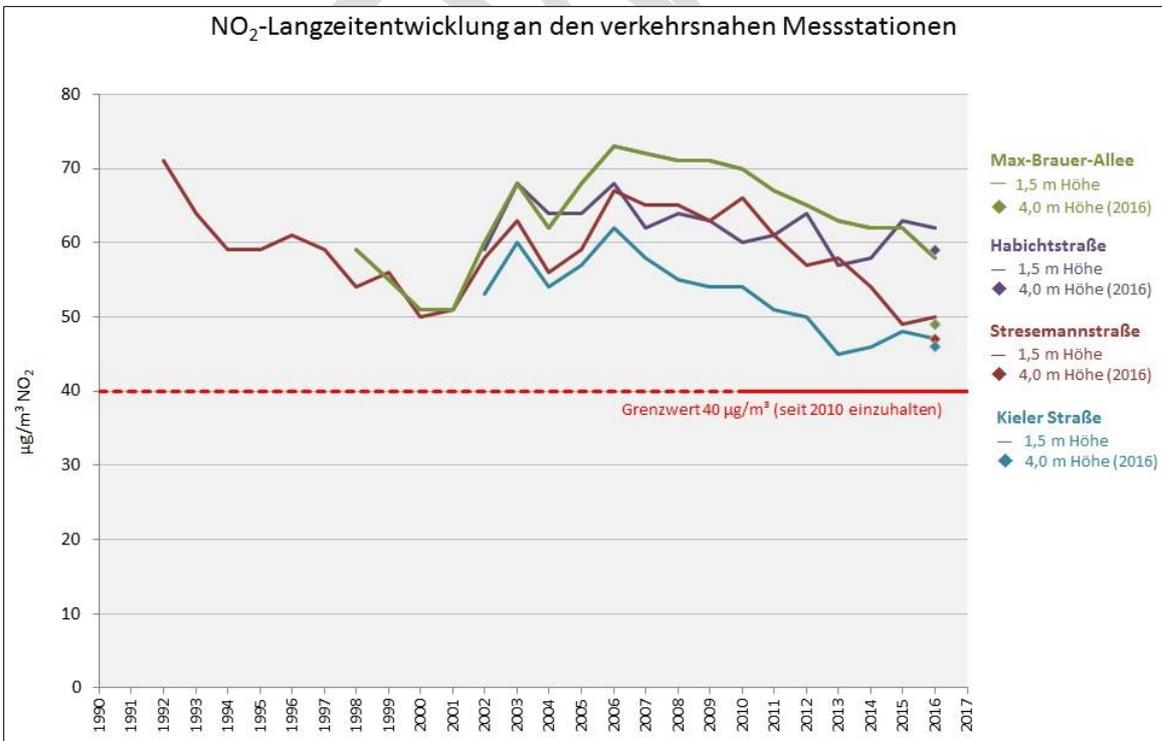


Abbildung 5: NO₂-Langzeitentwicklung an den verkehrsnahen Luftmessstationen

4.2.2 Passivsammlermessungen im Umfeld der verkehrsnahen Messstationen

Gemäß den gesetzlichen Vorgaben der 39. BImSchV ist bei Messstationen zur Ermittlung der verkehrsnahen Belastung „der Ort der Probenahmestelle so zu wählen, dass die Luftproben – soweit möglich – für die Luftqualität eines Straßenabschnitts von nicht weniger als 100 Meter Länge repräsentativ sind“. Die Ergebnisse der durchgeführten Messprogramme zeigen, dass die Luftschadstoffverteilung aufgrund verschiedenster Einflussfaktoren äußerst komplex ist und bereits auf kleinstem Raum erhebliche Unterschiede im Konzentrationsniveau auftreten können. In der Realität kann dem Anspruch der Repräsentativität für mindestens 100 Meter daher nicht immer entsprochen werden.

Um kleinräumige NO_2 -Belastungsunterschiede näher zu untersuchen, wurde im Zeitraum von August 2013 bis Dezember 2014 ein Messprogramm mittels Passivsammlern im Umfeld der verkehrsnahen Messcontainer durchgeführt. Abbildung 7 zeigt eine Passivsammler-Einheit (Sammler in Schutzgehäuse) an einem Laternenmast. Die passive Probenahme erfolgt mittels eines Diffusionssammlers, dessen Adsorptionsmittel Stickstoffdioxid aus der Außenluft bindet. Eine Probenahme dauert in der Regel vier Wochen. Nach Abschluss der Probenahme wird die adsorbierte Menge NO_2 im Labor analysiert.

Im Zuge des Messprogrammes im Umfeld der verkehrsnahen Luftmessstationen wurden die Passivsammler in unterschiedlichen Abständen zur Fahrbahn und zum kontinuierlich messenden Container angeordnet. Der Einfluss der Messhöhe wurde durch vergleichbare Höhenanordnung der Sammler so gering wie möglich gehalten. In den nachfolgenden Ausführungen zu den Messergebnissen werden die aus den Monatsmessungen gemittelten Jahreswerte für 2014 angegeben.

Aus den Ergebnissen lassen sich im Wesentlichen zwei Einflussfaktoren auf die Höhe der Schadstoffkonzentration ableiten: der Abstand zur Straße bzw. zur Emissionsquelle und die Bebauungsstruktur. Auch die Ausrichtung der Straße zur Hauptwindrichtung sowie der Baumbestand am Messort haben einen Einfluss auf die Durchmischung und somit auf Messergebnisse. Baumreihen mit einer geschlossenen Laubdecke wie z. B. am Standort der Messstation Max-Brauer-Allee erschweren in der Regel eine Abströmung der belasteten Luft und folglich die Verdünnung der Schadstoffkonzentration.

Die Ergebnisse des Messprogrammes bestätigen bei allen Messreihen die schnelle Abnahme der Schadstoffkonzentration mit zunehmender Entfernung zur Straße (Emissionsquelle) (siehe Abbildung 6). Abgesehen davon herrschen an den einzelnen Messstationen stets unterschiedliche kleinräumige Besonderheiten vor, die die Höhe der Schadstoffkonzentration beeinflussen. Im Folgenden wird ein kurzer Überblick über die Ergebnisse der Untersuchungen gegeben.

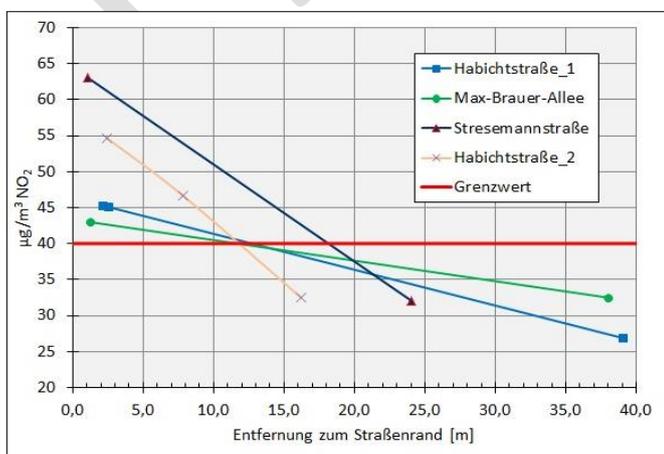


Abbildung 6: Abnahme der NO_2 -Konzentration mit Entfernung zum Straßenrand



Abbildung 7: Passivsammlereinheit an Straßenlaterne

Habichtstraße

In der Habichtstraße wurde die maximale Belastung am Standort des Messcontainers gemessen. Die Abweichung zwischen den kontinuierlichen Messungen in 1,5 m Höhe ($58 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und dem Ergebnis der Passivsammlermessungen auf gleicher Höhe ($61 \mu\text{g}/\text{m}^3$) betrug $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Auf der dem Messcontainer gegenüberliegenden Straßenseite wurde eine NO_2 -Konzentration von $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Auch die Messungen im Südosten jenseits der Kreuzung zur Bramfelder Straße zeigen mit $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ähnlich geringe Überschreitungswerte.

Nordwestlich des Messcontainers auf Höhe der Schule am Tieloh lag die Belastung an der geschlossenen bebauten Straßenseite bei $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, im Bereich der offenen Straßenseite hingegen bei nur $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, gemessen jeweils direkt am Fahrbahnrand.

Abseits der Fahrbahn nimmt die Belastung zügig ab. So betrug die Belastung in dem direkt am Schulhof gelegenen Fußweg „Hellbrookstieg“ bei einem Abstand von circa 40 m zum Fahrbahnrand der Habichtstraße nur noch $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und lag damit auf dem Niveau der für die städtische Hintergrundbelastung repräsentativen Messstation im Sternschanzenpark.

Dieser Verdünnungseffekt ist ebenfalls gut zu erkennen an den Messergebnissen auf Höhe des Herbstwegs im nordwestlichen Untersuchungsgebiet. Bereits der Abstand des Gehweges zwischen zwei an den Straßenbäumen befestigten Messpunkten lässt die NO_2 -Belastung um $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ absinken. Noch deutlicher ist das Ergebnis auf der gegenüberliegenden Straßenseite: Während am Straßenrand vor der geschlossenen Bebauung noch $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen wurden, liegt die Belastung in der angrenzenden Seitenstraße Herbstweg bereits in ca. 15 m Entfernung zum Fahrbahnrand der Habichtstraße bei nur noch $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

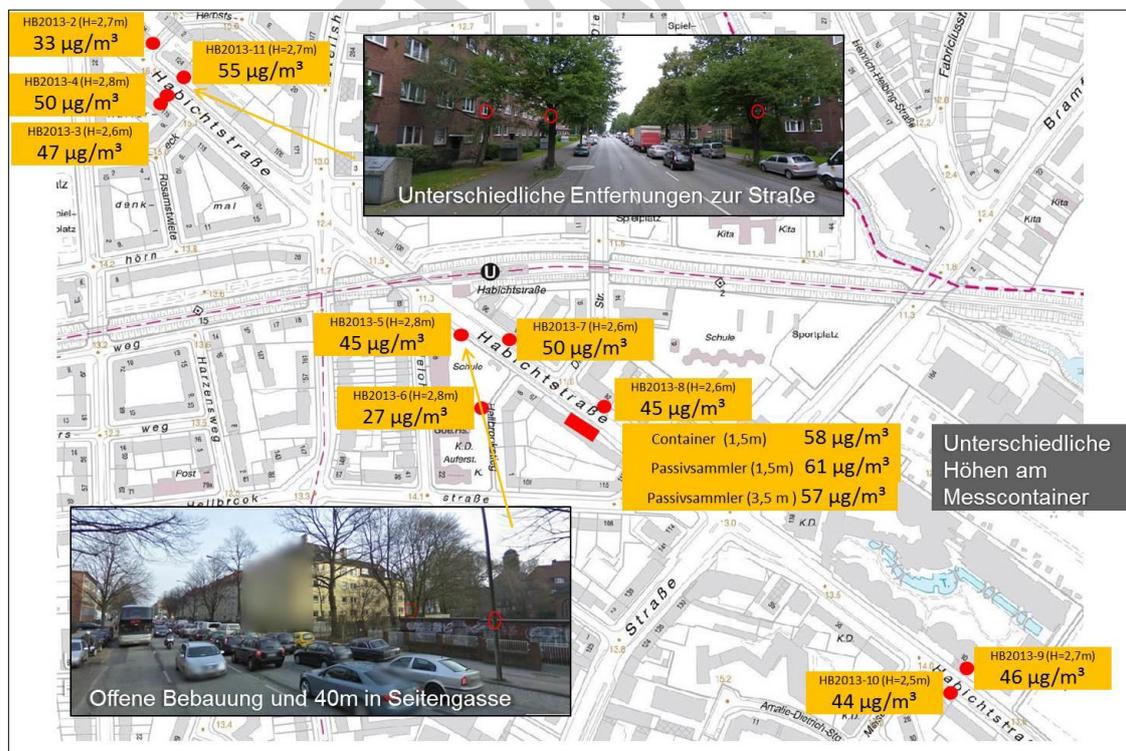


Abbildung 8: Passivsammler-Messpunkte Habichtstraße

Kieler Straße

Im Zeitraum der Passivsammlermessung an der Kieler Straße betrug die mittels kontinuierlicher Messung erfasste NO_2 -Belastung im Mittel $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$, die mittels Passivsammler gemessene Belastung zeigte auf gleicher Höhe mit $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einen etwas höheren Wert. An der gegenüberliegenden Straßenseite wurde eine straßennahe Belastung von $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen.

Nimmt die Entfernung zur Straße weiter zu, reduziert sich die NO_2 -Belastung deutlich. Auf der straßenabgewandten Hausseite (im Hinterhof) auf Höhe des Messcontainers wurde eine NO_2 -Belastung von $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Dort ist der Einfluss der Emissionen der Hauptverkehrsstraße kaum mehr erkennbar.

Die im Messgebiet der Kieler Straße höchste Belastung wurde mit $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ südlich des Messcontainers gegenüber der Freifläche an der Kreuzung zur Stresemannstraße festgestellt. Der unmittelbar angrenzende Bushaltestopp könnte für die erhöhte Belastung an diesem Punkt verantwortlich sein.

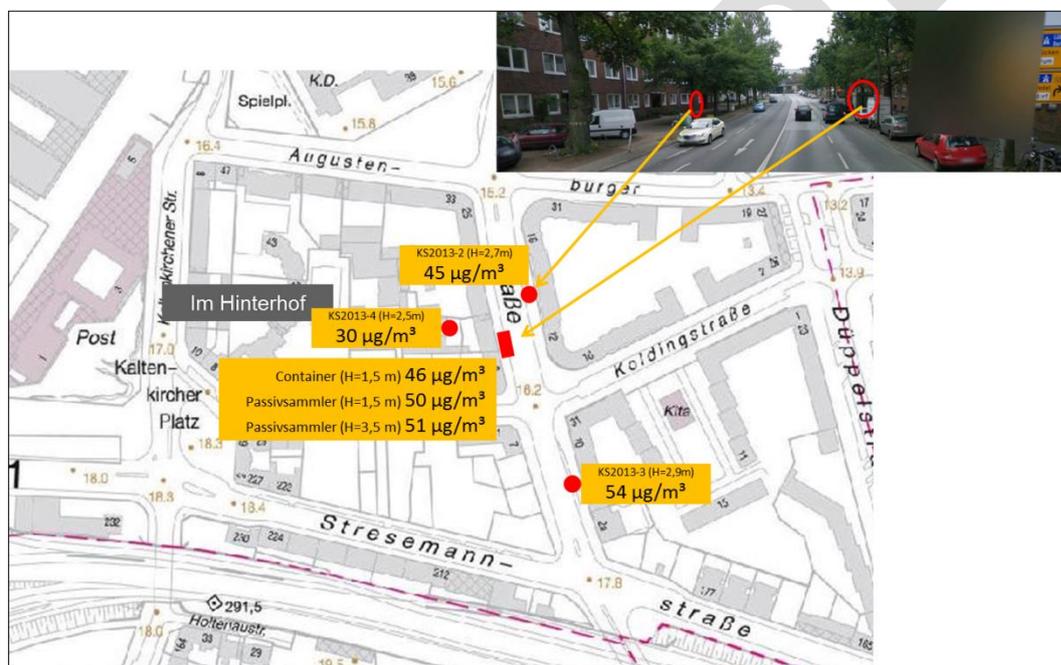


Abbildung 9: Passivsammler-Messpunkte Kieler Straße

Max-Brauer-Allee

In der Max-Brauer-Allee zeigten die Vergleichsmessungen am Messcontainer nur geringe Abweichungen ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Differenz im Jahresmittel). Die höchste Belastung wurde mit $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Messcontainer sowie an der südlichen Straßenseite auf Höhe des Containers gemessen. An der nördlichen Straßenseite war die Belastung hingegen mit $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ um $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ geringer.

Südwestlich des Containers auf Höhe des Gymnasiums wurde mit $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die geringste straßennahe Belastung im Bereich des Messprogrammes festgestellt. Die zurückgesetzte Bebauung ermöglicht hier bereits eine deutlich bessere Durchlüftung, welche sich positiv auf die Luftqualität auswirkt.

Vor der geschlossenen Bebauung an der Straßenseite gegenüber dem Karl-Möller-Sportplatz wurde eine Belastung von $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemessen. Im weiteren nordöstlichen Straßenverlauf in Richtung des Kreuzungsbereiches mit der Holstenstraße ergaben die Messungen Werte von 48 und $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Anders als auf Höhe des Messcontainers waren hier keine deutlichen Unterschiede der Belastung zwischen den beiden Straßenseiten festzustellen.

Bereits mit geringer Entfernung zur Max-Brauer-Allee nahm die NO_2 -Belastung merklich ab: In der Straße „Bei der Friedenseiche“ betrug die NO_2 -Belastung nur noch $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dieser Wert ist im Vergleich zur straßennahen NO_2 -Konzentration gering und unterschreitet den Grenzwert deutlich.

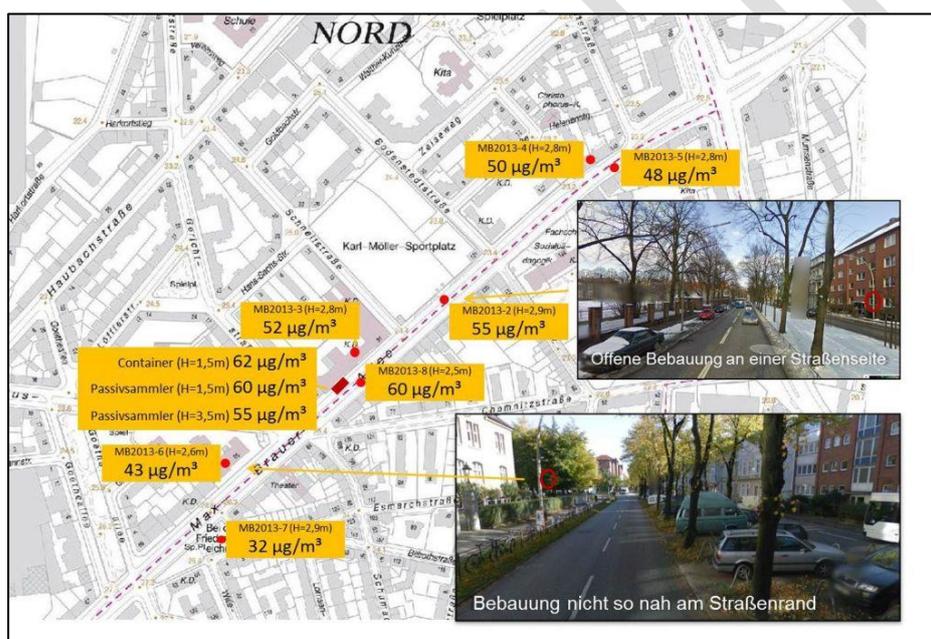


Abbildung 10: Passivsammler-Messpunkte Max-Brauer-Allee

4.2.3 Messungen an den verkehrsnahen Messstationen in unterschiedlichen Höhen

Wie in Abschnitt 4.2.1 dargestellt, ist die Immissionsbelastung eines Standortes abhängig vom Abstand der Emissionsquelle. Dabei reduziert sich die Schadstoffbelastung mit zunehmendem horizontalem und vertikalem Abstand zur Quelle.

Die Vorschriften für die Aufstellung von verkehrsnahen Messstationen in der 39. BImSchV geben einen maximalen Abstand von 10 m zum Fahrbahnrand vor und räumen hinsichtlich der Höhe der Luftprobenahme einen Spielraum zwischen 1,5 m und 4 m Höhe ein. Im Hamburger Luftmessnetz wird die NO₂-Konzentration an den verkehrsnahen Messstationen in 1,5 m Höhe gemessen.

Um zu untersuchen, wie sich die zulässigen Unterschiede in der Probenahme auf die Messungen an den Verkehrs-Hot-Spots auswirken, wird seit Ende 2015 an allen vier verkehrsnahen Luftmessstationen die NO₂-Konzentration zusätzlich auch in 4 m Höhe erfasst. Die Messergebnisse zeigen, dass die unterschiedlichen Standortbedingungen an den Messcontainern auch bei sehr geringen Höhenunterschieden bereits erhebliche Auswirkungen haben können.

Je nach Messort unterscheiden sich die Differenzen der Messwerte für die beiden Höhen. Aufgrund des Abstandes von der Quelle (Auspuff) war die Belastung in 4 m Höhe in allen Fällen geringer als in 1,5 m Höhe. Entscheidend sind auch die kleinräumigen örtlichen Ausbreitungsbedingungen. In der Kieler Straße wurde in 2016 im Jahresmittel in 4 m Höhe nur eine um 1 µg/m³ geringere NO₂-Belastung gemessen. In der Max-Brauer-Allee war die Belastung in 4 m Höhe hingegen um 9 µg/m³ geringer. In der Habichtstraße und der Stresemannstraße lag der Belastungsunterschied bei jeweils 3 µg/m³. Vergleicht man die monatsmittlere Belastung, können die Unterschiede sogar noch deutlicher ausfallen (vgl. Tabelle 7).

Tabelle 7: Vergleich der Messergebnisse 2016 in unterschiedlichen Höhen an den verkehrsnahen Luftmessstationen

Station	Jahresmittelwert in 1,5 m Höhe	Jahresmittelwert in 4 m Höhe	Differenz Messergebnisse im Monatsmittel	Differenz Messergebnisse im Jahresmittel
Max-Brauer-Allee II	58 µg/m ³	49 µg/m ³	5 bis 12 µg/m ³	9 µg/m ³
Habichtstraße	62 µg/m ³	59 µg/m ³	-1 bis 6 µg/m ³	3 µg/m ³
Stresemannstraße	50 µg/m ³	47 µg/m ³	2 bis 6 µg/m ³	3 µg/m ³
Kieler Straße	47 µg/m ³	46 µg/m ³	- 1 bis 1 µg/m ³	1 µg/m ³

4.2.4 Zusammenfassung der Ergebnisse der NO₂-Messungen

Die Messergebnisse zeigen sehr deutlich, dass die NO₂-Belastung in einem Straßenraum nicht gleichmäßig verteilt ist. Bereits mit wenigen Metern Entfernung zum Emissionsort können sowohl vertikal als auch horizontal erhebliche Konzentrationsunterschiede auftreten. Das Konzentrationsniveau an einem Standort ist stark von den lokalen Bedingungen abhängig und dabei zum Teil deutlichen kleinräumigen sowie zeitlichen Schwankungen unterlegen. Dabei spielen sowohl Prozesse wie chemische Umwandlung oder Verdünnung als auch Verwirbelungsprozesse eine wichtige Rolle. Das genaue Zusammenwirken dieser Pro-

zesse und Einflussfaktoren an einem Standort ist jedoch in weiten Teilen unbekannt, was die Interpretation von kleinräumigen Konzentrationsunterschieden erschwert.

Dies führt in der Konsequenz dazu, dass die punktuell an den Messcontainern erfasste NO₂-Belastung nicht direkt übertragbar ist auf die weitere Umgebung. Vielmehr müssen die Messergebnisse als Orientierungsrahmen für die Größenordnung des Belastungsniveaus an vergleichbaren Standorten verstanden werden. Dies gilt insbesondere für die verkehrsnahen Messstationen, da hier, anders als bei den Hintergrundmessstationen, aufgrund der direkten Nähe zur Emissionsquelle „Straßenverkehr“ sowohl Oxidationsprozesse als auch Verwirbelungsprozesse eine besonders große Rolle spielen.

Der Abstand zur Straße bzw. zur Emissionsquelle, die Bebauungsstruktur und die meteorologischen Verhältnisse sind entscheidende Einflussfaktoren für kleinräumige Effekte, die langjährige Trends in einzelnen Monaten oder Jahren teilweise überlagern können. Aus diesem Grund sind für die Bewertung der Luftqualität stets größere Messzeiträume heranzuziehen.

Die beschriebene kleinräumige sowie zeitliche Variabilität der Luftbelastung und die Vielzahl der zum Teil nur unvollständig erklärbaren Einflussfaktoren führen auch dazu, dass die Berechnung der Luftqualität anhand von Modellen stets mit Unsicherheiten verbunden ist. Diese Vielfalt der Einflussfaktoren ist modelltechnisch nur bedingt darstellbar (vgl. Kapitel 6). Dies gilt insbesondere für sogenannte Screening-Modelle mit einem geringen räumlichen Detaillierungsgrad, die modellbedingt auf Vereinfachungen fußen. Die 39. BImSchV lässt daher eine Unsicherheit bis 30 % bei der Modellierung der NO₂-Belastung zu.

5 Emissionsquellen und Verursacheranalyse

Die Immissionssituation wird insbesondere an den verkehrsnahen Luftmessstationen wesentlich durch lokale Emissionsquellen geprägt. Regionale und überregionale Quellen tragen im Allgemeinen zur Hintergrundbelastung bei.

Folgende Emittenten kommen als Verursacher für die NO₂-Belastung in Betracht:

- Verkehr: Straßenverkehr, Schiffsverkehr, Flugverkehr, Schienenverkehr und Offroad-Verkehr (Verbrennungsmotoren in mobilen Maschinen und Geräten).
- Industrielle Quellen (z. B. Kraftwerke, Abfallverbrennungsanlagen).
- Kleinfeuerungsanlagen für Heizung, Warmwasserbereitung und Prozesswärmeerzeugung im häuslichen und gewerblichen Bereich (Hausbrand und Kleingewerbe).
- Landwirtschaft und natürliche Quellen.

In diesem Kapitel werden zunächst die relevanten lokalen Emittentengruppen für Stickoxide (NO_x) in Hamburg vorgestellt (Kapitel 5.1) und anschließend deren Anteil an den NO₂-Grenzwertüberschreitungen an den verkehrsnahen Luftmessstationen analysiert (Kapitel 5.2).

5.1 Emissionsquellen

Für die Emittentengruppen Verkehr, Industrie sowie Hausbrand und Kleingewerbe liegen Daten über die emittierten Stickoxidmengen (NO_x) vor oder wurden gutachterlich abgeschätzt. Für die Mehrheit dieser Emittenten konnten aktuelle Emissionsdaten für das Jahr 2014 ermittelt werden. Davon abweichend musste für die Emissionen des Schiffsverkehrs und des Schienenverkehrs aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit im Bearbeitungszeitraum das Jahr 2013 als Erhebungsjahr herangezogen werden. Die Emissionsmengen der genehmigungsbedürftigen industriellen Anlagen lagen aufgrund des gesetzlich verankerten vierjährigen Berichtszyklus vollständig nur für das Jahr 2012 vor.

Zu den Emissionen, die durch die Landwirtschaft und natürlichen Quellen entstehen sowie zu den Emissionsquellen der Ferntransporte, die ihren Ursprung außerhalb Hamburgs haben, können keine Mengenangaben gemacht werden.

Die Emissionsmengen sind zum einen Grundlage der Verursacheranalyse (siehe Kapitel 5.2) um beurteilen zu können, welche Emittenten als mögliche Verursacher der Luftbelastung in Frage kommen. Zum anderen sind die Emissionsdaten Eingangsdaten für das Immissionsgutachten der IVU Umwelt GmbH (siehe Kapitel 6). In dem Gutachten wurde zum Aufbau des verwendeten Modells zunächst die Luftbelastung für das Jahr 2014 auf Basis der Emissionsmengen berechnet. Um das Jahr 2014 von den Prognosejahren abzugrenzen, wird in den folgenden Kapiteln auch von der so genannten „Ist-Situation 2014“ gesprochen. Darauf aufbauend wurden prognostische Berechnungen zur Entwicklung der Luftbelastung für die Jahre 2020 und 2025 ohne Luftreinhaltemaßnahmen (siehe Kapitel 6) durchgeführt, die als Vergleichsfälle für die Wirksamkeitsuntersuchung der Hamburger Luftreinhaltemaßnahmen (siehe Kapitel 7) herangezogen wurden. Die Berechnungsergebnisse bzw. Annahmen über die künftige Emissionsentwicklung in den Jahren 2020 und 2025 werden daher neben den Angaben zu den aktuellen Emissionsmengen in diesem Kapitel ebenfalls angeführt.

5.1.1 Straßenverkehr

Emissionsmengen 2014

Für die Ermittlung der Emissionen aus dem Kfz-Verkehr werden Angaben zur durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV), Fahrleistungen, Flottenzusammensetzung und Verkehrssituation bzw. Verkehrszustand (Geschwindigkeiten, Stauanteile) benötigt.

Für die Angaben zu Verkehrsstärke und Fahrleistungen wurde ein Verkehrsmodell verwendet (BWVI, 2017). Das Verkehrsmodell umfasst die Metropolregion Hamburg, stellt diese in rund 830 Verkehrsbezirken dar, und enthält das relevante Straßennetz sowie ÖPNV-Angebot.

Die Fahrzeugflotte setzen sich zum einen aus den unterschiedlichen Fahrzeugarten wie Pkw, schweren Nutzfahrzeugen (Nfz)/ Lkw, leichten Nutzfahrzeugen, Linien- und Reisebussen sowie Krafträder und zum anderen aus den Abgasstandards (Euro-Normen) dieser Fahrzeugarten zusammen (Flottenzusammensetzung). Die Anteile für schwere Lkw und Linienbusse standen abschnittsweise für das Gesamtnetz zur Verfügung (BWVI, 2017). Der Anteil leichter Nutzfahrzeuge wurde in Anlehnung an (BAST, 2012) pauschal auf 9 % gesetzt. Für Krafträder wurde der Anteil von 1 % aus den Fahrleistungsdaten des KBA ermittelt. Reisebusse sind als Anteil in den Lkw enthalten. Für die Anteile der Abgasnormen wurde auf die typische bundesdurchschnittliche Flotte zurückgegriffen. Für Linienbusse konnte auf die spezifischen Angaben der Hamburger Verkehrsbetriebe zurückgegriffen werden.

Zur Berechnung des Verkehrszustands (Level of Service - LOS) wurde das Kapazitätsmodell von IMMIS^{em} eingesetzt, mit dem auf Basis einer Kapazität des Straßenabschnitts die Anteile der vier vorgegebenen Verkehrszustände am DTV ermittelt wurden. Die Kapazitäten je Straßenabschnitt wurden zum Teil aus Echtzeitdaten von Navigationssystemen, so genannten Floating-Car-Daten, ermittelt (VMZ, 2017) und zum Teil aus Standardwerten für die Kapazität je Fahrspur bestimmt.

Gemäß dem Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA) wird hinsichtlich des Level of Service in vier Kategorien unterschieden. Diese umfassen folgende Verkehrssituationen:

- Flüssig,
- Dicht,
- Gesättigt,
- Stop & Go.

Die Stickoxidemissionen der Fahrzeuge sind neben der Abgasnorm im besonderen Maße vom jeweiligen Verkehrszustand abhängig. HBEFA ordnet den vorstehenden vier LOS-Kategorien daher bei ansonsten gleichen Randbedingungen unterschiedliche Emissionsfaktoren zu. Bei schlechterem Verkehrsfluss erhöhen sich die Stickoxidemissionen erheblich. Für die zuvor genannte Aufreihung der Zustände bedeutet dies, dass die Emissionsfaktoren von „Flüssig“ nach „Stop & Go“ größer werden.

Der Verkehrszustand eines Straßenabschnittes kann nicht pauschal mit einer der LOS-Einstufungen beschrieben werden. Vielmehr setzt sich der Verkehrszustand eines Abschnittes über einen bestimmten Zeitabschnitt (z. B. Tag, Woche oder Jahr) aus allen oben genannten Einstufungsmöglichkeiten zusammen.

Die vier LOS-Kategorien gehen mit ihren jeweiligen prozentualen Anteilen in die Emissionsberechnung ein. Diese Differenzierung wurde für jeden betrachteten Straßenabschnitt vorgenommen. Entscheidend für die Emissionsberechnung ist, wie hoch die Anteile von schlechtem Verkehrsfluss im betrachteten Abschnitt sind.

Basierend auf dieser Typisierung der verkehrlichen Parameter konnten für das Hamburger Straßennetz (ohne Metropolregion) abschnittsweise die Emissionen des Kfz-Verkehrs aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA 3.2) ermittelt werden (IVU, 2017).

Das HBEFA beinhaltet eine vom Umweltbundesamt in Kooperation mit weiteren Staaten entwickelte Datenbank, die empirisch begründete, abgestimmte und regelmäßig aktualisierte Emissionsfaktoren (EFA) für derzeit übliche Fahrzeugkategorien enthält. Für die Bestimmung der EFA werden reale Fahrverhalten aufgenommen, kategorisiert und ausgewertet. Im Anschluss werden die Schadstoffemissionen der Fahrzeuge im Labor gemessen und darauf basierend Motorenkennfelder abgeleitet. In einem dritten Schritt werden modellbasierte EFA für zahlreiche kategorisierte Verkehrssituationen für nahezu alle verfügbaren Fahrzeugtypen berechnet. Letztlich werden die ermittelten Daten im Realbetrieb validiert.

Die Anzahl der zur Validierung zur Verfügung stehenden Fahrzeuge nimmt mit steigender Euro-Norm ab. Dies betrifft insbesondere die in der HBEFA Version 3.2 hinterlegten Informationen zum Abgasverhalten von Euro-6-Diesel-Pkw. Um die neuerlich festgestellten Abweichungen der realen Abgasemissionen auf der Straße von den bisherigen Annahmen bei modernen Euro 6-Fahrzeugen zu berücksichtigen, wurden die Emissionsfaktoren des HBEFA 3.2 bei dieselbetriebenen Pkw und leichten Nutzfahrzeugen der Abgasnorm Euro 6 bei der Emissionsberechnung durch IVU nach Rücksprache mit dem Umweltbundesamt bereits im Herbst 2016 mit einem Korrekturfaktor von 1,9 multipliziert. Hiermit werden die für Hamburg berechneten Emissionen dieser Fahrzeuge um 90 % erhöht, um den aktuellen Erkenntnissen über zu hohe Emissionen Rechnung zu tragen.

Für die Ist-Situation 2014 werden bei einer Gesamtfahrleistung aller Kfz von 8 120 Mio. km jährlich 5 949 t NO_x emittiert. Die Fahrleistungen und Emissionen für das Jahr 2014 sind in Tabelle 8 getrennt nach Fahrzeugtypen aufgelistet. Die Bilanz gilt für das verwendete Gesamtnetz im Hamburger Stadtgebiet.

Tabelle 8: Fahrleistungen und NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs im Hamburger Gesamtnetz für die Ist-Situation 2014

Fahrzeuggruppe	jährliche Fahrleistung [Mio.km/a]		NO _x Emissionen [t/a]	
Pkw	6 593	(81 %)	2 374	(40 %)
leichte Nfz	731	(9 %)	579	(10 %)
Lkw ab 3,5 t	650	(8 %)	2 461	(41 %)
Linienbusse	68	(0,8 %)	524	(8,8 %)
Krafträder	81	(1 %)	10	(0,2 %)
Summe	8 123		5 949	

Die Tabelle 8 zeigt ein Ungleichgewicht zwischen den Anteilen der einzelnen Fahrzeuggruppen an den Fahrleistungen (gefahrte Kilometer) und den daraus resultierenden Emissionen. So haben Pkw und leichte Nutzfahrzeuge mit ca. 90 % den höchsten Fahrleistungsanteil, verursachen aber nur ca. 50 % der gesamten NO_x-Emissionen. Demgegenüber ist der Anteil der Lkw und Linienbusse an den Gesamtemissionen trotz relativ geringem Fahrleistungsanteil überproportional hoch. Krafträder haben an den Fahrleistungen und auch an den Gesamtemissionen einen geringen Anteil.

Emissionsprognosen 2020 und 2025

Um die künftigen Emissionen des Straßenverkehrs berechnen zu können, mussten zunächst zahlreiche Annahmen über die künftige Verkehrsentwicklung ohne Luftreinhaltemaßnahmen getroffen und in das Verkehrsmodell übertragen werden (BWVI, 2017). Daraus wurden die sogenannten „Basisszenarien“ jeweils für die Jahre 2020 und 2025 gebildet, die für die Wirksamkeitsuntersuchung der Maßnahmen der

2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans als Vergleichsfall dienen. Es wurden folgende verkehrliche Faktoren berücksichtigt:

1. Neuverkehre durch neue Nutzung: Für die Basisszenarien 2020 und 2025 wird der erzeugte Neuverkehr durch zusätzliche Flächennutzungen für Wohnen und Gewerbe berücksichtigt.
2. Neue Straßeninfrastruktur: Die Straßeninfrastruktur wird bedarfsgerecht erweitert. Für die folgenden Maßnahmen wurde von einer Realisierung bis 2020 oder 2025 ausgegangen:

Bis 2020:

- Ausbau A7: Bauabschnitt Schnelsen, Bauabschnitt Stellingen (teilweise), K20,
- Verlegung Wilhelmsburger Reichsstraße,
- Hafen: Anbindung Altenwerder Nord, Aufhebung Einschränkungen Kattwyk- und Rethebrücke, 2. Anbindung Steinwerder, östliche Anbindung Haupthafenroute,
- Erschließung HafenCity, Rothenburgsort Ost, Neue Mitte Altona, Bahrenfeld Nord inkl. Verlängerung Holstenkamp.

Bis 2025:

- Ausbau A7: Bauabschnitt Stellingen (vollständig), Bauabschnitt Altona, K30,
- A26: Buxtehude bis Hohe Schaar,
- Hafen: Anbindung Altenwerder Süd, Freihafenelbbrücke,
- Erschließung Wilhelmsburg 2013+, Rothenburgsort West.

3. Trendfortschreibung Mobilitätsverhalten: Die ausschließliche Betrachtung der Wachstumstendenzen bei Bevölkerung, Gewerbe und Straßeninfrastruktur würde einen starken Anstieg des Verkehrsaufkommens bewirken. Allerdings kann in Hamburg eine Veränderung des Mobilitätsverhaltens beobachtet werden, die dieser Entwicklung entgegensteht, insbesondere durch eine Reduktion des Anteils des motorisierten Individualverkehrs (MIV) am Modal Split. Zuwächse konnte der Radverkehr verzeichnen. Ähnliche Trends gibt es auch in vergleichbaren deutschen Großstädten. So konnte gemäß der Untersuchung „Mobilität in Städten - SrV 2013“ in neun Großstädten Westdeutschlands zwischen 2008 und 2013 ein Rückgang von durchschnittlich 2 % des MIV-Anteils beobachtet werden. Aus diesen Entwicklungen wurden für die Basisszenarien Trendannahmen zur Reduktion des MIV abgeleitet. Für die Trendprognose für Hamburg wird entsprechend ein Rückgang des MIV-Anteils im Binnenverkehr um zwei Prozentpunkte je Fünf-Jahres-Intervall angesetzt. Der 2008 vorhandene MIV-Anteil von 42 % sinkt zum Analysezeitpunkt 2014 demnach auf 40 %, die Trendprognosen 2020 und 2025 haben MIV-Anteile von 38 % bzw. 36 % (des Binnenverkehrs in Hamburg).

In den Basisszenarien kommt es insgesamt zu einem Anstieg der Verkehrsmengen. Lokal sind allerdings starke Unterschiede zu verzeichnen. So wird es auf den Bundesfernstraßen sowie in unmittelbarem Umfeld neu entwickelter Wohn- und Gewerbegebiete zu Zuwächsen der Verkehrsmengen kommen, während sich im übrigen Stadtstraßennetz ein Rückgang einstellt.

Tabelle 9 zeigt eine nach Fahrzeugtypen getrennte Gegenüberstellung der Fahrleistungen in der Ist-Situation 2014 und in den Basisszenarien 2020 und 2025 für den Gesamtverkehr in Hamburg.

Tabelle 9: Fahrleistungen im Hamburger Gesamtnetz für die Ist-Situation 2014 und die Basisszenarien 2020 und 2025

Fahrzeuggruppe	jährliche Fahrleistung [Mio.km/a]			Vergleich	
	2014	2020	2025	2020 zu 2014	2025 zu 2020
Pkw	6 593	6 717	6 687	1,9 %	-0,5 %
leichte Lkw	731	754	767	3,2 %	1,7 %
schwere Lkw	650	758	919	16,5 %	21,3 %
Linienbusse	68	69	69	1,5 %	0,0 %
Krafträder	81	84	85	3,2 %	1,7 %
Kfz Gesamt	8 123	8 382	8 528	3,2 %	1,7 %

Aufbauend auf diesen verkehrlichen Eingangsdaten wurden für die Basisszenarien 2020 und 2025 die Emissionen des Kfz-Verkehrs im Hamburger Straßennetz berechnet. Tabelle 10 stellt die Emissionsbilanzen des Kfz-Verkehrs für die Basisszenarien 2020 und 2025 der Emissionsbilanz für die Ist-Situation im Jahr 2014 gegenüber.

Tabelle 10: NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs im Hamburger Gesamtnetz für die Ist-Situation 2014 und die Basisszenarien 2020 und 2025

Szenario		
Ist-Situation 2014	Jahresemissionen [t/a]	5 949
Basisszenario 2020	Jahresemissionen [t/a]	3 574
	Abweichung zu 2014 [%]	-40 %
Basisszenario 2025	Jahresemissionen [t/a]	2 358
	Abweichung zu 2020 [%]	-34 %

Trotz der Zunahme der Gesamtfahrleistung wird ein deutlicher Rückgang der straßenverkehrsbedingten NO_x-Emissionen von 40 % in 2020 und weiteren 34 % in 2025 prognostiziert. Dies resultiert im Wesentlichen aus den Effekten der Fahrzeugflottenerneuerung, die durch die bundesdurchschnittlichen Annahmen im HBEFA vorgegeben sind. Durch die Flottenerneuerung mit Fahrzeugen mit modernen, vergleichsweise abgasarmen Motoren ist insbesondere bei den schweren Nutzfahrzeugen und Bussen mit erheblichen Emissionsminderungen zu rechnen. Aber auch im Segment der Pkw und leichten Nutzfahrzeuge sind die Emissionen rückläufig. Der aufgrund der bei modernen Euro 6-Pkw festgestellten Abweichungen der realen Abgasemissionen durch das UBA vorgeschlagene Korrekturfaktor von 1,9 im HBEFA 3.2 wurde dabei berücksichtigt.

Wie sich diese Emissionsreduktionen auf die Luftbelastung auswirken, wird in Kapitel 6.3 ausgeführt.

5.1.2 Schiffsverkehr

Emissionsmengen 2013

Der Hamburger Hafen ist Deutschlands größter Seehafen und Drehscheibe für die Ostseeverkehre in der sogenannten „Nordrange“, der Riege der bedeutendsten europäischen Häfen an der Nordsee. Der Gesamtumschlag an Seegütern im Jahr 2016 betrug 138,2 Mio. t. In Hamburg und der Metropolregion sind über 150 000 Arbeitsplätze mit dem Hafen und der Schifffahrt verbunden. Der Hamburger Hafen ist seit 2015 auch der zweitgrößte Hafen für Binnenschifffahrt in Deutschland. Der Umschlag von und auf Binnenschiffe betrug 12,4 Mio. t. Der Gütertransport per Binnenschiff ist dabei eine der umweltfreundlichsten Transportarten. Daher sollen auch künftig weiter auf die Binnenschifffahrt gesetzt und die Hinterlandverkehre ausgebaut werden.

Die Emissionen des Schiffsverkehrs wurden von der Hamburg Port Authority (HPA) für das Jahr 2013 mit Hilfe des vom Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) entwickelten Tools „Elbsimulation“ berechnet (Version V5.17). Dieses Simulationstool wird bei der HPA für die Untersuchung von Fragestellungen der Hafenentwicklung sowie für die Ermittlung der durch die Seeschifffahrt, Binnenschifffahrt und hafeninternen Verkehre erzeugten Luftschadstoffemissionen im Hamburger Hafen für historische, gegenwärtige und zukünftige Jahre eingesetzt. Die Simulation von Szenarien erfolgt auf Basis von Verteilungsfunktionen, die durch die historische Analyse des Umschlags- und Anlaufprofils des Hamburger Hafens vom ISL ermittelt und in Vorlagendateien zur Erstellung weiterer Szenarien hinterlegt wurden. Diese Vorgehensweise ermöglicht es der HPA, Zukunftsszenarien zu definieren und im Rahmen von Hafenentwicklungsprojekten zu untersuchen. Neben dem See- und Binnenschiffsverkehr werden in dem Modell auch die hafeninternen Verkehre abgebildet. In der Simulation sind u.a. die Bewegungen von Fährdiensten, Fahrten von hoheitlichen Fahrzeugen (Polizei, Zoll, Feuerwehr), Schuten-/Lotsenfahrten und Binnenschiff-Umfahren enthalten. Für das Jahr 2013 wurden über 2 700 Einzelschiffe zu 21 Analysetypen zusammengefasst.

Mit dem Simulationssystem können für vergangene Jahre die Bewegungsprofile der Seeschiffe und Schlepper realitätsnah nachgebildet und ausgewertet werden. Durch die Überwachung des Seeschiffsverkehrs in der Nautischen Zentrale im Hamburger Hafen liegen detaillierte Bewegungsinformationen über jeden Schiffsanlauf in Hamburg vor. Zu jedem Schiff werden u.a. die Nummer der International Maritime Organization (IMO), Hafenankunft/-abfahrt sowie Liegeplatzankunft/-abfahrt registriert. Aus der Motordatenbank des ISL werden dem Schiff über die IMO-Nummer die jeweils zugehörigen Motorenparameter sowie der jeweilige Analysetyp zugeordnet. Im Verkehrsnetz der Elbsimulation werden ca. 300 Liegeplätze abgebildet und an das Verkehrsnetz angebunden. Die Emissionsergebnisse können in der Simulation zu Verkehrsbereichen zusammengefasst, aber auch separat für definierte Verkehrssegmente, Drehkreise und Liegeplätze ausgewertet werden. Außerdem ist eine Unterscheidung der Emissionen möglich, die am Liegeplatz, während der Revierfahrt und oder beim Manövrieren freigesetzt werden.

Die Berechnung der Emissionen aus dem Schiffsverkehr im Hamburger Hafen für das Jahr 2013 setzt sich zusammen aus den über die Simulation ermittelten Emissionen für die Binnenschiffs- und hafeninternen Verkehre sowie aus den über die Bewegungsprofile ermittelten Emissionen für den Seeschiffs- und Schlepperverkehr. Die NO_x-Emissionen aus dem Schiffsverkehr betragen in der Summe 7 944 t. Gemessen an der Gesamtsumme der Emissionen weisen Seeschiffe einen Anteil von ca. 90 % aller schiffsbedingten NO_x-Emissionen im Hafen auf. Die detaillierte Verteilung der Emissionen für die mit der „Elbsimulation“ modellierten Schiffsklassen ist Tabelle 11 und Abbildung 12 zu entnehmen.

Tabelle 11: Summen (in t) und Anteile (in %) der schiffsbedingten NO_x-Emissionen im Hamburger Hafen im Jahr 2013

Schiffsklasse	t NO _x	%
<i>Containerschiff</i>	5 422	68
<i>Gas-/Öl-/Chemietanker</i>	832	10
<i>Trockenmassengut</i>	132	2
<i>Mehrzweckschiff</i>	458	5
<i>Kreuzfahrtschiff</i>	200	3
<i>Sonstiges Seeschiff</i>	2,7	< 1
Schlepper	175	2
Sonst. hafeninterne Verkehre	264	3
Binnenschiff	458	6
SUMME	7 944	

Anmerkung: Die Schiffsklasse der Seeschiffe ist kursiv gedruckt

Die NO_x-Emissionen entstehen während des Verbrennungsprozesses im Schiffsmotor, und ihre Höhe wird wesentlich von der Leistung des Motors beeinflusst. Im Jahr 2013 wurden in Hamburg insgesamt 139,6 Mio. t Seegüter und 9,3 Mio. Standardcontainer (Twenty-foot Equivalent Unit - TEU) umgeschlagen. Die Emissionsmengen der Containerschiffe spiegeln sich dementsprechend anteilig in der Emissionsverteilung der einzelnen Schiffsklassen wieder. Hafenerne Verkehre und Binnenschiffe machen dagegen nur 5 bis 6 % der NO_x-Emissionen im Hafen aus. Die anteilige Auswertung der Emissionen von Revierfahrt, Manövrieren und Liegeplatz zeigt, dass mit 65 % (5 157 t) der Großteil aller schiffsbedingten NO_x-Emissionen am Liegeplatz entsteht und vor allem während der Liegezeiten (Ø 22 h) der Seeschiffe freigesetzt wird.

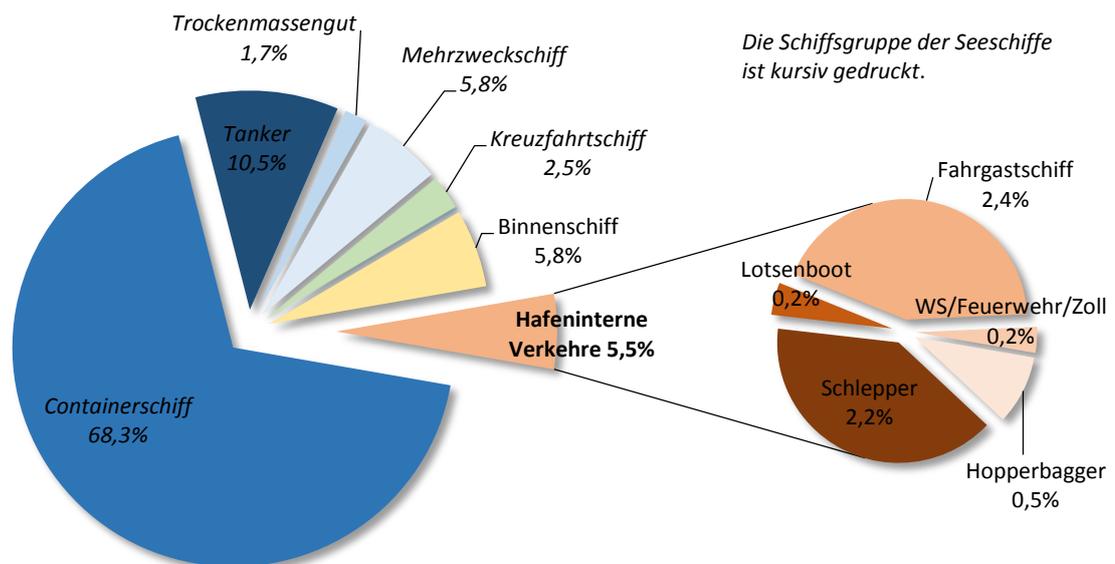


Abbildung 12: Verteilung der schiffsbedingten NO_x-Emissionen auf die einzelnen Schiffsklassen im Jahr 2013

Emissionsprognosen 2020 und 2025

Die Entwicklung der Emissionen wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Eine Zunahme des Warenumschlags und - damit verbunden auch eine steigende Anzahl von Schiffsanläufen - führt zu einer Erhöhung der Emissionsmengen. Dagegen können Flottenerneuerung, technischer Fortschritt und strengere gesetzliche Regularien ein Absinken der Emissionen bewirken. Auch eine Veränderung des Anteils der in Hamburg umgeschlagenen Güter kann zu einem Anstieg der Emissionen bei einigen und zu einer Absenkung der Emissionen bei anderen Schiffsklassen führen.

Die Vorhersagen für die Entwicklung der Emissionen aus dem Schiffsverkehr beruhen im Wesentlichen auf einer Studie des ISL zum Wachstum des Hamburger Hafens, dargestellt in Tabelle 12 (ISL, 2015). Das ISL hat in enger Zusammenarbeit mit Akteuren der maritimen Wirtschaft für die einzelnen Gütersegmente, Fahrtgebiete und Hinterlandregionen umfangreiche Risiko- und Potenzialszenarien hergeleitet, die aufzeigen, wie sich bestimmte Entwicklungen (z. B. ein Anstieg des Ölpreises oder die Konkurrenz der Häfen im Mittelmeer) auf den Umschlag des Hamburger Hafens im jeweiligen Segment auswirken. Gemäß dem zugrundeliegenden ISL-Referenzszenario steigt das Umschlagpotenzial des Hamburger Hafens von 140 Mio. Tonnen in 2013 auf 194 Mio. Tonnen in 2025. Der Containerverkehr wird dabei das dynamischste Umschlagsegment im Hamburger Hafen bleiben: Das Umschlagpotenzial steigt bis 2025 aufgrund der sich verbessernden Wettbewerbsposition des Hafens in diesem Segment durch die geplante Fahrrinnenanpassung und den Ausbau des Nord-Ostsee-Kanals voraussichtlich auf 14,5 Mio. TEU.

Tabelle 12: Entwicklung des Umschlagpotenzials für den Hamburger Hafen gemäß ISL 2015

	Bezugsjahr 2013	Prognose 2020	Prognose 2025
Gesamtumschlag (in Mio. t)	139,6	165,3	194,3
Containerumschlag (in Mio. TEU)	9,3	11,7	14,5

Die Emissionen des Schiffsverkehrs wurden von der HPA für das Jahr 2020 und 2025 mit Hilfe des vom ISL entwickelten Tools „Elbsimulation“ berechnet (Version V5.17; zur Methodik siehe vorangegangener Abschnitt). Basierend auf den Modellierungen der Simulation und der Prognose für den Hamburger Hafen (ISL 2015) werden die NO_x-Emissionen aus dem Schiffsverkehr bis 2025 im Vergleich zum Basisjahr 2013 um rund 6 % ansteigen (siehe Tabelle 13).

Tabelle 13: Entwicklung der schiffsbedingten NO_x-Emissionen im Hamburger Hafen für die Jahre 2013, 2020 und 2025

	Bezugsjahr 2013	Prognose 2020	% ggü. 2013	Prognose 2025	% ggü. 2013
t NO _x	7.944	7.900	-0,5 %	8.433	+6,2 %

Die Prognose der schiffsbedingten Emissionen kann sich für die einzelnen Schiffsklassen allerdings sehr unterschiedlich darstellen (siehe oben stehende Erläuterung zur ISL-Umschlagspotenzialprognose): Aufgrund langfristig steigender Prognosen für den Containerumschlag werden zum Beispiel die durch Containerschiffe freigesetzten NO_x-Mengen trotz verbesserter Effizienz der einzelnen Schiffe bis 2025 um bis zu 13 % steigen (siehe Abbildung 13). Vor dem Hintergrund des bis 2025 prognostizierten Umschlagswachstums um 55 % gegenüber 2013 in diesem Segment ist der Anstieg noch als mäßig anzusehen (siehe Tabel-

le 13). In der Binnenschifffahrt wird es dagegen aufgrund umfangreicher Flottenerneuerungen bei annähernd gleichbleibenden Schiffsanlaufzahlen bis 2025 zu einem Absinken um ca. 7 % der NO_x-Emissionen kommen.

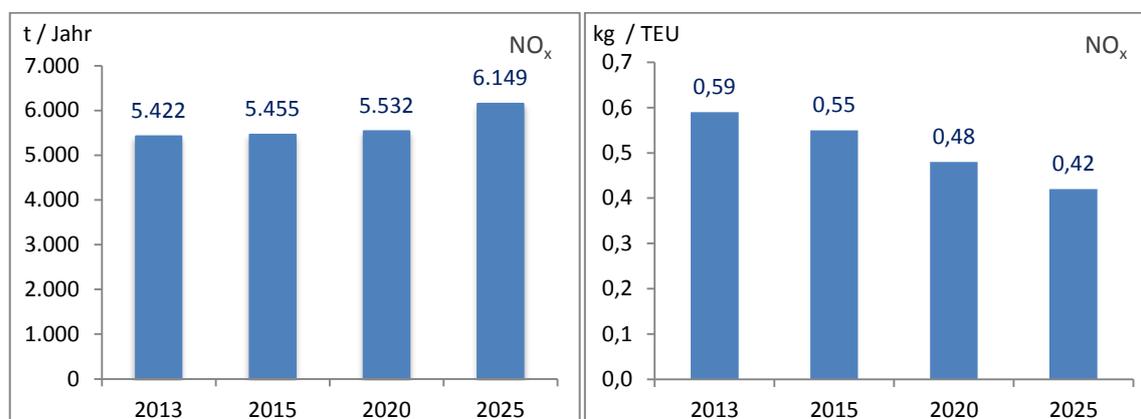


Abbildung 13: Prognose der schiffsbedingten NO_x-Emissionen und der Effizienz als kg NO_x/TEU des Containerumschlags im Hamburger Hafen für die Jahre 2013, 2015, 2020 und 2025 (ISL, 2015)

Die IMO reguliert auf internationaler Ebene den Ausstoß von NO_x-Emissionen über den Annex VI des MARPOL-Abkommens zum Schutz der Meeresumwelt. Die maximal zulässigen NO_x-Emissionen werden dabei anhand einer Grenzwertkurve in Abhängigkeit von der Drehzahl des Motors festgelegt. Diese Grenzwerte werden nach einem durch die IMO festgelegten Zeitplan stufenweise verschärft (Tier I und II). Darüber hinaus gelten in den durch die IMO festgelegten Stickstoff-Emissionskontrollgebieten (sogenannte „Nitrogen Emission Control Areas“; NECA) besonders strenge NO_x-Grenzwerte (Tier III). Diese gelten allerdings nur für Schiffe mit einem Kiellegungsdatum nach Ausweisung der jeweiligen NECA. Bislang war nur die nordamerikanische Küste als NECA ausgewiesen. Im Herbst 2016 ebnete die IMO nun auch den Weg zur Ausweisung der Nord- und Ostsee als weitere NECA ab 2021. Es wird erwartet, dass die Ausweisung der Nord- und Ostsee als NECA mit den dann gültigen verschärften Grenzwerten perspektivisch zu einer spürbaren Reduktion der schiffsbedingten NO_x-Emissionen führen wird.

5.1.3 Flugverkehr

Der internationale Verkehrsflughafen Hamburg ist nach Passagierzahlen der fünftgrößte Flughafen Deutschlands und die Drehscheibe des Nordens für den Luftverkehr. Die geringe Entfernung zum Stadtzentrum sorgt für beste Anschlussmöglichkeiten nach Hamburg. Im Bezugsjahr 2014 haben rund 14,8 Mio. Passagiere den Flughafen genutzt, dazu waren insgesamt 153 876 Flugbewegungen (davon 139 324 gewerbliche) nötig.

Der Luftverkehr selbst, wie auch der Betrieb eines Flughafens, ist mit Emissionen von Luftschadstoffen verbunden. So zählen die Emissionsmengen aus startenden und landenden Flugzeugen im gesamten LTO-Zyklus (Landing and Take-Off) bis zu einer Höhe von 300 m zum Wirkungsbereich des Flughafens. Hinzu kommen die Vorgänge am Boden wie Wartezeiten an den Startbahnköpfen, Rollbewegungen auf Taxiwegen und Rollgassen sowie die Nutzung der integrierten Generatoren (Auxiliary Power Unit - APU) zum Start der Triebwerke.

Die vom Flugverkehr ausgehenden Emissionsmengen für das Jahr 2014 wurden vom Flughafen auf Grundlage des Simulationsprogramms LASPORT berechnet (vgl. Tabelle 14), welches an Flughäfen als Standardsoftware für routinemäßige Emissions- und Ausbreitungsberechnungen verwendet wird. Berücksichtigt werden dabei sämtliche bodennahen Flugzeugbewegungen im LTO-Zyklus (Endanflug, Landung, Rollen, Start, erste Steigflugphase) nach Größenklassen und Wartezeiten.

Die APU-Emissionen werden bei LASPORT gesondert berechnet. Die Laufzeiten der APUs wurden gemäß den Datenerfassungssystemen (DES) des Flughafens Hamburg mit 15 Minuten angesetzt. Dadurch wird eine regelkonforme und konservative Betrachtung gewährleistet. Am Hamburger Flughafen sind die Laufzeiten der APUs durch die Flughafenbenutzungsordnung (FBO) auf ein notwendiges Minimum limitiert und fallen daher in der Regel kürzer aus.

Tabelle 14: NO_x-Emissionen des Flugverkehrs 2014

Emittent	NO _x Emissionen [t/a]
Luftfahrzeuge	427
Hilfstriebwerke (APU)	15

Emissionen 2020 und 2025

Die Entwicklung der letzten Jahre zeigt einen deutlichen Trend: Das Passagierwachstum wird durch die Nutzung größerer Flugzeuge und einer besseren Auslastung von der zunehmenden Anzahl der Flugzeugbewegungen abgekoppelt. Die Zahl der Bewegungen wächst deutlich geringer.

Analog zur gesamten Luftfahrtbranche wird auch am Hamburger Flughafen in den kommenden Jahren mit einem weiteren Passagierwachstum gerechnet. Unter dieser Annahme wurden die Emissionen des Luftverkehrs im Jahr 2020 mithilfe des Simulationsprogramms LASPORT abgeschätzt (vgl. Tabelle 15). Wesentlichen Einfluss auf die Höhe der Emissionen hat das eingesetzte Fluggerät. Wie schnell die Flottenmodernisierung der Airlines voranschreitet, ist derzeit noch nicht genau abschätzbar. Vor diesem Hintergrund wurde ein konservativer Ansatz gewählt, der die Emissionen unter Berücksichtigung der aktuellen Flottenzusammensetzung kalkuliert und somit die tatsächlichen Emissionen im Jahr 2020 tendenziell überschätzt. Dieser Wert wurde auch für das Prognosejahr 2025 angesetzt.

Tabelle 15: NO_x-Emissionsprognosen Flugverkehr 2020 und 2025

Emittent	NO _x Emissionen [t/a]
Luftfahrzeuge	667
Hilfstriebwerke (APU)	22

5.1.4 Schienenverkehr

Emissionen Schienenverkehr Deutsche Bahn

Hamburg ist der wichtigste Eisenbahnknotenpunkt in Norddeutschland und einer der zentralen Knoten im europäischen Schienengüterverkehr. Die innerhalb von Hamburg gelegenen Streckenabschnitte der Deutschen Bahn (DB) AG sind weitgehend elektrifiziert. Allerdings sind Serviceeinrichtungen wie Güterbahnhöfe und auch Gleisanschlüsse mit ihren Zuführgleisen oft nicht elektrifiziert.

Luftschadstoff-verursachende Diesellokomotiven werden aus Gründen der betrieblichen Effizienz auch auf elektrifizierten Gleisen eingesetzt, wenn auf einer Fahrt Abschnitte ohne Elektrifizierung liegen („Diesel unter Fahrdraht“). Inzwischen werden auch Hybrid-E-Loks eingesetzt, die mit einem kleineren Dieselmotor die Wagen „auf der letzten Meile“ auch ohne Fahrdraht rangieren.

Die NO_x-Emissionsmengen wurden im Auftrag der BUE von der Deutschen Bahn AG für das Jahr 2013 ermittelt (vgl. Tabelle 16). Die Emissionen der Hafenbahn wurden gesondert ermittelt (s.u.). Daten für das Jahr 2014 waren zum Zeitpunkt der Datenerhebung noch nicht verfügbar.

Tabelle 16: NO_x-Emissionen des Schienenverkehrs ohne Hafenbahn 2013

Verkehrsträger	NO _x Emissionen [t/a]
Schiene	122
Rangierbahnhof Harburg Süd	9
Summe	131

Emissionen der Hafenbahn

Die Hafenbahn ist das Bindeglied zwischen den Hafenanlagen Hamburgs und verbindet u.a. die Umschlagterminals der Containerschiffe mit dem europäischen Schienennetz. Unabhängig davon, ob die Güter vom Hafen in die Welt transportiert werden oder umgekehrt: Allen Eisenbahnverkehrsunternehmen, deren Güterzüge den Hamburger Hafen befahren, stellt die Hafenbahn ihre Infrastruktur diskriminierungsfrei zur Verfügung. Das Hafennetz umfasst ca. 300 km Gleise mit etwa 850 Weichen, 150 km davon elektrifiziert (Stand 2015). Jeden Tag werden durchschnittlich 200 Züge und über 5 000 Wagen bewegt. Der Hamburger Hafen ist damit der größte Eisenbahnhafen Europas.

Die Emissionen der Hafenbahn wurden im Auftrag der HPA für das Bezugsjahr 2013 berechnet (Starcrest, 2015). Im Jahr 2013 wurden 41,6 Mio. t Güter und 2,1 Mio. TEU über das Hafennetz abgewickelt.

Grundlage der Analysen waren alle Bahnbewegungen, die auf dem Gleisnetz innerhalb der Hafengrenzen erfolgten. Die Hafengleise werden zum einen durch die fortlaufende Zuführung von Zügen aus dem Netz der Deutschen Bahn AG belegt sowie durch die Abfuhr von Zügen aus dem Hafen in Richtung Hinterland („Zugfahrten“). Davon unterscheiden sich die sogenannten „Rangierfahrten“, mit denen ein Großteil der Wagenbewegungen innerhalb des Hafens beispielsweise zur Sortierung und Neugruppierung von Wagen nach Einfahrt eines Zuges oder zur Zustellung von Wagen zu den einzelnen Ladestellen umgesetzt wird. Die Emissionsberechnung wurde für die Zug- und Rangierfahrten jeweils getrennt durchgeführt und basiert u.a. auf Aktivitätsdaten zu Zuganzahlen, Loktypen, Streckenlängen, Operationsgeschwindigkeit, Anzahl der Betriebsstunden und Dieselanteil der Flotte.

Die NO_x-Emissionen der Hafenbahn betragen im Jahr 2013 insgesamt 257 t. Die detaillierte Aufstellung der Emissionen der Zug- und Rangierfahrten ist Tabelle 17 zu entnehmen.

Tabelle 17: NO_x-Emissionen der Hafenbahn in 2013

Verkehrsträger	NO _x Emissionen [t/a]
Zugfahrten	8
Rangierfahrten	249
Summe	257

Der Größenunterschied in den Emissionsmengen zwischen Zug- und Rangierfahrten begründet sich durch den fast ausschließlichen Einsatz elektrischer Loks bei den Zugfahrten (in und aus dem Hamburger Hafen) und den erheblich höheren zugrundeliegenden Aktivitätsdaten bei den Rangierfahrten: Im Jahr 2013 wurden ca. 57 000 Zugfahrten in und aus dem Hamburger Hafen von der HPA registriert. Nur 10 % dieser Lokomotiven (in der Summe ca. 1 000 Betriebsstunden) wurden mit Dieselmotoren betrieben und setzten Emissionen frei. Demgegenüber steht die Anzahl von ca. 29 000 bei Rangierfahrten erfassten Zugbewegungen (ca. 191 000 Betriebsstunden), die ausschließlich von Diesel-betriebenen Lokomotiven durchgeführt wurden. 30 % dieser Operationen wurden von Lokomotiven mit Rußpartikelfilter ausgeführt.

Emissionen 2020 und 2025

Emissionen Schienenverkehr Deutsche Bahn

Durch die angestrebte Verlagerung von Transporten von der Straße auf die Schiene kann einerseits eine Zunahme der Fahrten und damit auch der damit verbundenen Emissionen unterstellt werden. Auf der anderen Seite schreiten Elektrifizierung und Flottenerneuerung der Lokomotiven weiter voran. Da für die Abschätzung der künftigen Emissionsentwicklung keine ausreichenden Informationen vorlagen, wurden für die Emissionsprognosen für die Jahre 2020 und 2025 die NO_x-Emissionsmengen aus dem Jahr 2013 angesetzt (131 t/a).

Emissionen der Hafenbahn

Die Vorhersagen zur Entwicklung der Emissionen der Hafenbahn beruhen auf der Studie des ISL zum Wachstum des Hamburger Hafens, dargestellt in Tabelle 18 (ISL, 2015).

Tabelle 18: Entwicklung des Umschlagpotenzials im Container-Hinterlandverkehr für den Hamburger Hafen gemäß ISL 2015 (Referenzszenarien)

	Bezugsjahr 2013	Prognose 2020	Prognose 2025
Gesamt (TEU)	5 375 000	6 916 000	8 110 000
Bahn (TEU)	2 128 000	2 461 000	3 073 000

Basierend auf den Wachstumsprognosen im Bahnbereich für den Hamburger Hafen (ISL, 2015) werden die NO_x-Emissionen der Hafenbahn bis 2020 und 2025 im Vergleich zum Basisjahr 2013 ansteigen (vgl. Tabelle 19).

Tabelle 19: Entwicklung der durch die Hafenbahn freigesetzten NO_x-Emissionen

	Bezugsjahr 2013	Prognose 2020	% ggü. 2013	Prognose 2025	% ggü. 2013
t NO _x	257	292	+ 13,6 %	372	+ 44,4 %

5.1.5 Offroad-Verkehr (mobile Maschinen und Geräte)

Emissionen der mobilen Maschinen

Die Emissionen der Offroad-Gruppe umfassen Emissionen aus mobilen Maschinen und Geräten, die nicht dem straßengebundenen Personen- und Güterverkehr zuzuordnen sind. Mobile Maschinen sind ortsveränderliche technische Einrichtungen mit Verbrennungsmotoren (Diesel- oder Benzinmotoren), die nicht für die Beförderung von Personen oder Gütern bestimmt sind.

Mobile Maschinen werden unter anderem in den Sektoren Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Grünpflege und Bauwirtschaft sowie Industrie eingesetzt.

Verbrennungsmotoren, insbesondere Dieselmotoren von mobilen Maschinen, emittieren eine nicht unerhebliche Menge an Luftschadstoffen. Aufgrund der langen Lebenszeiten haben zahlreiche Maschinen insbesondere im Vergleich mit Pkw veraltete Abgasstufen und somit einen relativ hohen Schadstoffausstoß. In dicht bebauten städtischen Gebieten können Schadstoffemissionen mobiler Maschinen signifikant zu einer lokal erhöhten Immissionsbelastung beitragen. Dieser Beitrag wird umso deutlicher, je schlechter der Luftaustausch im dortigen Gebiet ist.

Basierend auf der europäischen Vorgabe der Richtlinie 97/68/EG enthält die 28. BImSchV Emissionsanforderungen für mobile Maschinen bis zur Abgasstufe IV. Die Anforderungen begrenzen den Ausstoß von Stickoxiden, Kohlenwasserstoffen, Partikeln sowie Kohlenstoffmonoxid.

Am 01. Januar 2017 trat die EU-Verordnung (EU) 2016/1628 in Kraft. Im Unterschied zu einer EU-Richtlinie muss eine Verordnung nicht in nationales Recht umgesetzt werden, sondern gilt unmittelbar in jedem Mitgliedstaat. Sie enthält Emissionsanforderungen, die mobile Maschinen künftig für die Abgasstufe V ebenfalls für die o.g. Schadstoffe einhalten müssen.

Grundsätzlich sind die Abgasstufen (Stufe I, II, IIIA, IIIB, IV, V) abhängig von der Leistung der Maschine, der Zündungsart, den entsprechenden Einführungszeiten und zum Teil von der Drehzahl. Die neueste Abgasstufe V, für die je nach Motorenklasse Grenzwerte ab 1.1.2018, 1.1.2019 und 1.1.2020 festgelegt wurden, wird zusätzlich nach Motorenklassen und Unterklassen unterscheiden.

Gutachterlich wurden die NO_x-Emissionsmengen des Offroad-Verkehrs in Hamburg im Jahr 2014 mit ca. 585 t abgeschätzt. Die Bauwirtschaft ist als Quelle dominierend. (IVU, 2016)

Emissionen 2020 und 2025

Für die Berechnungen zum Luftreinhalteplan liegen keine Daten zur Trendprognose vor. Für die Jahre 2020 und 2025 wurden daher die abgeschätzten Emissionsmengen für das Jahr 2014 übernommen.

Emissionen des Umschlagsequipments im Hamburger Hafen

Die Emissionen, die während des Betriebes des Umschlagsequipments bei der Abwicklung des Seeschiffsverkehrs und der umgeschlagenen Gütermengen im Hamburger Hafen freigesetzt werden, wurden im Auftrag der HPA für das Bezugsjahr 2013 gutachterlich abgeschätzt (Starcrest, 2015). Das Emissionsaufkommen wurde, ausgehend von den Schiffsanläufen (Calls), des Umschlags und der angenommenen Ausstattung (Containerbrücken, Bahnkräne etc.) je Terminal, auf ca. 797 t NO_x berechnet.

Die vorliegende Datenlage zu Art, Alter und Auslastung des bei den Terminals eingesetzten Equipments ist lückenhaft und mit Unsicherheiten behaftet. Eine solide Datenbasis zur Bewertung der Emissionen des Umschlagsequipments wird im Rahmen eines Nachhaltigkeitsmanagements für den Hafen (siehe Abschnitt 7.1.8, Maßnahme „Emissionssenkung im kooperativen Verfahren“) in den nächsten Jahren aufgebaut werden.

Emissionen 2020 und 2025

Durch das angestrebte wirtschaftliche Wachstum des Hamburger Hafens kann einerseits eine Zunahme der damit verbundenen Emissionen unterstellt werden. Auf der anderen Seite schreiten die Elektrifizierung der Terminals und die Modernisierung des eingesetzten Equipments weiter voran. Der Container Terminal Altenwerder der HHLA ist beispielsweise bereits heute hochgradig automatisiert. Ein komplexes, ständig weiterentwickeltes IT-System übernimmt hier die Steuerung verschiedener Elemente, von der Containerbrücke bis zur Lagerhaltung. Die sogenannten „Automated Guided Vehicles (AGV)“ übernehmen den Transport zwischen den Brücken und dem Containerlager und sorgen für eine hohe Effizienz des Terminals.

Da zum Zeitpunkt der Erstellung des Gutachtens für die Abschätzung der künftigen Emissionsentwicklung keine ausreichenden Informationen für das Terminalequipment vorlagen, wurden für die Immissionsprognose für die Jahre 2020 und 2025 die NO_x-Emissionsmengen aus dem Jahr 2013 angesetzt (797 t/a).

5.1.6 Industrie

Zur Erfassung der industriellen Emissionen wurden die Betreiberangaben aus den Emissionserklärungen (§ 27 BImSchG i.V. mit 11. BImSchV) herangezogen. Aufgrund des vierjährigen Berichtszeitraums konnten nur auf die vorliegenden Daten aus dem Berichtsjahr 2012 zurückgegriffen werden. Demgemäß wurden 2012 insgesamt 3 286t NO_x aus diesen Anlagen emittiert.

Die Abbildung 14 zeigt die Standorte dieser Emittenten. Sie liegen überwiegend im innenstadtfernen Industrie- und Hafengebiet.

Die Feuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von 50 MW oder mehr sind die größte Quellgruppe für Stickoxidemissionen. Sie emittieren gut ein Drittel der hamburgischen NO_x-Industrieemissionen. Diese Feuerungsanlagen, in denen Brennstoffe fossiler Herkunft (Steinkohle, Erdgas) oder biogener Herkunft (Holz) eingesetzt werden, unterliegen zusätzlich der Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotoranlagen (13. BImSchV).

Zu den industriellen Großemittenten zählen weiterhin Anlagen zur thermischen Abfallentsorgung, zur Verarbeitung von Rohöl sowie zur Herstellung von Rohmetallen. Die Anzahl der Anlagenteile und Nebeneinrichtungen und deren Anteile an der Jahresfracht sind in der Tabelle 20 dargestellt.

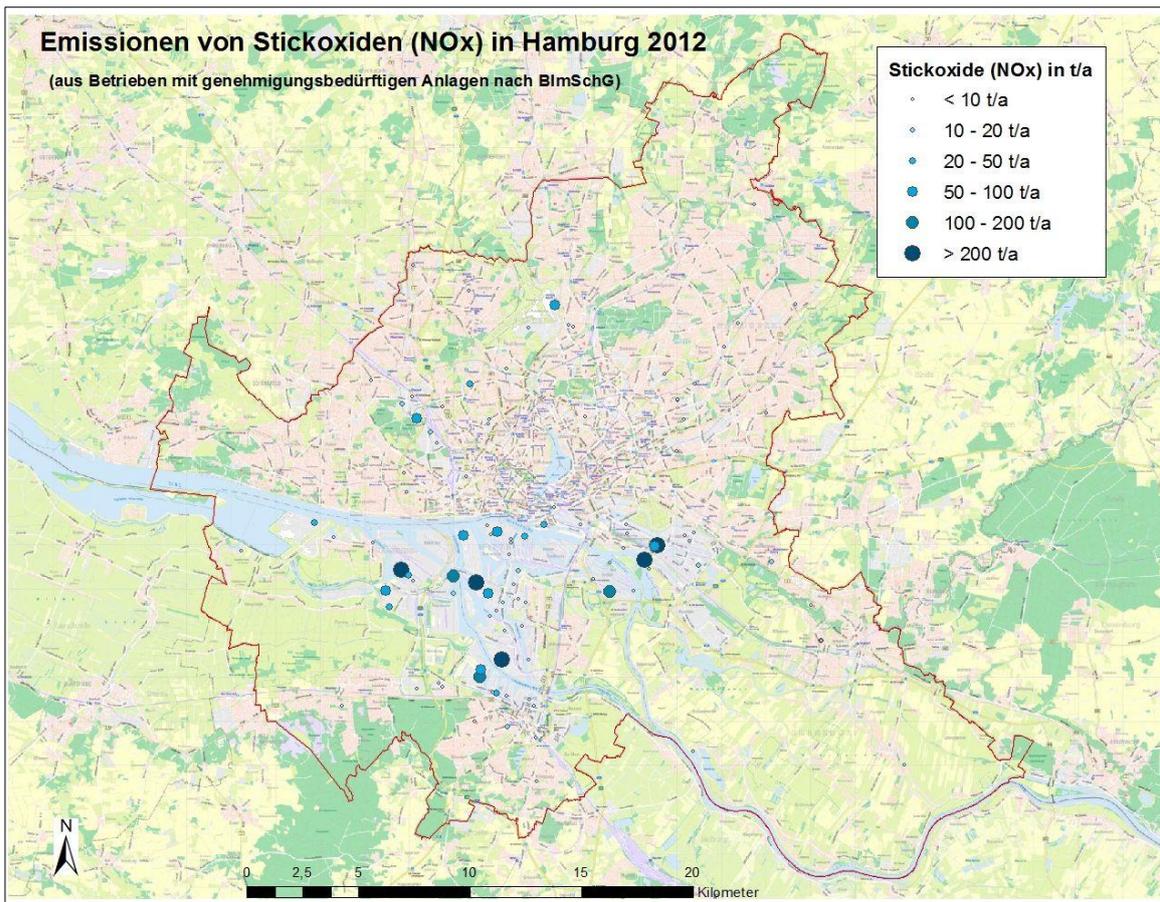


Abbildung 14: NO_x-Emissionen aus genehmigungsbedürftigen Anlagen

Tabelle 20: Anlagenanzahl mit prozentualen Anteil an der NO_x-Jahresfracht im Erhebungsjahr 2012

Anlagenart (nach 4. BImSchV)	Anzahl Anlagen	Jahresfracht in %
Feuerungsanlagen feste, flüssige und gasförmige Brennstoffe ≥ 50 MW	40	36
Therm. Abfallentsorgung für feste, flüssige, gefasste gasförmige, gefährliche Abfälle oder Deponiegas	10	7
Verarbeitung von Erdöl, Erdölzeugnissen (Raffinerien)	18	7
Herstellung oder Erschmelzen von Roheisen oder Stahl $\geq 2,5$ t/h	5	6
Therm. Abfallentsorgung für feste, flüssige, gasförmige, n.g. Abfälle >3 t/h oder Deponiegas $>1\ 000$ m ³ /h	4	6
Verbrennungsmotoranl. gasförm. Brennstoffe 1 - < 10 MW	14	5
Feuerungsanlagen feste u. flüssige Brennstoffe (außer HEL) 1 - < 50 MW	25	5
Feuerungsanlagen HEL, Pflanzenöle, Methanol, Ethanol, Erdgas 20 - < 50 MW	34	3
Herstellung von Nichteisenrohmetallen aus Erz o.a.	16	2
Herstellung von Säuren Chrom-, Fluss-, Phosphor-, Salpeter-, Salz-, Schwefelsäure u.a.	4	2
Sonstige	143	21

Großfeuerungsanlagen-Verordnung (13. BImSchV)

Für Anlagen mit Genehmigung nach der Großfeuerungsanlagen-Verordnung (13. BImSchV) sind die Emissionsmengen jährlich zu berichten, so dass für diese Anlagen aktuellere Daten vorliegen. Die NO_x-Emissionen schwanken in den einzelnen Jahren, insgesamt kann in den letzten zehn Berichtsjahren jedoch eine Verminderung von fast 50 % verzeichnet werden. Die Ursachen für schwankende Emissionsmengen in einzelnen Jahren sind vielfältig: z. B. unterschiedliche Auslastungsgrade, Modernisierungen oder Erweiterungen, Stillstände oder gänzliche Stilllegungen.

Eine Steigerung gegenüber den o.g. Emissionsmengen ist hingegen durch die Inbetriebnahme des Steinkohle-Heizkraftwerkes in Moorburg zu verzeichnen. 2014: 997 t/a NO_x; 2015: 1 566 t/a NO_x. Die aktuelle Großfeuerungsanlagenverordnung (13. BImSchV von 2013) fordert eine NO_x-Begrenzung für mit Steinkohle befeuerte Großfeuerungen von 150 mg/m³. Der genehmigte Stickoxid-Emissionsgrenzwert von 70 mg/m³ ist bisher bundesweit der strengste Stickoxid-Emissionsgrenzwert für eine mit Steinkohle befeuerte Großfeuerungsanlage. Im unterstellten Volllast-Betrieb werden 2 400 Tonnen NO_x pro Jahr emittiert.

Zusätzliche Emissionen werden auch mit der in 2017 geplanten Inbetriebnahme des Gas-Heizwerkes Haferweg zur Fernwärmeversorgung erfolgen. Dieses wird zum einen der Besicherung des Heizkraftwerkes Wedel dienen, zum anderen soll es für den Ausbau der Fernwärmeversorgung im Hamburger Westen genutzt werden.

Emissionen 2020 und 2025

Durch Umstellung von Brennstoffen und weiterer Optimierung der Feuerungstechnik kann von begrenzten Emissionsminderungen ausgegangen werden, die im Rahmen der Berechnungen für den Luftreinhalteplan nicht berücksichtigt wurden. In den Prognosen für die Jahre 2020 und 2025 wurden unter konservativer Betrachtungsweise die gleichen Emissionsmengen für die industriellen Anlagen angenommen wie im Jahr 2014 (bzw. 2012 = 3 286 t/a). Berücksichtigt wurden jedoch die zusätzlichen Emissionen des im Jahr 2015 in Betrieb genommenen Kraftwerkes Moorburg sowie die des Gasheizwerkes Haferweg. Für beide Anlagen wurde die maximale Emissionsmenge bei Volllastbetrieb unterstellt. Für die Prognosejahre 2020 und 2025 wurden insgesamt 5 782 t/a NO_x-Emissionen angesetzt.

5.1.7 Hausbrand und Kleingewerbe

Hausbrand bezeichnet die Quellgruppe der nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen (Gas-, Feststoff- und Ölfeuerungsanlagen) und umfasst die emissionsrelevanten Anlagen für Heizung, Warmwasserbereitung und Prozesswärmeerzeugung der öffentlichen und privaten Haushalte sowie die nicht genehmigungsbedürftigen Feuerungsanlagen im gewerblichen Bereich. Die Emissionen in Hamburg wurden für das Jahr 2014 gutachterlich ermittelt. Dabei wird das Emissionsaufkommen aus dem Hausbrand, ausgehend von den Anlagenzahlen, über das gerätebezogene Emissionsaufkommen ermittelt.

Die so abgeschätzte NO_x-Emissionsmenge betrug im Jahr 2014 für die öffentlichen und privaten Haushalte 548 t NO_x und für die gewerblichen Kleinverbraucher 532 t NO_x, insgesamt 1 080 t/a NO_x (IVU, 2016).

Emissionen 2020 und 2025

Die Kleinf Feuerungsanlagenverordnung der Bundes (1. BImSchV) wurde 2010 novelliert, um die Schadstoffbelastung durch kleine und mittlere Feuerungsanlagen in Haushalten und Gewerbebetrieben zu reduzieren. Die Anforderungen wurden sowohl für Neuanlagen als auch für bestehende Anlagen erhöht. Dies kommt vorrangig der Begrenzung der Feinstaubemissionen zugute, aber auch für Stickoxide wurden die Emissionsgrenzwerte für bestimmte Kleinf Feuerungsanlagen gesenkt.

Insgesamt ist für Kleinf Feuerungsanlagen zu erwarten, dass die Emissionen durch diese Anlagen in den nächsten Jahren zurückgehen werden. Neben den strengeren Vorgaben für Neuanlagen gilt für bestehende Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe (ausgenommen Einzelraumfeuerungen), dass diese in Abhängigkeit vom Zeitpunkt ihrer Errichtung spätestens zum 01.01.2025 die in der 1. BImSchV festgelegten CO- und Staubemissionsgrenzwerte einhalten. Bestehende, vor 2010 errichtete Öl- und Gasfeuerungen, die aus Altersgründen im Laufe der nächsten Jahre durch neue Gas- und Ölfeuerungen ausgetauscht werden, müssen die geforderte Typprüfung für neue Gas- und Ölfeuerungen der 1. BImSchV mit geringeren NO_x-Emissionswerten vorweisen.

Trotz der zu erwartenden Emissionsminderungen wurde für die Berechnungen zum Luftreinhalteplan ein konservativer Ansatz gewählt und von gleichbleibenden Emissionen aus Hausbrand und Kleingewerbe in Höhe von 1 080 t/a NO_x ausgegangen.

5.1.8 Gesamtdarstellung der Emissionen

Tabelle 21 fasst die Emissionsmengen der oben genannten Quellgruppen aus den Jahren 2014 bzw. 2013 und 2012 zusammen. Zu beachten ist dabei die eingeschränkte direkte Vergleichbarkeit aufgrund (unvermeidbarer) unterschiedlicher Erhebungsjahre. Die genannten Mengen müssen als Annäherungswerte interpretiert werden, da die Daten größtenteils nur anhand abschätzender (Modell-) Berechnungen erfasst werden konnten. Die tatsächlichen Werte können daher nach oben oder nach unten abweichen.

Tabelle 21: NO_x-Emissionen in Hamburg in Tonnen pro Jahr

Emittentengruppe	Stickoxide (NO _x)	Bezugs- jahr	Quelle
Kfz- Verkehr	5 949	2014	FHH-BUE/IVU Umwelt GmbH 2017
Schiffsverkehr	7 944	2013	HPA 2016
Flugverkehr	442	2014	Flughafen Hamburg GmbH, 2016
Schienenverkehr DB + Dritte	131	2013	DB AG, 2016
Hafenbahn	257	2013	HPA 2016
Offroad-Verkehr	585	2014	FHH-BUE/IVU Umwelt GmbH 2016
Umschlagsequipment Hafen	797	2013	HPA 2016
Industrie	3 286	2012	FHH-BUE 2016
Hausbrand u. Kleingewerbe	1 080	2014	FHH-BUE/IVU Umwelt GmbH 2016
Summe	20 471		

Der dominierende Anteil der NO_x -Emissionen stammt aus Schiffs- und Kfz-Verkehr sowie der Industrie. Die Emissionen der anderen Quellen spielen in Hamburg demgegenüber eine geringere Rolle.

Bei der Analyse der Immissionsbelastung ist zu beachten, dass der Schiffsverkehr und die industriellen Quellen überwiegend im Industrie- und Hafengebiet lokalisiert sind. Die Emissionen des Kfz-Verkehrs verteilen sich hingegen als Linienquellen über das gesamte Stadtgebiet, innenstadtnah häufig in Bereichen mit dichter Wohnbebauung. Insbesondere an Straßen mit starkem Verkehrsaufkommen kann dieses lokal zu hohen Immissionen führen.

Die Emissionen des Kfz-Verkehrs erfolgen unmittelbar bodennah im Aufenthaltsbereich der Bevölkerung. Angrenzende Bebauung behindert häufig die Durchmischung der Luft, so dass die Schadstoffkonzentrationen schnell ansteigen können. Dagegen ist die Quellhöhe bei industriellen Quellen und bei Seeschiffen in der Regel deutlich höher. Es herrschen wesentlich günstigere Ausbreitungsbedingungen und die Schadstoffe können in der Umgebungsluft zügig verdünnt und weiträumig verfrachtet werden.

Die Emissionen tragen also nicht mit gleichen Anteilen zu den lokal gemessenen Immissionsbelastungen bei. Entscheidend für die Belastung sind der Emissionsort und die lokalen Ausbreitungsbedingungen.

ENTWURF

5.2 Verursacheranalyse

Die Immissionsbelastungen, die zu den NO₂-Grenzwertüberschreitungen an den Hamburger verkehrsnahen Luftmessstationen geführt haben, setzen sich aus unterschiedlichen Beiträgen zusammen:

- **Regionale Hintergrundbelastung**
Großräumiger Beitrag der Emittenten aus anderen Regionen und Ländern
- **Städtische Zusatzbelastung**
Beitrag aller Hamburger Emittenten
- **Lokale Zusatzbelastung**
Lokaler Beitrag des städtischen Verkehrs aus Abgasemissionen

Die Abbildung 15 zeigt vereinfacht die Zusammensetzung der Schadstoffbelastung in städtischen Gebieten.

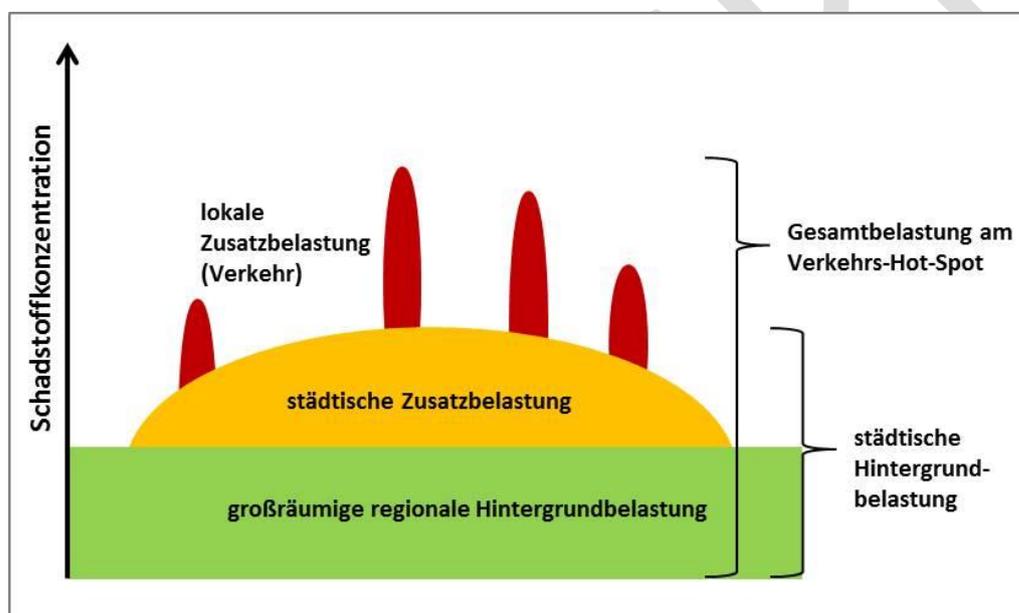


Abbildung 15: Schematische Darstellung zur Zusammensetzung der Immissionsbelastung an Verkehrshotspots

Für die vier Hamburger verkehrsnahen Messstationen mit NO₂-Überschreitungen wurden die Verursacheranteile der einzelnen Emittenten durch IVU gutachterlich bestimmt (siehe Abbildungen 16 bis 19).

Im Ergebnis bestätigt sich, dass der lokale Straßenverkehr der Hauptverursacher der hohen Belastung ist (in Blautönen). Neben dem lokalen Verkehr direkt an der jeweiligen Messstation trägt zusätzlich der übrige Straßenverkehr im Hamburger Stadtgebiet als großräumige Kfz-bedingte Hintergrundbelastung zur in Rottönen dargestellten städtischen Zusatzbelastung bei. Der Schiffsverkehr stellt an den drei innenstadtnahen Verkehrsmessstationen den zweitgrößten Verursacher dar. An der hafentfernen Messstation Habichtstraße ist sein Anteil hingegen geringer. Die weiteren Emittenten Industrie, Hausbrand, Flugverkehr, Schienenverkehr sowie die mobilen Maschinen tragen nur zu sehr geringen Anteilen zu der Schadstoffbelastung an den Verkehrsmessstationen bei. Die regionale Hintergrundbelastung (in grün) hat einen vergleichsweise geringen Verursacheranteil.

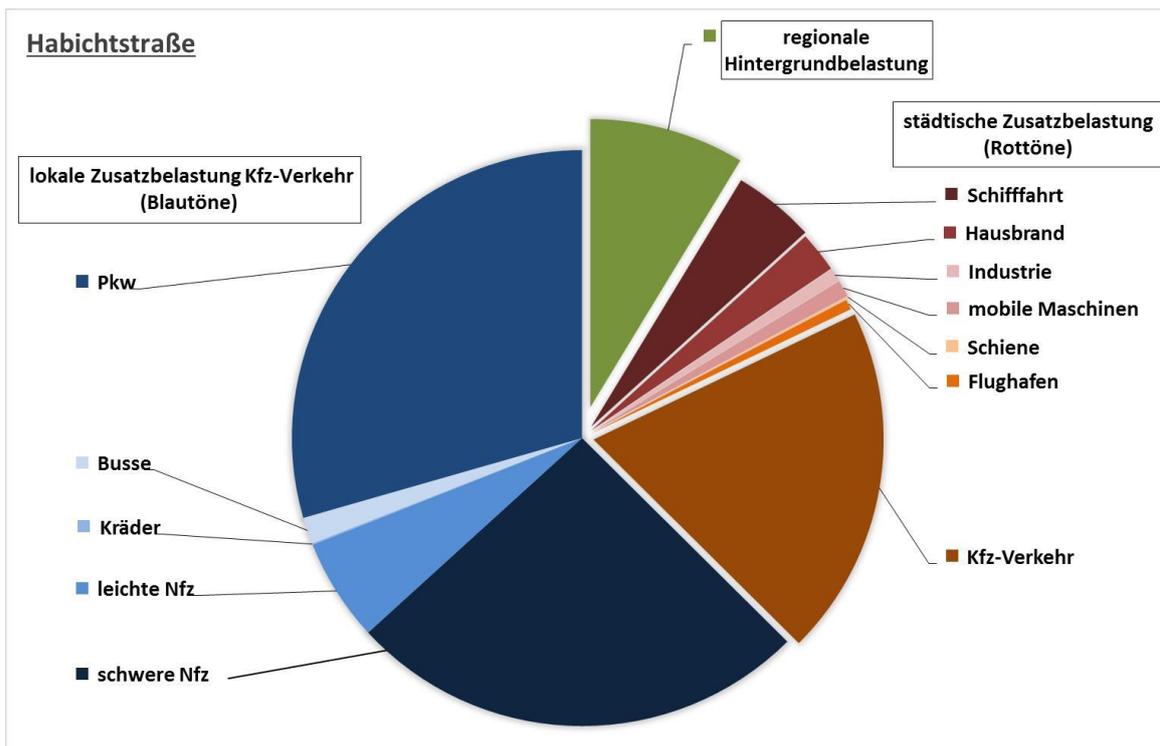


Abbildung 16: Verursacheranteile an der Messstation Habichtstraße

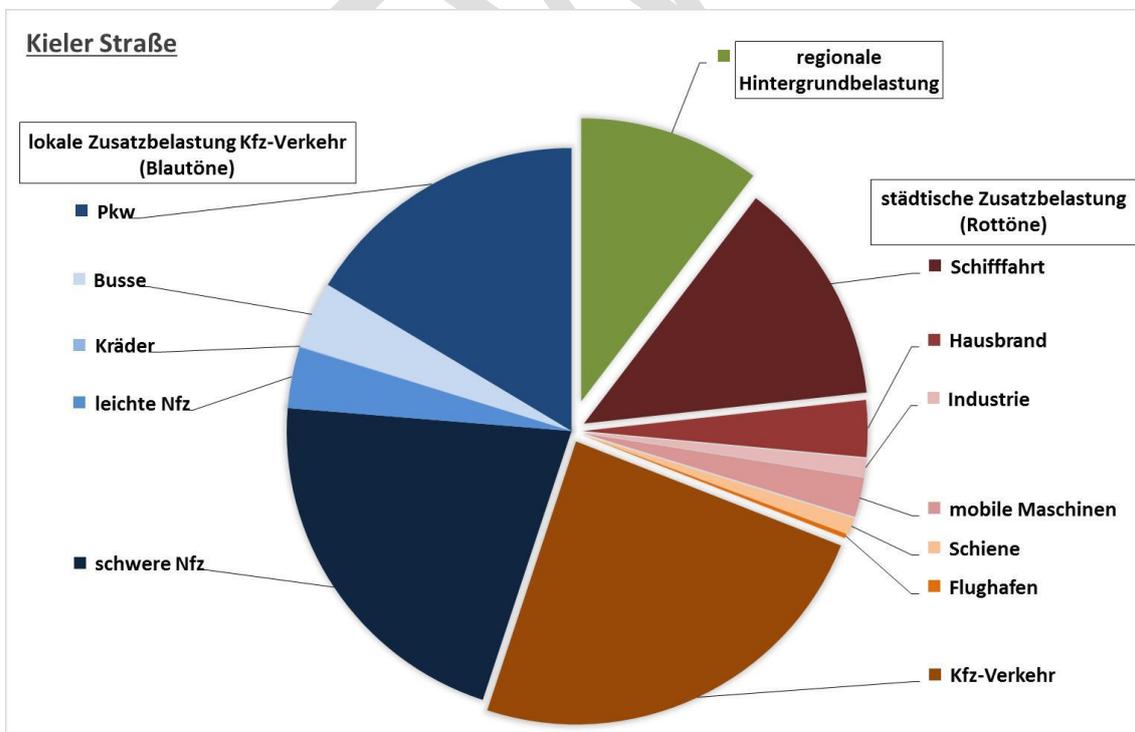


Abbildung 17: Verursacheranteile an der Messstation Kieler Straße

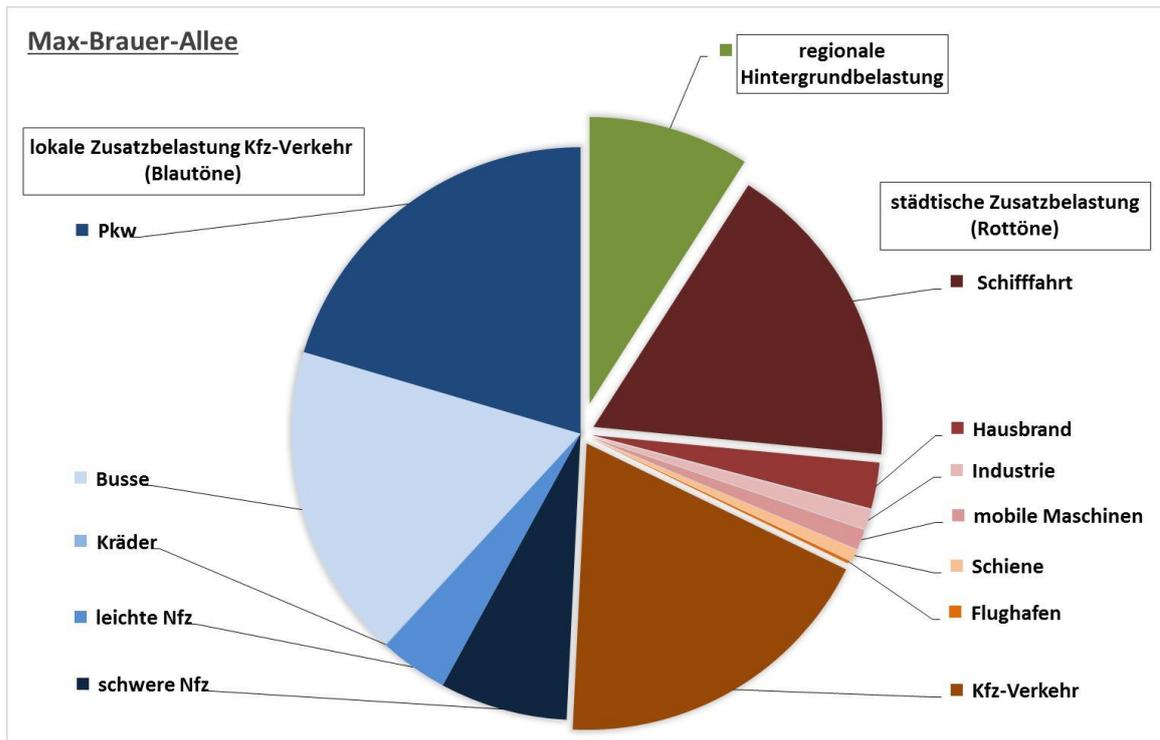


Abbildung 18: Verursacheranteile an der Messstation Max-Brauer-Allee

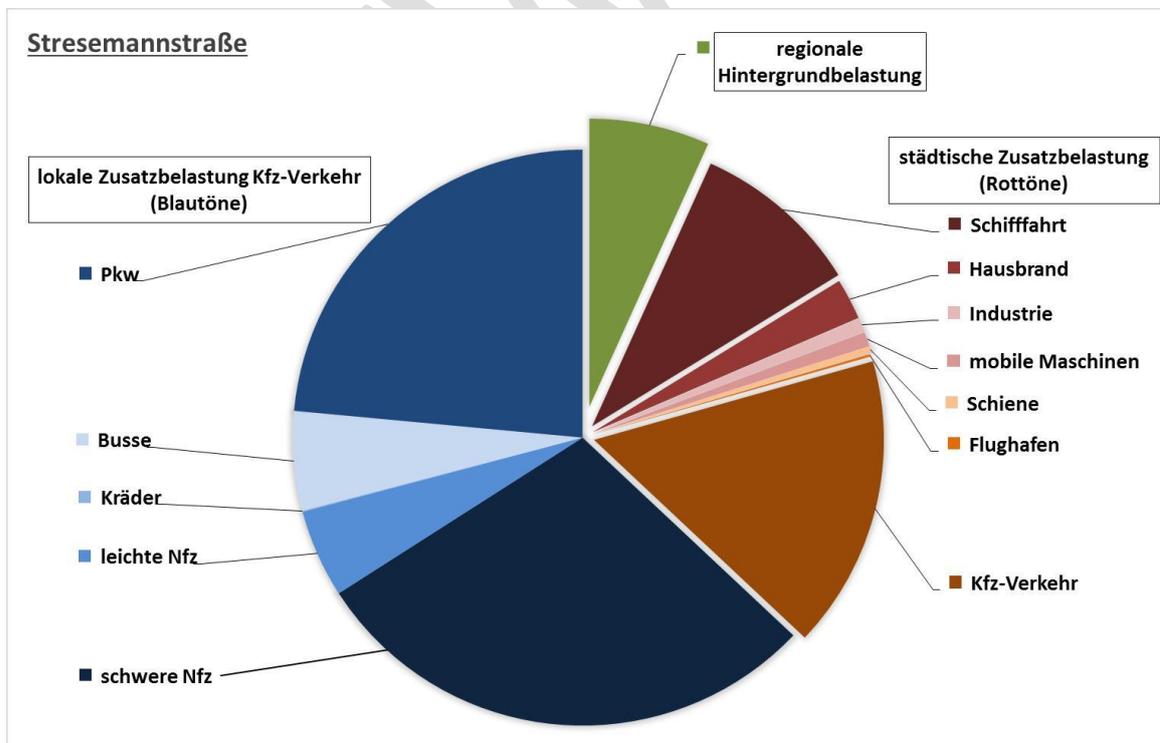


Abbildung 19: Verursacheranteile an der Messstation Stresemannstraße

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die großen Emittentengruppen Schiffsverkehr und Industrie sowie die übrigen kleineren Emittentengruppen an den verkehrsnahen Luftmessstationen mit Grenzwertüberschreitung im Vergleich zu den Kfz-bedingten Emissionen zu einem geringeren Teil zur Gesamtbelastung beitragen. Dieses ist bei der Auswahl von verursachergerechten Maßnahmen zu berücksichtigen. Die Maßnahmen müssen vor allem darauf ausgerichtet sein, die lokale Zusatzbelastung des Straßenverkehrs zu reduzieren. Maßnahmen, die die übrigen Emittentengruppen betreffen, sind unterstützend zur Senkung der Hintergrundbelastung zu ergreifen.

Zur Verminderung der Emissionen aus dem Straßenverkehr werden durch die EU-Gesetzgebung seit Jahrzehnten die Abgasgrenzwerte für Kraftfahrzeuge schrittweise verschärft. Dennoch stellt sich bei der verkehrlichen Zusatzbelastung bis heute keine entsprechende Verminderung ein. Das folgende Kapitel zeigt die Ursachen hierfür auf.

5.3 Ursachen der hohen verkehrlichen NO₂-Zusatzbelastung

Die Schadstoffemissionen von Verbrennungsmotoren und insbesondere Dieselmotoren im Straßenverkehr tragen trotz verschärfter EU-Abgasgesetzgebung, weiterentwickelter Emissionsminderungstechniken und zunehmenden Effizienzsteigerungen erheblich zur Immissionsbelastung bei. Hauptursache der weiterhin hohen lokalen Zusatzbelastung ist die kontinuierliche Zunahme von Dieselfahrzeugen mit hohen Stickoxidemissionen im realen Straßenverkehr. Bei der Aufarbeitung dieser Ursachen muss sowohl zwischen Fahrzeugarten (Pkw, Nfz, Busse) als auch zwischen Emissionsgrenzwerten und realen Fahremissionen unterschieden werden.

Pkw: Emissionsgrenzwerte

Der Schadstoffausstoß der Fahrzeuge ist gesetzlich limitiert. Dabei verschärfen sich die Anforderungen der Abgasnormen von Euro 1 bis zur aktuellen Abgasnorm Euro 6 zunehmend. Euro 6 ist die Abgasnorm mit den höchsten Anforderungen an die Schadstoffemissionen der Straßenfahrzeuge.

Tabelle 22 zeigt auszugsweise die geltenden NO_x-Emissionsgrenzwerte von benzin- und dieselbetriebenen Pkw für Stickoxide der Abgasnorm Euro 3 bis Euro 6.

Tabelle 22: Europäische Grenzwerte für NO_x-Schadstoffemissionen von Pkw in mg/km

	Euro 3	Euro 4	Euro 5	Euro 6
Richtlinie/Verordnung	98/69/EG		VO EG 715/2007 i.V. mit VO EG 692/2008 und VO EG 459/2012	
Typprüfung seit	01/2000	01/2005	01/2009	09/2014
Benzin	150	80	60	60
Diesel	500	250	180	80

Mit der Einführung der Abgasnorm Euro 6 wurden die zulässigen Stickoxidemissionen von Dieselfahrzeugen weiter reduziert. Demnach darf ein Diesel-Pkw mit Euro 6 während des Typgenehmigungsverfahrens 80 mg NO_x pro Kilometer ausstoßen, um eine Typgenehmigung zu bekommen. Während ein Diesel-Pkw der Abgasnorm Euro 5 noch dreimal so viel NO_x wie ein vergleichbarer Benzin-Pkw emittieren durfte, wur-

de das Niveau der Abgasbegrenzung bei Diesel-Pkw mit Euro-6-Norm nahezu auf das Niveau von vergleichbarer benzinbetriebener Pkw angeglichen.

Der Großteil der Dieselflotte besteht aktuell aus Dieselfahrzeugen mit Euro 5 oder schlechter. Diese Fahrzeuge emittieren gegenüber vergleichbaren Benzinmodellen ein Vielfaches an Stickoxiden. Die Privilegierung der Dieselfahrzeuge bei den NO_x-Abgasgrenzwerten und die damit einhergehenden hohen Schadstoffemissionen sind in Verbindung mit einem hohen Flottenanteil eine wesentliche Ursache der gegenwärtig hohen lokalen NO₂-Zusatzbelastung.

Pkw: Flottenbestand und Entwicklung

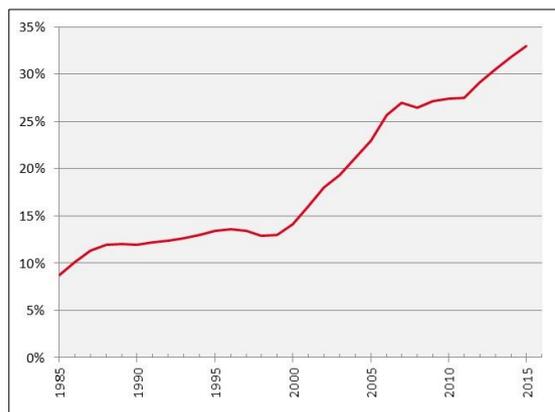


Abbildung 20: Dieselanteil am Pkw-Bestand in Hamburg

Die Flottenanteile von Dieselfahrzeugen steigen seit Jahren an. In Hamburg waren 2015 mehr als 750 000 Pkw angemeldet, davon sind 33 % Dieselfahrzeuge (vgl. Abbildung 20). Bei den Neuzulassungen im Pkw-Bereich liegt der Dieselanteil bereits bei mehr als 50 % (Statistikamt Nord, 2016). Eine Prognose über die Entwicklung der Bestandszahlen von Dieselfahrzeugen ist vor dem Hintergrund der aktuellen bundesweiten Diskussionen um mögliche Verkehrsbeschränkungen für Dieselfahrzeuge schwierig. Mit hoher Wahrscheinlichkeit werden Diesel-Pkw auch in Zukunft einen hohen Anteil an der Flottenzusammensetzung haben.

Mitentscheidend für die Höhe der Verkehrsemissionen ist die Zusammensetzung der Flotte hinsichtlich der Abgasnorm. Eine Flottenmodernisierung, also der Austausch älterer schadstoffreicher durch neuere emissionsarme Fahrzeuge, vollzieht sich jedoch relativ langsam. Nach der Einführung einer neuen Abgasnorm vergehen mehrere Jahre, bis diese einen nennenswerten Anteil an der Fahrzeugflotte hat.

Abbildung 21 zeigt die Entwicklung des bundesweiten Diesel-Pkw-Bestandes sowie die Entwicklung des Anteils von Diesel-Pkw mit der Abgasnorm Euro 5 und Euro 6 an dieser Gesamflotte. Nach Einführung von Euro 5 im Jahr 2009 (Typprüfung) stieg der Flottenanteil dieser Fahrzeuge kontinuierlich an und erreichte in 2015 mit 42 % seinen Höchststand. Für Euro 6 deutet sich eine ähnliche Geschwindigkeit der Flottenerneuerung an (KBA, 2016).

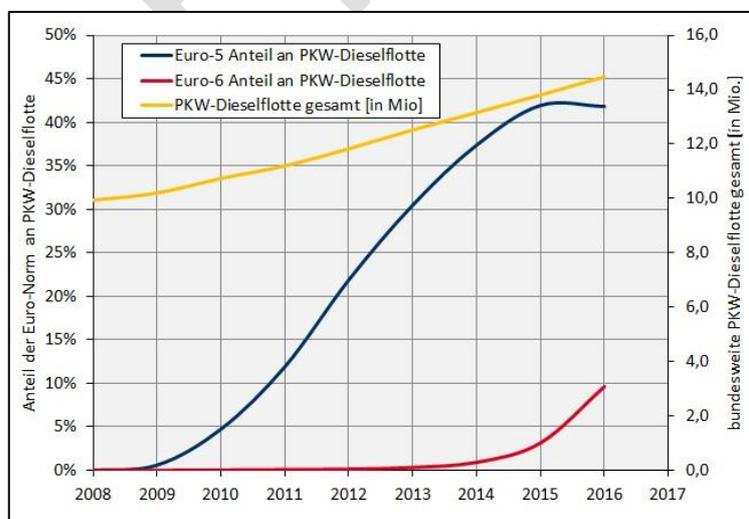


Abbildung 21: Entwicklung der Pkw-Dieselflotte und Flottenanteile von Euro 5 und Euro 6 an der Pkw-Dieselflotte

Relevant ist auch der jeweilige Anteil der Fahrzeuge an den Fahrleistungen. Im Allgemeinen ist davon auszugehen, dass Diesel-Pkw höhere Jahresfahrleistungen aufweisen als Benzin-Pkw und somit ihr Emissionsbeitrag entsprechend hoch ist.

Pkw: Typgenehmigungsverfahren

Die Einhaltung der Emissionsgrenzwerte einer Pkw-Abgasnorm wird durch Typgenehmigungsverfahren nachgewiesen und sichergestellt. Das Emissionsverhalten der Kraftfahrzeuge wird hierfür auf Prüfständen in Laboren getestet. Während des Tests wird ein festgelegtes Geschwindigkeits-Zeit-Profil (Fahrzyklus) abgefahren. Die hierbei emittierten Luftschadstoffe werden messtechnisch erfasst. Die Höhe und Zusammensetzung der Abgasemissionen der Kraftfahrzeuge ist allerdings von zahlreichen Randbedingungen abhängig.

In der Vergangenheit wurde der „Neue Europäische Fahrzyklus“ (NEFZ) verwendet. Der NEFZ steht in der Kritik, da nur ein geringer Teil der möglichen Motorenlast und ausschließlich geringe Beanspruchungen des Motors abgebildet werden. Durch relativ lange Beschleunigungsphasen, geringen Durchschnittsgeschwindigkeiten und einem hohen Standanteil werden reale Fahrsituationen nur unzureichend repräsentiert. Durch diese unzureichende und im Vergleich zu realen Fahrten untypische Beanspruchung der Motoren emittieren die Fahrzeuge während des Genehmigungsverfahrens nur einen Bruchteil der Schadstoffemissionen, die sie bei höherer Beanspruchung und realen Stadt-Fahrten ausstoßen würden.

Zahlreiche Studien und Untersuchungen zeigen, dass die realen NO_x -Emissionen von Dieselfahrzeugen zum Teil sehr deutlich über den Grenzwerten der Abgasnormen liegen. Zusätzlich erhöht werden die ohnehin schon hohen Realemissionen durch Abgasmanipulationen oder übermäßige Ausnutzung des sogenannten Thermofensters, in welchem bei bestimmten Außentemperaturen die Abgasnachbehandlung moderner Fahrzeuge nach Angaben der Hersteller zu Motorschutzzwecken deaktiviert wird.

Pkw: Realemissionen

Aufgrund der hohen Abweichungen von gesetzlich zulässigen Emissionen im Typgenehmigungsverfahren und den realen Emissionen im Straßenverkehr können für eine Verursacheranalyse und für modellgestützte Berechnungen der Kfz-Emissionen nicht die EU-Abgasgrenzwerte herangezogen werden. Daher wurde u.a. durch das Umweltbundesamt (UBA) mit dem HBEFA eine Datenbank geschaffen, die Emissionsfaktoren aus Messungen unter realen Fahrbedingungen ableitet (vgl. Kapitel 5.1.1 Emissionen des Straßenverkehrs).

Abbildung 22 zeigt die Emissionsfaktoren für Stickoxid von benzin- und dieselpbetriebenen Pkw (z. B. „Real Benzin“) der Abgasnormen Euro 3 bis Euro 6 nach HBEFA 3.2. Die Werte gelten für eine durchschnittliche Fahrsituation innerorts. Zusätzlich werden die entsprechenden Grenzwerte dargestellt.

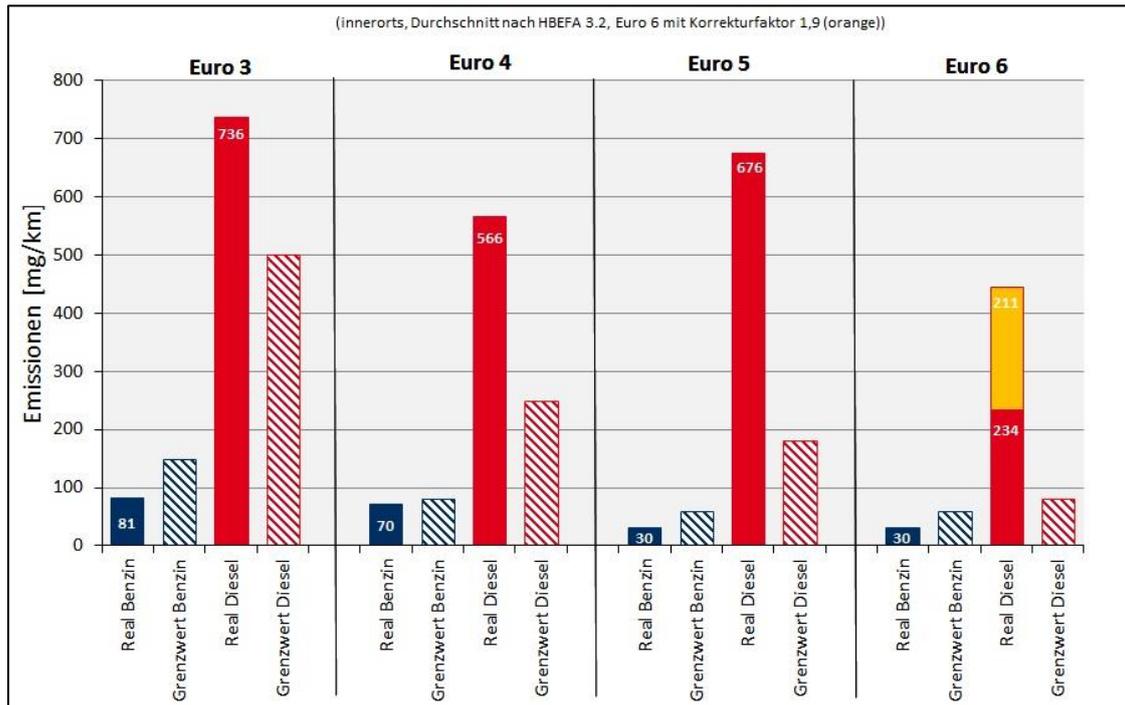


Abbildung 22: NO_x-Emissionen von Pkw: Emissionsgrenzwerte und Realemissionen im Vergleich

Die Emissionsfaktoren zeigen, dass Diesel-Pkw die Grenzwerte bei allen dargestellten Abgasnormen deutlich und zum Teil um ein Vielfaches überschreiten. Die realen Stickoxidemissionen der Dieselfahrzeuge liegen dabei über den Emissionen vergleichbarer benzinbetriebener Fahrzeuge.

Aufgrund der erweiterten Erkenntnisse über das reale Emissionsverhalten der dieselpetriebenen Pkw mit Euro 6 wird über eine Erhöhung des entsprechenden Emissionsfaktors diskutiert. Aktuelle Messungen zeigen, dass der gegenwärtige Emissionsfaktor die realen NO_x-Emissionen von Diesel-Pkw der Abgasnorm Euro 6 unterschätzt. Für die Kfz-Emissionsberechnungen der vorliegenden 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für Hamburg wurden daher die Emissionsfaktoren der betroffenen Fahrzeugtypen, entsprechend einem Vorschlag des Umweltbundesamtes aus dem Jahr 2016, mit einem Korrekturfaktor von 1,9 multipliziert (s. Abb. 22 orange Anteil der Realemissionen von Euro-6-Diesel). Den festgestellten Abweichungen der realen Abgasemissionen von modernen Euro 6 Fahrzeugen auf der Straße von den bisherigen Annahmen wird damit Rechnung getragen.

Neben der absoluten Menge der Stickoxidemissionen ist das Verhältnis von NO und NO₂ im Abgasgemisch für die NO₂-Luftbelastung relevant. Auch hier schneidet der Dieselantrieb im Vergleich zum Benzinantrieb schlechter ab. Die in einem Dieselfahrzeug verbauten Technologien zur Abgasnachbehandlung bewirken eine Verschiebung des NO/NO₂-Gleichgewichtes zugunsten von NO₂, was in der Folge zu erhöhten NO₂-Direktemissionen führt.

Pkw: Künftiges Typgenehmigungsverfahren

Die EU-Kommission hat die geltenden Verfahren, Prüfungen und Anforderungen für die Typgenehmigung analysiert und ist ebenfalls zu dem Schluss gekommen, dass die in der Betriebspraxis mit Fahrzeugen des Typs Euro 5/6 tatsächlich entstehenden Emissionen, insbesondere die NO_x-Emissionen von Dieselfahrzeugen, die im NEFZ gemessenen Emissionen erheblich überschreiten.

Mit einem von der EU-Kommission überarbeiteten Verfahren soll künftig sichergestellt werden, dass die Emissionen von dieselbetriebenen Pkw und leichten Nutzfahrzeugen im Realbetrieb geltende Grenzwerte nicht überschreiten und die mit der Einführung der Abgasnormen beabsichtigte Emissionseinsparung auch verwirklicht werden kann.

Das Worldwide Harmonized Light-Duty Vehicles Test Procedure (WLTP) wird den NEFZ im Herbst 2017 ersetzen. Das neue Testprozedere wurde von der United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) zur Messung der Schadstoff- und Kohlendioxidemissionen erarbeitet. Der hierin verwendete Zyklus zeigt im Vergleich zum NEFZ deutliche Verbesserungen hinsichtlich der Repräsentativität von realen Fahr-situationen.

Zusätzlich zum WLTP wird eine parallel ablaufende Abgasmessung eingeführt, bei der die realen NO_x -Emissionen (Real Driving Emissions – RDE) während der Straßenfahrt mittels portablen Messeinrichtungen („Portable Emission Measurement System“ – PEMS) ermittelt werden (RDE-Verfahren). Während der vorgesehenen RDE-Prüfung sollen die ermittelten Emissionen in einem bestimmten Fahrsegment (Zusammensetzung aus Stadt-, Überland- und Autobahnanteil) den mittels eines Konformitätsfaktors skalierten Emissionsgrenzwerten entsprechen. Der Konformitätsfaktor soll mögliche Messunsicherheiten der mobilen Abgasmesstechnik sowie nachvollziehbare Emissionsabweichungen zwischen Realfahrten und Prüfstandfahrten abbilden. Im Ergebnis dürfen die Fahrzeuge während des RDE-Verfahrens den ursprünglichen Euro-6-Abgasgrenzwert um den Konformitätsfaktor überschreiten.

Die vom EU-Parlament im Februar 2016 beschlossenen RDE-Anforderungen für Diesel-Pkw und leichte Nutzfahrzeuge werden in zwei aufeinanderfolgenden Schritten eingeführt. In einem ersten Schritt, der ab 1.9.2017 für neue Diesel-Pkw und leichte Nutzfahrzeuge und ab 1.9.2019 für alle Diesel-Pkw und leichte Nutzfahrzeuge gelten wird, müssen diese Fahrzeuge während der RDE-Messung die Anforderungen der neuen Abgasnorm Euro-6d-TEMP erfüllen. Hierbei ist eine Überschreitung des NO_x -Grenzwertes der Euro-6-Norm um den Faktor 2,1 zulässig. Ab 1.1.2020 sollen alle neuen Dieselfahrzeuge (ab 1.1.2021 alle Fahrzeuge) den Emissionsgrenzwert für NO_x von 80 mg/km zuzüglich eines Faktors von 1,5 einhalten (Euro 6d).

Nutzfahrzeuge

Ebenso wie bei den Pkw werden die Schadstoffemissionen von schweren Nutzfahrzeugen (Lkw, Busse) durch europäische Richtlinien und Verordnungen reguliert. Hier ist die derzeit aktuellste Abgasnorm Euro VI. Im Unterschied zu den Pkw und leichten Nutzfahrzeugen werden bei schweren Nutzfahrzeugen die Emissionen des Motors auf dem Motorenprüfstand in einer definierten Folge von Betriebszuständen, bezogen auf die im Test verrichtete Arbeit des Motors in g/kWh, gemessen.

Seit dem 31. Dezember 2012 (Typprüfung) gilt die Abgasnorm Euro VI. Mit Euro VI werden die Grenzwerte für Lkw bei Stickstoffoxiden um 80 Prozent gegenüber Euro V gesenkt.

Schwere Nutzfahrzeuge mit einer Abgasnorm Euro V oder schlechter belasten die Luftqualität durch hohe Stickoxidemissionen. Im Vergleich mit Diesel-Pkw liegen diese um ein Vielfaches höher. Grund hierfür sind hohe Leistungsanforderungen an die Motoren und ebenso wie im Pkw-Bereich ein unzureichendes Typgenehmigungsverfahren.

Mit der Einführung der neuen Abgasnorm Euro VI bei schweren Nutzfahrzeugen hat die EU-Kommission Maßnahmen zur Überprüfung und Begrenzung der Emissionen im realen Betrieb eingeführt. PEMS sollen die Übereinstimmung der realen Emissionen in Betrieb befindlicher Fahrzeuge mit den Typgenehmigungsanforderungen nachweisen.

Das neu eingeführte Typgenehmigungsverfahren zeigte deutliche Wirkung: Die Stickoxidemissionen von schweren Nutzfahrzeugen mit Euro VI gingen im Vergleich zur Vorgängernorm deutlich zurück (siehe Abbildung 23). Im Gegensatz zu Pkw existiert bei den schweren Nutzfahrzeugen schon heute eine Fahrzeugtechnologie, welche nachweislich im realen Straßenverkehr geringe Stickoxidemissionen ausstößt (vgl. Kapitel 7.1.5). Der Anteil von schweren Nutzfahrzeugen mit Euro VI an der gesamten Nutzfahrzeugflotte betrug am 1.1.2016 allerdings erst 3,3 Prozent (KBA, 2016).

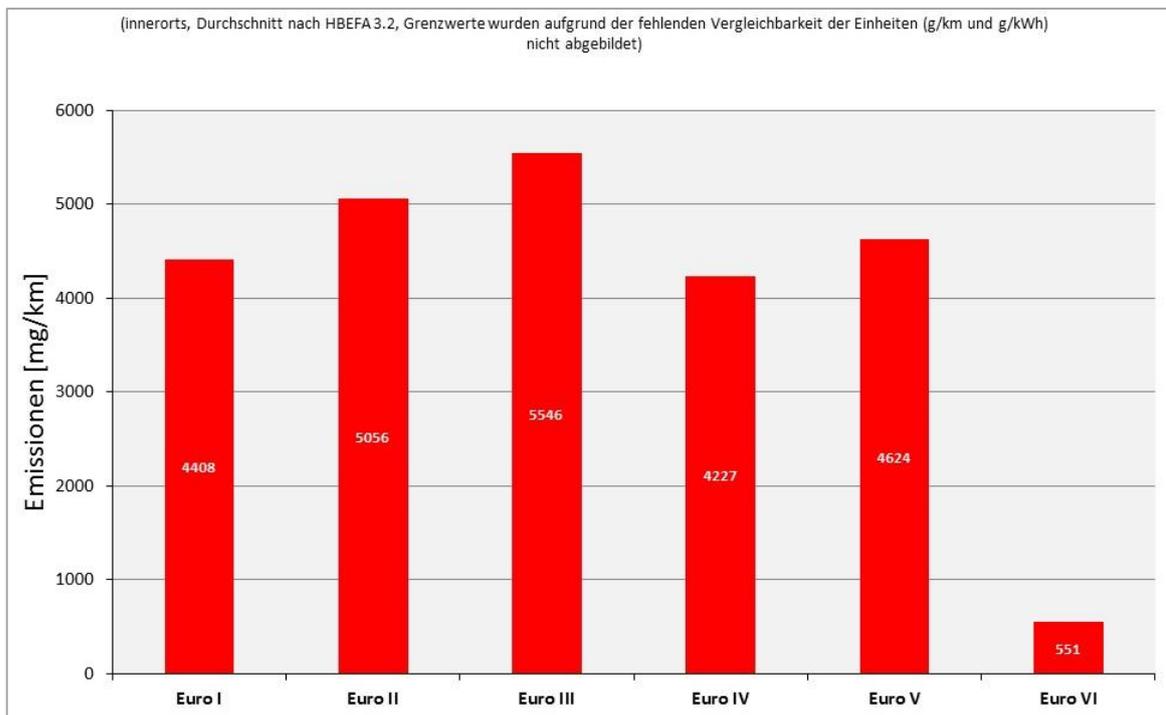


Abbildung 23: NOx-Realemissionen für schwere Nutzfahrzeuge (SNF)

Ausblick

Der zuletzt stetig steigende und nach wie vor hohe Flottenanteil von Dieselfahrzeugen im Pkw-Bereich, ansteigende Streckenlängen von Dieselfahrzeugen, langsame Marktdurchdringung neuer Antriebskonzepte sowie die bisherigen und auch künftigen hohen Stickoxid-Emissionen von Dieselfahrzeugen im realen Betrieb stehen den Bemühungen der Luftreinhalteplanung entgegen. Welche Maßnahmen unter diesen von Hamburg nicht zu beeinflussenden erschwerten Bedingungen zur Verbesserung der Luftqualität ergriffen werden können, wurde im Rahmen der Aufstellung der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans geprüft (vgl. Kapitel 7).

6 Entwicklung der Luftbelastung ohne weitere Maßnahmen in den Prognosejahren 2020 und 2025

6.1 Vorgehensweise Modellrechnung

Die Entwicklung der Luftschadstoffbelastung in Hamburg zeigt eine deutliche Verbesserung der Luftqualität. An den vier verkehrsnahen Messstationen kann der geltende Grenzwert für die NO₂-Jahreskonzentration jedoch bis heute nicht eingehalten werden.

Für die Erstellung der 2. Fortschreibung des Hamburger Luftreinhalteplans mit dem Ziel, die Belastung schnellstmöglich auf Grenzwertniveau zu senken, wurden die Maßnahmen auf gesamtstädtischer und lokaler Ebene geprüft, die grundsätzlich zu einer Immissionsminderung in Hamburg führen können. Dazu wurden gutachterliche Prognoserechnungen durchgeführt.

Um die potentielle Wirksamkeit der Maßnahmen zu berechnen, musste zunächst anhand des angewendeten Modells abgeschätzt werden, wie die Luftbelastung sich entwickeln würde, wenn keine zusätzlichen Maßnahmen ergriffen würden. Hierfür wurden sogenannte „Basisszenarien“ gebildet, die die NO₂-Belastung in den Jahren 2020 und 2025 angeben. Darauf aufbauend wurde berechnet, wie sich die Luftbelastung bis zu diesen beiden Prognosejahren bei Umsetzung der betrachteten Maßnahmenpakete und Einzelmaßnahmen (vgl. Kapitel 7) entwickeln würde. Aus der Gegenüberstellung der so ermittelten Daten wurde die potenzielle Wirksamkeit möglicher Maßnahmen abgeleitet.

Das Jahr 2014 wurde bei der Gutachtenvergabe als das Bezugsjahr für den Modellaufbau festgelegt (Ist-Situation 2014). Aus diesem Jahr lagen zu dem Zeitpunkt die aktuellsten Ist-Daten für den Jahresmittelwert für NO₂ vor. Die Jahre 2020 und 2025 wurden in Anlehnung an die Erfassungszeiträume für die Verkehrsdaten als Prognosejahre ausgewählt.

Nachstehend wird die grundsätzliche Vorgehensweise bei der Modellierung beschrieben und die daraus errechnete zu erwartende NO₂-Immissionsbelastung dargestellt, wie sie ohne die Festlegung bzw. Durchführung von Maßnahmen in der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für Hamburg zu erwarten wäre.

Das Vorgehen bei der Ermittlung von Prognosedaten bei Durchführung von Maßnahmen und die Ergebnisse der Wirksamkeitsanalyse werden in Kapitel 7 geschildert.

Modellaufbau zur Ermittlung der Immissionsbelastung

Bei der Ermittlung der Immissionsbelastung wird die Konzentration an ausgewählten Punkten bzw. für ausgewählte Bereiche mit sogenannten Ausbreitungsmodellen berechnet. Eine Modellierung im städtischen Maßstab erfordert dazu die Einbeziehung aller städtischen Emissionsquellen und die Verwendung von Regionalmodellen zur Berechnung des städtischen und des regionalen Hintergrunds. Hierzu wurde das Modell IMMIS^{net} verwendet. Die Ermittlung der verkehrlichen Zusatzbelastung in den Straßenschluchten bzw. Hot-Spots wurde mit dem Screeningmodell IMMIS^{luft} durchgeführt. Die Gesamtbelastung an den Hotspots ergibt sich aus der Summe der regionalen Hintergrundbelastung, der großräumigen städtischen Zusatzbelastung sowie der lokalen verkehrlichen Zusatzbelastung (s. Abbildung 15 in Kapitel 5.2).

Berechnung der Hintergrundbelastung

Zur Berechnung der Hintergrundbelastung wurde das Ausbreitungsmodell IMMIS^{net} verwendet. Unter Berücksichtigung u. a. meteorologischer Daten wurde die Immissionsbelastung aus den Emissions-

beitragen aller im Hamburger Stadtgebiet erfassten Flächen-, Linien- und Punktquellen berechnet. Die regionale Hintergrundbelastung von Quellen, die außerhalb Hamburgs liegen, wurde ebenfalls berücksichtigt.

Die so ermittelten Konzentrationen bilden die Vorbelastungsdaten für das eingesetzte Screeningmodell zur Berechnung der straßenverkehrlichen Zusatzbelastung.

Ermittlung der Zusatz- und Gesamtbelastung in Straßenschluchten

Für die Darstellung der gesamtstädtischen Belastungssituation in Straßenschluchten wurde mithilfe des Screeningmodells IMMIS^{luft} die lokale Zusatzbelastung durch den Kfz-Verkehr ermittelt und aus dieser unter Berücksichtigung der Hintergrundbelastung die Gesamtbelastung im jeweiligen Straßenabschnitt berechnet. Die Ergebnisse werden nach den Vorgaben der TA Luft angegeben und beurteilt.

Es wurden insgesamt 3 142 Straßenabschnitte mit einer Gesamtlänge von 401 km gebildet, für die die NO₂-Immissionsbelastung im Screeningverfahren berechnet wurde. Es wurden nur jene Straßenabschnitte betrachtet, bei denen aufgrund der Dichte der Bebauung und der Verkehrsbelastung erhöhte NO₂-Immissionen angenommen werden können. Hinsichtlich der Verkehrsbelastung wurde als Schwellenwert eine tägliche Verkehrsstärke (DTV) von 5 000 Fahrzeugen festgelegt. Für Bebauungshöhe, Straßenbreite und Ausrichtung wurden ähnliche Straßenabschnitte zu typisierten Kategorien zusammengefasst. Die Zusatzbelastung wird pro Straßenabschnitt für zwei fest definierte Aufpunkte im Straßenquerschnitt, d. h. beidseits der Straße in 1,5 m Höhe und im Abstand von 15 % des Bebauungsabstandes (quer zur Straße, Bereich Bürgersteig) von der Bebauung, berechnet. Ausgegeben wird der höhere der beiden berechneten Belastungswerte.

Im Screeningmodell werden die einzelnen Straßenabschnitte stets als homogene Abschnitte betrachtet; die tatsächliche Bebauungssituation und Straßengeometrie wird nicht berücksichtigt. Hierfür könnten höher aufgelöste Detailmodelle wie zum Beispiel MISKAM verwendet werden, bei denen aufgrund des hohen Rechenaufwandes jedoch nur kleine Gebiete betrachtet werden und die sich daher nicht für eine gesamtstädtische Betrachtung eignen.

Die Ergebnisse der Ermittlung der NO₂-Belastung für das Jahr 2014 und für die Basisszenarien der Jahre 2020 und 2025 sind im Kapitel 6.3 aufgeführt.

Ermittlung der Anzahl Betroffener

Gemäß der 39. BImSchV muss ein Luftreinhalteplan Auskunft über die von einer Grenzwertüberschreitung betroffene Bevölkerung geben. Ein bundesweit einheitlich abgestimmtes Vorgehen zur Ermittlung der betroffenen Bevölkerung gibt es bisher nicht.

In Analogie zum Vorgehen in der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans wurde für Hamburg die Anzahl der Anwohner an allen Straßenabschnitten mit einer rechnerischen Überschreitung des Jahresgrenzwertes ermittelt. Dazu wurden alle gemeldeten Bewohner der Gebäude entlang dieser Abschnitte aufsummiert. In der Prognose wird die Belastung in 1,5 m Höhe über dem Bürgersteig errechnet. Gleichwohl werden alle Bewohner als Betroffene gezählt, unabhängig von der Lage der Wohnung. Damit wird die Zahl der betroffenen Anwohner, wie bereits in der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans, überschätzt.

Die Ergebnisse der Ermittlung der Betroffenen für das Jahr 2014 und für die Basisszenarien sind im Kapitel 6.3 aufgeführt.

6.2 Trendentwicklung der Hintergrundbelastung in 2020 und 2025

Die Prognosewerte der regionalen Hintergrundbelastung für 2020 und 2025 wurden aus Luftschadstoffmessungen in Deutschland (UBA, 2016) und entsprechenden Modellrechnungen der Luftbelastung für Deutschland (UBA, 2014) abgeleitet. Diese zeigen eine leicht fallende Tendenz.

Die Entwicklung der von den Hamburger Emissionsquellen ausgehenden Hintergrundbelastung wurde auf Basis der in Kapitel 5 aufgeführten Emissionsprognosen für die Jahre 2020 und 2025 berechnet.

In nachstehender Tabelle wird die jeweilige berechnete städtische Hintergrundbelastung an den vier verkehrsnahen Messstationen dargestellt. Zu beachten ist, dass die Werte hier als NO_x (Summe von NO und NO_2) angegeben sind und nicht als NO_2 . Im verwendeten Modell wird die Belastung aufgrund der stattfindenden chemischen Umwandlungsreaktionen erst für die Gesamtbelastung als NO_2 berechnet.

Tabelle 23: Modellierte Hintergrundbelastung in NO_x an den verkehrsnahen Messstationen

	2014	2020	2025
Habichtstraße	37,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	29,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Kieler Straße	45,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	37,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	32,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Max-Brauer-Allee	46,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	36,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Stresemannstraße	46,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	38,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	33,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Die Hintergrundbelastung weist entsprechend der Verteilung der Emissionsquellen im Stadtgebiet unterschiedliche Konzentrationen auf. Höhere Konzentrationen wurden für Gebieten mit Industrie- und Hafennutzung sowie verkehrlich intensiv genutzten Routen wie Autobahnen und Hauptverkehrsstraßen berechnet.

6.3 Trendentwicklung der Gesamtimmissionsbelastung in 2020 und 2025

Die Immissionsbelastung im Basisszenario (ohne Maßnahmen) wurde für 3 142 Abschnitte des bebauten Hauptverkehrsstraßennetzes mit einer Gesamtlänge von 401 km berechnet. Im Jahr 2020 weisen noch 81 Abschnitte auf insgesamt 9,5 km und im Jahr 2025 noch 20 Abschnitte auf insgesamt 2,1 km Überschreitungen des NO_2 -Grenzwertes auf (vgl. Tabelle 24). Im Vergleich zum Jahr 2014 verringern sich die Anzahl und die Gesamtlänge der Abschnitte mit berechneter Grenzwertüberschreitung bis zum Jahr 2020 um rund 75 %. Bis zum Jahr 2025 werden Anzahl und Gesamtlänge um weitere rund 77 % gegenüber 2020 zurückgehen.

Tabelle 24: Anzahl und summierte Längen der Abschnitte mit modellierter Überschreitung des NO₂-Jahresmittelwertes

	> 40 µg/m ³	
	Anzahl *	Länge [km]*
Ist-Situation 2014	349	40,8
Basisszenario 2020	81	9,5
Basisszenario 2025	20	2,1

* es wurden insgesamt 3 142 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 401 km im Modell betrachtet

Die Ergebnisse der stadtweiten Screeningberechnungen sind in den Abbildung 24 bis 26 dargestellt. Die Berechnungen für die Ist-Situation 2014 sowie für die Basisszenarien 2020 und 2025 (ohne Maßnahmen) zeigen einen deutlichen Rückgang der Immissionsbelastung in den Prognosejahren. Bei einigen Straßenabschnitten wird es allerdings noch zu Überschreitungen des NO₂-Jahresgrenzwertes kommen, sofern keine wirksamen Maßnahmen zum Gesundheitsschutz ergriffen werden.

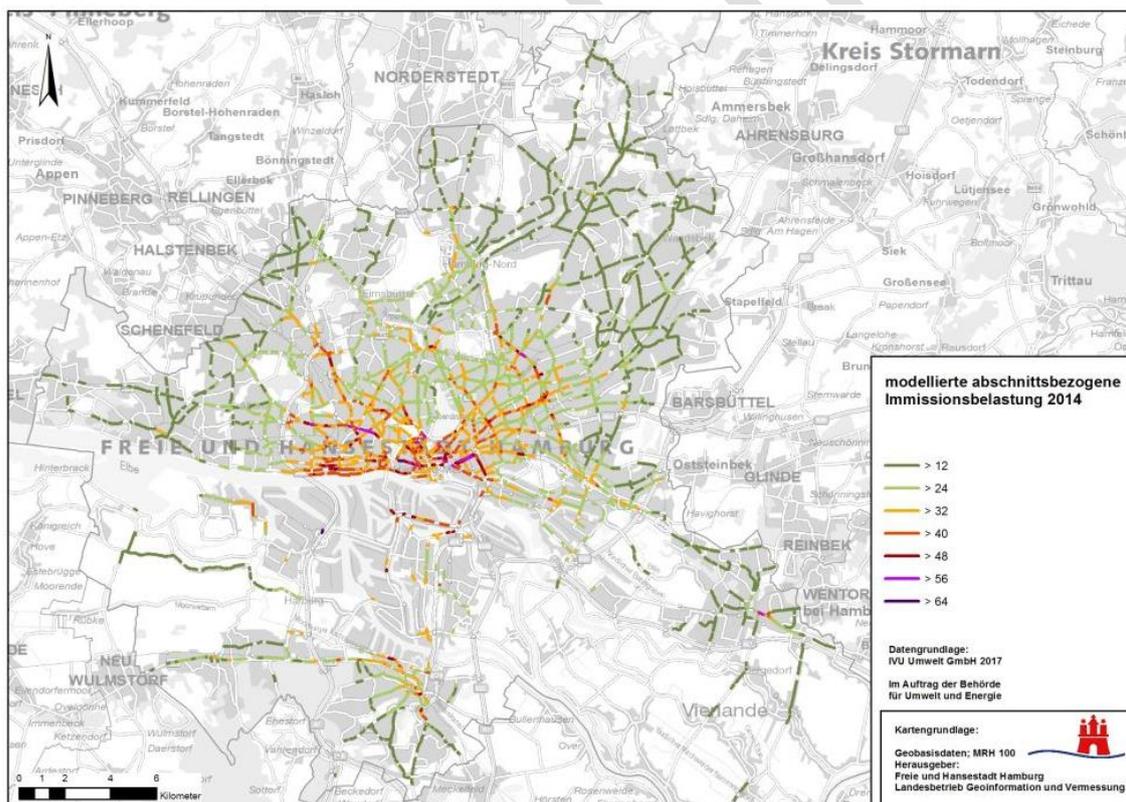


Abbildung 24: Modellierter NO₂-Immissionsbelastung 2014

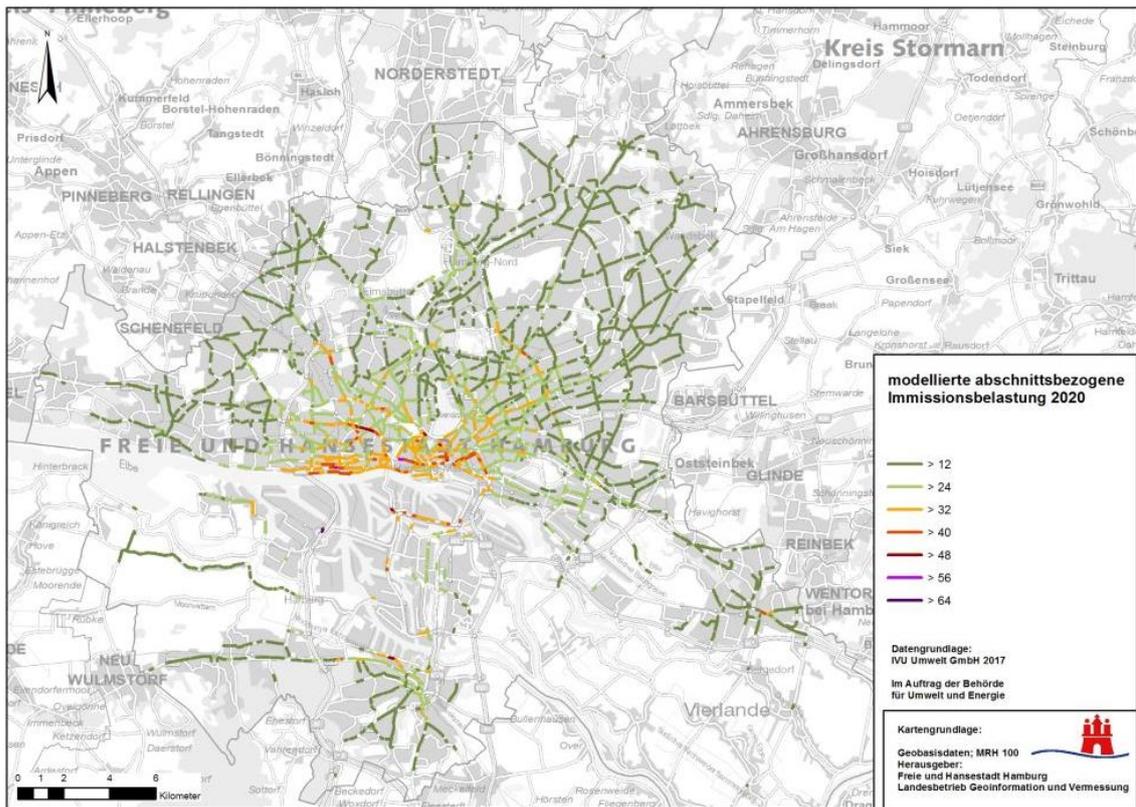


Abbildung 25: Modellerte NO₂-Immissionsbelastung 2020

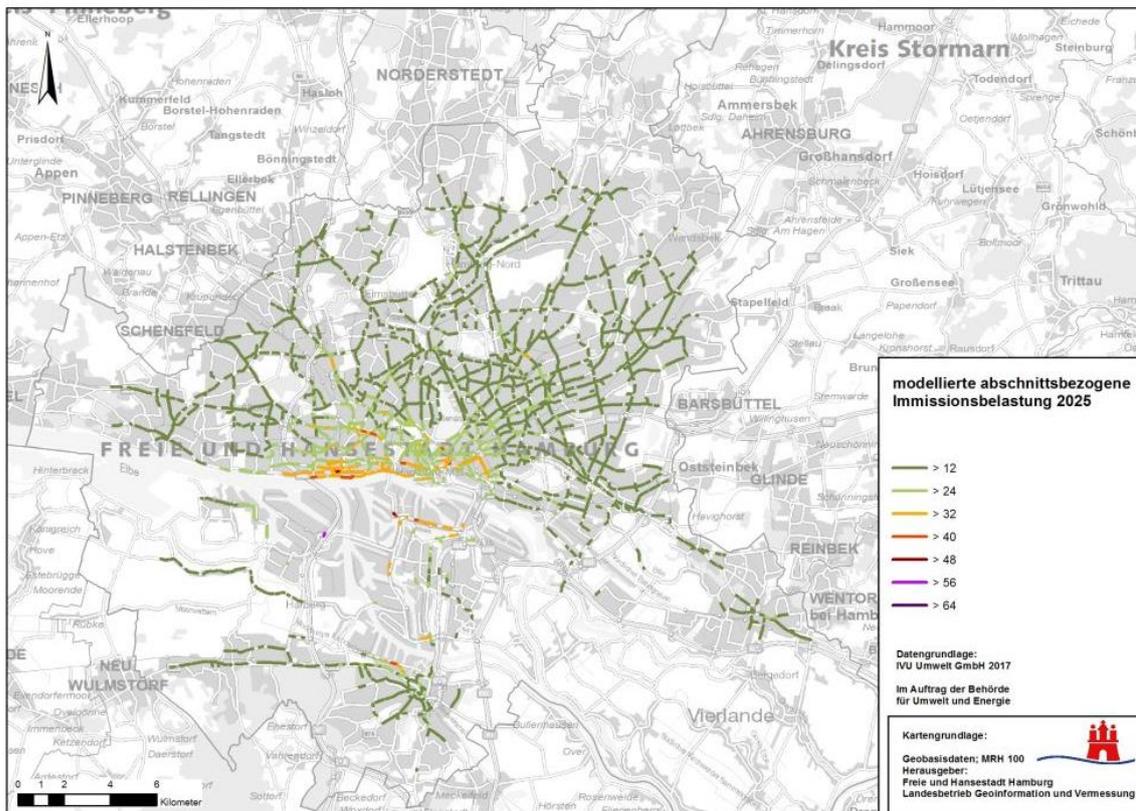


Abbildung 26: Modellerte NO₂-Immissionsbelastung 2025

Tabelle 25 zeigt die Modellergebnisse zur Ist-Situation 2014 und die darauf aufbauenden Prognosen zur NO₂-Immissionsbelastung in den Jahren 2020 und 2025 für die vier verkehrsnahen Messstationen. Auch hier wird ein deutlicher Rückgang der Belastung prognostiziert. Ohne zusätzliche Maßnahmen würden demnach im Jahr 2020 an den Messstationen Max-Brauer-Allee und Stresemannstraße Überschreitungen auftreten, in 2025 weiterhin noch an der Station Stresemannstraße.

Die modellhafte Nachbildung der Immissionsbelastung ist aufgrund der Vielzahl von Eingangsdaten und Modellannahmen grundsätzlich mit Unsicherheiten verbunden. Daher treten im Betrachtungsjahr 2014 Abweichungen zwischen den Werten aus der Modellierung und den tatsächlich gemessenen Belastungswerten (siehe Kapitel 4.2.1) auf. An zwei Stationen wird die Belastung durch das Modell überschätzt, an zwei Stationen wird sie unterschätzt. Die Abweichungen liegen jedoch deutlich unterhalb der gemäß 39. BImSchV zulässigen maximalen Modellunsicherheit von 30 Prozent.

Tabelle 25: Prognosewerte an den verkehrsnahen Messstationen (Basisszenarien ohne Maßnahmen)

	Modellwert 2014	Prognosejahr 2020	Prognosejahr 2025
Habichtstraße	52 µg/m ³	39,4 µg/m ³	29,9 µg/m ³
Kieler Straße	46 µg/m ³	37,6 µg/m ³	31,5 µg/m ³
Max-Brauer-Allee	52 µg/m ³	41,1 µg/m ³	33,6 µg/m ³
Stresemannstraße	63 µg/m ³	51,4 µg/m ³	41,7 µg/m ³

Anzahl Betroffener

Für die berechneten Basisszenarien für die Jahre 2014, 2020 und 2025 wurde die Anzahl der von den Grenzwertüberschreitungen betroffenen Anwohner ermittelt (vgl. Tabelle 26). Es zeigt sich über die Jahre eine erhebliche Reduzierung, obgleich eine konservative Abschätzung vorgenommen wurde.

Tabelle 26: Summierte Längen und Anzahl von Abschnitten sowie Betroffene oberhalb des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes (Basisszenarien ohne Maßnahmen)

Szenario	Abschnitte Länge	Abschnitte Anzahl	Anzahl Betroffene
Ist-Situation 2014	40,8 km	349	41 358
Basisszenario 2020	9,5 km	81	6 171
Basisszenario 2025	2,1 km	20	1 065

Die für die 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans 2012 im Jahr 2009 beauftragte Modellierung wies ca. 200.000 Betroffene an Straßenabschnitten mit einer Länge von insgesamt etwa 235 km auf. Die Berechnung erfolgte auf Grundlage der damals vorliegenden Eingangsdaten.

Hypothetische Betrachtung zu EU-Abgasgrenzwerten

Die wesentliche Ursache des deutlichen Rückgangs der NO₂-Belastung ist die Erneuerung der Fahrzeugflotten mit emissionsarmen Fahrzeugen und die damit verbundene Abnahme der Abgasemissionen. Diese prognostizierte Emissionsabnahme basiert auf den Annahmen des HBEFA, der bundesweit angewendeten Grundlage zur Berechnung von Kfz-Emissionen. Die Version HBEFA 3.2. berücksichtigt dabei bereits die Abweichungen, die insbesondere bei Dieselfahrzeugen ab Euro-3-Abgasnorm zwischen den Vorgaben aus den EU-Richtlinien zur Typgenehmigung und dem realen Emissionsverhalten der Fahrzeuge im Stadtverkehr auftreten (vgl. auch Kapitel 5.1.1. und Kapitel 5.2). Das HBEFA unterschätzt die Emissionen der Diesel-Euro-6 Pkw. Eine Anpassung ist für 2017 geplant. Aus diesem Grund wurden die Emissionen für Euro-6-Diesel Pkw und leichte Nutzfahrzeuge mit dem seitens des UBA 2016 kommunizierten Faktors 1,9 multipliziert.

Zusätzlich zu den Prognoseberechnungen unter diesen realistischen Annahmen wurde in einem hypothetischen Szenario berechnet, wie die NO₂-Immissionsbelastung im Jahr 2014 gewesen wäre, wenn die Kfz-Emissionen den Abgasgrenzwerten der EU-Abgasnormen entsprochen hätten.

Im Ergebnis wären nur 91 Abschnitte auf einer Gesamtlänge von 10,8 km von NO₂-Grenzwertüberschreitungen betroffen und damit bereits in 2014 in etwa das Belastungsniveau des Basiszenarios von 2020 erreicht gewesen. Die durch die Festsetzung der EU-Abgasgrenzwerte angestrebte Reduzierung der Immissionsbelastung verzögert sich insofern aufgrund der unerwartet hohen realen Emissionen gerade bei moderneren Dieselfahrzeugen erheblich.

7 Geprüfte Maßnahmen zur 2. Fortschreibung des Hamburger Luftreinhalteplans

Die Maßnahmenentwicklung für die 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans basiert strategisch auf einem Mix von zehn Maßnahmenpaketen (vgl. Tabelle 27). Die zehn Maßnahmenpakete (MP) setzen auf der gesamtstädtischen Ebene an. Sie sind im Kapitel 7.1. beschrieben sowie als Maßnahmenblätter im Anhang III aufgeführt. Die Maßnahmenblätter benennen auch Investitionskosten und Realisierungszeitraum für jedes der hier beschriebenen Maßnahmenpakete.

Tabelle 27: Übersicht berechneter Maßnahmenpakete (MP):

MP 1	Ausbau des ÖPNV
MP 2	Förderung des Radverkehrs
MP 3	Intermodale Angebote und Mobilitätsmanagement
MP 4	Verkehrsmanagement
MP 5	Flottenmodernisierung Bus und Bahn
MP 6	Elektromobilität
MP 7	Hafenverkehrslogistik
MP 8	Schifffahrt
MP 9	Stadt als Vorbild
MP 10	Energiemaßnahmen
KOMB1	Kombinationsszenario der Maßnahmenpakete MP 1 bis MP 10

Darüber hinaus wurden lokal wirksame Einzelmaßnahmen untersucht. Dabei wurden zunächst exemplarisch die Wirkungen von Einzelmaßnahmen zur zielgenauen Senkung der Immissionsbelastung an einzelnen Straßenabschnitten geprüft. Dazu zählen Durchfahrtsbeschränkungen, Drosselungen, Tempo 30/40, Verstetigung durch Optimierung der LSA hinsichtlich Luftqualität oder Einsatz emissionsarmer Busse vor 2020 (siehe Kapitel 7.2).

Potenziale hinsichtlich E-Mobilität bei Taxen, Carsharing sowie Bussen des ÖPNV wurden quantifiziert.

Diese Ergebnisse sind die Basis für die Maßnahmenentwicklung an den Straßenabschnitten, für die in 2020 trotz Umsetzung der zehn gesamtstädtischen Maßnahmenpakete weiterhin Überschreitungen des Grenzwertes prognostiziert sind. Die Prüfung gezielter lokaler Maßnahmen für jeden dieser Abschnitte berücksichtigt alle Möglichkeiten der Belastungsminderung (u.a. Verstetigung, Verkehrsdrosselung, Lkw-Durchfahrtsbeschränkungen). Auch punktuelle Dieseleinfahrtsbeschränkungen wurden einbezogen, wobei die rechtliche Möglichkeit zur Einführung von Beschränkungen für Dieselfahrzeuge an einzelnen Straßenabschnitten noch unter dem Vorbehalt der Bestätigung durch das Bundesverwaltungsgericht steht.

Des Weiteren wurden Maßnahmen in die Prüfung aufgenommen, die nicht quantifiziert wurden: Bürgerticket, Einsatz alternativer Kraftstoffe, Nachrüstung von Euro-V-Bussen sowie Halteverbote oder Einrichtung von Einbahnstraßen (s. Kapitel 7.3).

Nicht geprüft wurden die Einrichtung einer Umweltzone, die Einführung einer City-Maut sowie der Bau einer Stadtbahn. Wie das Verwaltungsgericht festgestellt hat, war es bereits bei der ersten Fortschreibung des Luftreinhalteplans rechtsfehlerfrei, auf diese Instrumente zu verzichten. Die vom Verwaltungsgericht genannten Gründe gelten unverändert fort (vgl. Kapitel 1).

Die prognostizierte Immissionsbelastung ohne Maßnahmen wird mit der prognostizierten Immissionsbelastung bei Maßnahmenumsetzung verglichen. So kann durch Differenzbildung die potenzielle Wirksamkeit der Maßnahmen bestimmt werden. Da Maßnahmen auch gegenläufige Tendenzen im Hinblick auf ihren Effekt auf die Emissionsbelastung haben können, wurden zusätzlich Kombinationen berechnet. Die berechnete Gesamtwirkung der Maßnahmenpakete ist im Kapitel 7.1.11 dargestellt.

Analog zur Vorgehensweise bei der Berechnung der Basisszenarien, die im Kapitel 6.1 dargestellt ist, wurde die Wirkung jedes Maßnahmenpaketes für das Prognosejahr 2020 und teilweise auch für das Prognosejahr 2025 berechnet. Geprüfte Einzelmaßnahmen haben zumeist das Jahr 2020 als Bezugsjahr.

Methodik der Quantifizierung der verkehrlichen Maßnahmen

Für die erforderliche Quantifizierung der verkehrlichen Maßnahmen wurde ermittelt, welche Auswirkungen diese auf das Mobilitätsverhalten und die Verkehrsnachfrage (Verkehrsaufkommen und Verkehrsleistung) haben werden. Zur Unterstützung der Maßnahmenquantifizierung wurde ein Verkehrsgutachter (ARGUS Stadt- und Verkehrsplanung) beauftragt.

Aufgrund der vielfältigen Wechselwirkungen der Einzelmaßnahmen auf die Verkehrsnachfrage wurden die verkehrlichen Maßnahmen in folgende Pakete gebündelt:

- MP 1 Ausbau des ÖPNV
- MP 2 Förderung des Radverkehrs
- MP 3 Intermodale Angebote und Mobilitätsmanagement
- MP 4 Verkehrsmanagement
- MP 7 Hafenverkehrslogistik

Jedes Maßnahmenpaket besteht aus einer Vielzahl von Einzelmaßnahmen, die aufgrund ihrer fachlichen Zusammenhänge zusammengefasst wurden. Sie werden in Kapitel 7.1 ausführlich erläutert.

Verkehrsmodell

Das für die Berechnung der verkehrlichen Maßnahmenwirkungen verwendete Verkehrsmodell umfasst die Metropolregion Hamburg und stellt diese in ca. 830 Verkehrsbezirken dar. Hierdurch lassen sich die verkehrlichen Verflechtungsbeziehungen zwischen Hamburg und der Region großräumig betrachten. Neben einer im Stadtgebiet hoch aufgelösten Abbildung des Straßennetzes ist das gesamte Angebot des ÖPNV im Modell enthalten.

Berechnung der Wirkungen für die einzelnen Maßnahmenpakete

Die Maßnahmen der einzelnen Maßnahmenpakete bewirken intermodale Verlagerungen (Wechsel z. B. vom Auto zum Fahrrad oder ÖPNV) und somit eine Veränderung der Verkehrsbelastung auf den Straßen,

die für die Emissionsmodellierung maßgeblich ist. Für jedes Maßnahmenpaket wird deshalb ermittelt, wie stark sich die Gesamtfahrzeugmenge im betrachteten Straßennetz verändert.

Aus der Gesamtfahrzeugmenge und der Netzkapazität werden die Verkehrszustände für Straßenabschnitte ermittelt (vgl. Kapitel 5.1.1). Die Höhe der Fahrzeugemissionen ist in besonderem Maße vom jeweiligen Verkehrszustand abhängig. Den vier Kategorien (flüssig, dicht, gesättigt, stop & go) sind im HBEFA unterschiedliche Emissionsfaktoren zugeordnet. Für die Immissionsbelastung entscheidend ist, wie hoch die Anteile von schlechtem Verkehrsfluss in den betrachteten Abschnitten sind. Hier setzen auch einige der verkehrsbezogenen Maßnahmen an.

Es ist zu berücksichtigen, dass Verlagerungseffekte in verschiedene Richtungen auftreten können. So zieht z. B. ein neues ÖPNV-Angebot nicht nur MIV-Fahrer an, sondern ggf. auch Radfahrer. Eine neue attraktivere Radverkehrsinfrastruktur kann Verlagerungseffekte vom ÖPNV hin zum Radverkehr verursachen. Aufgrund solcher Wechselwirkungen wurde ein verkehrsbezogenes Kombinationsszenario gebildet. In diesem Szenario wird die gleichzeitige Wirkung der Maßnahmenpakete ÖPNV, Radverkehr, Intermodale Angebote und Mobilitätsmanagement sowie Verkehrsmanagement ermittelt. Aufgrund der beschriebenen Wechselwirkungen ist das Gesamtreduktionspotenzial des Kombinationsszenarios nicht identisch mit der Summe der Reduktionspotenziale der einzelnen Maßnahmenpakete. Das abgeleitete Kombinationsszenario für den Straßenverkehr wurde dann mit den anderen, nicht straßenverkehrlichen Maßnahmenpaketen, wie z. B. dem Maßnahmenpaket zum Schiffsverkehr, zu einem Gesamtszenario verknüpft (siehe Kapitel 7.1.11).

7.1 Quantifizierung gesamtstädtisch wirksamer Maßnahmenpakete

Die Quantifizierung der Maßnahmenpakete und Einzelmaßnahmen beruht auf der oben angeführten Vorgehensweise (Kapitel 6, Kapitel 7). Zunächst wurde die Entwicklung der Emissionen des Straßenverkehrs für die Basisszenarien 2020 und 2025 ermittelt. Darauf aufbauend wurde die durch die Maßnahmen bedingte Emissionsreduzierung ermittelt und deren Anteil an der Immissionsbelastung berechnet.

Die Maßnahmenpakete umfassen Einzelmaßnahmen, die z. T. bereits in der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplanes enthalten waren und für die 2. Fortschreibung weiterentwickelt bzw. konkretisiert wurden.

Sofern einzelne Maßnahmen aufgrund der bestehenden Datenlage nicht quantifizierbar waren, aber fachlich und inhaltlich zu den jeweiligen Maßnahmenpaketen zu zählen sind, sind diese im Kapitel 7 beschrieben worden, jedoch nicht in die Maßnahmenblätter im Anhang III aufgenommen worden.

7.1.1 Maßnahmenpaket 1: Ausbau ÖPNV

Das Maßnahmenpaket Ausbau des ÖPNV enthält folgende Einzelmaßnahmen:

- Ausbau der Infrastruktur bis 2020:
 - U4-Verlängerung bis Elbbrücken,
 - U-Bahnhaltepunkt Oldenfelde,
 - S-Bahnpkapazitäten Harburg-Altona,
 - S 21.
- Ausbau der Infrastruktur bis 2025:
 - S-Bahnhaltepunkt Elbbrücken,
 - S-Bahnhaltepunkt Ottensen,
 - Bau der S4,
 - U4 Verlängerung bis Horner Geest.
- Attraktivitätssteigerung/Kapazitätsausweitung:
 - Programm zur Verbesserung des Bussystems,
 - Barrierefreiheit im Schnellbahnbereich,
 - Verstärkung der Fährlinie 62,
 - E-Ticketing/App.

Der ÖPNV ist das Rückgrat des Hamburger Personenverkehrs. Im Hamburger Verkehrsverbund (HVV) sind im Jahr 2015 745 Mio. Fahrgäste gezählt worden. Mit einem regionalen Bedienungsgebiet von 8700 km² in drei Bundesländern zählt der HVV zu den größten Verkehrsverbänden Deutschlands und leistet einen wesentlichen Beitrag für eine umwelt- und klimafreundliche Gestaltung des städtischen und regionalen Verkehrs.

Die Fahrgastzahlen im HVV steigen kontinuierlich an. Dieser Zuwachs ist ein Ergebnis der Kapazitätsausweitung der letzten Jahre. Auf einigen Relationen stoßen die Kapazitäten derzeit allerdings an ihre Grenzen, weshalb sie z. B. durch Netzergänzungen, höhere Taktdichten oder größere Fahrzeuge erhöht werden sollen. Der Ausbau des Netzes für den schienengebundenen ÖPNV soll dabei für einen Sprung bei Kapazität und Qualität sorgen und bisher nicht ausreichend erschlossene Räume anbinden. So plant Hamburg derzeit eine komplett neue U-Bahnlinie (U5), die auf rund 30 km Länge von Bramfeld quer durch die Innenstadt bis zum Siemersplatz sowie zum Osdorfer Born führen soll und dabei zahlreiche Stadtteile erstmalig oder deutlich besser als heute an das Schnellbahnnetz anschließen (Inbetriebnahme ab 2027).

Die Herausforderung im ÖPNV besteht auch darin, in allen Bereichen technische Neuerungen sinnvoll umzusetzen. Wichtige Dauerthemen sind außerdem Information, Service und Zuverlässigkeit. Beispielhaft sei hier die Einführung des E-Ticketings genannt. Die vielfältigen Erweiterungs- und Optimierungsmaßnahmen werden die Kapazitäten sowie die Attraktivität steigern, so dass es Verlagerungen vom MIV hin zum ÖPNV geben wird.

Zu den wichtigsten aktuellen Maßnahmen zählen:

Mit dem Bau der U4 in die Hafencity wird die ÖPNV-Erschließung des Gebietes mit einem Schnellbahnsystem sichergestellt. Der erste Neubau-Abschnitt führt vom Jungfernstieg in die HafenCity und wurde im

November 2012 in Betrieb genommen. Der Bau der weiteren Verlängerung bis zu den Elbbrücken wurde Anfang 2014 begonnen und soll 2018 abgeschlossen sein.

Der Projekt S21 beschreibt den zweigleisigen Ausbau der 30 km langen AKN-Stammstrecke von Hamburg-Eidelstedt über Quickborn nach Kaltenkirchen (Linie A1) zu einer mit Wechselstrom elektrifizierten S-Bahn-Linie, die eine umsteigefreie Verbindung von Kaltenkirchen bis in die Hamburger Innenstadt ermöglicht. In den vergangenen Jahren erfolgte schon der abschnittsweise Ausbau zwischen Eidelstedt Zentrum und Quickborn. Eingleisigkeit besteht derzeit noch in der Einfahrt Hamburg-Eidelstedt und im Bereich Ellerau. Der Ausbau dieser Gleisabschnitte wird voraussichtlich bis 2020 umgesetzt.

An den Elbbrücken wird auch der neue S-Bahn-Haltepunkt Elbbrücken liegen. Durch diesen wird ab 2018 nicht nur die Anbindung der Hafencity an den Süden Hamburgs verbessert, sondern auch der Umstieg zwischen U- und S-Bahn ermöglicht.

Mit der Verlängerung der U4 zur Horner Geest am östlichen Linienast der U-Bahn-Linie werden bestehende und neu entwickelte Wohngebiete im Bereich der Horner Geest an das U-Bahn-Netz angebunden und für die Anwohner eine direkte und umsteigefreie Verbindung in die Innenstadt geschaffen. Bisher wird die U4 auf den bestehenden Gleisanlagen der U2 nach Billstedt geführt. Zukünftig soll die Strecke an der Horner Rennbahn ausfädeln und auf eigenen Gleisanlagen zunächst bis zur neuen Haltestelle Dannerallee weiterführen. Die Inbetriebnahme ist für 2024 vorgesehen.

Ebenfalls der Erschließung von Wohngebieten dient die neue U-Bahn-Haltestelle Oldenfelde der Linie U1. Diese liegt zwischen den relativ weit auseinanderliegenden Haltestellen Farmsen und Berne und soll 2019 in Betrieb genommen werden.

Ein weiterer neuer Haltepunkt wird die S-Bahn-Station Ottensen sein. Diese wird zwischen den Haltepunkten Altona und Bahrenfeld auf der S-Bahn-Linie S1/S11 liegen und dort ab Mitte 2020 die Erschließung des dicht besiedelten Umfeldes, das sich zudem in einem Entwicklungsprozess befindet, übernehmen.

Die Gesamtkonzeption der S-Bahn-Linie S4 sieht den Betrieb von Hamburg-Altona (-Nord) nach Ahrensburg-Gartenholz und eine Weiterführung über Bargtheide nach Bad Oldesloe vor. Auf Hamburger Gebiet sind sechs Haltestellen geplant, von denen vier neu eingerichtet werden. Diese Maßnahme dient nicht nur dem Personennahverkehr, sondern durch sie wird einerseits die Strecke Hamburg-Lübeck entlastet und andererseits auch Bahnsteigkapazitäten im Hamburger Hauptbahnhof geschaffen, die dann für weitere Züge im Nah- und Fernverkehr zur Verfügung stehen. Die Teilinbetriebnahme für den Abschnitt Hamburg-Hasselbrook – Rahlstedt wird voraussichtlich 2024 sein. Es ist darüber hinaus angedacht, die S4 zukünftig um einen Ast von Hamburg-Altona(-Nord) über Pinneberg und Elmshorn nach Itzehoe bzw. Wrist (ggf. bis Kellinghusen) zu erweitern.

Zur Abdeckung von erwarteten Nachfragezuwächsen (z. B. aus der neuen Station Elbbrücken oder allgemein erhöhter Nachfrage) wird die S-Bahnkapazität zwischen Harburg und Altona durch vermehrtem Langzugeinsatz auf der Linie S3 oder Bestellung zusätzlicher Zugfahrten, z. B. in Form einer dritten S-Bahn-Linie im 10-Minuten-Takt auf der Harburger S-Bahn, erweitert. In Abhängigkeit von der Verfügbarkeit der zusätzlich benötigten Fahrzeuge sind diese Maßnahmen ab Dezember 2018 umsetzbar.

Viele Haltestellen der S- und U-Bahnen sind bereits heute barrierefrei gestaltet. Um mobilitätseingeschränkten Personen die Nutzung der Schnellbahnen weiter zu erleichtern, sollen bis Mitte der 2020er Jahre alle Schnellbahn-Haltestellen auf Hamburger Gebiet barrierefrei ausgebaut sein. Dazu zählen der Einbau von Aufzügen zum Bahnsteig, die Voll- oder Teilerhöhung der Bahnsteige zum niveaugleichen Ein- und Ausstieg auf den Haltestellen sowie der Einbau von Orientierungssystemen. Mit der ersten Stufe des Ausbauprogramms wurde 2011 begonnen, die 2. Stufe läuft seit Frühjahr 2016.

Die Maßnahmen im Schnellbahnbereich werden ergänzt durch das Programm zur Verbesserung des Bus-systems. Dieses Programm aus der 20. Legislaturperiode wurde inzwischen erweitert zu einem Programm, das für Hauptverkehrs- und wichtige Bezirksstraßen zur Verfügung steht und einen möglichst störungs- und barrierefreien Busbetrieb sicherstellt. Gleichzeitig wird gewährleistet, dass der Radverkehr sicher auf der Straße geführt wird, die Aufenthaltsqualität für Fußgängerinnen und Fußgänger steigt, Platz für Bäume bereit gehalten wird und die Belange des örtlichen Einzelhandels (Anlieferung, Auslagen) sowie des ruhenden Verkehrs angemessen berücksichtigt werden. Diverse Teilmaßnahmen des Programms wurden bereits fertiggestellt und sind nachweislich erfolgreich (z. B. Metrobuslinien 5 und 7). Weitere Maßnahmen werden fortlaufend bis 2020 umgesetzt.

Im Fährverkehr wird es auf der Linie 62 ab 2017 an den Wochenenden und Feiertagen zwischen Ostern und Oktober tagsüber eine Taktverdichtung von 15 auf 10 Minuten geben. Darüber hinaus ist es unter bestimmten technischen Voraussetzungen möglich, die Zahl der maximal zulässigen Fahrgäste auf den Schiffen von 250 auf 380 Personen zu erhöhen. Für zwei Schiffe hat die HADAG Seetouristik und Fährdienst (HADAG) bereits die Zulassung erhalten, für weitere sollen die entsprechenden Regelungen erwirkt werden.

Um auch von unterwegs einen Überblick über das HVV-Angebot zu haben oder sich z. B. eine Verbindung oder den Standort der nächsten Haltestelle und die Abfahrten in Echtzeit anzeigen zu lassen, bietet der HVV eine eigene App an. Zusätzlich zu den Haltestellen von Bus und Bahn werden auch die Standorte komplementärer Mobilitätsangebote wie Carsharing- oder StadtRad-Stationen angezeigt. Diese Angebote werden in Hamburg auf der Mobilitätsplattform Switchh zusammengeführt und können ebenso wie die Fahrkarten für den HVV (E-Ticketing) mobil über die HVV-App gebucht werden.

Wirkungsberechnung

Die Maßnahmen im Bereich des ÖPNV werden dessen Kapazitäten und zum Teil Reisegeschwindigkeiten erhöhen. Dies führt zu einem Anstieg der Fahrgastzahlen im ÖPNV. Zur Berechnung der Verlagerungswirkungen vom Pkw auf den ÖPNV wurden die Infrastruktur- und Linienergänzungen im ÖPNV im Verkehrsmodell berücksichtigt. Die Busbeschleunigung wurde über eine Reduktion der Reisezeiten derjenigen Verkehrsrelationen berücksichtigt, die von den jeweiligen Maßnahmen profitieren.

Weitere Maßnahmen, die die ÖPNV-Angebotskenngrößen nicht oder nur bedingt beeinflussen, sind in die Trendprognose des Verkehrsgutachters eingeflossen. Dies betrifft den Einsatz zusätzlicher Züge, den Ausbau der Barrierefreiheit sowie den Einsatz von E-Ticketing und Apps. Diese Maßnahmen dienen der generellen Unterstützung des in der Trendprognose berücksichtigten flächendeckenden Zuwachses der Fahrgastnachfrage und einem Nachfragerückgang des Pkw-Binnenverkehrs.

Ergebnis der gesamtstädtischen NO_x-Emissionsreduktion:

2020: 15 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2020

2025: 41 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2025

An den verkehrsnahen Messstationen wurde folgende Immissionsminderung berechnet:

Tabelle 28: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion MP 1 an den verkehrsnahen Messstationen

	2020	2025
Habichtstraße	-0,5 µg/m ³	-0,8 µg/m ³
Kieler Straße	-0,0 µg/m ³	-0,2 µg/m ³
Max-Brauer-Allee	-0,1 µg/m ³	-0,4 µg/m ³
Stresemannstraße	-0,4 µg/m ³	-1,0 µg/m ³

7.1.2 Maßnahmenpaket 2: Förderung des Radverkehrs

Das Maßnahmenpaket Förderung des Radverkehrs enthält folgende Einzelmaßnahmen:

- Umsetzung Veloroutenkonzept,
- Optimierung der Radverkehrsinfrastruktur,
- Radschnellwege planen und bauen,
- StadtRad ausbauen und weiterentwickeln,
- Service und Kommunikationskampagne im Radverkehr.

Zur Förderung des Radverkehrs hat Hamburg bereits 2008 eine Radverkehrsstrategie beschlossen. Mit Fortschrittsberichten wird die Radverkehrsstrategie regelmäßig überarbeitet und weiterentwickelt. Im Juni 2016 wurde zudem ein Bündnis für Radverkehr vereinbart mit dem Ziel, Hamburg bis in die 2020er Jahre zu einer Fahrradstadt mit einem Radverkehrsanteil von 25 % am Gesamtverkehrsaufkommen der Hamburgerinnen und Hamburger zu entwickeln. Im Vergleich zum Ergebnis der letzten durchgeführten Erhebung zur Mobilität in Deutschland (MID 2008), bei der der Radverkehrsanteil in Hamburg bei 12 % lag, wird deutlich, dass es sich um ein ehrgeiziges Ziel handelt. Das Ergebnis der derzeit laufenden Erhebung zur MID wird 2018 vorliegen und zeigen, ob Hamburg sich bereits auf einem guten Weg befindet oder ob zusätzliche Maßnahmen ergriffen werden sollten. Um das ehrgeizige Ziel von 25 % Radverkehrsanteil zu erreichen, ist eine gut ausgebaute und ganzjährig sicher befahrbare Radverkehrsinfrastruktur erforderlich. Vielfältige Service- und Informationsangebote ergänzen diese Radverkehrsinfrastruktur. Auch Pendler aus dem Umland brauchen gute Bedingungen. Komfortables und sicheres Fahrradparken soll in ganz Hamburg möglich sein.

Das Hamburger Veloroutennetz mit derzeit 14 stadtweiten Routen und ca. 280 km Länge bündelt den Alltagsverkehr bezirks- und stadtteilübergreifend auf möglichst verkehrsaarmen Strecken und verbindet die Wohngebiete der inneren und äußeren Stadt mit den Stadtteilzentren und der City. Die Velorouten sollen ganzjährig und ganztäglich sicher, zügig und komfortabel befahrbar sein. Die Befahrbarkeit ist auch bereits zum großen Teil gegeben, der Ausbauzustand aber teilweise noch an die Bedürfnisse des Radverkehrs anzupassen. Dies soll bis spätestens 2020 geschehen. Die Routen stellen das Grundgerüst des gesamtstädtischen Radverkehrsnetzes dar und bilden gleichzeitig das Rückgrat der bezirklichen Netze. Bestandteil des Veloroutennetzes wird auch eine attraktive Querungsmöglichkeit der Norderelbe sein.

Darüber hinaus hat sich Hamburg zum Ziel gesetzt, die Radverkehrsinfrastruktur zu optimieren, d.h. das Niveau von Bau, Sanierung und Widmung von Radverkehrsanlagen im gesamten Hamburger Stadtgebiet auf 50 km pro Jahr zu steigern. Neben dem Veloroutenausbau sollen zusätzlich die bezirklichen Fahrradrouten sowie Radverkehrsanlagen entlang stärker befahrener Straßen einen wichtigen Beitrag dazu leisten. Bei der Neuplanung und bei der Planung von Straßenbaumaßnahmen im Bestand ist der Radverkehr daher regelhaft so zu berücksichtigen, dass die Radverkehrsführungen ein sicheres, zügiges und komfortables Fahren ermöglichen. Wo immer es sinnvoll und möglich ist, sollen Radfahrstreifen oder Schutzstreifen zum Einsatz kommen. Ebenso werden weitere Einbahnstraßen für den Radverkehr in Gegenrichtung freigegeben, sofern die rechtlichen Rahmenbedingungen gegeben sind. Im nachgeordneten Netz, insbesondere auf den Velo- und bezirklichen Fahrradrouten, werden verstärkt Fahrradstraßen eingerichtet. Für die selbstverständliche und flexible Nutzung des Fahrrads im Alltags- und Freizeitverkehr sind sichere, komfortable und zielnahe Möglichkeiten zum Fahrradparken (auch für Pedelecs und Lastenfahrräder) eine weitere wichtige Voraussetzung.

Um ein Angebot für Radpendler zu schaffen und größere Entfernungen für den Radverkehr zu erschließen, die insbesondere mit Pedelecs mittlerweile mühelos bewältigt werden können, soll ein Netz von Radschnellwegen entwickelt und bis 2025 umgesetzt werden. Radschnellwege sollen das Veloroutennetz insbesondere an die Umlandkommunen anbinden und perspektivisch in ein regionales Radschnellwegennetz der Metropolregion Hamburg eingebunden sein.

Eine weitere wichtige Maßnahme stellen der Ausbau und die Erweiterung des sehr erfolgreichen Fahrradleihsystems „StadtRAD Hamburg“ dar. Seit der Einführung wurde das System deutlich erweitert. Mitte 2016 standen den ca. 355 000 Nutzern fast 2 500 Fahrräder an über 200 Stationen zur Verfügung. Weitere Stationen sind derzeit nicht vorgesehen, können sich aber bis zum Ende der Laufzeit (2018) des Betreibervertrages mit der DB Rent GmbH durch Firmenkooperationen ergeben. Eine Fortführung des Fahrradverleihsystems ab 1.1.2019 ist vorgesehen. Die Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation (BWVI) wird die Neuausschreibung des Betreibervertrages vorbereiten und durchführen.

Im Sinne einer ganzheitlichen Radverkehrsförderung sollen neben infrastrukturellen Maßnahmen auch Maßnahmen in den Bereichen Service und Kommunikation entwickelt und umgesetzt werden. Eine Kommunikationskampagne soll die Hamburgerinnen und Hamburger weiter dafür sensibilisieren, das Fahrrad als selbstverständliches Verkehrsmittel im Alltag und in der Freizeit zu nutzen sowie die gegenseitige Akzeptanz und Rücksichtnahme aller Verkehrsteilnehmer im Straßenverkehr zu steigern. Auch an Schulen soll das Thema Radverkehr etabliert werden. Das Radfahren in Hamburg muss ganzjährig sicher und komfortabel möglich sein. Daher wird der Winterdienst auf Radwegen weiter ausgeweitet und auch deren Reinigung von Herbstlaub verbessert. Um Probleme im Radverkehrsnetz sowie an Abstellanlagen direkt an die zuständigen Stellen melden zu können, wird der Melde-Michel, bei dem die Bürger Schäden an der öffentlichen Infrastruktur Hamburgs einfach melden können, für Radverkehrsangelegenheiten weiterentwickelt. Zur Verbesserung der Datengrundlage werden zukünftig an wichtigen Radverkehrsachsen in jedem Bezirk Dauerzählstellen eingerichtet, die das Radverkehrsaufkommen in Echtzeit tages- und jahresbezogen anzeigen.

Wirkungsberechnung

Die Maßnahmen im Radverkehr führen dazu, dass sich zukünftig mehr Menschen für das Rad anstatt für den Pkw entscheiden. Dies wird eine Reduktion der Kfz-Belastung im betrachteten Straßennetz bewirken. Die Abbildung der Attraktivitätssteigerung durch Velorouten, der Radwegeinfrastruktur sowie den Radschnellwegen erfolgt über die Anpassung der dem Verkehrsmittelwahlmodell zugrundeliegenden Aufwandskenngrößen. Ebenso wurde der Ausbau des StadtRAD-Netzes im Verkehrsmodell direkt berücksichtigt.

Sonstige, gesamtstädtisch wirksame Maßnahmen wie die Ausweitung des Winterdienstes sowie die Maßnahmen im Bereich Service und Kommunikation wurden im Rahmen der Trendprognose berücksichtigt. Die Maßnahmen führen zu einem Nachfragerückgang des Pkw-Binnenverkehrs.

Ergebnis der gesamtstädtischen NO_x-Emissionsreduktion:

2020: 41 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2020

2025: 85 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2025

An den verkehrsnahen Messstationen wurde folgende Immissionsminderung berechnet:

Tabelle 29: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion MP 2 an den verkehrsnahen Messstationen

	2020	2025
Habichtstraße	-0,7 µg/m ³	-1,0 µg/m ³
Kieler Straße	-0,3 µg/m ³	-0,8 µg/m ³
Max-Brauer-Allee	-0,3 µg/m ³	-0,7 µg/m ³
Stresemannstraße	-0,4 µg/m ³	-1,7 µg/m ³

ENTWURF

7.1.3 Maßnahmenpaket 3: Intermodale Angebote & Mobilitätsmanagement

Das Maßnahmenpaket Intermodale Angebote & Mobilitätsmanagement enthält folgende Einzelmaßnahmen:

- Mobilitätsservicepunkte switchh,
- Verbesserung und Ausweitung Park+Ride (P+R),
- Ausweitung Bike+Ride (B+R),
- Carsharing,
- Förderung des Fußgängerverkehrs,
- Verbesserung des Parkraummanagements,
- Mobilitätsmanagement,
- Luftgütepartnerschaft,
- Pendlerportal.

Vernetzte und flexiblere Mobilitätsangebote steigern die Attraktivität des Umweltverbundes, denn diese Angebote erleichtern den Wechsel zwischen den verschiedenen Verkehrsmitteln. Im Rahmen des Mobilitätsmanagements werden die Verkehrsteilnehmer über die verschiedenen Mobilitätsoptionen informiert und ihr Bewusstsein für eine umweltfreundliche Verkehrsmittelwahl wird geschärft. Hierzu dienen Maßnahmen vor allem aus den Bereichen Kommunikation und Koordination. Mobilitätskonzepte, die im Zusammenhang mit Neubauvorhaben (wie z. B. Mitte Altona, Pergolenviertel, Baakenhafen, u.a.) eine Integration von Carsharing-Ansätzen, Lastenrädern oder einer Reduzierung des Stellplatzschlüssels zugunsten alternativer Mobilitätsangebote vorsehen, zählen ebenfalls zum Maßnahmenbündel des Mobilitätsmanagements. Die „Partnerschaft für Luftgüte und schadstoffarme Mobilität“ unterstützt Hamburger Unternehmen beim betrieblichen Mobilitätsmanagement.

So steigert z. B. die Nutzung von Car-Sharing-Angeboten die verkehrliche Effizienz, weil Fahrtaufkommen und Wegstrecken zwar gleich bleiben, sich aber auf deutlich weniger Fahrzeuge verteilen. Die so erreichte Effizienzsteigerung der Fahrzeugnutzung und -auslastung in Verbindung mit der Umstellung auf Elektromobilität schafft eine nutzerübergreifende Fahrzeugbündelung bei gleichzeitiger Emissionsfreiheit. Dabei ist zwischen zwei Carsharing Varianten zu unterscheiden. Beim stationsbasierten Carsharing stehen die Fahrzeuge auf festen Stellplätzen, beim free-floating Carsharing dagegen innerhalb eines definierten Geschäftsgebietes frei verteilt im Straßenraum und können mit dem Smartphone geortet und gebucht werden. Beide Varianten sind in Hamburg erfolgreich, weisen aber unterschiedliche Nutzungsmuster auf bzw. sprechen unterschiedliche Zielgruppen an. Stationsbasiertes Carsharing wird im Gegensatz zum Free-Floating-Carsharing zumeist für längere Fahrten genutzt. Auch sind deren Nutzer ÖPNV-affiner und besitzen seltener einen Pkw. Laut Untersuchungen des Bundesverbandes für Carsharing werden je stationsbasiertem Carsharing-Fahrzeug bis zu vier private Pkw abgeschafft, in Innenstädten sogar bis zu 20 private Pkw. Beim free-floating Carsharing liegt die Ersatzquote nur zwischen 1:1 (Amsterdam) und 1:3 (Paris), das Angebot erreicht aber deutlich mehr Kunden (Bundesverband CarSharing, Juni 2016). Hamburg sieht in CarSharing-Systemen eine zukunftsweisende Mobilitätsform und wird deren Ausbau weiter aktiv begleiten.

Dabei strebt Hamburg eine möglichst weitgehende Umrüstung der CarSharing-Flotten auf Elektroantriebe an. Eine höhere räumliche Verdichtung der Ladeinfrastruktur soll insbesondere die Umstellung der Freefloating-Carsharing-Flotten auf elektrische Antriebe erleichtern. Entsprechende bilaterale Vereinbarungen zwischen der Freien und Hansestadt Hamburg und den Betreibern werden derzeit konkretisiert.

Unabhängig hiervon wird derzeit die praktische Erprobung quartiersbezogener Ansätze vorbereitet. Im laufenden Bundesmodellprogramm „e-Quartier Hamburg“ wird stationsgebundenes Carsharing an Quartiersstandorten gemeinsam mit Mobilitätsanbietern und Wohnungswirtschaft erprobt. Im Projekt „first-mover.hamburg“ soll in zwei Stadtteilen, in denen es einen hohen Anteil innerstädtischen Wohnens gibt und für die dortige Wohnbevölkerung eine als sehr hoch empfundene Belastung im ruhenden Verkehr (Parkdruck) besteht, Lebensraum zurück gewonnen werden, indem öffentliche Parkstände umgewandelt und nachfrageorientiert in Stellplätze für Carsharing (inkl. Ladesäulen), Grünflächen oder andere alternative Mobilitätsangebote (z. B. Stellplätze für Lastenräder) umgewidmet werden. Durch eine hohe Dichte und Verfügbarkeit alternativer Mobilitätsangebote soll die Nutzung eines privaten Pkw entbehrlich und hierzu eine nachhaltige Bewusstseins- und Verhaltensänderung bewirkt werden.

Seit Mai 2013 errichtet die Hamburger Hochbahn AG an geeigneten Schnellbahn-Stationen Mobilitäts-Service-Punkte (MSP). An diesen stehen zusätzlich zum ÖPNV-Angebot verschiedene komplementäre Mobilitätsangebote zur Verfügung. Dabei handelt es sich insbesondere um Fahrradabstellmöglichkeiten, Leihfahrradsysteme, Carsharing- und Mietwagenangebote. Die Buchung bzw. Ausleihe erfolgt über die Hamburger Mobilitätsplattform „Switchh“. Mit der einmaligen Anmeldung bei „Switchh“ können die Nutzer frei zwischen den Angeboten wählen.

B+R erleichtert den Umstieg vom Fahrrad auf den ÖPNV. Um das Angebot an Fahrradabstellanlagen sowohl quantitativ als auch qualitativ zu verbessern, wurde 2015 das B+R-Entwicklungskonzept beschlossen. Dieses beinhaltet u.a. die Schaffung von ca. 12000 zusätzlichen Abstellmöglichkeiten für Fahrräder bis zum Jahre 2025. Zudem wird zukünftig die Park+Ride-Betriebsgesellschaft mbH (P+R) einheitlich den Betrieb aller B+R-Anlagen übernehmen sowie federführend für deren Planung und Bau zuständig sein.

Die Förderung und Attraktivitätssteigerung des Zufußgehens erfolgt überwiegend integrativ im Rahmen des Neu-, Um- und Ausbaus sowie der Grundinstandsetzung von Straßen. Es stellt mithin eine Daueraufgabe dar. Besonders zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang Maßnahmen in der Innenstadt und den Bezirkszentren (z. B. Jungfernstieg, Neuer Wall, Große Bleichen, Dammtorstraße, Wandsbeker Marktstraße), wo die Flächen des Fußverkehrs deutlich vergrößert wurden. Dies erfolgte häufig im Rahmen eines Business Improvement Districts (BID).

Eine wichtige verkehrspolitische Steuerungsmöglichkeit stellt die Parkraumbewirtschaftung dar. Seit Mai 2014 erfolgt eine konsequente Überwachung des in drei unterschiedliche Gebührenzonen eingeteilten Parkraums, die stetig ausgeweitet wurde.

Darüber hinaus wurden über 80 Tsd. Parkstände innerhalb des Ring 2 elektronisch erfasst und abgebildet, weitere Parkstände in verschiedenen Stadtgebiete werden ab dem Jahr 2017 folgen. Das auf diese Weise entstehende digitale Abbild der Stadt vermittelt einen Überblick über das Parkraumangebot, die Lage der Parkstände, deren Ausstattung, Bewirtschaftungsattribute (Parkgebühr, Bewirtschaftungszeit und Höchstparkdauer), und stellt in dieser Form ein Novum für deutsche Großstädte dar. Die Veröffentlichung der Rumpf-Daten als auch die weitere Ausdehnung ist bis Ende 2017 geplant.

Damit ist die Datenbasis für eine intelligente Parkraumbesetzungserkennung gelegt. Mit dem Unternehmen „T-Systems“ wurde zum Jahresende 2016 eine Zusammenarbeit vereinbart, die u.a. ein Test verschiedener Parkraumbesetzungs-Techniken sowie die Informationsbereitstellung der aktuellen Parkraumbesetzung an die Nutzer beinhaltet. Mit der Zugänglichkeit von Besetzungszuständen für mögliche Kfz-Nutzer kann die Verkehrsmittelwahl beeinflusst und die Multimodalität gefördert werden.

Diese Maßnahmen sollen das Verkehrsverhalten aktiv beeinflussen und den Parksuchverkehr reduzieren. Zugleich spielt Parkraummanagement als Steuerungsinstrument für emissionsfreie Antriebe eine zuneh-

mend wichtigere Rolle. Bereits im September 2015 hat der Senat von der Ermächtigung des kurz zuvor in Kraft getretenen Gesetzes zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge (Elektromobilitätsgesetz – EmoG) Gebrauch gemacht, die Parkgebühren für elektrisch betriebene Fahrzeuge zu ermäßigen oder sie von der Gebührenpflicht zu befreien. Seit dem 1. November 2015 dürfen elektrisch betriebene Fahrzeuge auf allen gebührenpflichtigen Parkflächen im Rahmen der jeweils geltenden Höchstparkzeit gebührenfrei parken. Die Gebührenfreiheit schafft einen Anreiz im Sinne der Gesamtzielsetzung und dient so in besonderer Weise der Förderung der Elektromobilität in Hamburg.

Die „Partnerschaft für Luftgüte und schadstoffarme Mobilität“ wurde 2012 von der Behörde für Umwelt und Energie, der Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, der Handelskammer Hamburg und der Handwerkskammer Hamburg initiiert und ist bis zum 31.12.2020 vereinbart.

Das Ziel der Luftgütepartnerschaft ist es, einen Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität in Hamburg durch Förderung schadstoffarmer Mobilität in Unternehmen zu leisten. Sie deckt alle Mobilitätsthemen ab, die mit den betrieblichen Aktivitäten der Unternehmen in Verbindung stehen. Dazu gehören der Fuhrpark (Personen- und Gütertransport), Geschäftsreisen und die Wege zur Arbeit und zurück.

Durch die Partnerschaft steht den Unternehmen eine Wissensbasis und Informationsmaterial zu schadstoffarmer betrieblicher Mobilität zur Verfügung und ein Netzwerk von Akteuren ist etabliert. Unternehmen können die Veranstaltungen der Partnerschaft nutzen, sich an der Aktionswoche beteiligen und sich mit ihren Maßnahmen für die Auszeichnung „Luftgütepartner des Jahres“ bewerben. Die Kammern führen Betriebsberatungen durch und haben die Beschaffungsinitiative „Hamburg macht E-mobil“ initiiert.

Neben der Beratung von Unternehmen, der Akquise von neuen Luftgütepartner-Unternehmen, Entwicklung der Kriterien für Umweltsiegel für Taxis und Kuriere und deren Vergabe, Fach- und Netzwerkarbeit ist die Kommunikation ein wichtiger Bestandteil der Luftgütepartnerschaft. Die Partnerschaft motiviert Unternehmen z. B. zum Einsatz von alternativ angetriebenen Fahrzeugen, zum Verzicht auf Pkw-Fahrten, zur Nutzung von Carsharing, zur Bildung von Fahrgemeinschaften, zum Umstieg auf Busse und Bahnen, zur verstärkten Nutzung von Fahrrädern und Pedelecs oder zur Einführung eines Fuhrparkmanagements. Häufig werden in größeren Unternehmen die Mitarbeiter bei der ÖPNV-Nutzung mit der Proficard unterstützt, in kleineren Unternehmen wird der Umstieg auf das Fahrrad durch eine bessere Fahrradinfrastruktur erleichtert. Elektrofahrzeuge werden zunehmend genutzt. Einzelne Unternehmen haben darüber hinaus weitere Maßnahmen durchgeführt wie z. B. die Verstärkung von einer Buslinie zum Werk, Nutzung von Videokonferenzen, Errichten von Ladesäulen oder Beauftragung von Lieferanten, die schadstoffarme Fahrzeuge einsetzen. Unternehmen sind damit Vorreiter bei der Nutzung von modernen und alternativ betriebenen Fahrzeugen sowie Multiplikatoren für schadstoffarme Mitarbeitermobilität.

Um weitere Hamburger Unternehmen aktiv bei der Umsetzung und Entwicklung von Maßnahmen zur Schadstoffreduktion im Rahmen der betrieblichen Mobilität zu unterstützen, wurde durch die BUE das Projekt „Betriebliche Mobilität zukunftsfähig gestalten“ initiiert. Das Projekt startet im Frühjahr 2017 mit dem Ziel, in/mit Hamburger Unternehmen und Mobilitätsakteuren innovative, nachahmenswerte Maßnahmen betrieblicher Mobilität zu entwickeln, umzusetzen und zu kommunizieren. Die Maßnahmen sollen in der Form gestaltet sein, dass sie leicht von anderen Unternehmen aufgegriffen, auf die eigenen Bedürfnisse angepasst und eingeführt werden können.

Wirkungsberechnung

Das Maßnahmenpaket Intermodalität und Mobilitätsmanagement umfasst mehrere Einzelmaßnahmen zur Steigerung der intermodalen Verknüpfung und des multimodalen Verkehrsverhaltens. Insgesamt zie-

len alle Maßnahmen darauf ab, den Umstieg auf den Umweltverbund zu erleichtern und die Unabhängigkeit vom privaten Kfz zu stärken. Die Maßnahmen werden deshalb Auswirkungen auf die Verkehrsbelastung haben. Die Methodik zur Ermittlung der verkehrlichen Wirkungen unterscheidet sich bei den Maßnahmentypen. Die Maßnahme „Mobilitätsmanagement“ berücksichtigt z. B. eine reduzierte Verkehrserzeugungsrate der Wohn- und Gewerbeneunutzungen. Die Maßnahme „Parkraummanagement“ wird über einen erhöhten Zugangswiderstand zum Verkehrssystem abgebildet. Der Ausbau des B+R-Systems führt hingegen zu unmittelbaren Verlagerungen vom Pkw auf das Fahrrad. Weitere Maßnahmen wie Mobilitätsservicepunkte oder Fußverkehrsförderung, die die Aufwandskenngrößen nicht oder nur bedingt beeinflussen, fließen in die Trendprognose ein.

Ergebnis der gesamtstädtischen NO_x-Emissionsreduktion:

2020: 132 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2020
 2025: 134 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2025

An den verkehrsnahen Messstationen wurde folgende Immissionsminderung berechnet:

Tabelle 30: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion MP 3 an den verkehrsnahen Messstationen

	2020	2025
Habichtstraße	-1,2 µg/m ³	-1,4 µg/m ³
Kieler Straße	-0,7 µg/m ³	-1,7 µg/m ³
Max-Brauer-Allee	-0,8 µg/m ³	-1,1 µg/m ³
Stresemannstraße	-1,8 µg/m ³	-2,3 µg/m ³

7.1.4 Maßnahmenpaket 4: Verkehrsmanagement

Das Maßnahmenpaket Verkehrsmanagement enthält die Einzelmaßnahme Innovative Lieferkonzepte in der Innenstadt inklusive dem City-Logistik-Konzept. Weitere Maßnahmen wie das automatisierte Fahren sind Bestandteil des Verkehrsmanagements, für deren Quantifizierung konnten jedoch keine belastbaren Eingangsdaten ermittelt werden.

Ziel des Verkehrsmanagements ist es, die vorhandene Verkehrsinfrastruktur sowohl räumlich als auch zeitlich effizient zu nutzen und so den Anforderungen des wachsenden Wirtschafts- und Güterverkehrs und den individuellen, privaten Mobilitätsbedürfnissen gerecht zu werden. Verkehrsmanagement stellt eine Daueraufgabe dar. Im Bereich Verkehrsmanagement werden fortlaufend Anpassungen und Ergänzungen vorgenommen. Vordergründiges Ziel dabei ist es, einen möglichst stetigen Verkehrsfluss zu ermöglichen. Auch innovative Lieferkonzepte gehören hierzu.

Ein neues Maßnahmenfeld stellt das Thema Citylogistik dar. Citylogistik-Konzepte sollen bei konstanter Versorgungsqualität zur Entlastung der städtischen Infrastruktur und höheren Wirtschaftlichkeit des Güterverkehrs führen. In den vergangenen Jahren haben der rasant wachsende Online-Handel (E-Commerce) und die damit verbundenen Paketzustellungen an der privaten Haustür insbesondere zur Zunahme des Lieferverkehrs geführt. Zusätzliche Wachstumsimpulse resultieren aus der angestrebten Ansiedlung von E-Commerce-affinen Unternehmen in der Metropolregion sowie daraus, dass auch immer mehr stationäre Einzelhändler sich online engagieren, indem sie ihre Waren im Wege des Multichannel, Cross- oder Omnichannel-Vertriebs anbieten. Die innerstädtische Warenverteilung stellt somit eine zunehmende Herausforderung dar.

Daher wird ein Citylogistik-Konzept unter dem Titel Modellregion „Smart Last Mile Logistics“ („SMILE“) mit dem Ziel erarbeitet, die Effizienz der Zustellverkehre zu erhöhen, die Steuerung des innerstädtischen Wirtschaftsverkehrs zu optimieren sowie die Umweltbelastungen zu reduzieren. In den nächsten Jahren sollen von Privatwirtschaft und öffentlicher Hand gemeinsam kreierte Projekte in der Modellregion Hamburg implementiert werden. Nach einem Erprobungszeitraum von zwei bis drei Jahren sollen die Projekte bewertet und sofern erfolgreich weitergeführt werden. Die Kernthemen sind dabei: Alternative Zustellprozesse, alternative Transportträger und alternative Antriebe.

Die Unternehmen verfügen über eine Vielzahl innovativer Ideen, die es in Pilotprojekten zu testen gilt. Ein prominentes zweijähriges Modellprojekt läuft bereits seit Februar 2015 im Hamburger Citybereich mit UPS (United Parcel Service). Um die Verkehre und damit die Emissionen durch die Paketzustellung in der Innenstadt zu reduzieren, hat UPS an zentralen Standorten Container als Zwischenlager aufgestellt. Von dort erfolgt die Zustellung von Paketsendungen zu Fuß oder mit dem Fahrrad (z. B. Last-E-Bikes).

Das Unternehmen Hermes hat im vergangenen Jahr zur Erprobung die Zustellung mit Paketrobotern sowie die Innenstadtbeflieferung mit E-Fahrzeugen und Lastenrädern gestartet. Im April 2017 wurde die Erprobung des Pilotprojektes City Logistik zur Beflieferung mit Robotern vom Genehmigungsinhaber auf weitere Lieferanten/Kooperationspartner ausgeweitet. Gleichzeitig erfolgte sowohl eine räumliche Ausweitung der Liefergebiete als auch die Ermöglichung der Beflieferung rund-um-die-Uhr. Der Erprobungszeitraum wurde zunächst bis zum Jahresende 2017 verlängert. DHL wird in Hamburg seinen elektrobetriebenen „Street-Scooter“ einsetzen. DPD entwickelt ebenso Lösungen zur Digitalisierung der letzten Meile. Weiterhin werden Projekte getestet, um Pakete zu konsolidieren und die Zustellungsquote im ersten Versuch zu erhöhen. Hierzu gibt es Ideen von Start-Ups wie CiDO, die einen sicheren Zugang des Paketboten in Mehrfamilienhäusern gewährleisten. Daran anschließend bestehen Lösungen, zum Beispiel ParcelLock oder der PaketButler, die es dem Paketboten ermöglichen, die Sendung sicher vor der Haustür abzugeben,

ohne dass ein Empfänger bereit steht. Das Unternehmen pakadoo ermöglicht die Lieferung von Privatpaketen an den Arbeitsplatz.

Ein weiteres wichtiges Zukunftsthema im Bereich Verkehrsmanagement ist die Förderung des automatisierten Fahrens. Hier gibt es Kooperationsprojekte mit der Automobilindustrie zur Erprobung der Potenziale des automatisierten Fahrens u.a. für eine effizientere Nutzung des Verkehrssystems und eine Verstärkung des Verkehrs und damit verbunden einer Minimierung von Emissionen. So sieht eine Grundsatzvereinbarung („Memorandum of Understanding“) aus dem Jahr 2016 zwischen Hamburg und dem Volkswagen-Konzern vor, dass in den kommenden drei Jahren gemeinsam innovative Lösungen erarbeitet werden, um die urbane Mobilität umweltschonender, sicherer, verlässlicher und effizienter zu gestalten. Ziel der Zusammenarbeit ist es, Hamburg als Modellstadt für zukünftige, nachhaltige und integrierte urbane Mobilität zu entwickeln. Urbane Mobilitätskonzepte und Intermodalität, Verkehrssteuerung und -management, automatisiertes Fahren und Parken, innovative Fahrzeugkonzepte und alternative Technologien sowie Luftreinhaltung sind Eckpfeiler der Partnerschaft.

Wirkungsberechnung

Verkehrsmanagementmaßnahmen beeinflussen primär die Verkehrsabwicklung, weniger die Verkehrsbelastung im Straßennetz. Lediglich für die Maßnahme City-Logistik-Konzept und die mittel- bis langfristige Umsetzung geeigneter Projekte können Annahmen hinsichtlich eines Reduktionspotenzials für das Verkehrsaufkommen getroffen werden. Für die Quantifizierung der verkehrlichen Effekte wurde davon ausgegangen, dass sich solche innovativen Projekte v.a. auf den innerstädtischen Bereich innerhalb des Rings 1 konzentrieren (inklusive der Hafencity im Süden). Es wurde angenommen, dass City-Logistik-Projekte zu einer Minderung des Lkw-Verkehrsaufkommens im Quell-, Ziel- und Binnenverkehr der Innenstadt um 10 % für den Prognosehorizont 2020 bzw. 15 % für 2025 führen.

Ergebnis der gesamtstädtischen NO_x-Emissionsreduktion:

2020: 8 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2020

2025: 16 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2025

An den verkehrsnahen Messstationen wurde folgende Immissionsminderung berechnet:

Tabelle 31: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion MP 4 an den verkehrsnahen Messstationen

	2020	2025
Habichtstraße	-0,1 µg/m ³	-0,2 µg/m ³
Kieler Straße	-0,1 µg/m ³	-0,1 µg/m ³
Max-Brauer-Allee	-0,0 µg/m ³	-0,2 µg/m ³
Stresemannstraße	-0,2 µg/m ³	-0,3 µg/m ³

7.1.5 Maßnahmenpaket 5: Flottenmodernisierung Bus und Bahn

Das Maßnahmenpaket Flottenmodernisierung Bus und Bahn enthält folgende Einzelmaßnahmen:

- Busflottenmodernisierung VHH,
- Busflottenmodernisierung HOCHBAHN,
- AKN Elektrifizierung,
- Stadtrundfahrtenbusse.

Im Bereich der Busflotte der Hamburger Hochbahn AG (Hochbahn) sowie der Verkehrsbetriebe Hamburg-Holstein GmbH (VHH) erfolgt im Zuge der kontinuierlichen Flottenerneuerung ein Austausch von Bussen älterer Euro-Klassen durch Neufahrzeuge mit aktuellem Euro-VI-Abgasstandard.

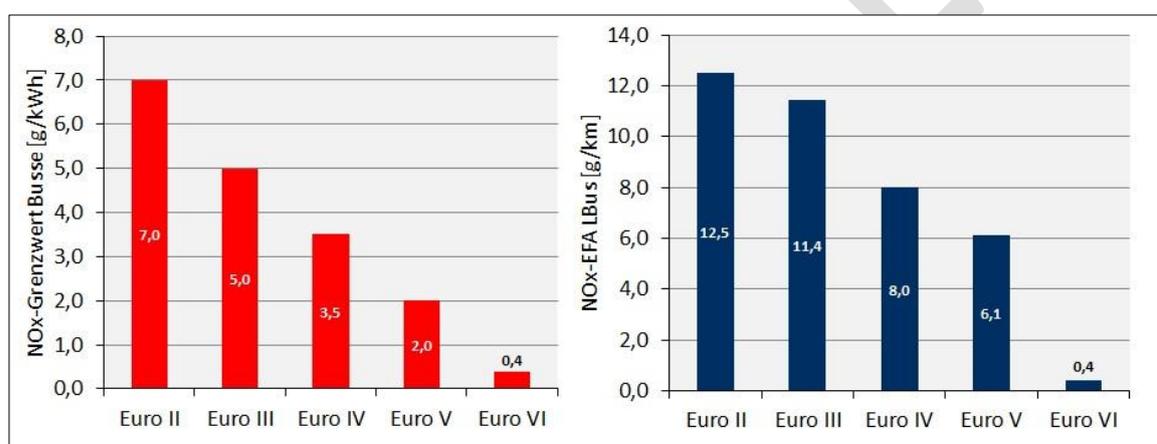


Abbildung 27: NO_x-Abgasgrenzwerte [g/kWh] und NO_x-Emissionsfaktoren nach HBEFA 3.2 [g/km]

Abbildung 27 zeigt die in rot dargestellten NO_x-Grenzwerte für Busse in g/kWh. Die beabsichtigte Reduzierung des Stickoxidausstoßes ist deutlich zu erkennen. Mit der Einführung der Euro-VI-Norm (Typprüfung 2012) wurde der NO_x-Grenzwert im Vergleich zu Euro V nochmals um 80 % auf 0,4 g/kWh reduziert. Die in blau dargestellten Emissionsfaktoren in g/km zeigen die realen Stickoxidemissionen von Linienbussen während einer durchschnittlichen innerörtlichen Fahrsituation gemäß HBEFA 3.2. Die deutliche Abnahme der realen Emissionen mit zunehmend modernem Emissionsstandard ist hier ebenfalls zu erkennen. Besonders der Emissionsfaktor für Euro-VI-Busse zeigt, dass diese wesentlich weniger Stickoxide emittieren als Busse mit der Abgasnorm Euro V. Im abgebildeten Beispiel zum Stadtverkehr beträgt die Reduzierung der NO_x-Emissionen von Euro V auf Euro VI mehr als 90 %.

Im Rahmen ihrer bestehenden Flottenerneuerungspolitik ersetzt die Hamburger Hochbahn jährlich mehr als 60 Busse älterer Abgasstandards mit Neufahrzeugen, die mindestens dem aktuell geltenden Abgasstandard entsprechen. Mit dem Ziel einer signifikanten Emissionsreduzierung sollen im Zeitraum 2017-2019 vorfristig unter einem Mitteleinsatz von rund 28 Mio. € weitere 72 Busse nach Euro-VI-Norm beschafft werden. Damit kann die vollständige Umstellung der unternehmenseigenen Busflotte auf Antriebe mit Euro V oder besser voraussichtlich Mitte 2018 erreicht werden.

In der folgenden Tabelle ist dargestellt, wie sich die Flottenumstellung bis 2020 und 2025 vollzieht. (Hinweis: Die VHH verfügt über eine Gesamtflotte von 537 Fahrzeugen. Davon verkehren nur ca. zwei Drittel in

Hamburg.) Der EEV-Standard ist hinsichtlich der Stickoxid-Emissionsanforderungen dem Euro V Standard gleichgesetzt.

Tabelle 32: Entwicklung der Busflotten von Hochbahn und VHH

	Hochbahn 2014	Hochbahn 2020	Hochbahn 2025	VHH 2014	VHH 2020	VHH 2025
Euro III	194			205		
Euro IV	8			0		
Euro V + EEV	520	290	58	238	215	25
Euro VI	73	474	447	93	293	368
Emissionsfrei	6	63	303	1	29	144
<u>Summe</u>	<u>801</u>	<u>827</u>	<u>808</u>	<u>537</u>	<u>537</u>	<u>537</u>

Ab 2020 sollen in Hamburg ausschließlich emissionsfreie Busse angeschafft werden. Dieser Einsatz ist mit einem hohen finanziellen Mehraufwand verbunden. Die Anschaffungskosten für einen Solo-Elektrobus betragen ca. 400 Tsd. € im Gegensatz zu ca. 190 bis 220 Tsd. € für einen vergleichbaren Euro-VI-Solo-Bus und ca. 600 Tsd. € für einen Elektro-Gelenkbus im Gegensatz zu 270 bis 300 Tsd. € für einen Euro-VI-Gelenkbus. Die Anschaffungskosten für einen Wasserstoffzellenbus liegen bei ca. 1,5 Mio. € (Solo-Bus) bzw. 1,8 Mio. € (Gelenkbus).

Jedoch sind derzeit noch keine serienreifen emissionsfreien Linienbusse auf dem Markt verfügbar. Daher haben Hamburg und Berlin im Sommer 2016 eine Beschaffungsmassnahme für emissionsfreie Linienbusse im ÖPNV gegründet, an der sich mittlerweile auch die Städte Darmstadt, Düsseldorf, Köln München und Stuttgart beteiligen. Angestrebt wird eine gemeinsame Beschaffung von zusammen bis zu rund 200 Bussen pro Jahr durch die jeweiligen landeseigenen Verkehrsunternehmen. Die Partnerschaft steht für weitere Verkehrsunternehmen offen. Für die Fahrzeughersteller schafft sie einen Anreiz, die Entwicklung emissionsfreier Linienbusse mit innovativen Antrieben stärker als bisher voranzutreiben.

Um klima- und umweltschonende Antriebstechnologien im ÖPNV flächendeckend einsetzen zu können, werden sie bei den Verkehrsbetrieben umfangreich erprobt. Schwerpunkt der aktuellen Erprobungen ist die Technologievalidierung unter Alltagsbedingungen und die Weiterentwicklung der relevanten Komponenten und Gesamtsysteme bis zur Markt- und Serienreife. Dieses gilt für Dieselhybridbusse mit einer Plug-In-Funktion sowie Elektrobusse mit Brennstoffzellen (in den Versionen als Hybrid oder Range Extender) und/oder Hochleistungsbatterien gleichermaßen. Während die Elektrobusse im Fokus der mittelfristigen Entwicklung stehen, kommt den Dieselhybridbussen mit einem entsprechenden Minderverbrauch an Treibstoff eine Brückenfunktion bis zur vollständigen Praxistauglichkeit und Wirtschaftlichkeit der emissionsfreien Batterie- und Brennstoffzellenbusse zu. Um eine neutrale Bewertung der verschiedenen Antriebe unter gleichen betrieblichen Rahmenbedingungen zu ermöglichen, werden die Busse mit innovativen Antrieben seit Januar 2015 bei der Hamburger Hochbahn AG auf der sogenannten Innovationslinie 109 (Hauptbahnhof ZOB – U-Alsterdorf) eingesetzt.

Bei der VHH ist seit November 2014 auf der Linie 48 in Hamburg-Blankenese ein E-Midi-Bus mit akkuelektrischem Antrieb im regulären Busbetrieb unterwegs. Dieser Betrieb war so erfolgreich, dass seit Sommer

2016 dort ein weiterer E-Midi-Bus fährt. Zudem werden auf der Metrobuslinie 3 zwei akkuelektrische Gelenkbusse eingesetzt.

Bei den Stadtrundfahrtenbussen verfügt bereits heute ein Großteil über Euro V bzw. EEV oder Euro VI Abgasstandard. Stadtrundfahrten werden als Linienverkehre nach dem Personenbeförderungsgesetz (PBefG) genehmigt. Das PBefG sieht derzeit keinerlei Emissionsstandards für die eingesetzten Fahrzeuge vor; vielmehr kann jedes Fahrzeug, das die allgemeinen Zulassungsvoraussetzungen einhält, eingesetzt werden. Dennoch sollen ab 2018 aufgrund der Ende 2017 neu anstehenden Genehmigungen ausschließlich Busse mit mindestens Euro V eingesetzt werden (vollständiger Ersatz der bisherigen Euro-III-Busse). Für den Genehmigungszeitraum von Dezember 2017 bis Dezember 2027 soll es darüber hinaus die Vorgabe geben, dass bei Neuanschaffungen von Bussen ab 2020 nur noch emissionsfreie Fahrzeuge eingesetzt werden.

Dieses Ziel steht allerdings unter einem rechtlichen Vorbehalt. Gegen die Vorgabe des Euro-V-Standards in der letzten Genehmigung von 2008 haben Unternehmen, die keine Genehmigung erhalten hatten, geklagt. Im Zuge der Befassung der Gerichte hat das Oberverwaltungsgericht Hamburg deutlich gemacht, dass es sich generell gegen besondere Anforderungen an Stadtrundfahrtunternehmen ausspricht. Es weist darauf hin, dass es sich um eigenwirtschaftliche (also nicht subventionierte) Verkehre handelt und daher im Unterschied zum „klassischen“ ÖPNV der Gesichtspunkt der öffentlichen Verkehrsinteressen, auf den die Qualitätskriterien gestützt wurden, nur sehr eingeschränkt gelte (Beschluss vom 2.1.2012 – 3 Bs 55/11 –, juris).

Ergänzend zur Modernisierung der Busflotte stärkt Hamburg den Einsatz von Elektrofahrzeugen auf den Schienenverbindungen. Schon heute werden auf der Schiene - gerade bei den schweren Güterzügen - überwiegend Elektrolokomotiven eingesetzt. Elektromobilität sieht der Bund als wichtigsten Baustein für die Reduktion von Schadstoffen im Verkehrsbereich an, diese Haltung wird von Hamburg unterstützt. Im Schienenverkehr ist gewährleistet, dass dieser „elektrische Treibstoff“ auch während der Fahrt zugeführt werden kann und nicht über eine Batterie nur für einen begrenzten Radius eines Fahrzeugs zur Verfügung steht. Wird der Strom auch noch durch regenerative Systeme erzeugt, ist die Schiene mit Abstand das umweltverträglichste Verkehrsmittel. Der komplette Strombedarf des Systems Hamburger S-Bahn wird seit 2010 ausschließlich mit Strom aus erneuerbaren Energien gedeckt.

Ein solches Projekt stellt der Ausbau der 30 km langen Stammstrecke der Altona-Kaltenkirchen-Neumünster Eisenbahn AG (AKN) von Hamburg-Eidelstedt über Quickborn nach Kaltenkirchen (Linie A1) zu einer mit Wechselstrom elektrifizierten S-Bahn-Linie dar. Neben der Reduktion der Schadstoffemissionen durch wegfallende Dieselloks wird damit eine umsteigefreie Verbindung von Kaltenkirchen bis in die Hamburger Innenstadt realisiert, wodurch mit einer Erhöhung der Fahrgastzahlen von bis zu 10 000 Fahrgäste pro Tag durch die gestiegene Attraktivität der Verbindung gerechnet wird (Inbetriebnahme 2021).

Wirkungsberechnung

Die Flottenmodernisierung der im Hamburger Verkehrsverbund zusammengeschlossenen Unternehmen führt sukzessive zu einem beschleunigten Einsatz emissionsarmer und emissionsfreier Busse und damit zu einer direkten Emissionsminderung. Mit der verstärkten Ausrichtung auf eine moderne und innovative Flotte nutzt die Stadt die ihr gegebenen direkten Einflussmöglichkeiten.

Im Maßnahmenpaket MP5 wurde berechnet, wie sich die Immissionsbelastung darstellen würde, wenn zunehmend emissionsfreie Busse eingesetzt werden. Die Wirkung beruht also im Wesentlichen auf der Differenz aus dem Einsatz von Euro-VI-Bussen zum Einsatz emissionsfreier Busse. Das hohe Reduktionspo-

tenzial (s.o. Ausführung zu Emissionsfaktoren) durch eine Flottenänderung von Euro-V-Bussen zu Euro-VI-Bussen kommt bei der Wirkungsberechnung nur eingeschränkt zum Tragen.

Diese Flottenerneuerungen, die bereits mit der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans mit dem Ziel des verstärkten Einsatzes von Euro-VI-Bussen eingeleitet wurden, führen daher schon in den Basisszenarien zu einer deutlichen Verringerung der Emissionen (vgl. Tabelle 33). Die Hälfte der Emissionen in 2025 wird dabei durch die noch verbleibenden Euro-V-Busse verursacht, obwohl diese dann nur einen Anteil an der Laufleistung von weniger als 10 % haben werden. Die Emissionsreduzierung durch die für die Hochbahn kürzlich beschlossene vorgezogene Beschaffung von 72 emissionsarmen Bussen konnte bei der Berechnung noch nicht berücksichtigt werden. Der bevorzugte Einsatz emissionsarmer Busse auf hochbelasteten Straßen wurde gesondert berechnet und ist im Kapitel 7.2.1.7 beschrieben.

Tabelle 33: NO_x-Emissionen des Busverkehrs in t/a

	Ist-Situation 2014	Basisszenario 2020	Basisszenario 2025
Busse	524	204	59

Da die Flottenerneuerung bereits fortlaufend umgesetzt wird, sind die dadurch erreichten Emissionsminderungen in den Basisszenarien enthalten.

Ergebnis der gesamtstädtischen NO_x-Emissionsreduktion:

2020: 1 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2020

2025: 11 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2025

An den verkehrsnahen Messstationen wurde folgende Immissionsminderung berechnet:

Tabelle 34: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion MP 5 an den verkehrsnahen Messstationen

	2020	2025
Habichtstraße	-0,0 µg/m ³	-0,1 µg/m ³
Kieler Straße	-0,0 µg/m ³	-0,1 µg/m ³
Max-Brauer-Allee	-0,1 µg/m ³	-0,2 µg/m ³
Stresemannstraße	-0,0 µg/m ³	-0,1 µg/m ³

Die Emissionen der Stadtrundfahrtenbusse wurden im Maßnahmenpaket MP5 ohne Berücksichtigung der HVV-Busse berechnet. Dabei wurden zwei Prognosefälle untersucht, einerseits mit der Annahme einer Nutzung von ausschließlich Euro-V-Bussen im Jahr 2020, andererseits mit der Vorgabe einer jeweils hälftigen Fahrleistung von Euro-V- und emissionsfreien Bussen im Jahr 2025. Im Prognosefall 1 reduzieren sich die Emissionen der Stadtrundfahrtenbusse um 10% (619 kg/a NO_x), im Prognosefall 2 mit 3.396 kg/a NO_x um 55 %. Die NO_x-Minderung entspräche damit im Prognosefall 1 (2020) etwa 0,2 % der gesamt-NO_x-Emissionen auf den betroffenen Strecken, für 2025 (Prognosefall 2) wären dies 1,6 % der Gesamt-NO_x-Emissionen auf diesen Strecken.

7.1.6 Maßnahmenpaket 6: Elektromobilität

Das Maßnahmenpaket Elektromobilität enthält folgende Einzelmaßnahmen:

- Flottenprojekte im Rahmen von Bundesförderprogrammen
- Masterplan Ladeinfrastruktur
- E-Taxen
- E-Carsharing
- Einsatz von Elektrofahrzeugen bei KEP-Diensten
- emissionsfreie Mobilität in Quartieren
- Hamburg macht e-mobil
- Privilegien für E-Fahrzeuge

Elektromobilität nimmt beim Umbau der Energie- und Verkehrsinfrastruktur zunehmend eine Schlüsselrolle ein. Neben der Frage, in welchem Umfang sich in den nächsten Jahren Elektrofahrzeuge durchsetzen werden und welchen Beitrag sie demnach zur Verbesserung der Luftqualität in Deutschland bis 2020 tatsächlich leisten, ist die von der Elektromobilität grundsätzlich ausgehende Weichenstellung beim Beitrag zur Lösung lokaler Umweltprobleme und zum Klimaschutz von Bedeutung. Die generelle Transformation der Mobilität hin zu kürzeren Wegen und zu einer Verlagerung auf umweltfreundliche Verkehrsmittel leitet eine Entwicklung ein, in deren weiteren Verlauf der Pfad hin zu einem emissionsfreien Pkw-Verkehr alternativlos ist. Dies gilt gerade hinsichtlich der Anforderungen an die Luftreinhaltung.

Zugleich entscheidet die Elektromobilität im Zusammenspiel mit der Digitalisierung über die Zukunft der Automobilindustrie. Das Automobil befindet sich, ebenso wie die Automobilindustrie selbst, in einem tiefgreifenden Strukturwandel. Automatisierung, Digitalisierung und neue Antriebstechnologien verknüpft mit einem sich zunehmend verschärfenden regulatorischen Rahmen zur Emissionsvermeidung sind die Treiber eines breit angelegten technologischen Wandels.

Der Senat unternimmt seit Jahren erhebliche Anstrengungen, um der Elektromobilität zum Durchbruch zu verhelfen und die weitere Entwicklungsperspektive für den Standort Hamburg erfolgreich zu gestalten. Dazu gehören auch die Weiterentwicklung der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge sowie der Ausbau eines Tankstellennetzes für mit Wasserstoff betriebene Fahrzeuge.

Flottenprojekte im Rahmen von Bundesförderprogrammen

Das bis Mitte 2017 laufende Vorhaben *Hamburg - Wirtschaft am Strom* hat die mit dem Bund vereinbarte Zielzahl von 740 E-Fahrzeugen mittlerweile deutlich überschritten. Mit insgesamt 795 Fahrzeugen hat das Projekt maßgeblich dazu beigetragen, dass im Januar 2016 die europaweite Höchstmarke von 500 E-Fahrzeugen in Behörden und öffentlichen Unternehmen der Freien und Hansestadt Hamburg und der Metropolregion (MRH) realisiert wurde. Zusammen mit dem Parallelprojekt *ePowered Fleets Hamburg*, bei dem derzeit rd. 500 E-Fahrzeuge in der lokalen Wirtschaft (Hamburg und Metropolregion) im Einsatz sind, bildet *Hamburg-Wirtschaft am Strom* die Basis für Hamburgs Vorreiterstellung bei der Elektromobilität in Deutschland (mehr als 1 300 geförderte Flottenfahrzeuge im Einsatz).

Auf den bisherigen Modellregionsprojekten aufbauend sind Folgeprojekte mit hohen Fahrzeugvolumina in der Planung oder bereits in der Umsetzung. So werden seit Anfang 2017 mit der *Volkswagen Leasing GmbH* Flottenprojekte mit 400 weiteren Elektrofahrzeugen umgesetzt. Geplant (kurz vor Bewilligung durch den Bundesfördergeber) sind darüber hinaus für die Folgejahre weitere Kooperationsprojekte mit

Elektrofahrzeugen von *BMW, Daimler, Renault* und weiteren Marken, mit insgesamt rd. 1 000 zusätzlichen E-Fahrzeugen.

Masterplan Ladeinfrastruktur

Der Senat misst dem Aufbau von Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge eine hohe Bedeutung zu, weil hiervon ein wichtiges Signal ausgeht für die Entwicklung im Fahrzeugsektor - und dies sowohl angebotsseitig in Richtung Automobilindustrie und Mobilitätsanbieter (bspw. im Segment Carsharing) als auch nachfrageseitig hinsichtlich potenziellen künftigen Nutzern von Elektrofahrzeugen.

Mit dem Ausbau der Ladeinfrastruktur und dem dafür entwickelten zentralen IT-Backend wird ein diskriminierungsfreier Zugang zu einer wachsenden Zahl von öffentlichen Ladeeinrichtungen geschaffen. Damit bekommt eine steigende Anzahl von Nutzern einen Zugang zu Lademöglichkeiten und es werden die von der EU und vom Bund geforderten Vorgaben, etwa beim Spontanzugang („ad hoc Laden“), bei der Hamburger Ladeinfrastruktur bereits heute erfüllt. Bis Oktober 2017 werden in Hamburg die im Masterplan Ladeinfrastruktur geplanten 600 öffentlich zugänglichen Ladepunkte zur Verfügung stehen. Mit der Umsetzung dieses Konzeptes hat Hamburg ein zukunftsfähiges Zugangs- und Betreibermodell entwickelt, welches beispielhaft in der Bundesrepublik ist. Zudem wurde nun über diese definierte Zielzahl hinaus ein weiterer Ausbau der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur auf insgesamt 1.000 Ladepunkte auf den Weg gebracht, um eine noch weitergehende qualitative und quantitative Abdeckung der Lademöglichkeiten zu schaffen. Für dieses Vorhaben wird Hamburg weitere Mittel zur Verfügung stellen und einen Zuschuss aus dem Bundesförderprogramm zum Aufbau von Ladeinfrastruktur in Höhe von rund 2,8 Mio. Euro erhalten.

E-Taxen

Taxen bilden nicht nur die größten Flotten im straßengebundenen Personenverkehr, sie machen alternative Antriebe „erfahrbar“ für jedermann. Zudem liegt die jährliche Laufleistung mit durchschnittlich mehr als 60 000 Kilometern deutlich über dem Mittelwert aller Fahrzeuge. Daher besteht der Wunsch, die Zahl von Elektrotaxen in Hamburg spürbar zu erhöhen. Zur Unterstützung der Einsatzfähigkeit von E-Fahrzeugen in Taxenflotten wird bei der Umsetzung der im Masterplan für öffentlich zugängliche Ladeinfrastruktur aufgebauten DC-Ladeeinrichtungen auf Standortbedürfnisse für Taxen geachtet. Ein wesentliches Ziel ist der Nachweis, dass Elektrofahrzeuge im Taxengewerbe flächendeckend eingesetzt werden können. Wird dies erreicht, kann weitere Nachfrage auch in anderen Sektoren erzeugt werden. Hierdurch kann die Wahrnehmung von Elektromobilität deutlich gesteigert werden.

Auf Initiative Hamburgs hat das Bundesverkehrsministerium angekündigt, zeitnah eine Ergänzung des Personenbeförderungsgesetzes auf den Weg bringen, die den Ländern ermöglichen wird, eigene gesetzliche Regelungen zur deutlichen Emissionsminderung im Taxenverkehr und bei Mietwagen zu beschließen.

E-Carsharing

Um auch das expandierende Carsharing-Geschäft mit einem möglichst flächendeckenden umsetzungsbezogenen Elektrifizierungskonzept zu versehen, werden derzeit entsprechende bilaterale Vereinbarungen zwischen der Freien und Hansestadt Hamburg und den Betreibern von free-floating Carsharing Flotten in Hamburg konkretisiert. Die genauen Einzelheiten werden voraussichtlich bis Ende Mai 2017 feststehen.

Einsatz von Elektrofahrzeugen bei Unternehmen der KEP-Branche

In Anbetracht der jeweils absolvierten hohen Jahreskilometerleistungen und der Signalwirkung für die öffentliche Bewusstseinsbildung steht neben der sukzessiven Elektrifizierung der Fuhrparks in der städtischen Verwaltung und der öffentlichen Unternehmen, in den Taxen- und Carsharingflotten insbesondere die der Kurier, Express und Paketdienste (KEP-Dienste) im Interesse. Im Rahmen umweltfreundlicher „last mile“-Konzepte kann hier ein wichtiger Beitrag zur Vermeidung von Emissionen im urbanen Raum erzielt werden. Beispielgebend ist der von der Deutschen Post DHL Group in Hamburg bereits praktizierte Einsatz von elektrobetriebenen „Street-Scootern“. Ziel des Unternehmens ist es, bis 2025 die Logistik für Briefe und Pakete in Hamburg großvolumig auf Elektromobilität umzustellen. Hierzu werden zwischen den beteiligten Stellen bereits Gespräche zur Konkretisierung eines solchen Ansatzes geführt.

Unter Hamburger Steuerung wird mit Förderung der Bundesregierung darüber hinaus mit weiteren sechs Unternehmen der Branche, darunter Markführern in der Paketzustellung wie Hermes, DPD und UPS, der Einsatz von Elektrotransportern der 3,5 t Klasse (Volkswagen eCrafter und Mercedes eSprinter) vorbereitet. Dieses multizentrische Vorhaben wird ab Anfang 2018 mit 500 E-Transportern umgesetzt, davon ein erheblicher Anteil auch im Hamburger Stadtgebiet.

Emissionsfreie Mobilität in Quartieren

Mit dem Vorhaben *e-Quartier Hamburg* soll eine konzeptionelle Verknüpfung neuer Mobilitätsangebote mit stadtentwicklungspolitischen Zielsetzungen erreicht werden. Dies umfasst die Entwicklung und Erprobung von Mobilitätsangeboten mit Elektrofahrzeugen sowohl bei der Erschließung neuer Wohnquartiere und bei der Ergänzung bereits umgesetzter Bauvorhaben im Quartierswohnungsbau um den Einsatz von Elektrofahrzeugen, als auch bei der Revitalisierung von Bestandsquartieren. Die Elektrofahrzeuge sollen durch dort ansässige Unternehmen, Anlieger und Anwohner („Nachbarschaftsauto“) genutzt werden. Für Hamburg ist hierbei eine einheitliche Methodik entwickelt worden, anhand derer Stadtstrukturtypen analysiert und ausgewählte Quartiere hinsichtlich ihres Potenzials und ihrer Eignung für die Implementierung elektromobiler Angebote präqualifiziert wurden. Auf dieser Basis sind seit Mitte 2016 an bislang 14 Quartiersstandorten Projekte in Umsetzung, die auf ein geändertes Mobilitätsverhalten unter Einsatz schadstofffreier Antriebstechnologie gerichtet sind. Die Konzepte sind sowohl am jeweiligen Quartiersstandort als auch in ihrer Verteilung über das Stadtgebiet skalierbar. Dieser strukturierte und skalierbare Ansatz lässt für die Folgejahre ein hohes Replizierungspotenzial erwarten, so dass eine schrittweise zunehmende Durchdringung städtischer Quartiere mit emissionsfreier Mobilität erreicht werden kann.

Hamburg macht e-mobil: Beschaffungsinitiative der Kammern

Um die Entwicklung weiter zu beschleunigen, haben die Handelskammer Hamburg und die Handwerkskammer Hamburg gemeinsam im Herbst 2014 die Initiative "**Hamburg macht E-Mobil**" gestartet. Sie baut auf den Ergebnissen der im Rahmen des Projekts "Hamburg - Wirtschaft am Strom" durchgeführten Potenzialanalyse und den Ergebnissen der Initiative "1.000 E-Fahrzeuge für Hamburger Handwerksbetriebe" auf. Sie ermöglicht Handwerks- und Handelskammermitgliedern beim Kauf eines Elektrofahrzeugs über die Initiative "Hamburg macht E-Mobil" bis zu **25 Prozent Nachlass** auf den Listenpreis.

Privilegien für E-Fahrzeuge

Hamburg stellte als eine der ersten Kommunen nach Inkrafttreten des Elektromobilitätsgesetzes (EmoG) die Weichen, damit umweltverträgliche Antriebe im Straßenverkehr stärker zur Geltung kommen. Auf dieser seit Herbst 2015 geschaffenen bundesrechtlichen Grundlage wird in Hamburg die im EmoG eröffnete Ermächtigung zu Befreiungen von der Gebührenpflicht auf parkraumbewirtschafteten Flächen genutzt. Unmittelbar nach Inkrafttreten dieser bundesgesetzlichen Neuregelung hat Hamburg als erster deutscher Standort seine Parkgebührenordnung angepasst und entsprechend gekennzeichnete Elektroautos im Rahmen der Höchstparkdauer von der Parkgebührenpflicht auf allen parkraumbewirtschafteten Flächen im Stadtgebiet befreit. Die Regelung gilt zunächst bis ins Jahr 2020. Zugleich wurde die durch das EmoG und die entsprechend novellierte Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) vorgesehene Beschilderung umgesetzt, durch die gekennzeichnete E-Fahrzeuge an Ladesäulen bevorrechtigt parken dürfen. Nicht parkberechtigte Kraftfahrzeuge werden in Anlehnung an die Handhabung z.B. bei mit dem Rollstuhlfahrersinnbild gekennzeichneten Sonderparkflächen abgeschleppt, um die Parkflächen für berechtigte Nutzer freizuhalten. Zur Verbesserung der Akzeptanz dieser Parkflächen als Sonderparkflächen für die Nutzer elektrisch betriebener Fahrzeuge erfolgt nach und nach zusätzlich zur Beschilderung eine blaue Einfärbung dieser Flächen einschließlich der Aufbringung des bundesgesetzlich neu eingeführten Sinnbildes für elektrisch betriebene Fahrzeuge.

Annahmen zur Quantifizierung des Maßnahmenpaketes „Elektromobilität“

bis 2020

- ca. + 450 % Fahrleistung (km/a) durch E-Fahrzeuge im Vergleich zum Basisszenario

bis 2025

- ca. + 670 % Fahrleistung (km/a) durch E-Fahrzeuge im Vergleich zum Basisszenario

Wirkungsberechnung

Flankiert von den Initiativen auf Bundesebene zur Förderung der Elektromobilität schafft Hamburg die nötige Ladeinfrastruktur innerhalb des Stadtgebietes, die durch private Nutzer ebenso wie E-Taxen und Gewerbetreibende genutzt werden wird. Weitere Privilegien für die Nutzung von E-Fahrzeugen sind geplant. Der Berechnung liegen deutlich gestiegene Fahrleistungen der Nutzergruppen von Elektromobilen, insbesondere von CarSharing und Wirtschaftsunternehmen, zugrunde. Die kommunalen Flotten werden in dem Maßnahmenpaket 9 „Stadt als Vorbild“ betrachtet.

Ergebnis der gesamtstädtischen NO_x-Emissionsreduktion:

2020: 41 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2020

2025: 64 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2025

An den verkehrsnahen Messstationen wurde folgende Immissionsminderung berechnet:

Tabelle 35: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion MP 6 an den verkehrsnahen Messstationen

	2020	2025
Habichtstraße	-0,3 µg/m ³	-0,5 µg/m ³
Kieler Straße	-0,2 µg/m ³	-0,4 µg/m ³
Max-Brauer-Allee	-0,3 µg/m ³	-0,5 µg/m ³
Stresemannstraße	-0,4 µg/m ³	-0,6 µg/m ³

7.1.7 Maßnahmenpaket 7: Hafenverkehrslogistik

Das Maßnahmenpaket Hafenverkehrslogistik enthält folgende Einzelmaßnahmen:

- Freiwillige Selbstbeschränkung im Hafen auf Euro-V/VI-Lkw
- Steuerung der Verkehrs- und Warenflüsse im Hafen („SmartPORT Logistics“)
- Hafenterrassenmodernisierung
- Nutzungsentgelt der Hafenterrassen mit Umweltkomponente

Eine nachhaltige Wirkung auf den Verkehr und die damit verbundenen Emissionen lässt sich neben der bedarfsgerechten Gestaltung der Infrastruktur vor allem durch Verkehrsmanagementmaßnahmen erzielen. Diese umfassen Transport- und Verkehrsvermeidung, räumliche, zeitliche und modale Verkehrsverlagerungen sowie Optimierungen im Betrieb und in der Technik. Der weitere Aufbau von Detektions- und Informationssystemen schafft die Grundlagen für das Modus-übergreifende Verkehrsmanagement. Steuerungs-, Kommunikations- und Anreizsysteme ermöglichen zuletzt die direkte Einwirkung auf das Verkehrsgeschehen. Zur Emissionssenkung der Luftschadstoffe aus dem Straßen- und Bahnverkehr werden mittel- bis langfristig z. B. der fortlaufende Ausbau der Hafenterrassen-Infrastruktur sowie die Weiterentwicklung von Verkehrsmanagementprogrammen, wie „smartPORT logistics“, beitragen.

Freiwillige Selbstbeschränkung im Hafen auf Lkw mit Euro-V- und Euro-VI-Norm

Zum Hafengebiet gehören ebenfalls 130 km öffentliches Straßennetz. Auch hier muss die Infrastruktur optimal genutzt werden, um den Anforderungen an wachsende Wirtschafts- und Güterverkehre gerecht zu werden, ohne zu einer Steigerung der städtischen Hintergrundbelastung zu führen. Durch die Entwicklung von geeigneten Anreizsystemen soll Einfluss auf die Fahrzeugzusammensetzung genommen und die Nutzung effizienter, emissionsarmer Fahrzeuge im Hafen gefördert werden.

Hamburg wird sich dafür einsetzen, dass die Terminals im Wege einer freiwilligen Selbstbeschränkung nur noch Lkw mit mindestens Euro-V-Norm abfertigen, sodass Lkw mit einer Euro-I- bis Euro-IV-Norm substituiert werden. Auf diese Art soll die Nutzung von Lkw mit mindestens Euro-V-Norm auf 95 % bis 2020 (ggü. 93 % gemäß HBEFA 3.2) bzw. auf 100 % bis 2025 (ggü. 98 % gemäß HBEFA 3.2) gesteigert werden.

Steuerung der Verkehrs- und Warenflüsse im Hafen (smartPORT logistics)

Das strategische Maßnahmenprogramm „smartPORT logistics“ der HPA steht für die Entwicklung von intelligenten Lösungen für den Verkehrs- und Warenfluss im Hamburger Hafen unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten. Im Fokus steht dabei das Management von Infrastruktur, Verkehr- und Warenströmen. Ferner ergibt sich durch „smartPORT logistics“ eine Datenbasis für bedarfsgerechte Planung und eine Optimierung der Wirksamkeit der Investitionen in Infrastruktur, sodass Überdimensionierung vorgebeugt werden kann.

Durch geeignete Verkehrsmanagementmaßnahmen soll die Qualität des Verkehrsablaufes für alle Verkehrsträger konstant gehalten werden. Aufgabe von „smartPORT logistics“ ist es, diese Qualität sowohl strategisch als auch operativ durch geeignete Maßnahmen des Verkehrsmanagements zu unterstützen, sodass sich die Effizienz der Infrastruktur erhöht. Eine gute Verkehrsqualität garantiert einen stetigen Verkehrsfluss, reduziert Brems- und Anfahrvorgänge und wirkt sich somit positiv auf die Emissionen aus.

Das Programm umfasst seit 2014 mehr als 20 ineinandergreifende Projekte, welche die Bausteine für Detektions-, Informations-, Steuerungs-, Kommunikations- und Anreizsysteme schaffen. Das Zusammenspiel und die ergänzenden Wirkungen aus den Projekten sind dabei der Schlüssel dieses Maßnahmenprogramms.

Die Detektions- und Informationssysteme sind die Grundbausteine für den Aufbau der Steuerungs- und Kommunikationssysteme. Diese haben Wirkungen auf:

- Verbesserte Steuerung und Lenkung von Verkehrsaufkommen
- Reduktion der Parksuchverkehre
- Optimierung des Routings bei Ereignissen und Reduzierung der Auswirkung von Störung
- Reduktion von Leercontainer- und unnötigen Fahrten
- Verbesserung der Verkehrsflüsse z. B. Vermeidung von Brems- und Anfahrvorgängen, Vermeidung von Staus.

Durch Anreizsysteme werden folgende Wirkungen erwartet:

- Verbesserung in der Fahrzeugzusammensetzung
- Nutzung emissionsarmer Fahrzeuge
- Verbesserung der Verkehrsflüsse z. B. Vermeidung von Brems- und Anfahrvorgängen, Vermeidung von Staus.

Mit „smartPORT logistics“ dagegen wird zwar die Verkehrsleistung ansteigen, die Qualität des Verkehrsablaufes jedoch auf dem Niveau von 2014 bleiben. Somit können negative Wirkungen auf die Emissionen reduziert werden.

Stärkung der Infrastruktur der Hafenbahn (Hafenbahnmodernisierung)

Jeden Tag rollen durchschnittlich 200 Züge über die Schienen der Hafenbahn und über 5 000 Wagen werden bewegt. Ihr Netz umfasst rund 300 Kilometer Gleise und 800 Weichen, über die Hälfte des Gleisnetzes ist elektrifiziert. Die Hafenbahn ermöglicht den schnellen Transport von Containern und anderen Gütern in und aus dem Hafengebiet auf das Netz der Deutschen Bahn AG. Der Gütertransport per Bahn ist dabei der schnellste und umweltfreundlichste Transportweg. Daher bekennt sich der Hamburger Senat zu der besonderen Bedeutung des Schienengüterverkehrs für den Hamburger Hafen und verfolgt das Ziel, mehr Güter auf die Schiene zu bringen und die Hafenbahn weiter zu modernisieren.

Im Modal-Split der Hinterlandverkehrsträger „Bahn, Straße, Binnenschiff“ wird der Anteil der Bahn bis 2030 voraussichtlich auf 40,1 % im Containertransport steigen (Quelle: ISL 2015) und damit zur Reduzierung der Emissionen im Hafen und in der Metropolregion Hamburg beitragen. Es wird sich für viele Regionen lohnen, regelmäßige Bahn-Dienste als wirtschaftliche und ökologische Alternative zu heutigen Lkw-Verkehren einzurichten. Positiv auf den Bahnanteil kann sich auch die dynamische Entwicklung der heute schon von der Bahn dominierten Hinterlandregionen in Osteuropa auswirken. Schwerpunkt der Hafenbahnmodernisierung werden der Ausbau des Schienennetzes sowie moderne und effiziente Methoden zur Güterverkehrssteuerung sein.

Die Modernisierung der Hafenbahn wird mittels des Bauprogrammes für die Hafenbahn kontinuierlich fortgesetzt. Große Investitionsmaßnahmen sind derzeit in der Umsetzung oder in der Planung. Der Stand der einzelnen Maßnahmen ist im Folgenden aufgelistet (Status/Fertigstellung bis 2020 bzw. 2025):

- Südliche Hafenerschließung/Neue Bahnbrücke Kattwyk (im Bau/bis 2020)
- Ersatzinvestition Straße & Bahn/Neubau der Rethebrücke (im Bau/bis 2020)
- Lokservicestelle (in Planung/bis 2020)
- Westliche Umfahrung des Bahnhofs Alte Süderelbe (in Planung/bis 2020)
- Ersatzinvestition Bahnhof Neue Schaar (Stufe 1 weitgehend fertiggestellt, Abschluss mit Inbetriebnahme Rethebrücke/bis 2020; Stufe 2 in Planung/bis 2025)
- Südliche Bahnanbindung Altenwerder einschließlich bahnbezogene Anpassungen der A26/HQS (in Planung/nach 2020)
- Ersatzinvestition Hafenbahn u.a. (fortlaufend):
 - Jährliches Bauprogramm: Erneuerung von Gleisen, Weichen, Signaltechnik (fortlaufend bis 2025)
 - Verkehrsanbindung Burchardkai mit Erweiterung der Hafenbahnkapazitäten (im Bau/bis 2020)
 - Umbau Bahnhof Waltershof (1. Baustufe abgeschlossen, Modernisierung der Sicherungstechnik in Planung/bis 2020).

Durch den Ausbau der Bahn-Infrastruktur steigt der prognostizierte Anteil der Bahn im Modal Split der Hinterlandverkehre (gemäß ISL 2015) zusätzlich um je einen Prozentpunkt in 2020 und 2025, wobei gleichzeitig der Lkw-Anteil absinkt.

Anreizsysteme (Hafenbahn Umweltkomponente)

Die HPA gewährt finanzielle Anreize im Nutzungsentgelt der Hafenbahn für den Einsatz umweltfreundlicher Technologien. Die Berechnungsbasis des Hafententgeltes wurde zum 01.01.2011 um eine Umweltkomponente erweitert, die auf der Installation von Rußpartikelfiltern bei Rangierloks beruht. Durch den Einsatz von Partikelfiltern werden bis zu 90 % der Partikelemissionen reduziert. Das Anreizsystem zielt nicht auf die Reduktion von NO_x-Emissionen. Die Umweltkomponente wurde zum Jahr 2014 in ihrer Höhe angepasst, um den Anreiz zur Nutzung von Rangierloks mit Rußpartikelfiltern weiter zu erhöhen.

Von 2012 bis 2014 konnte die HPA eine deutliche Steigerung des Einsatzes von Loks mit Rußpartikelfiltern verzeichnen. 2015 waren 38 von insgesamt 231 im Hafen registrierten Rangierloks mit Rußpartikelfiltern ausgestattet. Im Jahr 2015 kam es bedingt durch Verschiebungen der Marktanteile verschiedener Rangierdienstleister erstmals zu einem Rückgang bei den registrierten Loks (2012: 27, 2013: 35, 2014: 39, 2015: 38).

Dafür hat im Jahr 2015 erstmals ein Eisenbahnverkehrsunternehmen (EVU) einen Probetrieb von Hybridloks im Rangierdienst erfolgreich durchgeführt. Die Bahntochter Metrans der Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA) hat auf das wachsende Rangieraufkommen in Europas größtem Eisenbahnhafen reagiert und seit Juli 2016 zwei emissionsarme Hybridloks für den schweren Rangierbetrieb im dauerhaften Einsatz. Im Vergleich zu herkömmlichen Rangierlokomotiven produziert diese Lok mit dem Hybridantrieb bis zu 70 % weniger NO_x und spart ebenfalls erhebliche Mengen an Feinstaub. Je nach Einsatz fährt die Rangierlokomotive gemäß Betreiberangaben (HHLA) zwischen 50 - 70 % ihrer Betriebsdauer im Batteriebetrieb, wodurch sich der Kraftstoffverbrauch um bis zu 50 % reduziert.

Durch Anwendung der bestehenden Umweltkomponente im Nutzungsentgelt auch auf die Hybridloks unterstützt die HPA diese Entwicklung. Sollten die Tests zum Emissionsausstoß der Hybridloks weiterhin positive Ergebnisse liefern, wird die HPA die bestehende Umweltkomponente eine dauerhafte Erweiterung bzw. eine gesonderte Komponente für diese Loks im Entgeltsystem der Hafenbahn vorsehen.

Nach Schätzung der HPA wird die Anzahl der Rangierloks mit Rußpartikelfilter von 38 (2015) voraussichtlich auf 40 bis 2020 und auf 45 bis 2025 ansteigen. Der Anreiz für den Einsatz von Rußpartikelfiltern wird zum 01.01.2017 noch einmal um rund 28 % erhöht, um den Einsatz von Rangierloks mit Rußpartikelfiltern oder Hybridloks weiter zu stärken.

Wirkungsberechnung

Die Maßnahmen zielen auf eine Verbesserung der Emissionssituation und damit eine Verringerung des Beitrags der hafenbezogenen Emissionen zum städtischen Hintergrund. Durch eine Erhöhung von Lkw mit geringeren Abgasemissionen wird direkt Einfluss auf die Gesamtsumme der hafenbezogenen Emissionen genommen. Die Initiative „smartPORT logistics“ führt zu einem gleichbleibenden Verkehrszustand trotz steigendem Verkehrsaufkommen und damit einer Emissionsverringerung. Die landseitigen Aktivitäten sind in direktem Zusammenhang mit den Maßnahmen des Maßnahmenpaketes 8 (Schifffahrt) zu sehen.

Der Berechnung liegen Änderungen der Kfz-Belastung und der Hafenbahn-Emissionen zugrunde, die durch die Maßnahmen verursacht werden.

Ergebnis der gesamtstädtischen NO_x-Emissionsreduktion:

2020: 41 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2020

2025: 52 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2025

Änderung Hafeneisenbahnemissionen durch Verlagerung von der Straße

2020: +8 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2020

2025: +10 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2025

An den verkehrsnahen Messstationen wurde folgende Immissionsminderung berechnet:

Tabelle 36: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion MP 7 an den verkehrsnahen Messstationen

	2020	2025
Habichtstraße	-0,0 µg/m ³	-0,0 µg/m ³
Kieler Straße	-0,0 µg/m ³	-0,0 µg/m ³
Max-Brauer-Allee	-0,0 µg/m ³	-0,3 µg/m ³
Stresemannstraße	-0,1 µg/m ³	-0,1 µg/m ³

ENTWURF

7.1.8 Maßnahmenpaket 8: Schifffahrt

Das Maßnahmenpaket Schifffahrt enthält folgende Einzelmaßnahmen:

- Landstromanschluss Altona und LNG Hybrid Barge
- Externe Energieversorgung von Containerschiffen
- Schaffung einer LNG Infrastruktur
- Moderne Antriebe für Fähren, Barkassen und Schlepper
- Stärkung der hafeninternen Umfuhren von Containern auf dem Wasser
- Stärkung der Binnenschifffahrt
- Hafengeld Umweltkomponente
- Emissionssenkung im kooperativen Verfahren

Hamburg verfolgt aktiv das Ziel, die Belastung durch Luftschadstoffe im Hafenbereich zu reduzieren und damit die städtische Hintergrundbelastung zu senken. Erste Maßnahmen konnten bereits erfolgreich angestoßen werden, wie zum Beispiel die Bereitstellung einer externen Energieversorgung von Kreuzfahrtschiffen. Weitere Konzepte zur Verringerung der Schadstoffbelastung durch die Schifffahrt im Hamburger Hafen werden von allen beteiligten Vertretern aus Industrie, Forschung, Reederverbänden und Fachbehörden regelmäßig intensiv diskutiert und auf ihre Anwendbarkeit im Hamburger Hafen hin überprüft und schnellstmöglich zur Umsetzung gebracht.

Ersatz der schiffseitig erzeugten elektrischen Energie

a) Für Kreuzfahrtschiffe (Landstromanschluss Altona und Hybrid Barge)

In Hamburg existieren Landstromanschlüsse für eine Vielzahl von Schiffen. Dazu gehören u.a. Binnenschiffe, Lotsenboote, Schlepper, Touristenboote, HADAG-Fähren, Schiffe der Wasserschutzpolizei sowie Schiffe und schwimmende Anlagen der HPA. Die HPA hat gemeinsam mit anderen Häfen und mit Unterstützung der World Ports Climate Initiative (WPCI) eine Projektgruppe zur Thematik „Landstromanschluss“ gegründet, um die Nutzung dieser Technik auch für weitere Schiffsklassen und in weiteren Häfen voranzutreiben (<http://www.onshorepowersupply.org>).

Kreuzfahrtschiffe tragen aufgrund ihrer Liegezeiten während des Passagierwechsels zu den durch den Schiffsverkehr freigesetzten Luftschadstoffemissionen bei. Die landseitige Versorgung mit Strom oder Gas während der Liegezeit von Schiffen im Hafen wird in Hamburg daher als eine Möglichkeit zur örtlichen Reduzierung der Luftschadstoff-Emissionen angesehen, insbesondere für die Versorgung der stadtnah gelegenen Kreuzfahrtterminals. Um bei steigenden Wachstumsprognosen für die Kreuzfahrtbranche die Emissionsbelastung zu minimieren, hat die HPA im Auftrag der Stadt Hamburg im Juli 2014 mit dem Bau einer festen Landstromanlage am Kreuzfahrtterminal Altona begonnen und diese inzwischen in den Regelbetrieb genommen. Die HPA hat ebenfalls die landseitige Infrastruktur am Kreuzfahrtterminal in der HafenCity errichtet, um hier die Stromversorgung von Kreuzfahrtschiffen über eine sogenannte LNG Hybrid Barge zu ermöglichen. Die Barge entstand als Kooperationsprojekt zwischen der Fa. Becker Marine Systems (BMS) und der Reederei AIDA. Durch die Produktion des Stroms über die Liquefied Natural Gas (LNG)-Gasmotoren können gemäß Betreiberangaben 100 % der PM₁₀- und SO_x-Emissionen sowie 80 % der NO_x-Emissionen eingespart werden. Die Hybrid-Barge ist seit Mai 2015 im Einsatz.

Gemäß aktueller Schätzung der HPA könnten je nach Umrüstungsintensität bei den Reedereien bis 2020 15 % aller Anläufe und bis 2025 20 % aller Anläufe von Kreuzfahrtschiffen in Hamburg mit Landstrom versorgt werden.

b) Für Containerschiffe

Ca. 50 % aller Seeschiffsanläufe werden von Containerschiffen getätigt. Maßnahmen für diese Schiffsklasse im Besonderen bergen großes Potenzial, die Emissionen aus der Seeschifffahrt dauerhaft zu reduzieren. Hamburg will folglich den Einstieg in die externe Energieversorgung von Containerschiffen schaffen. Hierzu untersucht die HPA gegenwärtig geeignete technische Lösungen (Power Barge/Landstrom/PowerPac) und Realisierungsmöglichkeiten im Hafen.

An den Containerterminals Eurogate und Altenwerder sollen feste Landstromanlagen installiert werden. Für das Containerterminal Altenwerder (CTA) wird dabei eine Direktlieferung von Strom aus dem Kraftwerk Moorburg ohne Durchleitung durch das öffentliche Netz angestrebt, um durch das Einsparen bestimmter Umlagen und Abgaben wettbewerbsfähigere Preise für Landstrom am CTA anbieten zu können.

Die Idee einer Versorgung mit Strom während der Liegezeit von Schiffen im Hafen wird neben dem Konzept einer stationären Landstromanlage auch durch mobile Lösungen verfolgt. Bei der Nutzung des sogenannten „PowerPac“ wird ein Standard-Container mit Gasmotor plus einem dazugehörigen Container mit LNG und technischer Infrastruktur direkt auf das Schiff gehoben und erzeugt dort die elektrische Energie zur Substitution der Dieselmotoren. Die Fa. Hybrid Port Energy, die bereits erfolgreich die LNG Hybrid Barge in der HafenCity betreibt, entwickelt derzeit ein solches Pilotprojekt und wird dafür vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) gefördert. Es ist vorgesehen, dass mindestens vier PowerPacs an den Containerterminals im Hamburger Hafen in Betrieb genommen werden. Der private Betreiber plant, diese nach Abschluss der Pilotphase weiter zu betreiben und die Zahl der PowerPacs bei gegebenem Bedarf bis 2020 weiter aufzustocken.

Schaffung einer LNG-Infrastruktur

Im Hamburger Hafen beabsichtigt die Nauticor GmbH & Co. KG einen LNG Small Scale-Terminal zu errichten, sobald die ersten Kunden (d.h. LNG betriebene Schiffe) in Hamburg zu erwarten sind. Weitere Potenziale und Realisierungsmöglichkeiten für diese Maßnahme werden derzeit von der HPA ermittelt. Aufbau und Wirksamkeit einer LNG-Infrastruktur werden im Wesentlichen von der Investitionsentscheidung Dritter, von der Beteiligung der Reedereien, der technischen Ausstattung der Schiffe und der Entwicklung des Ölpreises beeinflusst.

Aufgrund des hohen Investitionsvolumens in LNG-Technologie und des derzeit niedrigen Ölpreises ist der Anreiz seitens der Containerschiffsreedereien, in diese neue umweltfreundliche Technologie zu investieren, bisher gering. Ein Einhalten der IMO-Regularien zum reduzierten Schwefelgehalt im Schiffskraftstoff (SECA-Regelung) lässt sich auch durch den Einkauf niedrigschwefeligen Dieselmotorkraftstoffs (Marine Gas Oil/Marine Diesel Oil) oder durch den Einbau von Abgaswäschern (sogenannte „Scrubber-Systeme“) gewährleisten. Aufgrund der hohen Nachrüstkosten kommt eine Installation von LNG-Motoren und LNG-Tanks vor allem für Neubauten und weniger für Bestandsschiffe infrage.

Auch in der Kreuzfahrtindustrie kann LNG eine vielversprechende Lösung zur Reduzierung von Luftschadstoffemissionen durch die Schifffahrt sein. Die AIDAprima ist das erste Kreuzfahrtschiff weltweit, das am

Kreuzfahrtterminal Steinwerder im Hamburger Hafen am Liegeplatz mit Flüssigerdgas betrieben wird. Das Besondere an der Versorgung der AIDAprima ist, dass das Schiff keinen eigenen Tank für LNG an Bord mit sich führt, sondern das Gas direkt von einem LNG-Lkw in den Gasmotor des Schiffes am Liegeplatz eingeleitet wird. Seit Mai 2016 wird diese neue Technologie erfolgreich angewandt.

Nach aktueller Schätzung der HPA werden bis 2020 ca. 0,5 % aller Anläufe in Hamburg von Schiffen getätigt werden, die mit LNG betrieben sind oder LNG am Liegeplatz nutzen. Bis 2025 wird dieser Anteil auf ca. 5 % ansteigen.

Förderung von modernen Antrieben für Fähren, Barkassen und Schlepper

Die SO_x- und PM-Emissionen der hafeninternen Verkehre werden bereits durch die Vorgaben zum Schwefelgehalt im Schiffskraftstoff (10. BImSchV) streng limitiert. Schlepper, Barkassen, Polizei-, Zoll- und Fahrgastschiffe hatten in 2013 einen Anteil von 5 bis 6 % aller durch den Schiffsverkehr im Hamburger Hafen freigesetzten NO_x-Emissionen (siehe Abschnitt 5.1.2). Hamburg strebt die Reduzierung der Emissionen der Binnenhafenverkehre von Fähren und Schleppern durch die Förderung von modernen Antrieben wie LNG, Elektro oder Wasserstoff an. Weiterhin werden auch Biokraftstoffe, GtL und Methanol sowie der Einsatz von Abgasnachbehandlungssystemen (SCR-Katalysatoren und Rußpartikelfilter) von der HPA hinsichtlich ihrer ökologischen Potenziale und Realisierungsmöglichkeiten untersucht.

Die HPA wird ab 1. Juli 2017 die komplette städtische Bootsflotte übernehmen und in ihre bestehende Flotte integrieren. Ziel des Flottenmanagements ist es, die Bestandsflotte der HPA ökologisch auszurichten. Neuanschaffungen sollen mit modernen und emissionsarmen Schiffsantrieben sowie Filtertechniken ausgerüstet sein, um den Ausstoß von Kohlendioxid, Stickoxiden, Schwefeldioxid und Rußpartikeln zu minimieren. Außerdem sollen die Forschung und Entwicklung von emissionsarmen Antriebstechnologien im jeweiligen Schiffssegment gefördert und getestet werden. Auch die vorhandenen Boote stehen im Fokus. Diese werden schrittweise parallel zu den Vorgaben für Neuanschaffungen umgerüstet.

Im Rahmen eines nachhaltigen Flottenmanagements ersetzt die HPA bereits seit 2014 ihre schwimmende Flotte durch neue, emissionsärmere Schiffe und Geräte, wie zum Beispiel die neuen Eisbrecher „Hugo Lentz“, „Johann Reinke“ und „Christian Nehls“.

Neben Neubauten spielt aber auch der Einsatz umweltfreundlicher Kraftstoffe eine Rolle. Gemeinsam mit der Fa. Shell sowie zwei unabhängigen Testinstituten hat die HPA daher im Sommer 2016 mit dem Werkstattschiff „Carl Feddersen“ Vergleichsfahrten mit Standard-Diesel und Shell GtL Fuel vorgenommen. GtL Fuel gehört zu den paraffinischen Kraftstoffen, die im Vergleich zu herkömmlichem Dieselkraftstoff sauberer verbrennen und weniger lokale Emissionen freisetzen. GtL ist praktisch frei von Schwefel und Aromaten, leicht biologisch abbaubar, nicht toxisch, nicht krebserregend und weniger wassergefährdend. Die Ergebnisse der Testfahrten ergaben, dass durch den Einsatz von GtL sowohl die PM-Emissionen (um 49 %) als auch die NO₂-Emissionen (um 10 %) deutlich reduziert werden konnten. Der Versuch zeigt, dass GtL eine gute Alternative darstellt, die Emissionen zu reduzieren. Aufgrund der positiven Testergebnisse setzt die HPA seit Februar 2017 GtL für den Betrieb ihrer gesamten Schiffsflotte (31 Schiffe) ein. Damit ist die HPA mit dem Einsatz von GtL Vorreiter in Hamburg.

Die HADAG, die in Hamburg den Fährbetrieb des HVV unterhält, verkehrt hauptsächlich mit 13 Schiffen des sogenannten „Typ 2000“. Diese haben sehr lange Laufzeiten (50 Jahre). Bei diesen Schiffen werden alte Motoren nicht wieder instandgesetzt, sondern durch neue Aggregate ersetzt. Diese unterschreiten die

geltenden Emissionswerte deutlich. Ihr Einsatz wird durch das Bundesverkehrsministerium finanziell gefördert. Die HADAG wird außerdem die Schiffe nach und nach mit Abgasnachbehandlungsanlagen ausstatten.

Nach Einschätzung der HPA könnten bis 2020 ca. 1 % der Schlepper und HADAG-Fähren sowie bis 2025 ca. 10 % der Schlepper und HADAG-Fähren auf LNG umgestellt werden bzw. alternativ mit SCR-Katalysator und Partikelfilter ausgestattet sein.

Stärkung der hafeninternen Umfuhren von Containern auf dem Wasser

Straßengestützte Umfuhren im Hafen sollen durch die Förderung von Containerbargen auf dem Wasser verringert und die landseitige Infrastruktur entlastet werden. Gemäß Kalkulationen der BWVI sind die Hafenumfuhren von Containern von 2013 nach 2014 um 28 % auf ca. 72 000 TEU gestiegen. Die HPA und die BWVI prüfen derzeit mit Fuhrunternehmen und Terminals, wie hoch das Potenzial von Containerumfuhren ist, das mit weiteren Maßnahmen auf die Wasserstraße verlagert werden könnte. Hierzu müssen z. B. Verladestellen im Hafen, Art der Container etc. beschrieben werden. Nach Abschluss der Untersuchung können dann konkrete Maßnahmen definiert werden, um tatsächlich Umfuhren auf das Wasser zu verlagern.

Es wird angenommen, dass in 2020 und in 2025 zusätzlich je 10 % des hafeninternen Umfuhraufkommens von 2014 (d.h. 7 200 TEU) anstelle von Lkw mit Containerbargen durchgeführt wird.

Stärkung der Infrastruktur für die Binnenschifffahrt

Der Hamburger Hafen ist seit 2015 der zweitgrößte Binnenschiffshafen in Deutschland. Zentrale Voraussetzung für die stärkere Nutzung des Binnenschiffs sind leistungsstarke Hinterland-Anbindungen. Für den Hamburger Hafen sind dies im Besonderen die Schifffbarkeit der Mittel- und Oberelbe sowie die Nutzbarkeit des Elbe-Seiten-Kanals.

Hamburg wird sich auch weiterhin dafür einsetzen, dass der Bund die Anbindung des Hafens an das deutsche Binnenwasserstraßennetz verbessert, um die Verlagerung des Verkehrs von der Straße auf das umweltfreundlichere Binnenschiff zu fördern. Durch den Ausbau der Binnenwasserstraßen soll der Anteil des Binnenschiffs bei gleichzeitiger Absenkung des Lkw-Anteils im Modal Split der Hinterlandverkehre um je einen Prozentpunkt in 2020 und 2025 steigen. Von besonderer Relevanz sind hierzu eine zügige Umsetzung des „Gesamtkonzepts Elbe“ sowie der zügige Bau der neuen Schleuse Lüneburg. Für die Erreichung dieser Ziele ist Hamburg u.a. Gründungsmitglied der Elbe-Allianz und seit Herbst 2015 Mitglied im Bündnis „Elbe-Seiten-Kanal“. Die HPA arbeitet außerdem kontinuierlich an der Modernisierung und dem Ausbau der Wasserstraßen innerhalb des Hafens, wie z. B. der Baggerung des Neuhöfer Kanals, sodass hafeninterne Umfuhren erleichtert werden.

Anreizsysteme (Hafengeld Umweltkomponente)

Seit dem 01.07.2011 setzt die HPA finanzielle Anreize für ein besonders umweltfreundliches Verhalten der Hafennutzer. Die HPA belohnt emissionsarme Schiffe über besondere Vergünstigungen im Hafengebühr- bzw. Liegegeld, über den sogenannten „Environmental Ship Index (ESI)“. So werden für die Reedereien Anreize gesetzt, bessere Leistungen beim Umweltschutz zu erzielen als gesetzlich vorgeschrieben und in moderne, emissionsarme Technologien zu investieren.

Der ESI gibt Auskunft über die Umweltleistung von Schiffen bezüglich der Emission der luftverunreinigenden Stoffe NO_x, SO_x und CO₂. Auch das Vorhandensein einer schiffsseitigen Ausrüstung für die Nutzung von Landstrom sowie die nachweisliche Nutzung von Abgasreinigungssystemen („Scrubber“)

und SCR-Anlagen wird berücksichtigt. Auf einer Skala von 0 bis 100 werden die erzielten Leistungen dargestellt, wobei die HPA allen Schiffen mit einer Anzahl von mehr als 20 ESI-Punkten einen Nachlass im Hafengeld gewährt. Mehr als 15 % der Calls im Hamburger Hafen wurden in 2015 von Schiffen getätigt, die im ESI registriert sind (13 % in 2014). 21 % dieser Schiffe hatten 20 oder mehr von 100 möglichen ESI-Punkten (20 % in 2014).

Die Entwicklung des ESI erfolgt in einer weltweiten Kooperation mit weiteren Seehäfen im Rahmen der WPCI des Welthafenverbands, der „International Association of Ports and Harbours“ (IAPH), sodass eine international anerkannte Bemessungsgrundlage für das Anreizsystem gegeben ist. Die Anzahl der am ESI teilnehmenden Häfen und registrierten Schiffe steigt kontinuierlich an: Im Oktober 2015 waren 39 Häfen als Partner und 3.610 Schiffe als Nutzer gemeldet.

Die Formel zur Berechnung des ESI wird regelmäßig angepasst, um geänderte IMO-Regularien und technische Entwicklungen zu berücksichtigen. Die Arbeitsgruppe der WPCI hat angekündigt, ein Werkzeug zur Berechnung der Emissionseinsparungen, die durch die Anreize des ESI gesetzt werden, zu entwickeln. Die Teilnahme am und aktive Weiterentwicklung des ESI sind eine wichtige Maßnahme, um die Luftreinhaltung in der Schifffahrt zu fördern. Aufgrund der geplanten grundlegenden Überarbeitung des ESI vor 2020, ist eine Quantifizierung dieser Maßnahme für die Jahre 2020 und 2025 derzeit nicht belastbar möglich.

Des Weiteren ist geplant, einen zusätzlichen Anreiz über eine Entgeltstaffelung zu schaffen. Hier wird Hamburg 2018 in einer Pilotphase als weltweit erster Hafen eine NO_x-Komponente in seinem Hafengeld einführen. Abhängig von der NO_x-Emission der Schiffe sollen diese einen Zu- oder Abschlag beim Hafengeld erhalten. Als Bezugsgröße für die Staffelung der NO_x-Emissionen werden die Stufen nach MARPOL 73/78, Anlage VI, Regel 13, Stickstoffoxide („tier-level“) zugrunde gelegt.

Emissionssenkung im kooperativen Verfahren

Der neueste Nachhaltigkeitsbericht der Hamburg Port Authority (HPA) wurde Mitte 2015 veröffentlicht und berichtet über die wesentlichen Themen und Aspekte der Jahre 2014/2015 entlang der Wertschöpfungskette der HPA in Bezug auf Aktivitäten, Produkte, Dienstleistungen und Beziehungen. Dabei fokussiert sich die Berichterstattung auf die wesentlichen wirtschaftlichen, ökologischen und gesellschaftlichen Auswirkungen innerhalb und außerhalb der HPA und berücksichtigt dabei die Beurteilungen und Entscheidungen von Stakeholdern mit maßgeblichem Einfluss. Die Nachhaltigkeitsberichterstellung erfolgt nach dem neuen Standard der Global Reporting Initiative (GRI) G4 im Berichtszyklus von zwei Jahren.

Die HPA wird aufbauend auf ihrer eigenen Nachhaltigkeitsberichterstattung einen Nachhaltigkeitsbericht für den gesamten Hamburger Hafen mit verschiedenen Stakeholdern entwickeln und 2019/2020 veröffentlichen. Langfristig wird das Ziel eines emissionsarmen Hafens in einem kooperativen Verfahren mit der Hafenwirtschaft verfolgt.

Wirkungsberechnung

Die Potenziale für die Emissionsminderung der Maßnahmen wurden von der HPA ermittelt. Bei der Immissionsbetrachtung durch den Gutachter haben diese schiffsinduzierten Emissionen einen Effekt auf den urbanen Hintergrund, der sich mit steigender Entfernung zum Hafen verringert.

Bei der Berechnung der Wirksamkeit der Maßnahmen für die Immissionsprognose wurde nicht unterschieden, welche Maßnahmen Planungsstatus haben (z. B. Stärkung hafeninterner Umfuhren durch Barge) und welche bereits konkret durchgeführt werden (z. B. Landstrom für Kreuzfahrtschiffe). Die genaue Ausgestaltung der Maßnahmen wird unter Einbezug von Fachbehörden, Reederverbänden und Forschungsinstitutionen intensiv diskutiert und in den nächsten Jahren konkretisiert werden.

Ergebnis der gesamtstädtischen NO_x-Emissionsreduktion:

2020: 268 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2020

2025: 709 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2025

An den verkehrsnahen Messstationen wurde folgende Immissionsminderung berechnet:

Tabelle 37: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion MP 8 an den verkehrsnahen Messstationen

	2020	2025
Habichtstraße	-0,1 µg/m ³	-0,3 µg/m ³
Kieler Straße	-0,2 µg/m ³	-0,6 µg/m ³
Max-Brauer-Allee	-0,4 µg/m ³	-1,0 µg/m ³
Stresemannstraße	-0,3 µg/m ³	-0,6 µg/m ³

Erkennbar ist, dass die Maßnahmen im Hafen-nahen Umfeld ihre größte Wirkung entfalten, weshalb die Immissionsreduktion an den Hafen-fernen Verkehrsmessstationen verhältnismäßig gering ausfällt.

7.1.9 Maßnahmenpaket 9: Stadt als Vorbild

Das Maßnahmenpaket Stadt als Vorbild enthält folgende Einzelmaßnahmen:

- Beschaffungsleitlinie für den allgemeinen Behördenfuhrpark der FHH (ohne öffentliche Unternehmen) mit einem angestrebten Anteil von 50 % elektrisch betriebener Pkw und leichter Nfz (Maßnahme aus dem Hamburger Klimaplan)
- In öffentlichen Unternehmen mit Mehrheitsbeteiligung der FHH wird 2020 ein Fuhrparkanteil von 35% elektrisch betriebener Pkw und leichter Nfz angestrebt (Maßnahme aus dem Hamburger Klimaplan)
- Schadstoffreduktion des städtischen mobilen Maschinenparks
- Emissionsanforderungen in Vergabeverfahren der Behörden und städtischen Unternehmen

Städtische Fuhrparks haben eine Vorbildfunktion und können einen unmittelbaren Beitrag zur Reduzierung von Luftschadstoffemissionen leisten. Die Freie und Hansestadt Hamburg misst der Umstellung des Behördenfuhrparks auf schadstoffarme bzw. schadstofffreie Antriebstechniken daher einen hohen Stellenwert bei.

Seit 2013 verfolgt der Senat konsequent das Ziel, im Hamburger Fuhrpark einen Vorrang für Fahrzeuge mit Elektroantrieb in Verbindung mit dem Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien umzusetzen. Die Beschaffung von Fahrzeugen (Kauf und Leasing) erfolgt auf Basis der „Leitlinie für die Beschaffung von Fahrzeugen mit geringen CO₂- und Schadstoffemissionen“ („Leitlinie Fahrzeugbeschaffung“), die Anlage der aktualisierten Allgemeinen Kfz-Bestimmungen der Freien und Hansestadt Hamburg ist. Beides wurde zur Umsetzung der Zielsetzung entsprechend geändert.

Mit der Leitlinie Fahrzeugbeschaffung wurde eine „Beweislastumkehr“ eingeführt: Bei der routinemäßigen Ersatzbeschaffung muss der Bedarfsträger nicht mehr begründen, weshalb ein E-Fahrzeug beschafft werden soll, sondern er muss begründen, warum ausnahmsweise kein E-Fahrzeug in Betracht kommen kann und aus diesen Gründen emissionsarme Fahrzeuge und nur in Ausnahmefällen auch Fahrzeuge mit reinem Verbrennungsmotor angeschafft werden müssen.

Nach der aktuellen Leitlinie aus 2016 sind bei der Ersatzbeschaffung in den EU-Fahrzeugklassen M1 (Pkw) und N1 (Nutzfahrzeug bis 3,5 t) vorrangig vor allen anderen Antriebsarten Elektrofahrzeuge mit rein batterieelektrischem Antrieb zu beschaffen, sofern

- die tägliche Fahrstrecke in der Regel nicht mehr als 80 km beträgt und
- die Fahrt an Orten beendet wird, an denen eine Lademöglichkeit besteht oder diese hergestellt werden kann und
- ein elektrobetriebenes Fahrzeug mit der erforderlichen Größe oder Ausstattung verfügbar ist.

Sind geeignete Fahrzeuge mit reinem Batterieantrieb nicht verfügbar, sollen Fahrzeuge mit Mischantrieben (z. B. Hybridantrieb) beschafft werden, deren CO₂-Emissionen einen Wert von 60 g/km nicht überschreiten. Ist eine solche Beschaffung nicht möglich, sollen Fahrzeuge mit benzinbetriebenen Verbrennungsmotor, nachrangig auch Fahrzeuge mit dieselbetriebenen Verbrennungsmotor beschafft werden. Hierbei wären strenge CO₂-Grenzwerte einzuhalten.

Von der Leitlinie ausgenommen sind Fahrzeuge der Polizei, der Feuerwehr und des Verfassungsschutzes. Die hierfür eingesetzten Fahrzeuge müssen besondere Anforderungen erfüllen wie z. B. eine jederzeitige Verfügbarkeit oder den Einsatz rund um die Uhr. Nach derzeitigem Stand stehen auf dem Markt noch keine geeigneten Fahrzeuge zur Verfügung, welche diesen besonderen Ansprüchen genügen. Dennoch werden in einzelnen Bereichen immer wieder Elektrofahrzeuge, die neu auf den Markt kommen, für die Einsatzmöglichkeiten bei Polizei, Feuerwehr und Verfassungsschutz getestet und beschafft werden.

Im Zusammenhang mit der Fortschreibung des Hamburger Klimaplanes im Jahr 2015 wurde das Ziel festgelegt, dass bis 2020 der Anteil elektrisch betriebener Pkw im Fuhrpark der FHH (ohne öffentliche Unternehmen) auf 50 Prozent gesteigert wird. In 2016 lag die Quote bei 18 Prozent.

Zusätzlich wird der Senat darauf hinwirken, dass auch in öffentlichen Unternehmen mit Kraftfahrzeugbestand vermehrt Elektrofahrzeuge eingesetzt werden. Bis 2020 soll der Anteil elektrisch betriebener Pkw und leichter Nutzfahrzeuge auf 35 Prozent gesteigert werden. Zum Stand Juni 2016 betrug der Anteil elf Prozent.

Städtische Unternehmen sind vorbildhaft bei der Fuhrparkumstellung und weiteren Maßnahmen zu einer schadstoffarmen Mobilität. Beispielhaft werden im Folgenden Maßnahmen der Stadtreinigung Hamburg sowie des Flughafen Hamburgs vorgestellt, die zu einer weiteren Reduktion der Luftschadstoffe in Hamburg beitragen.

Stadtreinigung Hamburg: Bei den über 650 Fahrzeugen der Stadtreinigung Hamburg (SRH) wird eine konsequente Erneuerung des Fuhrparks durchgeführt. Der Anteil der Fahrzeuge mit Euro 6/VI betrug Anfang 2017 bereits 28 %. In 2021 wird nach Plan die gesamte Fahrzeugflotte der Stadtreinigung auf Euro 6/VI umgestellt sein. Doch auch alternative Antriebe finden ihren Weg in den städtischen Betrieb. Die SRH führt Gespräche mit einem Hersteller, um eine Kehrmachine mit Elektroantrieb zu testen, die keinerlei Abgase ausstößt. In der Sperrmüllabfuhr wird bereits ein Fahrzeug mit einer elektrischen Presse im Regelbetrieb eingesetzt. In der Pkw-Flotte der Stadtreinigung Hamburg spielen alternative Antriebe bereits eine wichtige Rolle, so sind bereits über 40 Elektrofahrzeuge und ein Wasserstofffahrzeug im regulären Einsatz. Die Anzahl der Elektro-Pkws wird kontinuierlich ausgebaut, sie ersetzen konventionelle Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren.

Flughafen Hamburg: Mit aktuell fast 16 Mio. Passagieren im Jahr ist der Hamburger Flughafen der fünftgrößte deutsche Verkehrsflughafen. Die Abfertigung der Passagiere und Flugzeuge erfordert großen logistischen Aufwand und damit verbunden eine hohe Anzahl von Gebäuden, Geräten, Maschinen und Fahrzeugen, deren Betrieb meist mit Emissionen von Luftschadstoffen verbunden ist. Die Maßnahmen zur Schadstoffreduktion im Mobilitätssektor lassen sich in drei Kerngebiete unterteilen: die für den Flughafenbetrieb notwendige Infrastruktur (inkl. Mobilitätskonzept 2020), den Zubringerverkehr für Gäste und Passagiere und die Mitarbeitermobilität.

Im Fall der von den am Flughafen operierenden Luftfahrzeugen ausgehenden Emissionen kann Hamburg nur indirekt emissionsmindernd tätig werden. So werden bereits seit dem Jahr 2010 emissionsabhängige Start- und Landeentgelte erhoben, um den Airlines einen Anreiz zu bieten, auf moderne und umweltverträglichere Maschinen umzusteigen. Berechnet wird das Entgelt anhand des Ausstoßes von Stickoxiden und unverbrannten Kohlenwasserstoffen, die während des Start- und Landevorgangs entstehen und sich vorrangig lokal auswirken.

Zusätzlich führt die ursprünglich als Lärmschutzmaßnahme eingeführte Regelung zum begrenzten Betrieb der Hilfstriebwerke (Auxiliary Power Unit = APU) auf den Vorfeldern ebenfalls zu einer beträchtlichen

Reduzierung der erzeugten Luftschadstoffe. Während die APU nur über einen Wirkungsgrad von rund 10 bis 25 Prozent verfügt, kann der Flughafen bei der Erzeugung von Energie und klimatisierter Luft Anlagen mit wesentlich höherer Effizienz verwenden. Die Verringerung der ausgestoßenen Luftschadstoffe beträgt dabei ca. 95 Prozent. Die Versorgung der Luftfahrzeuge erfolgt über zwei unterschiedliche Wege: An den Pier-Positionen werden die Flugzeuge über das BHKW mit elektrischem Strom und klimatisierter Luft versorgt. An den Außenpositionen erfolgt die entsprechende Versorgung der Flugzeuge über mobile Stromgeneratoren (Ground Power Unit - GPU) mit Rußpartikelfilter und über Klimageräte.

Mit dem 2013 beschlossenen Mobilitätskonzept 2020 wurde vereinbart, dass jedes neu angeschaffte Fahrzeug grundsätzlich mit einem alternativen Antrieb ausgestattet sein soll. Dazu zählen Erdgas- und Elektroantriebe wie auch zukünftig mit Wasserstoff betriebene Brennstoffzellen. Die Beschaffung konventioneller Fahrzeuge mit Diesel- oder Ottomotoren ist grundsätzlich nur noch in geprüften Einzelfällen möglich. Durch konsequente Anwendung des Mobilitätskonzepts wird bis 2020 die Hälfte des gesamten Fuhrparks umgestellt sein. Die sogenannten Standardfahrzeuge wie Pkw, Kleintransporter und Busse sollen dann bereits in Form eines nahezu vollständig alternativ angetriebenen Fuhrparks für die emissionsarme Flugzeugabfertigung eingesetzt werden.

Aktuell werden 155 Fahrzeuge alternativ angetrieben, dies entspricht einem Anteil von 38,5 Prozent. Dazu zählen 20 Elektro-Pkw, 6 Elektro-Schlepper, 9 Erdgasbusse, 65 Erdgas-Pkw, 52 Erdgas-Schlepper, 1 Flüssiggas-Pkw und 1 H₂-Brennstoffzellen-Pkw.

Momentan wird noch eine Reihe von dieselbetriebenen Fahrzeugen eingesetzt, die nicht durch Elektro- oder Gasfahrzeuge im Rahmen des Mobilitätskonzepts 2020 substituierbar sind. Für den dieselbetriebenen Flottenbestand wurde Ende 2015 erstmals testweise ein zertifiziert nachhaltiger synthetischer Dieselmotorkraftstoff aus 100 Prozent nachwachsenden Rohstoffen als Alternativkraftstoff (HVO) eingesetzt.

Nach erfolgreich abgeschlossener Testphase erfolgte im dritten Quartal 2016 die endgültige Substitution des gesamten am Flughafen genutzten fossilen Diesels durch einen paraffinischen Kraftstoff aus Rest- und Abfallstoffen. Eine Umstellung auf vollständige Abfallstammigkeit erfolgt zeitnah. Neben den globalen Emissionsreduktionen führt der Austausch nachweislich zu einer wesentlichen Verringerung der lokalen Schadstoffemissionen - insbesondere bei Partikeln, Kohlenstoffmonoxid und Stickoxid.

Darüber hinaus werden sowohl im Bereich des Zubringerverkehrs als auch der Mitarbeitermobilität Anreize und Angebote für eine schadstoffarme Mobilität geschaffen, unter anderem durch kostenlose Nutzung von Ladesäulen und Parkplätzen für Elektrofahrzeuge von Flughafengästen. Der über die Ladesäulen angebotene Strom ist zertifiziert regenerativ erzeugt. Für Mitarbeiter wird eine gestaffelte Finanzierung der Proficard angeboten. Des Weiteren wird die Nutzung von Fahrrädern durch attraktivere Abstellflächen und Verkehrswege, dem weitestgehend kostenlosen Fahrradcheck sowie der alljährlichen Aktion „Mit dem Rad zur Arbeit“ gefördert.

Emissionsreduzierung von mobilen Maschinen

Für die Vergabe öffentlicher Bauaufträge müssen die „Allgemeinen Richtlinien und Hinweise zur Anwendung der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen“ eingehalten werden, die in Ziffer 6 des Bauhandbuchs VV-Bau (Verwaltungsvorschriften über die Durchführung von Bauaufgaben der Freien und Hansestadt Hamburg) enthalten sind. Hier sind als Ausführungsbedingungen zur umweltverträglichen Beschaffung Anforderungen speziell für den Einsatz von Dieselmotoren vorgegeben, die die Stadt als öffentliche Auftraggeberin bei der Vergabe berücksichtigen muss.

Mit der Änderung des Bauhandbuchs im Oktober 2016 werden Baumaschinen nach Motorenleistung differenziert. Für Dieselmotoren mit einer Leistung zwischen 37 kW und 560 kW gelten nun die Grenzwerte der Stufe III B. Damit werden insbesondere bei dem Einsatz von leistungsstarken Baumaschinen zwischen 130 kW und 560 kW die Emissionen von Stickoxiden deutlich verringert.

Die nachfolgende Tabelle fasst die alten und neuen im Bauhandbuch festgelegten Anforderungen zusammen.

Tabelle 38: Emissionsanforderungen für Baumaschinen im Rahmen öffentlicher Ausschreibungen

	Anforderungen bis Oktober 2016	Aktuelle Anforderungen ab Oktober 2016	
Leistungsklasse	Selbstzündung ab 19 kW	Selbstzündung $19 \text{ kW} \leq P < 37 \text{ kW}$	Selbstzündung $37 \text{ kW} \leq P < 560 \text{ kW}$
Emissions- anforderung	Ausstattung mit Partikelfilter- Systemen ohne erhöhten Aus- stoß anderer Schadstoffe	Stufe III A der Richtlinie 97/68/EG	Stufe III B der Richtlinie 97/68/EG
Alternative Min- destanforderung	Stufe III A der Richtlinie 97/68/EG	Nachrüstung mit einem Partikelminderungs- system mit festgelegten Anforderungen	Nachrüstung mit einem Partikelminderungs- system mit festgelegten Anforderungen

Zusätzlich zu den Anforderungen bei der Vergabe enthält auch der [„Leitfaden für umweltverträgliche Beschaffung der Freien und Hansestadt Hamburg“ \(Umweltleitfaden\)](#) seit Januar 2016 Emissionsanforderungen an mobile Maschinen. Künftig sollen auch bei der internen Beschaffung die im Bauhandbuch formulierten Emissionsanforderungen eingehalten werden. Der Umweltleitfaden ist für alle Beschaffungen der Freien und Hansestadt Hamburg verbindlich, die nach der Vergabe- und Vertragsordnung für Leistungen (VOL/A) durchzuführen sind.

Darüber hinaus beabsichtigt die BUE im Rahmen des Projektes „Emissionsreduzierung bei mobilen Maschinen als Beitrag zur Luftreinhaltung in Hamburg“ die Erstellung eines Gutachtens über die Emissionen von mobilen Maschinen. Ziel ist es, den Emissionsbeitrag mobiler Maschinen in Hamburg zu erfassen und basierend hierauf weitergehende verhältnismäßige Anforderungen zu entwickeln.

Wirkungsberechnung Stadt als Vorbild

Mit der Umstellung des eigenen Fuhrparks auf emissionsfreie bzw. emissionsarme Fahrzeuge nimmt die Freie und Hansestadt Hamburg eine wichtige Vorbildfunktion für Hamburg wahr, um Kfz-bedingte Emissionen zu vermeiden. Dazu stellt die Freie und Hansestadt Hamburg große Teile ihres eigenen Fuhrparks um und wird zusätzlich auch bei den öffentlichen Unternehmen auf eine beschleunigte Umstellung der Fuhrparke hinwirken. Im Jahr 2020 soll der Anteil von E-Fahrzeugen im Fuhrpark FHH (ohne öffentliche Unternehmen) auf 50 % und bei den Fuhrparks der öffentlichen Unternehmen auf 35 % gesteigert werden. Da insgesamt die Zahl dieser Fahrzeuge jedoch im Vergleich zu der Gesamtzahl an in Hamburg zugelassenen bzw. verkehrenden Fahrzeugen gering ist, sind auch die zu erwartenden Minderungseffekte relativ gering. In welchem Ausmaß sich die Vorbildrolle der Freien und Hansestadt Hamburg auf private und privatwirtschaftliche Fahrzeugbeschaffungen auswirkt, konnte für die Untersuchungen zum LRP jedoch nicht abgeschätzt werden.

öffentliche Flotten bis 2020:

- ca. + 126 % Fahrleistung (km/a) durch E-Fahrzeuge im Vergleich zum Basisszenario (6,4 Mio. km/a)

öffentliche Flotten bis 2025:

- ca. + 137 % Fahrleistung (km/a) durch E-Fahrzeuge im Vergleich zum Basisszenario (8,9 Mio. km/a)

Der Anteil der Emissionsreduzierung, der durch Vergabeaktivitäten der Stadt im Baubereich und den Einsatz stadteigener Maschinen und Geräte bei den öffentlichen Unternehmen erreicht wird, wurde mit ca. 20 % angenommen.

Ergebnis der gesamtstädtischen NO_x-Emissionsreduktion:

2020: 55 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2020

2025: 99 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2025

An den verkehrsnahen Messstationen wurde folgende Immissionsminderung berechnet:

Tabelle 39: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion MP 9 an den verkehrsnahen Messstationen

	2020	2025
Habichtstraße	-0,1 µg/m ³	-0,3 µg/m ³
Kieler Straße	-0,2 µg/m ³	-0,5 µg/m ³
Max-Brauer-Allee	-0,2 µg/m ³	-0,4 µg/m ³
Stresemannstraße	-0,2 µg/m ³	-0,3 µg/m ³

7.1.10 Maßnahmenpaket 10: Energiemaßnahmen

Das Maßnahmenpaket Energiemaßnahmen enthält folgende Einzelmaßnahmen:

- Klimaschutzförderprogramm Solarthermie und Heizung
- Förderprogramm Wärmeschutz Gebäudebestand
- Förderprogramm Modernisierung von Mietwohnungen

Zusätzlich zu den straßen- und schiffahrtsbezogenen Maßnahmen führen Energieeinsparung und technische Optimierung im Bereich der Energieeffizienz/Energieversorgung zur Senkung der städtischen Hintergrundbelastung.

Mit der Hamburger Energiewende will Hamburg einen eigenständigen Beitrag leisten, die Energieverbräuche weiter deutlich zu senken, die Energieversorgung hin zu einer emissionsarmen Versorgung umzubauen und dabei den Anteil der erneuerbaren Energien weiter zu steigern. Sie basiert auf den drei Säulen: Steigerung der Energieeffizienz, Ausbau der erneuerbaren Energien sowie Umgestaltung der Energienetze und der Wärmeversorgung.

Energieeffizienz

Die Energieeffizienz bietet ein erhebliches und kostengünstiges Potenzial für die Luftreinhaltung, da hierdurch die lokale Energieproduktion aus fossilen Energieträgern vermindert werden kann und somit lokale Emissionen reduziert werden. U. a. sind folgende Maßnahmen zu nennen:

Sanierung der Gebäudehülle und Einsatz energieeffizienter Gebäudetechnik, z. B. Heizsysteme, Beleuchtung, Lüftungs- und Kälteanlagen. Hierzu entwickelt Hamburg u.a. bestehende Förderprogramme für die energetische Modernisierung bedarfsgerecht weiter. Im Zusammenhang mit Emissionseinsparung von Luftschadstoffen sind hier insbesondere zu nennen die Förderprogramme „Wärmeschutz im Gebäudebestand“, „Modernisierung von Mietwohnungen“ und „Erneuerbare Wärme“.

Anknüpfend an die Erfahrungen bei der Internationalen Bauausstellung soll weiterhin innovatives Bauen mit zukunftsorientierten Bauweisen wie Holzbau (auch im Mehrgeschossbau), Modulbau, Eigenbau etc. umgesetzt und gegebenenfalls gefördert werden.

Der Senat füllt seine Rolle als wichtiges Vorbild, insbesondere bei der Sanierung, der energetischen Modernisierung und dem Neubau von öffentlichen Gebäuden aus. Ziel ist es, den Endenergieverbrauch um mindestens 30 Prozent bis zum Jahr 2030 und um mindestens 60 Prozent bis zum Jahr 2050 im Vergleich zu den Verbrauchswerten des Jahres 2008 zu reduzieren.

Dazu wird die energetische Modernisierung in öffentlichen Gebäuden verstärkt fortgesetzt. Hamburg ist immer für hohe Standards eingetreten und hat durch Pilot- und Modellprojekte zur Entwicklung und Markteinführung von neuen Technologien im Bereich des energiesparenden Bauens beigetragen. Deshalb wird der Senat auch in Zukunft Vorhaben fördern, die über die gesetzlichen Standards hinausgehen. Auch im Bereich der öffentlichen Gebäude sucht der Senat nach wirtschaftlichen Lösungen, die es ermöglichen über die gesetzlichen Standards hinauszugehen.

Ausbau der erneuerbaren Energien:

Ziel ist es, den verbleibenden notwendigen Energiebedarf zunehmend und zügig aus erneuerbaren Energien statt mit fossilen Energieträgern zu decken. Beim Bau von Windkraftanlagen sind dem Stadtstaat Hamburg enge Grenzen gesetzt. Dennoch ist der Ausbau der Windenergieerzeugung in einem gewissen Umfang möglich. Potenzial für die Installation von Solaranlagen besteht insbesondere auf Dachflächen.

Mit der städtischen Tochter Hamburg Energie wurde ein Unternehmen geschaffen, das mit seinen Projekten eine zentrale Rolle für die Hamburger Energiewende spielt. Projekte wie der Energieberg Georgswerder, Bürgerbeteiligungsmodelle bei Photovoltaik-Projekten und die Wärmeversorgung des Weltquartiers in Wilhelmsburg mit einem hohen Anteil an Wärme aus erneuerbaren Quellen, erhöhen den Anteil der erneuerbaren Energien. In der Abfallwirtschaft sind es vor allem die kommunalen Entsorger, die innovative Technologien und Behandlungsmöglichkeiten entwickeln. Auch die Stadtreinigung Hamburg leistet einen wichtigen Beitrag für den Ausbau der erneuerbaren Energien, denn zu ihrem Energieerzeugungs-Portfolio gehören insbesondere Projekte zur energetischen Nutzung von Biomasse und der Vergärung von biogenen Reststoffen und Biomüll, aber auch Deponiegas-, Windenergie-, Photovoltaik- und Solarthermieprojekte. Mit dem Rückbau der Müllverbrennungsanlage Stellingen und dem Ersatz durch das zu bauende Zentrum für Ressourcen und Energie durch die Stadtreinigung Hamburg wird außerdem ein wesentlicher Beitrag zu Ressourcenschonung, einer hocheffizienten energetischen Verwertung mit modernster Technik sowie der Verbesserung der Luftqualität geleistet.

Die norddeutschen Bundesländer arbeiten im Rahmen der Energiewende immer stärker zusammen. Hamburg bringt dabei seine Potenziale als großes Verbrauchszentrum in Norddeutschland ein, die Energieeffizienz zu verbessern und den Verbrauch flexibler zu machen und unterstützt damit den dynamischen Ausbau der erneuerbaren Energien in den angrenzenden Flächenländern. Ein wichtiges Beispiel ist dabei das Projekt NEW 4.0. Hamburg und Schleswig-Holstein sind hierbei eine gemeinsame Schaufensterregion im Rahmen des SINTEG Förderprogramms des Bundes. Ein Konsortium aus namhaften Vertretern aus Energiewirtschaft und Industrie wird in der Region Schlüsseltechnologien für die Energiewende entwickeln.

Zukunftsfähige Netze

Hamburg hat eine sehr gut ausgebaute, leitungsgebundene Netzinfrastruktur für Strom, Gas und Fernwärme. Das Fernwärmenetz soll weiter ausgebaut werden. Außerdem sollen insgesamt deutlich mehr erneuerbare Energien und industrielle Abwärme eingesetzt werden.

Der netzgebundenen Versorgung kommt dafür eine besondere Bedeutung zu. Für geeignete Quartiere werden maßgeschneiderte Lösungen entwickelt. Mit der Option des Rückkaufs des Hamburger Fernwärmenetzes wurden langfristig Möglichkeiten für eine Senkung der Luftschadstoffemissionen geschaffen. Der Ausbau der Fernwärmeversorgung ersetzt Einzelheizungen. Lokale Luftschadstoffemissionen in niedriger Höhe in Wohngebieten werden vermieden.

Wirkungsbetrachtung

Für die Maßnahmen der Förderprogramme „Wärmeschutz im Gebäudebestand“, „Modernisierung von Mietwohnungen“, und „Erneuerbare Wärme“ wurden die voraussichtlichen Stickoxid-Emissionseinsparungen abgeschätzt. Diese sind in die Immissionsprognose eingeflossen. Ein Großteil der weiteren Maßnahmen, die Hamburg auf den Weg zur Energiewende umsetzt, wie z. B. das Programm Unternehmen für Ressourcenschutz, werden ebenfalls dazu beitragen, die lokalen Schadstoffemissionen zu reduzieren,

konnten aber in ihrer Wirkung nicht hinreichend quantifiziert werden, um Eingang die Immissionsprognose zu finden.

Ergebnis der gesamtstädtischen NO_x-Emissionsreduktion:

2020: 26 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2020

2025: 48 t/a NO_x gegenüber Basisszenario 2025

An den verkehrsnahen Messstationen wurde folgende Immissionsminderung berechnet:

Tabelle 40: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion MP 10 an den verkehrsnahen Messstationen

	2020	2025
Habichtstraße	-0,0 µg/m ³	-0,1 µg/m ³
Kieler Straße	-0,0 µg/m ³	-0,2 µg/m ³
Max-Brauer-Allee	-0,1 µg/m ³	-0,2 µg/m ³
Stresemannstraße	-0,0 µg/m ³	-0,2 µg/m ³

7.1.11 Kombinierte Wirkung der Maßnahmenpakete

In der Realität werden einzelne verkehrliche Maßnahmen bzw. Maßnahmenpakete nie isoliert umgesetzt, sondern sind im Gesamtkontext zu betrachten. Die Maßnahmen der einzelnen Maßnahmenpakete bewirken intermodale Verlagerungen (Wechsel z. B. vom Kfz zum Fahrrad oder ÖPNV) und eine Veränderung der Verkehrsbelastung auf den Straßen, die für die Emissionsmodellierung maßgeblich ist. Diese Verlagerungseffekte können aufgrund von Abhängigkeiten untereinander nicht linear aufaddiert werden. Daher wurden die verkehrlichen Maßnahmenpakete MP1 bis MP4 und MP7 zusammengefasst und ihre kombinierte Wirkung berechnet. Die Minderungswirkungen aller weiteren Maßnahmenpakete wurden hinzu addiert und so das sog. „Kombinationsszenario“ gebildet. Somit ist das Gesamtreduktionspotenzial der Kombinationsszenarien nicht identisch mit der Summe der Reduktionspotenziale der einzelnen Maßnahmenpakete.

Neben den Maßnahmen, die eine Beeinflussung der Verkehrsbelastung zum Ziel haben, orientieren sich andere Maßnahmen an der Flottenänderung, die eine Emissionsreduzierung durch moderne Antriebe erreicht. So zeigen die langjährigen Anstrengungen der Stadt, dass die Modernisierung der Busflotte Minderungseffekte aufweist. Gleiches gilt für die Bestrebungen, die Elektromobilität zu stärken und dabei durch den Umbau des städtischen Fuhrparks und Geräteparks mit gutem Beispiel voranzugehen. Verursacherbezogen wurde auch die Minderungswirkung von Maßnahmen im Hafenbereich und im Gebäudebestand ermittelt, deren Einfluss auf die urbane Hintergrundbelastung von Bedeutung ist.

Wirkung der Maßnahmenpakete 1-10 in Kombination:

An den verkehrsnahen Messstationen wurde folgende Immissionsminderung berechnet:

Tabelle 41: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion an den verkehrsnahen Luftmessstationen bei Umsetzung der gesamtstädtisch wirkenden Maßnahmen im Kombinationsszenario

	2020	2025
Habichtstraße	-2,2 µg/m ³	-4,7 µg/m ³
Kieler Straße	-1,8 µg/m ³	-3,2 µg/m ³
Max-Brauer-Allee	-2,1 µg/m ³	-3,1 µg/m ³
Stresemannstraße	-3,2 µg/m ³	-5,1 µg/m ³

Das Kombinationsszenario umfasst alle zehn gesamtstädtischen Maßnahmenpakete. Die kontinuierlich umgesetzte Busflottenerneuerung ist bereits in den Basisszenarien enthalten.

Im Ergebnis wurden bei Umsetzung der in den Maßnahmenpaketen enthaltenen Einzelmaßnahmen folgende Immissionsprognosewerte berechnet:

Tabelle 42: NO₂-Prognosewerte an den verkehrsnahen Luftmessstationen bei Umsetzung der gesamtstädtisch wirkenden Maßnahmen im Kombinationsszenario

	NO ₂ -Belastung [µg/m ³] im Prognosejahr 2020		NO ₂ -Belastung [µg/m ³] im Prognosejahr 2025	
	Basisszenario	mit Maßnahmen MP1-MP10	Basisszenario	mit Maßnahmen MP1-MP10
Habichtstraße	39,4	37,2	29,9	25,2
Kieler Straße	37,6	35,8	31,5	28,3
Max-Brauer-Allee	41,1	39,0	33,6	30,5
Stresemannstraße	51,4	48,2	41,7	36,6

Über diese vier Luftmessstationen hinaus gibt es im Stadtgebiet noch einige Straßenabschnitte, bei denen sich nach der Modellierung weiterhin eine Überschreitung ergibt. Für diese Abschnitte sowie für Abschnitte der Stresemannstraße, Max-Brauer-Allee und Habichtstraße wurden Einzelmaßnahmen zur schnellstmöglichen Grenzwerteinhaltung geprüft (Kapitel 7.2.2).

Die folgende Tabelle führt die Anzahl der Abschnitte mit Überschreitung des NO₂-Grenzwertes sowie deren aufsummierten Längen auf. Berücksichtigt sind sowohl die Basisszenarien (siehe auch Kapitel 6.3) als auch die Kombination der Maßnahmenpakete mit ihrer Wirkung.

Tabelle 43: Anzahl und summierte Längen von Abschnitten mit modellierter Überschreitung des NO₂-Jahresmittelwertes bei Umsetzung der gesamtstädtisch wirkenden Maßnahmen im Kombinationsszenario

	> 40 µg/m ³		
	Anzahl *	Länge [km]*	betroffene Anwohner
Ist-Situation 2014	349	40,8	41 358
Basisszenario ohne Maßnahmen 2020	81	9,5	6 171
Maßnahmenkombination 2020	56	6,5	4 675
Basisszenario ohne Maßnahmen 2025	20	2,1	1 065
Maßnahmenkombination 2025	11	0,9	131

* es wurden insgesamt 3 142 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 401 km im Modell betrachtet

Das Modell weist somit eine Reduzierung der Abschnitte mit Grenzwertüberschreitung von 349 bei der Ist-Situation 2014 auf 81 in 2020 bzw. 20 in 2025 aus. Durch die Umsetzung der gesamtstädtisch wirksamen Maßnahmenpakete wird eine weitere Reduzierung auf 56 in 2020 bzw. nur noch 11 in 2025 erreicht. Von den im Modell betrachteten Straßenabschnitten, auf denen aufgrund der Verkehrsbelastung und der Randbebauung grundsätzlich Grenzwertüberschreitungen auftreten könnten, weisen damit in 2020 nur 2 % der Abschnitte eine potentielle NO₂-Grenzwertüberschreitung auf, in 2025 sogar nur 0,4 % . Hiervon wären in 2020 rund 0,25 % bzw. in 2025 0,007 % der Hamburger Bevölkerung betroffen.

7.2 Quantifizierung verkehrsbeschränkender und sonstiger lokaler Einzelmaßnahmen

Im Folgenden werden die Maßnahmen kurz beschrieben, deren grundsätzliche Geeignetheit zunächst exemplarisch berechnet wurde (Kapitel 7.2.1). Im Nachgang dazu erfolgte dann eine detailliertere Betrachtung von Einzelmaßnahmen und deren Quantifizierung für gesondert ermittelte Straßenabschnitte (Kapitel 7.2.2).

7.2.1 Prüfung grundsätzlich geeigneter Einzelmaßnahmen

Zunächst wurde die Wirkung von Einzelmaßnahmen exemplarisch untersucht. Grundlage für die Untersuchung stellt das Kombinationsszenario (Kapitel 7.1.11) dar.

Aufgrund der anhaltenden NO₂-Grenzwertüberschreitung ist es geboten, alle rechtlich zulässigen verkehrsbeschränkenden Maßnahmen an Straßenabschnitten mit Grenzwertüberschreitungen in die Überlegungen zur Luftreinhalteplanung mit einzubeziehen (siehe Kapitel 1.1, VG-Urteil). Als grundsätzlich rechtlich mögliche Maßnahmen, die einen Beitrag zur Zielerreichung leisten können, kommen insbesondere Durchfahrtsbeschränkungen, Drosselungen, Geschwindigkeitsbeschränkungen sowie Maßnahmen zur Verstetigung des Verkehrs in Betracht. Mögliche Ausweichverkehre sind dabei zu berücksichtigen. Verkehrsbeschränkende Maßnahmen dürfen nicht dazu führen, dass der Grenzwert an anderer Stelle überschritten wird oder dass erheblich mehr Personen durch Mehrbelastungen betroffen sind.

Im Folgenden sind die auf ihr NO₂-Minderungspotenzial geprüften Maßnahmen dargestellt. Es wurde beispielhaft untersucht, ob der betrachtete Straßenabschnitt von Verkehr entlastet werden kann und welche Effekte sich für die umliegenden Straßenabschnitte ergeben (Umwegfahrten, Mehrbelastung).

Tabelle 44: Übersicht der berechneten exemplarischen Einzelmaßnahmen

Lkw-Durchfahrtsbeschränkung Stresemannstraße
Lkw-Durchfahrtsbeschränkung Max-Brauer-Allee
Lkw-Durchfahrtsbeschränkung Gebiet Max-Brauer-Allee
Pkw/Lkw Drosselung Stresemannstraße
Pkw/Lkw Drosselung Max-Brauer-Allee
Pkw/Lkw Drosselung Gebiet Max-Brauer-Allee
Emissionsarme Busse im erweiterten Ring 2
Tempo 30 Mühlendamm/Kuhmühle
Optimierung und Verstetigungseffekte Tempo 30/Tempo 40
Durchfahrtsbeschränkung Dieselfahrzeuge
Potenziale E-Mobilität

7.2.1.1 Lkw-Durchfahrtsbeschränkung auf einzelnen Straßenabschnitten

Die Wirksamkeit einer Lkw-Durchfahrtsbeschränkung auf einer Hauptverkehrsstraße wurde an den Straßenabschnitten Stresemannstraße und Max-Brauer-Allee beispielhaft unter der Annahme einer Änderung der Verkehrsbelastung untersucht.

Für die Stresemannstraße wurde aufgrund der Lkw-Durchfahrtsbeschränkung im Vergleich zum Kombinationsszenario 2025 um 5 % mehr Kfz-Verkehr prognostiziert, da die entstandenen Lücken von kleineren Pkw aufgefüllt werden. Hierdurch kam es gemäß Verkehrsmodell zu Kfz-Entlastungseffekten auf der Fruchttallee und der Holstenstraße.

Für die Max-Brauer-Allee zeigte die Verkehrsmodellierung leichte Entlastungen durch eine Lkw-Durchfahrtsbeschränkung erst im Prognosejahr 2025. Die Verkehrsbelastung reduzierte sich um 1 % der Kfz im Vergleich zum Kombinationsszenario. Ferner hat die modellhafte Untersuchung gezeigt, dass sich durch eine solche Maßnahme der Lkw-Verkehr in die angrenzenden Hauptverkehrsstraßen verlagern würde. Bei der Max-Brauer-Allee wären auch Wohnstraßen betroffen, wie z. B. die Harkortstraße.

An den verkehrsnahen Messstationen wurde folgende Immissionsminderung berechnet:

Tabelle 45: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion Lkw-Durchfahrtsbeschränkung

	2020	2025
Max-Brauer-Allee	-1,2 µg/m ³	-0,7 µg/m ³
Stresemannstraße	-4,7 µg/m ³	-4,0 µg/m ³

Bei der Berechnung wurde davon ausgegangen, dass Linienbusse von der Durchfahrtsbeschränkung nicht betroffen sind. Entsprechend gering fällt die Wirkung für den betreffenden Abschnitt in der Max-Brauer-Allee aus, da der Anteil der Busse an den NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs bei 36 % liegt. In der Stresemannstraße liegt der Anteil der Emissionen der Busse bei 9 %, der der schweren Lkw hingegen bei 46 %. Die Wirkung einer Beschränkung führt hier zu einer deutlichen Verringerung der Immissionsbelastung.

Im Ergebnis führen diese Maßnahmen unter den gegebenen Randbedingungen zu Immissionsreduktionen auf den betrachteten Straßenabschnitten. Den Verminderungen stehen Erhöhungen auf den betrachteten Ausweichstrecken von bis zu 2,2 µg/m³ NO₂ (Lkw-Durchfahrtsbeschränkung Stresemannstraße) bzw. 0,2 µg/m³ NO₂ (Lkw-Durchfahrtsbeschränkung Max-Brauer-Allee) gegenüber.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass eine Lkw-Durchfahrtsbeschränkung eine grundsätzlich geeignete Maßnahme sein kann. Die deutliche Wirkung auf der Stresemannstraße zeigt, dass die Maßnahme umso effektiver ist, je mehr Lkw auf der Strecke fahren. Es ist zu prüfen und sicherzustellen, dass Ausweichverkehre nicht zu einer Grenzwertüberschreitung andernorts führen und Ausweichrouten nicht durch Wohnstraßen führen.

Aufgrund des möglichen Minderungspotenzials einer solchen Maßnahme wurde für die Straßenabschnitte mit für das Jahr 2020 modellierter Grenzwertüberschreitung konkret geprüft, welche Minderungspotenziale sich durch eine Lkw-Durchfahrtsbeschränkung ergeben und welche Auswirkungen eine solche Maßnahme im Hinblick auf Ausweichverkehre haben würde (siehe Kapitel 7.2.2).

Um den Effekt von ausweichendem Lkw-Durchgangsverkehr im Nebennetz zu vermeiden, wurde im nächsten Schritt eine Ausweitung der zuvor betrachteten Lkw-Durchfahrtsbeschränkungen einzelner Straßenabschnitte auf ein kleinräumiges Gebiet untersucht. Beispielhaft wurde das Gebiet rund um die Max-Brauer-Allee gewählt (zwischen Harkortstraße, Holstenstraße und Jessenstraße/Ehrenbergstraße). Im Verkehrsmodell erfolgt dafür eine zusätzliche Sperrung einzelner Strecken für Lkw im betroffenen Gebiet. Die Freihaltung des Gebietes um die Max-Brauer-Allee von Lkw-Verkehr führt dazu, dass es auf der Max-Brauer-Allee weder 2020 noch 2025 zu nennenswerten Veränderung der Verkehrsbelastung kommt, da der Lkw-Verkehr zahlenmäßig durch andere Kfz ersetzt würde. Aufgrund der verlagerten Lkw steigt die Verkehrsbelastung auf den angrenzenden Hauptverkehrsstraßen geringfügig an. Linienbusse sind nicht von der Durchfahrtsbeschränkung betroffen. Diese Beschränkung auf reinen Anliegerverkehr führt zu großräumigeren Verlagerungen und Änderungen der Verkehrsbelastungen auf anderen Straßenabschnitten. Die Umsetzung einer solchen Maßnahme muss also sowohl kleinräumige als auch großräumige Verlagerungseffekte berücksichtigen sowie begleitende Beschränkungen zum Schutz von Wohngebieten mit betrachten.

Im Ergebnis führt diese Maßnahme unter den gegebenen Randbedingungen zu Immissionsreduktionen innerhalb des ausgewählten Gebietes in einer Größenordnung von 0-1,2 µg/m³ NO₂ im Jahre 2020. Dieser Verminderung stehen Erhöhungen auf den Ausweichstrecken von 0-0,2 µg/m³ NO₂ gegenüber.

7.2.1.2 Drosselung auf einzelnen Straßenabschnitten

Die Wirkung einer Verkehrsbeschränkung mittels Drosselung wurde beispielhaft an der Stresemannstraße und an der Max-Brauer-Allee untersucht. Im Verkehrsmodell wurde angenommen, dass eine entsprechende Verkürzung von Grünzeiten relevanter Verkehrsströme zu einer Verkehrsreduktion von 10 % führt. Diese Maßnahme könnte erhebliche Entlastungseffekte auf den betroffenen Straßenabschnitten bewirken.

Die Modellierung zeigte ferner, dass sich der Verkehr vor allem auf die umliegenden Hauptverkehrsstraßen verlagern würde. Auch Wohnstraßen wären betroffen. So käme es bei einer Drosselung des Verkehrs auf der Stresemannstraße zu Mehrverkehr auf dem Schulterblatt und in der Eimsbütteler Chaussee. Im Beispiel der Max-Brauer-Allee wäre die Harkortstraße von erheblichem Mehrverkehr betroffen.

An den verkehrsnahen Messstationen wurde folgende Immissionsminderung berechnet:

Tabelle 46: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion Drosselung:

	2020	2025
Max-Brauer-Allee	-1,4 µg/m ³	-0,8 µg/m ³
Stresemannstraße	-4,3 µg/m ³	-4,5 µg/m ³

Die Ergebnisse der Berechnung wiesen in beiden Straßenabschnitten vergleichbare Minderungen wie die Lkw-Durchfahrtsbeschränkung auf. Die unterschiedliche Höhe der Immissionsreduzierung in beiden Straßen ist auf den unterschiedlichen Anteil an Lkws und Linienbussen zurückzuführen.

Im Ergebnis führen diese Maßnahmen unter den gegebenen Randbedingungen zu Immissionsreduktionen auf den betrachteten Straßenabschnitten. Diesen Verminderungen stehen Erhöhungen auf den betrachte-

ten Ausweichstrecken von bis zu $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 (Stresemannstraße) bzw. $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 (Max-Brauer-Allee) gegenüber.

Aufgrund der Verlagerungseffekte in das nachgelagerte Netz bei einer abschnittsbezogenen Durchfahrtsbeschränkung wurde untersucht, welche Auswirkungen sich ergeben, wenn auch für das nachgeordnete Netz Einfahrtsbeschränkungen bestehen. Diese Maßnahme betrachtet die Auswirkungen einer Pkw-/Lkw-Durchfahrtsbeschränkung, unterstützt durch Temporeduzierungen in Anliegerstraßen der Wohngebiete beidseitig der Max-Brauer-Allee. Es treten ebenfalls großräumigere Verlagerungen und Änderungen der Verkehrsbelastungen auf anderen Straßenabschnitten auf.

Die zusätzliche Drosselung des Nebennetzes führt dazu, dass der Entlastungseffekt auf der Max-Brauer-Allee deutlich geringer ausfällt. Im Vergleich zum Prognose-Bezugsjahr reduziert sich die Verkehrsbelastung jeweils um 5% (2020 und 2015).

Die Verkehrsreduktion der Maßnahme führt zu Reduktionen der NO_2 -Immissionsbelastung innerhalb des Gebietes in einer Größenordnung von $0-1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahre 2020. Dieser Verminderung stehen Erhöhungen auf den Ausweichstrecken von $0-0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gegenüber. Dabei liegen die Belastungen durch Verkehrsverlagerungen auf Ausweichstrecken durch eine gebietsbezogene Beschränkung höher, als bei einer lediglich abschnittsbezogenen Beschränkung.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass eine Durchfahrtsbeschränkung bzw. Drosselung des Verkehrs ggf. eine geeignete Maßnahme sein kann. Für jede Drosselung gilt aber auch, dass signaltechnische Veränderungen und auch Umbaubebedarfe im Knotenbereich geprüft werden müssen. Auch hier gilt, dass durch die Maßnahme keine Ausweichverkehre in Wohnstraßen auftreten sollten sowie versucht werden muss den Ausweichverkehr so zu kanalisieren, dass es nicht zu Grenzwertüberschreitungen andernorts kommt. Aufgrund des ermittelten Minderungspotenzials wurde für die Straßenabschnitte mit Grenzwertüberschreitung konkret geprüft, welche Minderungspotenziale sich durch eine Durchfahrtsbeschränkung bzw. Drosselung ergeben und welche Auswirkungen eine solche Maßnahme im Hinblick auf Ausweichverkehre haben würde (siehe Kapitel 7.2.2).

7.2.1.3 Verstetigungsmaßnahmen

Mit Hilfe von Verstetigungsmaßnahmen, welche als Ziel einen flüssigen Verkehr haben, kann eine Veränderung der jeweiligen Verkehrszustände bzw. LOS-Anteile erreicht werden. Eine Verbesserung des Verkehrsflusses führt zu reduzierten Fahrzeugemissionen.

Die Verstetigung des Verkehrsflusses ist seit jeher eines der zentralen Ziele der Verkehrsplanung. Primäre Zielsetzung des Verstetigungsgedankens ist die Beseitigung von störenden Einflüssen des freien Verkehrsflusses.

Ein wichtiges Thema in diesem Zusammenhang stellt die „grüne Welle“ dar. Hamburg hat zurzeit über 1 760 Lichtsignalanlagen (LSA) in Betrieb. Hiervon sind ca. 1 450 in 340 Koordinierungen zu „grünen Wellen“ eingebunden. Bei allen größeren Maßnahmen im Straßenraum (Grundinstandsetzungen, Anlage von Radverkehrsanlagen, Busoptimierung usw.) werden die zugrundeliegenden Programme und Schaltungen überprüft und gegebenenfalls optimiert. Dabei wird grundsätzlich das vorhandene Verkehrsaufkommen zugrunde gelegt und möglichst die verkehrlich höher belastete Richtung priorisiert, in der Regel morgens stadteinwärts und nachmittags stadtauswärts.

Darüber hinaus wird in Hamburg das Netz der LSA kontinuierlich mit verkehrsabhängigen Steuerungen (zurzeit ca. 79 % aller LSA) ausgestattet und vorhandene verkehrsabhängige Steuerungen optimiert. Bei Grundinstandsetzung oder Neubauten von LSA werden in Hamburg im Wesentlichen nur noch verkehrsabhängige Steuerungen eingesetzt. Bei einer verkehrsabhängigen Steuerung werden Verkehrsteilnehmer (Kfz-, Fuß-, Radverkehr, ÖPNV-Fahrzeuge) mithilfe von Detektoren erkannt. Dies geschieht unter anderem durch in die Fahrbahn eingelassene Induktionsschleifen, Kameras, Drucktaster, Koppelspulen oder Funk. Je nach Bedarf wird dann die Freigabezeit für die einzelnen Verkehrsteilnehmer gegeben, verlängert oder verkürzt. Zu den Hauptverkehrszeiten sind diese Regelmöglichkeiten an vielen wichtigen Knoten jedoch aufgrund von starker Auslastung in allen Knotenzufahrten nur eingeschränkt möglich.

Eine weitere Strategie zur Abwicklung des Verkehrs ist der Einsatz von verkehrsadaptiven Netzsteuerungen. Aufgrund ihrer modellbasierenden Verfahren sind diese in der Lage, Signalprogramme auf unterschiedliche Verkehrsverhältnisse einzustellen und dadurch eine netzweite Optimierung des Verkehrsflusses zu erreichen. Zurzeit befindet sich in Steilshoop/Bramfeld ein Gebiet mit 17 LSA und am Eidelstedter Platz eines mit sechs LSA im Aufbau.

Erschließungsfunktion: Die Straßen in einer Stadt haben nicht nur eine Verbindungsfunktion. In erster Linie dienen sie der Erschließung der jeweils angrenzenden Grundstücke und der dortigen Nutzungen. Aus dieser Erschließungsfunktion, d.h. aus der Zu- und Abfahrt, der Anlieferung, der Entsorgung, dem Halten und Parken ergeben sich weitere, ebenso unzählige Störeinflüsse für einen stetigen Verkehrsfluss in der Stadt, die nicht unterbunden werden können. Sie sind nur schwer steuer- bzw. beeinflussbar. Viele Themen, die im Zusammenhang mit der genannten Erschließungsfunktion von Straßen relevant sind, werden in der Regel auf planerischer Ebene und in den entsprechenden Genehmigungsverfahren gelöst. Dabei findet eine enge Abstimmung mit der Polizei und den zuständigen Polizeikommissariaten statt (Organisation des Parkens, Haltezonen, Gehwegüberfahrten, Einbahnstraßen etc.)

Geschwindigkeit: Eine für den Verkehrsfluss (über das Abstandverhalten) mitbestimmende Größe ist die Geschwindigkeit im Kontext zur jeweiligen Verkehrsmenge auf einem Streckenabschnitt.

Allgemeingültige Aussagen zu Auswirkungen eines Tempolimits von 30 km/h im Vergleich zu Tempo 50 hinsichtlich der emittierten Luftschadstoffe lassen sich in der Praxis kaum treffen. In Abhängigkeit von spezifischen lokalen Rahmenbedingungen wie z. B. Straßenneigung, Verkehrsbelastung und -

zusammensetzung, Verflüssigungsgrad und tatsächlich gefahrene Geschwindigkeiten sind grundsätzlich sowohl Minderungen als auch Erhöhungen der Stickoxidbelastung möglich. Folglich kommen auch diesbezügliche Untersuchungen nicht zu eindeutigen Ergebnissen. Eine gutachterliche Auswertung in Berlin (LK Argus, 2013) kam beispielsweise zu dem Ergebnis, dass die mittleren Geschwindigkeiten und die Spitzengeschwindigkeiten in neu angeordneten Tempo 30-Abschnitten reduziert werden und die gemessene Luftbelastung in solchen Straßenabschnitten tendenziell abnimmt. Vergleichbare Gutachten aus Baden-Württemberg (LUBW, 2012) fassen hingegen zusammen, dass Tempolimits von 30 oder 40 km/h nicht zwangsläufig die Luftqualität verbessern. Ein positiver Effekt sei vielmehr abhängig von der Verstetigungswirkung durch eine Temporeduzierung.

In diesem Zusammenhang erwähnenswert ist die im Dezember 2016 in Kraft getretene Erste Verordnung zur Änderung der Straßenverkehrs-Ordnung vom 30. November 2016 (BGBl. I S. 2848).

Gemäß § 45 Absatz 9 Satz 3 Ziffer 6 StVO können nunmehr innerörtlich streckenbezogene Geschwindigkeitsbeschränkungen von 30 km/h auf Straßen des überörtlichen Verkehrs (Bundes-, Landes- und Kreisstraßen) oder auf weiteren Vorfahrtstraßen im unmittelbaren Bereich von an diesen Straßen gelegenen Kindergärten, Kindertagesstätten, allgemeinbildenden Schulen, Förderschulen, Alten- und Pflegeheimen oder Krankenhäusern angeordnet werden, ohne dass auf Grund besonderer örtlicher Verhältnisse eine Gefahrenlage besteht, die das allgemeine Risiko einer Beeinträchtigung von Rechtsgütern erheblich übersteigt. Die bis dahin in § 45 Absatz 9 StVO geregelte hohe Anordnungshürde insbesondere für Beschränkungen des fließenden Verkehrs (z. B. Nachweis eines Unfallschwerpunktes zum Beleg einer erheblich übersteigenden Gefahrenlage) wurde damit teilweise abgesenkt.

Die Umsetzung der gesetzlichen Neuregelung in Hamburg wird durch die zuständigen Behörden derzeit geprüft. Die zuständigen Behörden haben bereits in den vergangenen Jahren durch eine differenzierte Anwendung der jeweiligen Geschwindigkeitsregelungen im Stadtgebiet einen Ausgleich verschiedener Interessen verfolgt. Bereits heute gelten auf rund 50 Prozent des Hamburger Straßennetzes Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Tempo 30 km/h (Zonen oder streckenbezogene Geschwindigkeitsreduzierung). Insofern liegen die meisten der in der Neuregelung erwähnten Einrichtungen bereits in Tempo-30 Zonen. Darüber hinaus gilt vor 123 allgemeinbildenden Schulen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit des Schulumfeldes Tempo-30 als streckenbezogene Geschwindigkeitsbeschränkung.

Sollte eine mögliche Anordnung von abschnittsbezogenen Geschwindigkeitsreduktionen im Hauptverkehrsstraßennetz dazu führen, dass im Streckenverlauf häufige Geschwindigkeitswechsel und damit eine unstetere Fahrweise auftreten, ist nicht mit positiven Wirkungen für die Luftreinhaltung zu rechnen.

Die Verstetigung des Verkehrsflusses ist ein selbstverständliches ständiges Bemühen verkehrsplanerischen Handelns. Hamburg als Großstadt hat viel Erfahrung im Umgang mit dieser Themenstellung. Trotzdem gibt es punktuell immer Optimierungsmöglichkeiten. Ein aktueller Schwerpunkt der Verkehrsplanung in Hamburg ist deshalb auch das „Programm zur Verbesserung des Bussystems“, wo genau solche Verstetigungsthemen im Fokus stehen.

Im Zusammenhang mit der Luftreinhalteplanung sollte deshalb auch das Verstetigungspotenzial für Straßen mit Grenzwertüberschreitungen untersucht werden. Dabei waren insbesondere Fragestellungen von Interesse, für die hinsichtlich der Verstetigungswirkung noch keine ausreichenden Erfahrungen vorliegen:

1. Einfluss von Geschwindigkeitsabsenkungen auf Tempo 30 (Fokus Wirkung von Verlagerungseffekten)
2. LSA - Optimierung und der Einfluss von Geschwindigkeitsabsenkungen auf Tempo 30 und Tempo 40 (Fokus Wirkung von Verstetigungseffekten)

An der Straße Kuhmühle/Mühlendamm sollten die Wirkung einer Geschwindigkeitsreduktion von 50 km/h auf 30 km/h sowie damit korrespondierende Verkehrs-Verlagerungseffekte untersucht werden.

Im Ergebnis zeigt sich, dass aufgrund des Zeitverlustes durch die Temporeduktion die umliegenden Hauptverkehrsstraßen attraktiver werden. Auf dem Mühlendamm reduziert sich durch die Maßnahme die tägliche Verkehrsbelastung in 2020 um 6 % und in 2025 um 5 %. Auf den umliegenden Straßen (wie Mundsburger Damm, Sechslingspforte und Lübecker Straße) steigt die Verkehrsbelastung geringfügig an. Da der Mehrverkehr von mehreren Straßen aufgenommen wird, ist der Mehrverkehr dort kaum wahrnehmbar.

Die Berechnung des LOS wurde über die theoretische Kapazität der Straßen und die Verkehrsauslastung modelliert. Emissionsfaktoren für Fahrsituationen bei einer zulässigen Geschwindigkeit von 30 km/h sind für Hauptverkehrsstraßen in HBEFA 3.2 nicht enthalten und können somit einer entsprechenden Berechnung nicht zugrunde gelegt werden.

Tabelle 47: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion Temporeduktion

	2020	2025
Kuhmühle	-1,2 µg/m ³	-0,9 µg/m ³
Mühlendamm	-1,1 bis -1,7 µg/m ³	-0,8 bis -1,4 µg/m ³

Die Immissionsreduktion auf der Kuhmühle/Mühlendamm ist bei dieser Berechnungsmethode somit maßgeblich auf den Verlagerungseffekt zurückzuführen, den die Temporeduktion verursacht.

7.2.1.3.2 Verstetigungseffekte durch Tempo 30 und Tempo 40 und LSA-Optimierung

Da anhand der oben angeführten Untersuchung mögliche Verstetigungseffekte bei Tempo 30 nicht hinreichend beurteilt werden konnten, erfolgte eine detailliertere Modellierung zu diesem Sachverhalt. An einem Streckenabschnitt der Max-Brauer-Allee wurde exemplarisch eine Mikrosimulation bei Absenkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h und auf 40 km/h durchgeführt. Dabei erfolgt eine EDV-gestützte Simulation des Verkehrsablaufs für Einzelfahrzeuge. Neben der Bestandssituation können damit auch Planungsvarianten analysiert werden. Der untersuchte Abschnitt erstreckt sich vom Paul-Neermann-Platz im Süden bis zur Kreuzung Max-Brauer-Allee/Holstenstraße im Norden.

Indikatoren zur Beurteilung einer Verkehrsverstetigung sind einerseits Reisezeiten bzw. Durchschnittsgeschwindigkeiten, andererseits ist es die Fahrdynamik, ausgedrückt im Umfang an erforderlichen Halte- und Beschleunigungsvorgängen.

Im Vergleich der Geschwindigkeitsvarianten zeigt sich, dass die LSA-Optimierung bei Tempo 50, gemeinsam für beide Fahrrichtungen betrachtet, die besten Ergebnisse aufweist. Die relative Abweichung von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit sowie die Anzahl der Halte sind hier am geringsten.

Ergebnis Immissionsreduktion [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]:

Die Berechnung der Immissionsbelastung wurde mit einem mikroskaligen Ausbreitungsmodell durchgeführt. Folgende Immissionsreduktionen wurden ermittelt:

Tabelle 48: NO_2 -Gesambelastung am Ort der Messstation Max-Brauer-Allee

	NO_2 -Belastung			
	Ist-Stand Tempo 50	Tempo 50 optimiert	Tempo 40 optimiert	Tempo 30 optimiert
Max-Brauer-Allee	46,330 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	46,256 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	46,235 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	46,250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Minderung		-0,074 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-0,095 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	-0,080 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Je nach Straßenabschnitt führt die Optimierung zu einer Verringerung oder Erhöhung der Belastung, jeweils abhängig von der Geschwindigkeit. In der östlichen Umgebung der Messstelle führen alle drei Varianten zu einer Abnahme der NO_2 -Gesambelastung um bis zu $-0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Varianten Tempo 40-optimiert und Tempo 30-optimiert führen im westlichen Bereich aber zu einer leichten Zunahme von bis zu $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Eine Verstetigung und damit verbunden eine Verbesserung der LOS kann einen erheblichen Einfluss auf die Immissionsbelastung haben. Deshalb wird für die Straßenabschnitte mit Grenzwertüberschreitung konkret geprüft, ob Verstetigungspotentiale vorhanden sind und eine geeignete Maßnahme darstellen (siehe Kapitel 7.2.2).

7.2.1.4 Durchfahrtsbeschränkungen für Dieselfahrzeuge

Solange die Grenzwerte nicht auf anderem Wege eingehalten werden können, sind nach dem Urteil des VG Düsseldorf vom 13.09.2016 bei der Fortschreibung eines Luftreinhalteplans eine aktuelle Bestandsaufnahme und Prüfung auch einschneidender Maßnahmen in Bezug auf Dieselfahrzeuge vorzunehmen, die deren hohen Verursachungsanteil hinreichend Rechnung tragen (VG Düsseldorf, a. a. O., Rn. 43). Erforderlich ist somit eine differenzierte Auseinandersetzung mit der besonderen Problematik von Dieselfahrzeugen, die überproportional an der Überschreitung des NO_2 -Grenzwertes beteiligt sind.

Nach Auffassung des VG Düsseldorf bestehen keine durchgreifenden rechtlichen Bedenken, ein Durchfahrtsverbot mit dem Zeichen 251 aus der Anlage 2 zu § 41 Abs. 1 StVO (Verbot für Kraftwagen) mit einem entsprechenden - auf (bestimmte) Dieselfahrzeuge bezogenen – Zusatzzeichen umzusetzen. Ein solches Zusatzzeichen könne auf Landesebene durch die zuständige oberste Landesbehörde eingeführt werden. Es sei Aufgabe des Landes, etwaige - aus Gründen der Verhältnismäßigkeit (§ 47 Abs. 4 S. 1 BImSchG) gebotene - Beschränkungen auf bestimmte Dieselfahrzeuge (mit schlechterem Emissionsverhalten) durch eine allgemein verständliche und widerspruchsfreie Formulierung zum Ausdruck zu bringen.

Ausnahmen von den Verkehrsverboten könnten insbesondere auf § 1 Abs. 2 der 35. BImSchV gestützt werden. Danach kann die zuständige Behörde Ausnahmen von Verkehrsverboten zulassen, soweit dies im öffentlichen Interesse liegt, insbesondere wenn dies zur Versorgung der Bevölkerung mit lebensnotwendigen Gütern und Dienstleistungen notwendig ist, oder überwiegende und unaufschiebbare Interessen Ein-

zelter dies erfordern, insbesondere wenn Fertigungs- und Produktionsprozesse auf andere Weise nicht aufrechterhalten werden können (VG Düsseldorf, a. a. O., Rn. 52 ff.). Das VG Düsseldorf weist weiter darauf hin, dass Maßnahmen zur Entlastung einer Straße, die Verlagerungseffekte mit sich bringen, keinesfalls dazu führen dürfen, dass der Grenzwert an anderer Stelle noch weiter als bisher überschritten wird (VG Düsseldorf, a.a. o., Rn. 59 ff.).

Das Urteil des VG Düsseldorf ist nicht rechtskräftig. Es wurde Sprungrevision beim Bundesverwaltungsgericht eingelegt zu folgender Rechtsfrage:

„Inwieweit kann bei gegebener Verhältnismäßigkeit schon nach jetziger Rechtslage die Verhängung eines Dieselfahrverbots durch das Zeichen „Verbot für Kraftwagen“ mit entsprechendem Zusatzzeichen angeordnet werden?“

Bis zur Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts ist somit offen, ob ein Verbot oder eine Beschränkung der Durchfahrt von Dieselfahrzeugen an bestimmten Straßenabschnitten landesrechtlich umgesetzt werden kann. Vor diesem Hintergrund hat sich Hamburg entschlossen, eine aktuelle Bestandsaufnahme einer solchen Maßnahme vorzunehmen und deren Aufnahme in den Luftreinhalteplan zu prüfen. Andernfalls bestünde die Gefahr, dass der Luftreinhalteplan, gesetzt den Fall, das Bundesverwaltungsgericht bestätigt die Auffassung des VG Düsseldorf, rechtsfehlerhaft wäre.

Beispielhaft wurde die Wirkung von Verkehrsbeschränkungen für Dieselfahrzeuge (ausgenommen Pkw Euro-6 und Lkw Euro-VI) an den vier Standorten der Messstationen abgeschätzt. Für Anliegerverkehre war eine Ausnahme von 20 % angesetzt. Die Folgen von Ausweichverkehren wurden zunächst nicht betrachtet.

Tabelle 49: Ergebnis der NO₂-Immissionsbelastung an den verkehrsnahen Messstationen in µg/m³

	Ist-Situation 2014 [µg/m ³]		Prognosejahr 2020 [µg/m ³]		
	Istfall	Dieseldurchfahrtsbeschränkung	Basisfall	Kombi-szenario *	Dieseldurchfahrtsbeschränkung
Max-Brauer-Allee	52	46,9	41,1	40,2	35,0
Stresemannstraße	63	48,1	51,4	49,1	41,4
Kieler Straße	46	39,3	37,6	36,8	33,0
Habichtstraße	52	38,3	39,4	37,4	31,7

* siehe Kapitel 7.1.11

Die Modellierung unter den vorgegebenen Randbedingungen zeigt, dass eine Durchfahrtsbeschränkung für Dieselfahrzeuge zu einer deutlichen Verringerung der Immissionsbelastung führt. Aufgrund des möglichen Minderungspotenzials einer solchen Maßnahme wurde für Straßenabschnitte mit Grenzwertüberschreitung das Minderungspotenzial durch verkehrsbeschränkende Maßnahmen und die Auswirkung im Hinblick auf Ausweichverkehre geprüft (siehe Kapitel 7.2.2).

7.2.1.5 Bevorzugter Einsatz emissionsarmer Busse im erweiterten Ring 2

Um die Schadstoffbelastung auf belasteten Straßenabschnitten wirksam zu senken, wurde der dortige Einsatz emissionsarmer Busse geprüft.

Wesentliches Ziel der Buseinsatzplanung ist ein wirtschaftlicher Betrieb, der möglichst viele Nutzkilometer im Linienbetrieb im Verhältnis zu unproduktiven Leer-Kilometern erbringt. Leerkilometer werden beispielsweise durch Überführungsfahrten erforderlich. Da sie die absoluten Gesamtemissionen ohne Mobilitätsangebote steigern, sind sie in der Regel auch im Sinne der Luftreinhaltung kontraproduktiv. Daher besteht die Herausforderung einer schadstofforientierten Buseinsatzplanung darin, emissionsarme Busse dort einzusetzen, wo die Schadstoffbelastung besonders hoch ist und dabei gleichzeitig einen hohen Flexibilitätsgrad bei der Zuordnung der Fahrzeuge auf die Buslinien sicherzustellen. Jede Einschränkung der Freiheitsgrade bei den Parametern Fahrzeuggröße und Schadstoffklasse vermindert die Möglichkeiten einer flexiblen Buseinsatzplanung. Vor diesem Hintergrund haben beide Busunternehmen einen Vorschlag zum optimierten Einsatz emissionsarmer Busse erarbeitet.

Vor dem Hintergrund, dass die Schadstoffbelastung innerhalb des Ring 2 am höchsten ist, hat die Hochbahn untersucht, inwiefern auf Linien mit langen Umläufen innerhalb dieses Raumes der vorzugsweise Einsatz von Euro-VI-Bussen möglich wäre. Damit bliebe die Flexibilität bei der Einsatzplanung trotz Steigerung des Fahrleistungsanteils von Bussen der Schadstoffklasse Euro VI innerhalb des erweiterten Ring 2 (siehe Abbildung 28) gewahrt. Bis 2020 kann auf Strecken innerhalb des Gebietes der Anteil an Bussen nach Euro VI und besser auf 80 % gesteigert werden. Im Vergleich würde bei herkömmlicher Einsatzplanung (einer über das Stadtgebiet gleichverteilten Fahrleistung der unterschiedlichen Schadstoffklassen) nur etwa die Hälfte der Busse über eine Euro-VI-Norm verfügen (siehe Abbildung 29).

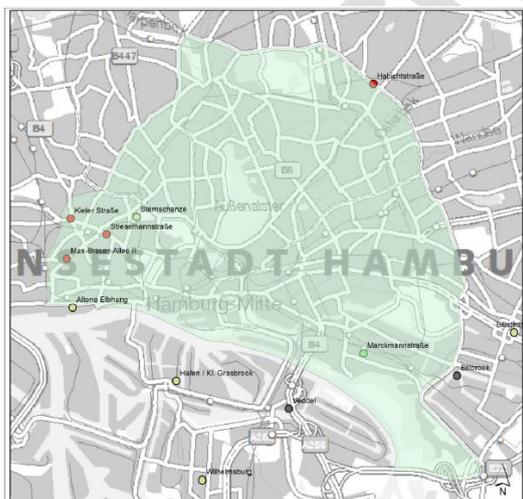


Abbildung 28: Gebiet erweiterter Ring 2

Für die VHH wurde hingegen der mit erheblichen Flexibilitätseinschränkungen verbundene Ansatz verfolgt, dass die komplette schadstoffarme Flotte ausschließlich in Hamburg zum Einsatz kommt (siehe Tabelle 50).

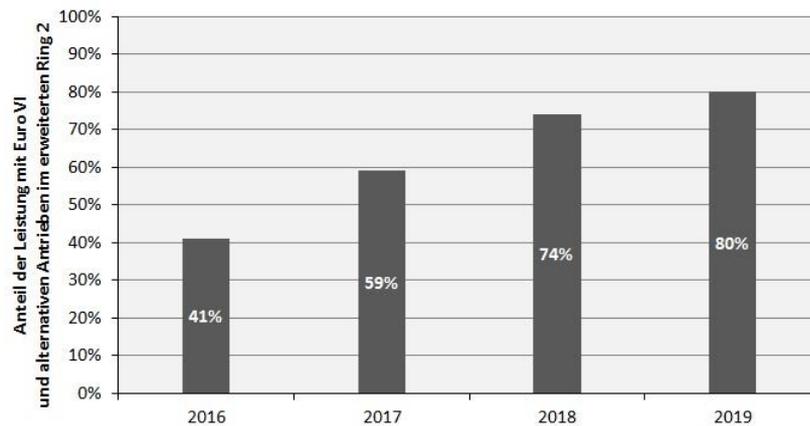


Abbildung 29: Entwicklung der Hochbahn-Busflotte im erweiterten Ring 2

Tabelle 50: Entwicklung der VHH Busflotte für Hamburg

	VHH 2020 Gesamtflotte	VHH 2020 nur Hamburg	Annahme: Euro VI aus- schließlich in HH 2020	VHH 2025 nur Hamburg	Annahme: Euro VI aus- schließlich in HH 2025
Euro V/EEV	215	124	0	11	
Euro VI, 12m	293	169	293	167	178
lokal emissionsfrei	29	29	29	144	144
Summe	537	322	322	322	322

Wirkungsberechnung

Für die Berechnung der Immissionsreduzierung wurde der Ring 2 als betrachtetes Einsatzgebiet der Busflotte um den Bereich der Max-Brauer-Allee und Kieler Straße erweitert. Anhand der Ergebnisse ist deutlich erkennbar, dass der Einsatz emissionsarmer Busse der Schadstoffklasse Euro VI besonders in Straßen mit intensivem Busverkehr deutliche Minderungseffekte auf die Schadstoffbelastung hat. Die Immissionsreduzierungen beziehen sich auf das Basisjahr 2020, ohne Berücksichtigung weiterer Maßnahmen.

An den verkehrsnahen Messstationen wurde folgende Immissionsminderung berechnet:

Tabelle 51: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion bei Einsatz emissionsarmer Busse an den Verkehrsmessstationen:

	2020
Habichtstraße	-0,3 µg/m ³
Kieler Straße	-0,6 µg/m ³
Max-Brauer-Allee	-2,4 µg/m ³
Stresemannstraße	-1,1 µg/m ³

7.2.1.6 Weitere Potenziale der E-Mobilität

Aktuelle Entwicklungen und Maßnahmen der Freien und Hansestadt Hamburg im Bereich E-Mobilität sind in den Maßnahmenpaketen MP6 und MP9 enthalten. Zur Potenzialabschätzung in den Bereichen Taxifahrten und Car-Sharing wurden zusätzliche Quantifizierungen für das Jahr 2020 vorgenommen.

E-Taxen: Szenarien mit jeweils 5 %, 10 %, 100 % E-Anteil (Gesamtanzahl 3 000 Taxen)

Car-Sharing: Szenarien mit jeweils 50 %, 75 %, 100 % (Gesamtanzahl 2 250 Car-Sharing Fahrzeuge)

E-Busse: 100 % innerhalb erweitertem Ring 2

Die Emissionsminderungen liegen beim Szenario 100 % E-Taxen bei 46 t NO_x, für die Annahme eines E-Flotten-Anteils von 100 % bei den Car-Sharing-Anbietern ergeben sich 17 t NO_x-Minderung. Ursächlich für die höhere Wirkung bei Taxen ist vor allem deren deutlich höhere Fahrleistung.

Die Potenzialabschätzung ergab, dass die NO₂-Immissionsminderung für den ausschließlichen Einsatz von E-Bussen innerhalb des erweiterten Ringes 2 in der Größenordnung von -0,4 bis -3,2 µg/m³ liegt.

Tabelle 52: Ergebnis NO₂-Immissionsreduktion verschiedener E-Mobilitätspotenziale an den Verkehrsmessstationen

	NO ₂ -Minderung in µg/m ³ für das Prognosejahr 2020						
	E-Taxen			Car-Sharing			E-Busse
	5 %	10 %	100 %	50 %	75 %	100 %	100 %
Habichtstraße	-0,1	-0,1	-0,4	-0,1	-0,2	-0,2	-0,4
Kieler Straße	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,8
Max-Brauer-Allee	-0,1	-0,1	-0,3	-0,1	-0,2	-0,2	-3,2
Stresemannstraße	-0,1	-0,1	-0,4	-0,2	-0,2	-0,2	-1,5

7.2.2 Prüfung lokaler Einzelmaßnahmen für die belasteten Straßenabschnitte

Für die Straßenabschnitte, für die auch nach Umsetzung aller gesamtstädtisch wirksamen Maßnahmenpakete (siehe Kapitel 7.1.11) weiterhin eine Überschreitung des Grenzwertes für das Prognosejahr 2020 modelliert wurde, waren weitere lokal wirksame Maßnahmen zu prüfen.

Die betreffenden Straßenabschnitte werden zu längeren Abschnitten zusammengefasst, sofern die Einzelbereiche in einem verkehrlichen Zusammenhang stehen. Tabelle 53 listet die betrachteten Straßen bzw. Straßenabschnitte auf. Hierbei werden für die weitere Maßnahmenprüfung nur jene Abschnitte betrachtet, an denen auch tatsächlich Anwohner ansässig sind. Die Screeningberechnung modelliert die NO₂-Belastung im Bereich des Bürgersteigs in 1,5 m Höhe (siehe Kapitel 6.1)

Tabelle 53: Straßen mit modellierter NO₂-Grenzwertüberschreitung nach Umsetzung der Maßnahmenpakete 1 – 10

Straße	Abschnittslänge	Anzahl Betroffene
Habichtstraße (2 Abschnitte)	279 m	461
Max-Brauer-Allee (2 Abschnitte)	197 m	272
Stresemannstraße (7 Abschnitte)	847 m	1515
Bergedorfer Straße	204 m	333
Högerdamm	64 m	32
Nordkanalstraße (2 Abschnitte)	455 m	34
Spaldingstraße	62 m	125
Willy-Brandt-Straße / Ludwig-Erhard-Straße	234 m	36
Reeperbahn	94 m	151
Großer Burstah	52 m	13
Holstenstraße	116 m	243
Bahrenfelder Chaussee	114 m	202
Bernadottestraße / Holländische Reihe	288 m	607
Elbchaussee / Klopstockstraße (je 2 Abschnitte)	292 m	287
Palmaille	211 m	145
Große Elbstraße	62 m	21
Neumühlen (2 Abschnitte)	166 m	198

An Abschnitten der Habichtstraße, Kieler Straße, Stresemannstraße und Max-Brauer-Allee befinden sich die vier Hamburger verkehrsnahen Luftmessstationen. Hier ist ein direkter Vergleich der Messwerte und der im Modell berechneten Werte möglich. Die Ergebnisse des Screeningmodells für 2014 zeigen eine Unter- bzw. Überschätzung im Vergleich zu den Messwerten 2014 an den Messstationen auf (vgl. Tabelle 54). Diese liegt deutlich unterhalb der gemäß 39. BImSchV zulässigen Fehlertoleranz von 30 %.

Tabelle 54: NO₂-Prognosewerte der Maßnahmenkombination an den Verkehrsmessstationen und Berücksichtigung der Abweichung zum Messwert:

	Messwert 2014	Modellwert 2014	Über- bzw. Unterschätzung	Prognosewert 2020	
				bei Umsetzung MP1-MP10 reiner Modellwert	bei Umsetzung MP1-MP10 inkl. Abweichung vom Messwert
Habichtstraße	58 µg/m ³	52 µg/m ³	6 µg/m ³ Unterschätzung	37 µg/m ³	43 µg/m ³
Kieler Straße	46 µg/m ³	46 µg/m ³	0 µg/m ³ Überschätzung	36 µg/m ³	36 µg/m ³
Max-Brauer-Allee	62 µg/m ³	52 µg/m ³	10 µg/m ³ Unterschätzung	39 µg/m ³	49 µg/m ³
Stresemannstraße	54 µg/m ³	63 µg/m ³	9 µg/m ³ Überschätzung	48 µg/m ³	39 µg/m ³

Die Tabelle zeigt, dass gemäß Modell bei Umsetzung aller gesamtstädtisch wirksamen Maßnahmenpakete im Prognosejahr 2020 bis auf die Stresemannstraße an allen Messstationen die Einhaltung des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes prognostiziert wird. Der Vergleich zwischen den Modellwerten und den tatsächlich gemessenen Belastungswerten im Ausgangsjahr 2014 zeigt jedoch Abweichungen. Diese Abweichungen werden auch für die Prognosewerte berücksichtigt.

Daher wurden die Abschnitte der Habichtstraße und der Max-Brauer-Allee, an denen sich die verkehrsnahen Luftmessstationen befinden, in die Prüfung lokaler Maßnahmen einbezogen, obwohl die Modellergebnisse bereits eine Einhaltung des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes für 2020 ausweisen. Für die Stresemannstraße wurde die Belastung im Modell 2014 überschätzt. Die Überschätzung wurde bei der Maßnahmenauswahl berücksichtigt

Die Modellierung für die Kieler Straße wies eine Unterschreitung im Jahr 2020 um 4,2 µg/m³ aus. Aufgrund der verkehrsbeschränkenden Maßnahme in der Stresemannstraße, deren Wirkung auch die Belastung auf der Kieler Straße um 0,8 µg/m³ mindert, und dem Einsatz emissionsarmer Busse, kann die dortige Belastung schnellstmöglich auf Grenzwertniveau gesenkt werden.

Für die in Tabelle 53 genannten Abschnitte wurden die folgenden Maßnahmen geprüft:

- Dieseldurchfahrtsbeschränkung
- Lkw-Durchfahrtsbeschränkung
- Drosselung des Verkehrs
- Maßnahmen zur Verkehrsverstetigung
- Einsatz emissionsarmer Busse

Für diese Maßnahmen wurden detaillierte Daten erhoben, um Auswirkungen auf den Straßenverkehr und umliegende Straßenabschnitte prüfen zu können. Die Darstellung der Prüfergebnisse und die Diskussion potentieller Maßnahmen erfolgt zunächst für die Messstationen und daran anschließend für die weiteren Straßenabschnitte. Bei den genannten NO₂-Belastungswerten ist die Umsetzung der Maßnahmenpakete MP 1-MP 10 im Kombinationsszenario, wie in Kapitel 7.1.11 beschrieben, stets vorausgesetzt.

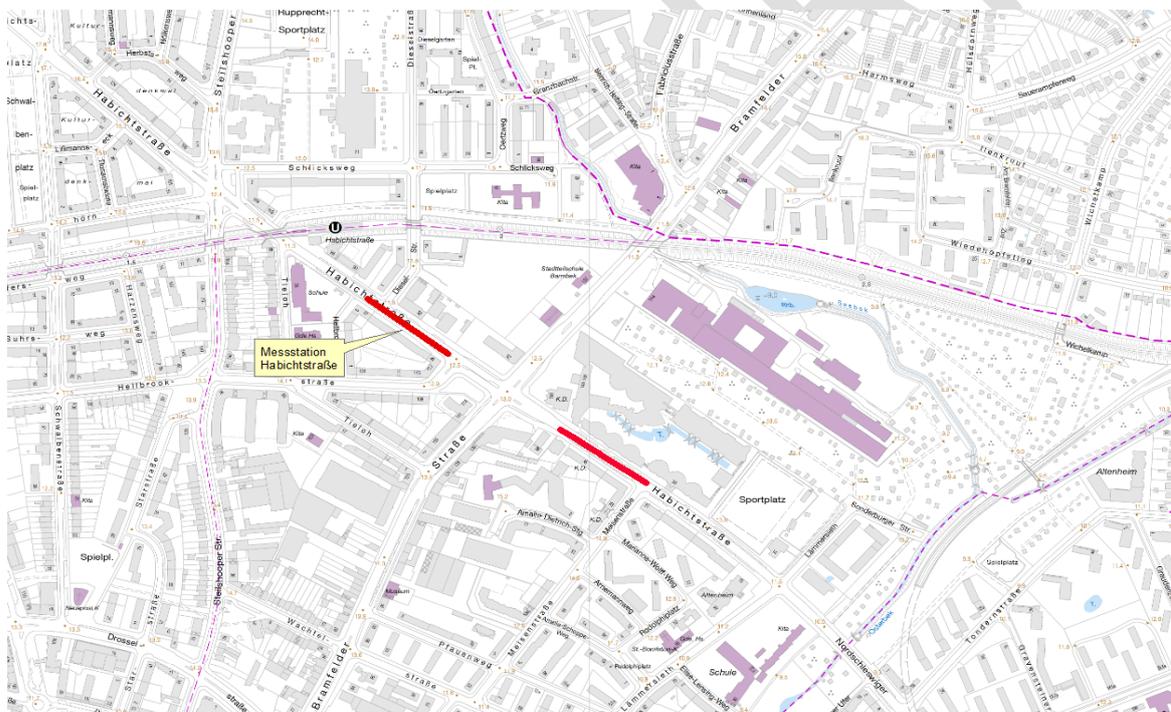
7.2.2.1 Maßnahmenprüfung und Abwägung für Abschnitte an verkehrsnahen Luftmessstationen

In allen Gebieten, in denen die Grenzwerte überschritten werden, sind zur Beurteilung der Luftqualität ortsfeste Messungen durchzuführen. Diese erfolgen in Hamburg insbesondere an den verkehrsnahen Luftmessstationen in der Habichtstraße, der Max-Brauer-Allee, der Stresemannstraße und der Kieler Straße.

Die Standorte der Luftmessstationen sind entsprechend Anlage 3 zur 39. BImSchV so gewählt worden, dass sie die Bereiche abdecken, in denen die höchsten Werte auftreten, und die für die Exposition der Bevölkerung allgemein repräsentativ sind.

Habichtstraße

An der Habichtstraße (Ring 2) wird der NO_2 -Grenzwert an dem Straßenabschnitt der verkehrsnahen Luftmessstation überschritten. Für das Prognosejahr 2020 wurde zusätzlich an dem sich südlich anschließenden Straßenabschnitt eine Grenzwertüberschreitung berechnet.



Die Modellierung weist für das Prognosejahr 2020 am rot markierten Straßenabschnitt südlich der Luftmessstation eine Überschreitung des NO_2 -Jahresmittelgrenzwertes von $+1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aus. Dieser Abschnitt hat eine Länge von 140 m und eine DTV-Belastung ca. 43.000 Kfz/24h. 170 Anwohner sind hier von der Grenzwertüberschreitung betroffen.

Der rot markierte Abschnitt am Standort der Luftmessstation hat eine Länge von 139 m und eine DTV-Belastung von ca. 34.000 Kfz/24h. Unter Berücksichtigung der modellbasierten Unterschätzung für das Jahr 2014 von $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Abschnitt der Luftmessstation (vgl. Tabelle 54) wurde für diesen Abschnitt eine Überschreitung in Höhe von $+3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für das Prognosejahr 2020 errechnet. Da die tatsächliche NO_2 -Belastung an der Luftmessstation von $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2014 auf $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2016 angestiegen ist, wurden unter konservativer Betrachtungsweise weitere $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ „Aufschlag“ berücksichtigt, sodass für die

weiteren Betrachtungen von einem Wert von $47,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2020 am Abschnitt der Luftmessstation Habichtstraße ausgegangen wird.

Unter dieser Annahme wird eine Überschreitung des Grenzwertes von $+7,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für das Prognosejahr 2020 für diesen Abschnitt angenommen. 291 Anwohner sind von der Grenzwertüberschreitung betroffen.

Folgende lokale Maßnahmen wurden für die schnellstmögliche Einhaltung des Grenzwertes geprüft:

Tabelle 55: geprüfte Maßnahmen Habichtstraße

Maßnahme	Prüfung
Diesel-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmekquote von 20%)	Ergebnis der Immissionsberechnung: $-11,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Straßenabschnitt mit Luftmessstation $-13,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am südlichen Straßenabschnitt immissionsseitige Auswirkung: Die berechneten Verlagerungseffekte in das umgebende Straßennetz führen nicht zu berechneten Grenzwertüberschreitungen an Abschnitten anderer Straßen.
Lkw-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmekquote von 20%)	Ergebnis der Immissionsberechnung: $-2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Straßenabschnitt mit Luftmessstation $-2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am südlichen Straßenabschnitt immissionsseitige Auswirkung: Die berechneten Verlagerungseffekte in das umgebende Straßennetz führen nicht zu berechneten Grenzwertüberschreitungen an Abschnitten anderer Straßen.
Drosselung 2.000 Kfz/24h 6.000 Kfz/24h	Ergebnis der Immissionsberechnung: $-2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Straßenabschnitt mit Luftmessstation $-3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am südlichen Straßenabschnitt $-6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Abschätzung, keine Berechnung) immissionsseitige Auswirkung: Die berechneten Verlagerungseffekte in das umgebende Straßennetz führen für beide Drosselungsmengen nicht zu berechneten Grenzwertüberschreitungen an Abschnitten anderer Straßen.
Verstetigung (Prüfung LSA und ggf. bauliche Anpassungen, Bushaltestellenverlegung, Anordnung Einbahnstraße, Park- und Haltebeschränkungen, Lieferzonen)	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Nennenswertes Verstetigungspotenzial nicht vorhanden. Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Einsatz emissionsarmer Busse Buslinie 39	Ergebnis der Immissionsberechnung: $-0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Straßenabschnitt mit Luftmessstation $-0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am südlichen Straßenabschnitt

Ergebnis:

Der Einsatz emissionsarmer Busse leistet mit einer berechneten Wirkung von $0,3-0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einen Beitrag zur Senkung der Belastung auf den Streckenabschnitten. Die Maßnahme ist geeignet und verhältnismäßig und wird ergriffen, um die Belastung schnellstmöglich auf Grenzwertniveau zu senken. Nach Abwägung aller Belange ist die Umsetzung weiterer geprüfter Maßnahmen nicht verhältnismäßig.

Eine Dieseldurchfahrtsbeschränkung (inkl. Beschränkung für Lkw) würde bei Berücksichtigung einer pauschalen Ausnahmekquote von 20 % zu einer NO₂-Reduzierung von bis zu 13,8 µg/m³ führen. Die Habichtstraße ist Teil des Hauptverkehrsstraßennetzes und des Ring 2, der die Kernstadt umschließt. Dem Straßenzug kommt daher eine herausragende Funktion im Hamburgischen Straßennetz zu. Insbesondere der Ring 2 ist mit einer hohen Leistungsfähigkeit ausgestattet und übernimmt, in Ergänzung zum überwiegend radialen System des übergeordneten Netzes, eine stadtteil- und bezirksübergreifende Verteilungsfunktion. Mit einer durchschnittlichen Verkehrsbelastung von in weiten Teilen über 40.000 Kfz/24h hat er eine starke Bündelungswirkung. Eine Dieseldurchfahrtsbeschränkung hat eine stark verkehrsverdrängende Wirkung, die erhebliche Verkehrsverlagerungen zur Folge hat. Bis zu 11.000 Kfz/24 h würden sich auf das umgebende Straßennetz, z.T. mit ausgeprägter Wohnnutzung, verlagern. Betroffen sind vor allem die Bramfelder Straße, Krausestraße, Saarlandstraße, Steilshooper Straße, Werner-Otto-Straße und Wiesendamm mit zusätzlichen Belastungen von jeweils zwischen 1.600 und 2.300 Kfz/24h.

Da auch der Schwerverkehr von einer Diesel-Durchfahrtsbeschränkung betroffen wäre, müssten für rund 2.200 Lkw alternative Routen gesucht werden. Ein Teil der Ausweichrouten hätte damit Mehrverkehre von insgesamt 20 bis 25 % Verkehrserhöhung zu verkraften (z.B. Steilshooper Straße, Wiesendamm). Die zusätzlichen Verkehre können, insbesondere zu den Hauptverkehrszeiten, da die Leistungsfähigkeit der einzelnen Verkehrsknoten überschritten wird, nicht wie heute abgewickelt werden und würden erhebliche Rückstaus verursachen. Die Knoten sind für die zusätzlichen Verkehrsbelastungen nicht dimensioniert. Wegen der bereits jetzt vorliegenden hohen Verkehrsbelastung besteht kaum Optimierungspotential durch Umschaltung der Lichtsignalanlagen. Auch eine bauliche Anpassung der Knoten kann wegen fehlender Flächen nur bedingt zu Verbesserungen führen.

Daneben steht die Maßnahme im Widerspruch zum geplanten Umbau der Krausestraße und der dortigen Anlage von Radfahrstreifen. Nicht zuletzt führen die verlagerten Verkehre zu einem Anstieg der Gesamtverkehrsleistung, da sich häufig die individuellen Wege verlängern.

Da es sich bei den Verlagerungsverkehren ausschließlich um Diesel-Pkw und Lkw handelt, steigt die NO₂-Belastung dennoch im Vergleich zur durchschnittlichen Flottenzusammensetzung überproportional. Zum anderen führt insbesondere der erhöhte Lkw-Anteil zu einer stärkeren Lärmbelastung. Durch die Verkehrsverlagerungen werden somit mehr Betroffene einem Anstieg der NO₂-Belastung (wenn auch keiner Grenzwertüberschreitung) sowie einem erheblichen Anstieg der Lärmbelastung ausgesetzt.

Eine Lkw-Durchfahrtsbeschränkung hat eine geringe Wirksamkeit, führt aber zu Verdrängung von Lkw-Verkehren in Straßen, die verkehrlich dafür weniger geeignet sind als der Ring 2. Die Maßnahme ist deshalb nicht verhältnismäßig.

Auch für die Drosselung gilt, dass der Verkehr vom Ring 2 verlagert werden würde. Eine Reduzierung von einfahrendem Verkehr in diesen Bereich ab Habichtsplatz bzw. Lämmersieth würde zu erheblichen verkehrlichen Problemen in den angrenzenden Knotenpunkten (Nordschleswiger Str./Straßburger Str.; Straßburger Str./Krausestr.; Habichtstr./Steilshooper Str.) führen und u.a. die Krausestraße stärker belasten.

Auf der Habichtstraße selbst wäre mit Rückstaus zu rechnen. Durch die Verlagerungseffekte würde es zwar an keinen anderen Abschnitten zu NO₂-Grenzwertüberschreitungen kommen. Durch die Verkehrsverlagerungen werden mehr Betroffene einem Anstieg der NO₂-Belastung (wenn auch keiner Grenzwertüberschreitung) sowie einem Anstieg der Lärmbelastung ausgesetzt. Insbesondere in den Hauptverkehrszeiten sind auf der Habichtstraße und im direkten Umfeld keine Leistungsreserven im Straßennetz vorhanden. Die Maßnahme führt damit nicht nur in dem Streckenabschnitt der Habichtstraße selbst, sondern

auch in benachbarten Straßen mit Wohnnutzung zu regelmäßigen Rückstauerscheinungen, die wiederum lokal erhöhte Schadstoff- und Lärmbelastungen verursachen. Die Maßnahme ist damit unverhältnismäßig.

Ein nennenswertes Verstetigungspotenzial konnte nicht identifiziert werden.

Umzusetzende Maßnahme:

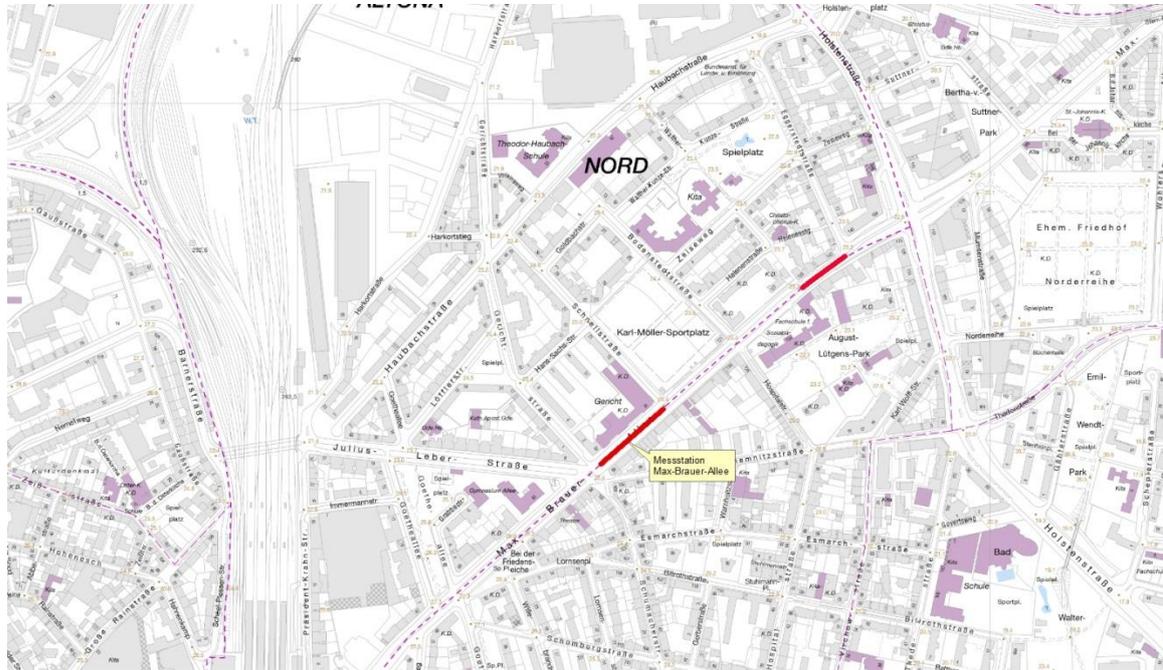
- Einsatz emissionsarmer Busse

Bei Umsetzung dieser Maßnahme ist damit zu rechnen, dass der Grenzwert so schnell wie möglich, spätestens im Jahr 2025 sicher eingehalten wird (s. Kap. 7.1.11).

ENTWURF

Max-Brauer-Allee

An der Max-Brauer-Allee wird der NO_2 -Grenzwert an dem Straßenabschnitt der verkehrsnahen Luftmessstation überschritten. Für das Prognosejahr 2020 wurde zusätzlich auf einem östlich davon liegenden Straßenabschnitt eine Grenzwertüberschreitung berechnet.



Die Modellierung weist für das Prognosejahr 2020 an dem rot markierten Straßenabschnitt östlich der Messstation eine Überschreitung des NO_2 -Jahresmittelwertes von $+0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aus. Dieser Abschnitt hat eine Länge von 75 m und eine DTV-Belastung von ca. 24.000 Kfz/24h. 120 Anwohner sind von der Grenzwertüberschreitung betroffen.

Der rot markierte Abschnitt am Standort der Luftmessstation hat eine Länge von 122 m und eine DTV-Belastung von ca. 21.000 Kfz/24h. Unter Berücksichtigung der modellbasierten Unterschätzung für das Jahr 2014 von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Abschnitt der Luft-Messstation wurde für diesen Abschnitt eine Überschreitung in Höhe von $+9,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für das Prognosejahr 2020 errechnet. Für die weiteren Betrachtungen wird von einem Wert von $49,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2020 am Abschnitt der Luftmessstation Max-Brauer-Allee ausgegangen. 152 Anwohner sind von der Grenzwertüberschreitung betroffen.

Insgesamt sind 272 Anwohner von der Grenzwertüberschreitung betroffen, 152 Anwohner am Abschnitt der Luft-Messstelle und 120 Anwohner am östlich gelegenen Abschnitt.

Folgende lokale Maßnahmen wurden geprüft:

Tabelle 56: geprüfte Maßnahmen Max-Brauer-Allee

Maßnahme	Prüfung
Diesel-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmequote von 20%)	Ergebnis der Immissionsberechnung -7,2 µg/m ³ Straßenabschnitt mit Luft-Messstation -7,5 µg/m ³ Straßenabschnitt östlich der Luft-Messstation Auswirkung: Die berechneten Verlagerungseffekte in das umgebende Straßennetz führen zur Erhöhung von Grenzwertüberschreitungen an zwei weiteren Straßen: Stresemannstraße (+1 bis +2µg/m ³ auf bis zu 48,7 µg/m ³) Reeperbahn (+1 µg/m ³ auf 43,3 µg/m ³)
Lkw-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmequote von 20%)	Ergebnis der Immissionsberechnung: -0,9 µg/m ³ Straßenabschnitt mit Luft-Messstation -1,0 µg/m ³ Straßenabschnitt östlich der Luft-Messstation Auswirkung: Minimale Erhöhungen der Grenzwert-Überschreitungen an der Stresemannstraße und der Reeperbahn (jeweils +0,1 µg/m ³)
Drosselung	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Aufgrund der negativen Auswirkungen auf den Busverkehr (Betroffenheit bei 4 Linien) wurde das Drosselungspotenzial nicht berechnet.
Verstetigung (Prüfung LSA und ggf. bauliche Anpassungen, Bushaltestellenverlegung, Anordnung Einbahnstraße, Park- und Halteverbote, Lieferzonen)	Ergebnis der Immissionsberechnung: -0,5 µg/m ³ Im Rahmen der aktuellen Planungen zur Busoptimierung auf der Max-Brauer-Allee werden diverse verstetigend wirkende Maßnahmen zur Optimierung des Knoten Julius-Leber-Straße geplant (Verlegung Bushaltestelle, Verlängerung Rechtsabbieger in Goetheallee)
Einsatz emissionsarmer Busse Metrobus Linie 15, 20, 25 Buslinie 183	Ergebnis der Immissionsberechnung: -2,3 bis -2,7 µg/m ³

Ergebnis:

Die Umsetzung der Dieseldurchfahrtsbeschränkung sowie der Einsatz emissionsarmer Busse wird die Belastung schnellstmöglich auf Grenzwertniveau zurückführen.

Die Dieseldurchfahrtsbeschränkung hat insgesamt eine verkehrsentlastende Wirkung in diesem Abschnitt der Max-Brauer-Allee. Ausnahmen in einem Umfang von 20 % aller Dieselfahrzeuge wurden für Anliegerverkehre berücksichtigt. Linienbusse des ÖPNV sind grundsätzlich von der Beschränkung ausgenommen. Die Beschränkung erstreckt sich vom Knoten Max-Brauer-Allee/Julius-Leber-Straße bis zum Knoten Max-Brauer-Allee/Holstenstraße. Die durch den Entfall der Dieselfahrzeuge verursachte Entlastung führt zu einer leichten Zunahme von Benziner-Fahrzeugen in der Max-Brauer-Allee, für die die Wahl dieser Route nun günstiger ist.

Die Dieseldurchfahrtsbeschränkung führt zu einer Verlagerung der Diesel-Kfz auf andere Routen. Zwischen dem nördlichen Abschnitt der Max-Brauer-Allee und der Julius-Leber-Straße besteht eine starke verkehrliche Beziehung. Um die westlich des Bahnhofs Altona gelegenen Quartiere (Ottensen) zu erreichen, werden von Norden kommende Diesel-Pkw voraussichtlich verstärkt die Relation über die Harkortstraße nutzen. In diesem Straßenabschnitt kommt es zu keinen NO₂-Grenzwertüberschreitungen, dennoch sind hier

Mehrbelastungen zu verzeichnen, die in der Abwägung jedoch gegenüber der bisherigen Belastung in der Max-Brauer-Allee hinnehmbar sind. Die Mehrverkehre können auf der Harkortstraße abgewickelt werden. Anpassungen sind am Knoten Kaltenkircher Platz/Stresemannstraße sowie Julius-Leber-Straße/ Harkortstraße erforderlich. Mit der Fertigstellung der Bebauung der Areale „Mitte Altona“ und „Holstengelände“ in den nächsten Jahren ist eine Neubewertung erforderlich.

Des Weiteren werden im Zuge der Planungen für die Busoptimierung 7 Lichtsignalanlagen optimiert sowie verschiedene Fahrbeziehungen verändert. Den Verkehrsfluss maßgeblich verbessern wird v.a. der Umbau des Knoten Julius-Leber-Straße/Max-Brauer-Allee (Verlängerung Rechtsabbieger in die Julius-Leber-Straße, Verlegung Bushaltestelle, Verlegung Linksabbieger von der Julius-Leber-Straße in die Max-Brauer-Allee). Die genannten Maßnahmen führen zur Verbesserung der Verkehrssituation durch Verringerung des Stauanteils und sollen bis 2018 umgesetzt sein.

Eine Drosselung auf dem Abschnitt ist auch aufgrund der Auswirkung auf den ÖPNV (Busverkehr) nicht umsetzbar.

Umzusetzende Maßnahmen:

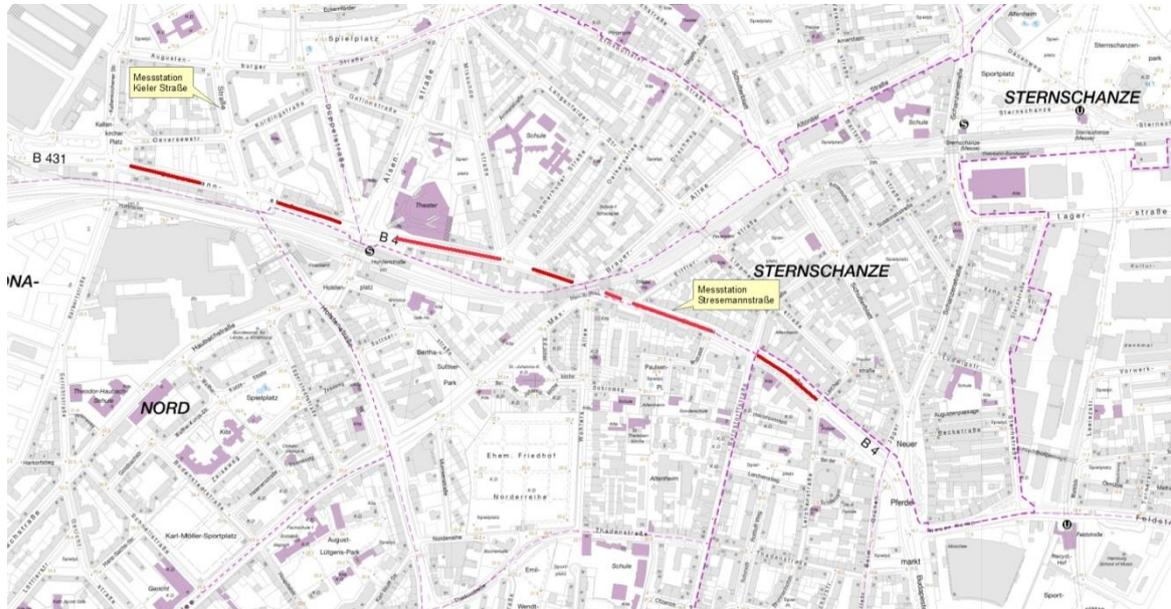
- Dieseldurchfahrtsbeschränkung für Pkw und Lkw, ausgenommen Euro-6-/Euro-VI-Fahrzeuge
- Einsatz emissionsarmer Busse
- Verstärkung

Bei Umsetzung dieser Maßnahmen ist damit zu rechnen, dass der Grenzwert so schnell wie möglich, spätestens im Jahr 2020 sicher eingehalten wird.

Die Umsetzung der Maßnahme „Dieseldurchfahrtsbeschränkung“ steht unter dem Vorbehalt, dass das Bundesverwaltungsgericht die rechtliche Zulässigkeit einer solchen Maßnahme auf Landesebene feststellt (s. Kap 7.2.1.4).

Stresemannstraße

Der NO₂-Grenzwert wird an dem Straßenabschnitt der verkehrsnahen Luftmessstation überschritten. Für das Prognosejahr 2020 wurde an insgesamt 7 Abschnitten der Straße eine Überschreitung des Jahresmittelgrenzwertes berechnet.



Die Modellierung weist für das Prognosejahr 2020 an den rot markierten Straßenabschnitten Überschreitungen des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes von +4 bis +8,3 µg/m³ aus, wobei an der Messstelle der höchste Wert modelliert wurde. Dieser Abschnitt, mit einer Länge von 155 m, hat eine DTV-Belastung ca. 33.000 Kfz/24h. 334 Anwohner sind dort von der Grenzwertüberschreitung betroffen. Insgesamt summieren sich die betroffenen Abschnitte auf eine Länge von 847 m mit 1515 Betroffenen.

Das Modell überschätzt die NO₂-Belastung an der Luftmessstation um 9 µg/m³ (Modellwert 2014: 63 µg/m³; Messwert 2014: 54 µg/m³). Daher muss davon ausgegangen werden, dass das Modell auch für das Prognosejahr 2020 eine entsprechende Überschätzung aufweist. Dieses ist bei Maßnahmenauswahl zu berücksichtigen.

Folgende lokale Maßnahmen wurden geprüft:

Tabelle 57: geprüfte Maßnahmen Stresemannstraße

Maßnahme	Prüfung
Diesel-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmequote von 20%)	Ergebnis der Immissionsberechnung: -14,1 µg/m ³ Straßenabschnitt mit Luftmessstation -9,2 bis -13,0 µg/m ³ alle anderen Straßenabschnitte Reduzierung an der Luftmessstation Kieler Straße (-0,7 µg/m ³)
Lkw-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmequote von 30%)	Ergebnis der Immissionsberechnung: -3,2 µg/m ³ Straßenabschnitt mit Luftmessstation -2,0 bis -2,7 µg/m ³ alle anderen Straßenabschnitte Grenzwerteinhaltung auf einem Abschnitt Auswirkung: Die berechneten Verlagerungseffekte in das umgebende Straßennetz führen zu Grenzwertüberschreitungen an der Holstenstraße (+0,8 µg/m ³). Reduzierung an der Luftmessstation Kieler Straße (-0,8 µg/m ³)
Drosselung 6.000 Kfz/24h	Ergebnis der Immissionsberechnung: -7,6 µg/m ³ am Straßenabschnitt mit Luftmessstation -2,6 bis -6,3 µg/m ³ an modellierten Straßenabschnitten Grenzwerteinhaltung auf drei Abschnitten Auswirkung: Die berechneten Verlagerungseffekte in das umgebende Straßennetz führen zur Erhöhung der Grenzwertüberschreitungen an zwei Abschnitten. Erhöhung der Grenzwertüberschreitung: Holstenstraße (+0,6 µg/m ³ auf 42,5 µg/m ³) Reeperbahn (+0,9 µg/m ³ auf 43,3 µg/m ³) Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Eine Drosselung des Verkehrs führt neben der quantifizierten Verlagerung voraussichtlich auch zu Rückstaubildung in den Spitzenstunden auf den zulaufenden Straßenabschnitten.
Verstetigung (Prüfung LSA und ggf. bauliche Anpassungen, Bushaltestellenverlegung, Anordnung Einbahnstraße, Park- und Halteverbote, Lieferzonen)	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Nennenswertes Verstetigungspotenzial nicht vorhanden. Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Einsatz emissionsarmer Busse Buslinie 39	Ergebnis der Immissionsberechnung: -1,2 µg/m ³ am Straßenabschnitt mit Luftmessstation -0,7 bis -1,3 µg/m ³ an modellierten Straßenabschnitten

Ergebnis:

Der Einsatz emissionsarmer Busse und die Lkw-Durchfahrtsbeschränkung leisten einen Beitrag zur Senkung der Belastung auf den Streckenabschnitten. Die Wirkung von maximal -1,3 µg/m³ (emissionsarme Busse) und maximal -3,2 µg/m³ (Lkw-Durchfahrtsbeschränkung) tragen dazu bei, die Belastung unter Berücksichtigung der Modellüberschätzung schnellstmöglich auf Grenzwertniveau zu senken. Nach Abwägung aller Belange ist die Umsetzung weiterer geprüfter Maßnahmen nicht verhältnismäßig.

Die Dieseldurchfahrtsbeschränkung auf der Max-Brauer-Allee erhöht die Belastung auf der Stresemannstraße bis zu ca. $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Für die Kieler Straße wird durch Maßnahmen auf der Stresemannstraße eine Minderung der Belastung um $-0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2020 erreicht.

Die Dieseldurchfahrtsbeschränkung bewirkt eine Reduktion der NO_2 -Immissionen um $10-14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Damit führt sie an allen Abschnitten der Stresemannstraße und darüber hinaus an der Bahrenfelder Chaussee sowie Ludwig-Erhard-Straße zur Einhaltung des Grenzwertes. Die Maßnahme würde jedoch in anderen Straßenzügen durch Verlagerungseffekte zu erheblichen Erhöhungen der NO_2 -Werte führen, die dort erstmalige Überschreitungen (Schäferkampsallee ($42 \mu\text{g}/\text{m}^3$), An der Verbindungsbahn ($42 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Klausstraße ($41 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sowie Simon-von-Utrecht-Straße ($42 \mu\text{g}/\text{m}^3$)) oder erhöhten Grenzwertüberschreitungen (Holstenstraße, Reeperbahn) und insgesamt über 850 neu Betroffenen bewirken. Verkehrsbeschränkungen in diesen benachbarten Straßenzügen würden wiederum in einer Art Dominoeffekt zu Überschreitungen in weiteren Straßen führen, denen wiederum mit weiteren Dieseldurchfahrtsbeschränkungen begegnet werden müsste. Letztlich ergäbe sich eine „Dieselzonenlösung“, für die es derzeit in der 35 BImSchV keine rechtliche Grundlage gibt.

Bei der Lkw-Durchfahrtsbeschränkung wurde aufgrund der Länge des Abschnitts und einem angenommenen höheren Anteil an Anliegerverkehren von einem Ausnahmeanteil von 30 % ausgegangen. Die Maßnahme bewirkt eine Reduktion der NO_2 -Immissionen um $2-3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der geringe Effekt der Maßnahme liegt maßgeblich daran, dass die verdrängten Lkws durch Pkws wieder aufgefüllt werden. Im Ergebnis bewirkt die Maßnahme einen Verkehrsanstieg auf dem Streckenabschnitt um ca. 1.000 Kfz/24h bei einer Reduktion der Schwerverkehrs mit einem zul. Gesamtgewicht über 3,5t von rund 2.300 Lkw/24h. Die Maßnahme führt zu einer Erhöhung der Grenzwertüberschreitung an einem Abschnitt der Holstenstraße um ca. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Lkw-Durchfahrtsbeschränkung hat in der Stresemannstraße zunächst eine verkehrsentlastende Wirkung, gleichzeitig erhöht sich mit der Verlagerung von Lkw auf Ausweichrouten die Auslastung an anderer Stelle. Dies hat wiederum zur Folge, dass sich Pkw-Verkehrsteilnehmer in ihrer Routenwahl umorientieren und von den Lkw-Ausweichrouten auf die Stresemannstraße wechseln. Es erfolgt auf diese Weise ein Austausch bzw. eine Umverteilung der Fahrzeugflotte auf den betroffenen Relationen, bis sich die Auslastungen wieder angleichen. Im Ergebnis wird davon ausgegangen, dass die Lkw-Durchfahrtsbeschränkung keine signifikanten Auslastungsveränderungen verursacht und der Verkehr damit weiterhin abwickelbar ist. Während die eigentliche Durchfahrtsbeschränkung auf den Streckenabschnitt der Grenzwertüberschreitung begrenzt ist (von „Kaltenkircher Platz“ bis „Am Kamp“), muss durch entsprechende wegweisende Beschilderung sichergestellt werden, dass die Lkw-Durchgangsverkehre leistungsfähige Ausweichrouten nutzen und Straßenabschnitte mit bereits bestehenden NO_2 -Grenzwertüberschreitungen möglichst keine Mehrbelastungen aufweisen. Hierfür erscheint eine Beschilderung bereits auf Höhe der A7 im Westen und auf Höhe des Ring 1 im Osten sinnvoll, um eine lenkende Wirkung auf die nördlich gelegene Parallelroute Fruchttallee-Alsterglaci zu erzielen.

Die Maßnahme ist geeignet und verhältnismäßig. Überschreitungen, die durch diese Maßnahme am o.g. Abschnitt der Holstenstraße auftreten, werden durch die Wirkung der Dieseldurchfahrtsbeschränkung an der Max-Brauer-Allee kompensiert.

Gerechnet wurde eine Drosselung des DTV um 6.000 Kfz/24h. Dies führt auf 3 Streckenabschnitten zu einer Grenzwerteinhaltung. Die Maßnahme verursacht geringfügige Erhöhungen der Grenzwertüberschreitung an zwei anderen Abschnitten (Holstenstraße und Reeperbahn) um $0,6-1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mit den sich voraussichtlich einstellenden Verkehrsverlagerungen erfolgt auch eine NO_2 -Minderung an der Messstation

Kieler Straße. Die Drosselung führt zu einer spürbaren Zunahme des Verkehrs auf parallel verlaufenden Routen (z.B. Holstenstraße, Reeperbahn, Schulterblatt, Fruchttallee) und damit zu gesundheitlichen Mehrbelastungen auf diesen Strecken. Darüber hinaus muss mit erheblicher Rückstaubildung im Zulauf gerechnet werden. Damit würden sich ebenso die Fahrzeiten von Bussen verlängern, wodurch die an der Stresemannstraße geplanten Maßnahmen der Busbeschleunigung konterkariert werden würden. In der Gesamt abwägung wird diese Maßnahme aufgrund der negativen verkehrlichen Wirkungen auf die Busbeschleunigung und der zu erwartenden Rückstaubildungen als nicht verhältnismäßig verworfen.

Trotz laufender Busoptimierung konnten keine geeigneten Verstetigungsmaßnahmen identifiziert werden. Maßgeblich wird eine weitere Verstetigung durch die Engstelle Sternbrücke verhindert, so dass zuverlässig bessere LOS nicht abschätzbar sind. Eine Berechnung wurde daher nicht durchgeführt.

Umzusetzende Maßnahmen

- Einsatz emissionsarmer Busse
- Lkw-Durchfahrtsbeschränkung, ausgenommen Euro-VI-Fahrzeuge und Elektrofahrzeuge

Bei Umsetzung dieser Maßnahmen ist damit zu rechnen, dass der Grenzwert so schnell wie möglich, spätestens im Jahr 2020 sicher eingehalten wird.

Die Umsetzung der Maßnahme „Lkw-Durchfahrtsbeschränkung ausgenommen Euro-VI-Fahrzeuge und Elektrofahrzeuge“ steht unter dem Vorbehalt, dass das Bundesverwaltungsgericht die rechtliche Zulässigkeit einer solchen Maßnahme auf Landesebene feststellt (s. Kap 7.2.1.4).

Kieler Straße

An der verkehrsnahen Messstation wird der NO₂-Jahresmittelgrenzwert bereits durch die Umsetzung der Maßnahmenpakete deutlich unterschritten. Für das Prognosejahr 2020 wurde an diesem Straßenabschnitt ein Immissionswert von 35,8 µg/m³ modelliert.

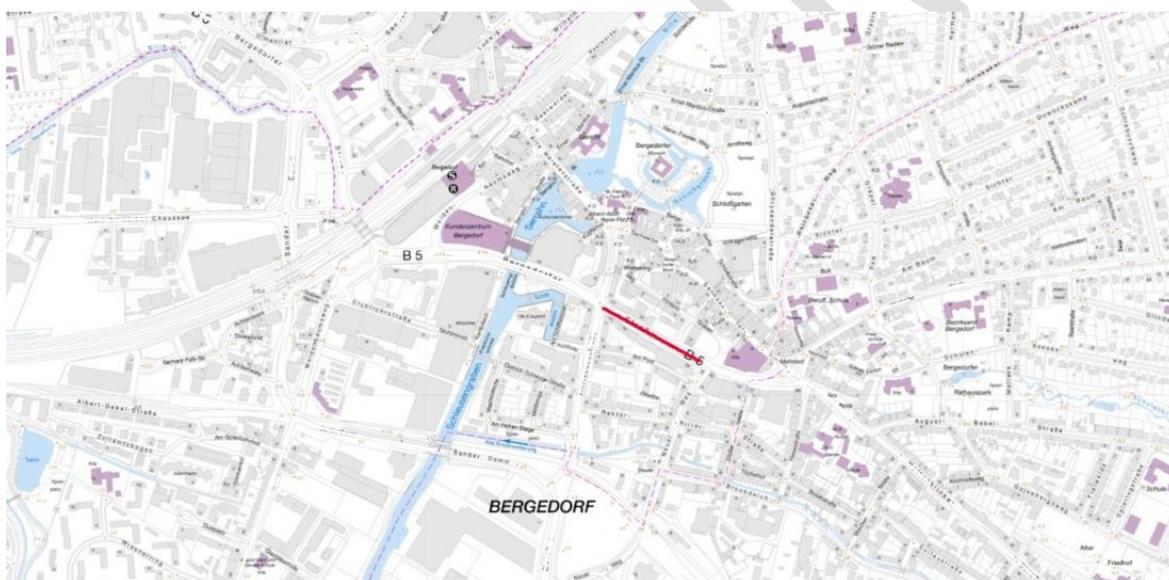
Da die Maßnahmen in der Stresemannstraße mindernde Wirkungen auch auf die Kieler Straße haben werden und der Einsatz emissionsarmer Busse auf dieser Strecke zur weiteren Verringerung der Belastung führt, wurden keine zusätzlichen Minderungsmaßnahmen für diesen Straßenabschnitt geprüft.

7.2.2.2 Maßnahmenprüfung und Abwägung für Abschnitte mit modellierter Grenzwertüberschreitung

Über die ortsfesten Messungen an den verkehrsnahen Luftmessstationen hinaus sind Modellrechnungen durchgeführt worden, um angemessene Informationen über die gesamtstädtische räumliche Verteilung der Luftqualität zu erhalten. Die Ergebnisse der Modellrechnungen werden bei der Beurteilung, ob die Immissionsgrenzwerte eingehalten werden, berücksichtigt, den Modellrechnungen kommt jedoch nicht die gleiche Exaktheit zu wie den unter 7.2.2.1 genannten Messungen an den Luftmessstationen. Die nach Anlage 1 der 39. BImSchV zulässige Unsicherheit von Modellrechnungen beträgt 30 %. Der Vergleich von Messwerten mit den Modellrechnungen (siehe Tabelle 54) zeigt, dass die Modellrechnungen sich zwar deutlich innerhalb dieser Unsicherheit bewegen, aber doch zu Unter- und Überschätzungen von bis zu $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ führen. Dies ist bei den folgenden Erwägungen zu berücksichtigen.

Bergedorfer Straße

In Bergedorf wurde für das Prognosejahr 2020 eine Überschreitung des NO_2 -Jahresmittelgrenzwertes an folgendem Straßenabschnitt an der Bergedorfer Straße berechnet:



Die Modellierung weist für das Prognosejahr 2020 an dem rot markierten Straßenabschnitt eine Überschreitung des NO_2 -Jahresmittelgrenzwertes von $+0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aus. Der Straßenabschnitt hat eine Länge von 204 m und eine DTV-Belastung von ca. 28.000 Kfz/24h. 333 Anwohner sind von der Grenzwertüberschreitung betroffen.

Folgende lokale Maßnahmen wurden geprüft:

Tabelle 58: geprüfte Maßnahmen Bergedorfer Straße

Maßnahme	Prüfung
Diesel-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmequote von 20%)	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Ausweichrouten zur Verkehrslenkung fehlen. Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Lkw-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmequote von 20%)	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Ausweichrouten zur Verkehrslenkung fehlen. Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Drosselung	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Aufgrund fehlender Ausweichrouten und der hohen Busfrequenz ist kein nennenswertes Drosselungspotenzial vorhanden. Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Verstetigung (Prüfung LSA und ggf. bauliche Anpassungen, Bushaltestellenverlegung, Anordnung Einbahnstraße, Park- und Halteverbote, Lieferzonen)	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Verstetigungspotenzial ist nicht vorhanden. Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Einsatz emissionsarmer Busse Buslinien: 135, 225, 228, 235, 332, 8810, 8890	Ergebnis der Immissionsberechnung: -2,3 µg/m ³

Ergebnis:

Durch den Einsatz emissionsarmer Busse mit einem berechneten Minderungs-Potenzial von -2,3 µg/m³ kann die Belastung auf diesem Streckenabschnitt zügig gesenkt werden. Um den Grenzwert schnellstmöglich einzuhalten, wird der Einsatz von emissionsarmen Bussen unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen des Fahrzeugeinsatzes bei der VHH entsprechend optimiert werden.

Aufgrund fehlender Ausweichrouten sind Durchfahrtsbeschränkungen, Drosselung oder Verstetigungsmaßnahmen auf diesem Streckenabschnitt keine geeigneten Maßnahmen.

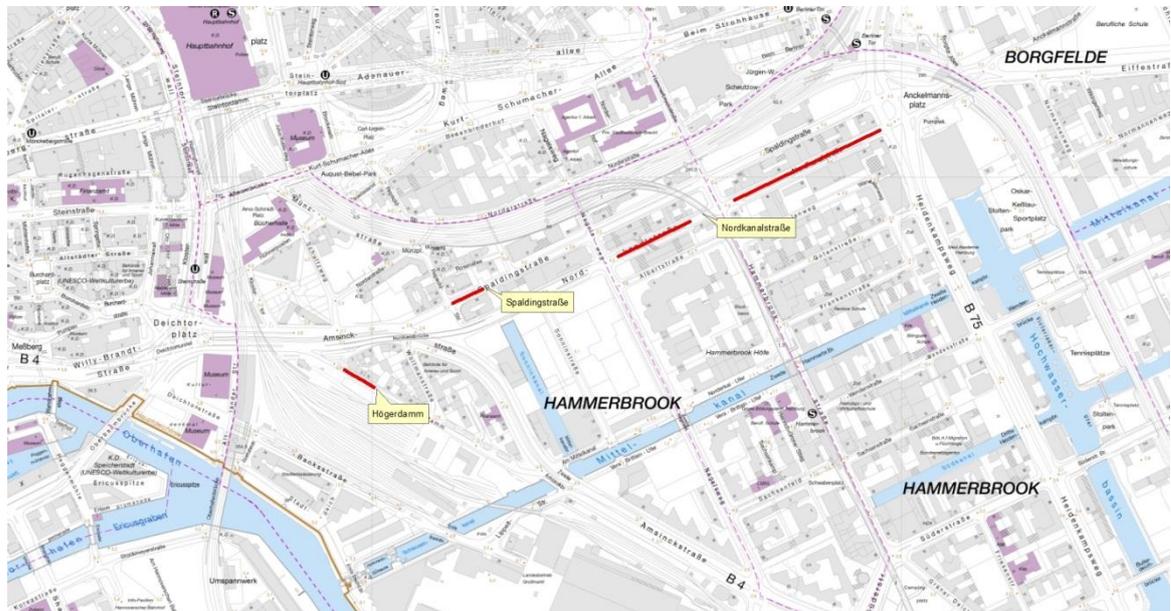
Umzusetzende Maßnahme:

- Einsatz emissionsarmer Busse

Bei Umsetzung dieser Maßnahme ist damit zu rechnen, dass der Grenzwert im Jahr 2020 sicher eingehalten wird.

Högerdamm, Spaldingstraße, Nordkanalstraße

Auf dem Högerdamm, der Spaldingstraße und der Nordkanalstraße wurden für das Prognosejahr 2020 Überschreitungen des Jahresmittelgrenzwertes an insgesamt vier Abschnitten berechnet.



Die Modellierung weist für das Prognosejahr 2020 an rot markierten Abschnitten in einer Gesamtlänge von 581 m die Überschreitung des NO_2 -Jahresmittel-Grenzwertes von $+2,7$ bis $+5,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aus. Die Verkehrsbelastung auf der Spaldingstraße und Nordkanalstraße beträgt jeweils ca. 28.000 Kfz/24h, der Högerdamm weist eine Belastung von ca. 16.000 Kfz/24h auf. Insgesamt 191 Anwohner sind von der Grenzwertüberschreitung betroffen.

Nordkanalstraße: $42,7$ und $45,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ / 34 Anwohner

Spaldingstraße $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ / 125 Anwohner

Högerdamm: $42,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ / 32 Anwohner

Folgende lokale Maßnahmen wurden geprüft:

Tabelle 59: geprüfte Maßnahmen Högerdamm, Spaldingstraße, Nordkanalstraße

Maßnahme	Prüfung
Diesel-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmekote von 20%)	<p>Ergebnis der Immissionsberechnung: -6,6 bis -9,7 µg/m³</p> <p>immissionsseitige Auswirkung: Die berechneten Verlagerungseffekte in das umgebende Straßennetz führen zu Grenzwertüberschreitungen an anderen Straßen: Heidenkampsweg (41 µg/m³, 3 Betroffene) Amsinckstraße (44 µg/m³, 48 Betroffene) Kurt-Schuhmacher-Allee (41 µg/m³, 4 Betroffene) Steinstraße (41 µg/m³, 150 Betroffene)</p> <p>verkehrliche Auswirkung: Es kommt zu erheblichen Verkehrsverlagerungen von gewerblich geprägten Gebieten in Wohnbereiche (St. Georg).</p>
Lkw-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmekote von 20%)	<p>Ergebnis der Immissionsberechnung: immissionsseitige Auswirkung: -1,1 bis -2,1 µg/m³</p> <p>Die berechneten Verlagerungseffekte in das umgebende Straßennetz führen zu Erhöhungen an zwei Abschnitten am Heidenkampsweg um bis zu 0,3 µg/m³</p> <p>verkehrliche Auswirkung: Es kommt zu zur Verlagerung von Lkw-Verkehren aus gewerblich geprägten Gebieten in Wohnbereiche (St. Georg).</p>
Drosselung	<p>Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Nach fachlicher Einschätzung sind massive Verkehrsverlagerungen von gewerblich geprägten Gebieten in innerstädtische Wohnbereiche (St. Georg) zu erwarten. Keine Immissionsberechnung durchgeführt.</p>
Verstetigung (Prüfung LSA und ggf. bauliche Anpassungen, Bushaltestellenverlegung, Anordnung Einbahnstraße, Park- und Halteverbote, Lieferzonen)	<p>Ergebnisse der verkehrlichen Prüfung: Högerdamm: Verstetigungspotenzial nicht vorhanden. Der geplante Entfall der vorhandenen Bushaltestelle hat keine relevante Auswirkung. Nordkanal-/Spaldingstraße: Verstetigungspotenzial nicht vorhanden.</p> <p>Keine Immissionsberechnung durchgeführt.</p>
Einsatz emissionsarmer Busse Högerdamm: Metrobus 3, Buslinien 34, 120,124 Nordkanalstraße/Spaldingstraße: Buslinie 112	<p>Ergebnis der Immissionsberechnung: -0,2 bis -0,5 µg/m³</p>

Ergebnis:

Der Einsatz emissionsarmer Busse leistet mit einer berechneten Wirkung von 0,2-0,5 µg/m³ einen Beitrag zur Senkung der Belastung auf den Streckenabschnitten. Die Maßnahme ist geeignet und verhältnismäßig und wird ergriffen, um die Belastung schnellstmöglich auf Grenzwertniveau zu senken. Nach Abwägung aller Belange ist die Umsetzung weiterer geprüfter Maßnahmen nicht verhältnismäßig.

Die Straßen Högerdamm, Spaldingstraße und Nordkanalstraße bilden ein leistungsfähiges Straßensystem im Zulauf zu den Elbbrücken und als Verbindung der Bundesstraßen B4, B5 und B75. Sie schließen unmittelbar an den Straßenzug Ludwig-Erhard-Straße/Willy-Brandt-Straße (Bundesstraße B4) an und übernehmen als Teil dieses übergeordneten Straßensystems u.a. die Aufgabe, Pendlerverkehre aufzunehmen, gleichermaßen aber auch die Anbindung an die A1 und die A24 im Osten zu sicherzustellen. Mit einer gemeinsamen Belastung der Straßen Spaldingstraße/Nordkanalstraße von rund 56.000 Kfz/24h gehört der Abschnitt zu den verkehrlich hochbelasteten Straßen. Die Nordkanalstraße und Spaldingstraße haben eine gegengerichtete Einbahnstraßenanordnung. Ein enger Zusammenhang in diesem gewerblich geprägten Gebiet besteht mit der Straße Högerdamm. Jede verkehrsbeschränkende Maßnahme auf der Spaldingstraße/Nordkanalstraße führt zu Mehrverkehr auf dem Högerdamm.

Obgleich eine Dieseldurchfahrtsbeschränkung rechnerisch zu einer lokalen Reduktion der NO₂-Belastung führt, verursacht die Verlagerung der Verkehre aus dem gewerblich geprägten Bereich bis in Innenstadtlagen Grenzwertüberschreitungen an anderen Straßenabschnitten. Von den Erhöhungen in diesen Abschnitten wären ebenfalls Anwohner betroffen. In ähnlicher Weise sind die Auswirkungen einer Lkw-Durchfahrtsbeschränkung zu sehen. Hier kommt es zu einer Verdrängung von Lkw-Verkehren in bewohnte Gebiete.

Auch eine Drosselung der Zufahrt wurde aus verkehrsfachlicher Sicht aus den genannten Gründen als nicht geeignet angesehen und nicht berechnet. Der Straßenzug ist ein Bestandteil der wichtigen Ost-West-Verbindung durch die Stadt, der durch Pförtnerung entstehende Rückstau führt zu weiträumigen Verlagerungen aus den gewerblich geprägten Bereichen in Innenstadtlagen und dort zu weiteren Grenzwertüberschreitungen.

Die verkehrliche Prüfung ergab im Ergebnis, dass auf diesem Straßenabschnitt kein Verstetigungspotenzial vorhanden ist.

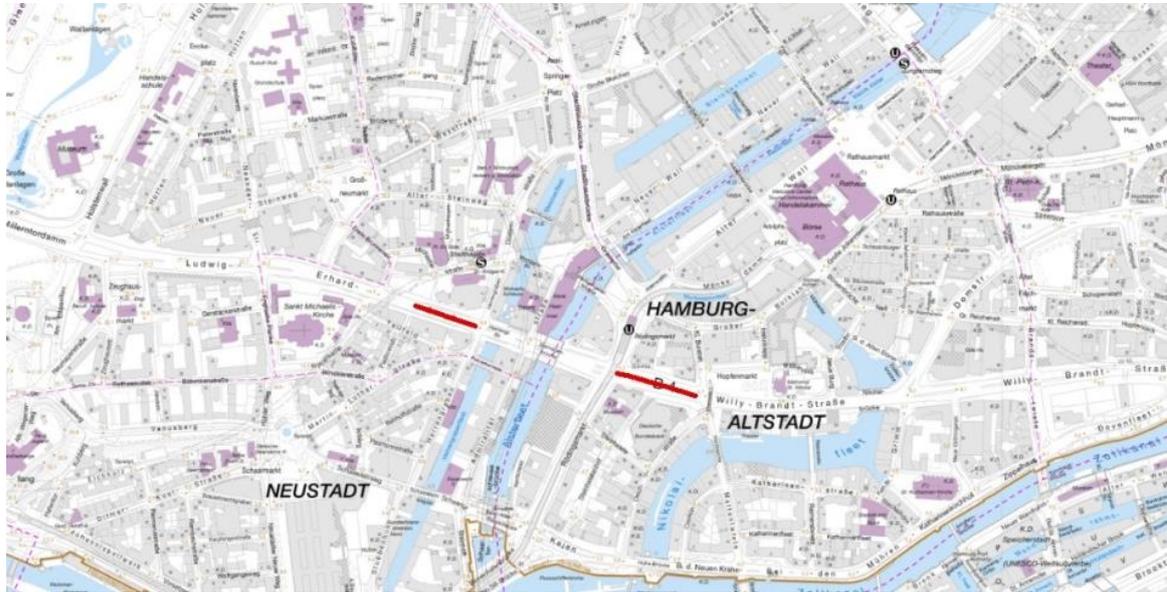
Umzusetzende Maßnahme:

- Einsatz emissionsarmer Busse

Bei Umsetzung dieser Maßnahme ist damit zu rechnen, dass der Grenzwert so schnell wie möglich, spätestens im Jahr 2025 sicher eingehalten wird.

Ludwig-Erhard-Straße / Willy-Brandt-Straße

An der Ludwig-Erhard-Straße und in ihrer Verlängerung auch an der Willy-Brandt-Straße wurde für das Prognosejahr 2020 an zwei Abschnitten eine Überschreitung des Jahresmittelgrenzwertes berechnet.



Die Modellierung weist für das Prognosejahr 2020 an den rot markierten Abschnitten in einer Gesamtlänge von 234 m eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes von +3,8 bis +4,3 µg/m³ aus. Die Verkehrsbelastung auf den Abschnitten liegt bei ca. 50.000 – 55.000 Kfz/24h. 36 Anwohner sind von der Grenzwertüberschreitung betroffen.

Folgende lokale Maßnahmen wurden geprüft:

Tabelle 60: geprüfte Maßnahmen Ludwig-Erhard-Straße und Willy-Brandt-Straße

Maßnahme	Prüfung
Diesel-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmekquote von 20%)	Ergebnis der Immissionsberechnung: -9,6 bis -10,3 µg/m ³ Auswirkung: Die berechneten Verlagerungseffekte in das umgebende Straßennetz führen zu Erhöhungen von Grenzwertüberschreitungen: Högerdamm (+5,3 µg/m ³ auf 48,1 µg/m ³ , 90 Betroffene) Klopstockstraße (+1 µg/m ³ auf 55,6 µg/m ³ , 32 Betroffene) Großer Burstah (+2,7 µg/m ³ auf 43,7 µg/m ³ , 13 Betroffene)
Lkw-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmekquote von 20%)	Ergebnis der Immissionsberechnung: -1,3 bis -2,1 µg/m ³ Auswirkung: Die berechneten Verlagerungseffekte in das umgebende Straßennetz führen zu einer Erhöhung der Grenzwertüberschreitung an einem Abschnitt am Großen Burstah (+0,4 µg/m ³ auf 41,3 µg/m ³)
Drosselung	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Aufgrund fehlender Alternativrouten kein Minderungspotenzial vorhanden. Keine Immissionsberechnung durchgeführt. Sofern der Verkehr in der Stresemannstraße gedrosselt wird-> Auswirkung auf Ludwig-Erhard-Straße (-0,8 µg/m ³)
Verstetigung (Prüfung LSA und ggf. bauliche Anpassungen, Bushaltestellenverlegung, Anordnung Einbahnstraße, Park- und Halteverbote, Lieferzonen)	Ergebnis der Immissionsberechnung: -0,3 µg/m ³
Einsatz emissionsarmer Busse Metrobus: Linie 6 Buslinie 37	Ergebnis der Immissionsberechnung: -0,3 bis -0,5 µg/m ³

Ergebnis:

Der Einsatz emissionsarmer Busse leistet mit einer berechneten Wirkung von 0,3-0,5 µg/m³ einen Beitrag zur Senkung der Belastung auf den Streckenabschnitten. Die Maßnahme ist geeignet und verhältnismäßig und wird ergriffen, um die Belastung schnellstmöglich auf Grenzwertniveau zu senken. Nach Abwägung aller Belange ist die Umsetzung weiterer geprüfter Maßnahmen nicht verhältnismäßig.

Die Ludwig-Erhard-Straße und in ihrer Verlängerung auch die Willy-Brandt-Straße sind die verkehrliche Hauptschlagader der Innenstadt, die u.a. maßgeblich die Versorgung der Innenstadt sicherstellen. Über diese Straßenachse erfolgt die Erschließung des innerstädtischen Einzelhandels und der angrenzenden Quartiere wie auch der HafenCity. Die Ludwig-Erhard-Straße / Willy-Brandt-Straße ist Teil der Bundesstraße B4 und übernimmt, zusammen mit der nördlich gelegenen Route über Edmund-Siemers-Allee, Alsterglaci/ Glockengießerwall/ Steintorwall, die zentrale Verbindungsfunktion in Ost-West-Ausrichtung, insbesondere zum Erreichen der BAB A1 und zur Verteilung der aus dem Bundesautobahnnetz (A1 und A7) stammenden Verkehre. Mit einer Verkehrsbelastung auf den Abschnitten von ca. 50.000 – 55.000 Kfz/24h

(DTV) verfügt der Straßenzug über eine hohe Leistungsfähigkeit. Aufgrund der geografischen Lage Hamburgs und der nur zwei leistungsfähigen Elbe-Querungen sind keine geeigneten Alternativrouten vorhanden.

Verkehrsbeschränkende Maßnahmen in dieser zentralen Achse sind unweigerlich mit erheblichen negativen und unverträglichen Effekten im umgebenden Netz verbunden, die die Erreichbarkeit der Innenstadt unverhältnismäßig stark beeinträchtigen. Insbesondere in den Hauptverkehrszeiten sind in diesem Abschnitt keine Leistungsreserven vorhanden.

Aufgrund der sehr hohen Verkehrsbelastung auf dem betroffenen Streckenabschnitt würde eine Dieseldurchfahrtsbeschränkung zu enorm viel Ausweichverkehr führen, der maßgeblich über den Ring 1 abgeführt werden würde. Es würde zu Grenzwertüberschreitungen in Högerdamm, Klopstockstraße und Großer Burstah kommen mit dem Ergebnis, dass mehr Anwohner betroffen wären. Die Maßnahme kommt deshalb nicht in Betracht.

Die Lkw-Durchfahrtsbeschränkung führt zur Grenzwertüberschreitung an der Straße Großer Burstah. Die Erschließung der Innenstadt wäre mit dieser Maßnahme nicht sinnvoll möglich. Hierfür wären hohe Ausnahmequoten notwendig, die letztlich die Wirkung der Maßnahme deutlich reduzieren würden.

Aufgrund der hohen Belastung, fehlender Leistungsreserven und nicht vorhandener Alternativrouten kommt auch eine Drosselung nicht in Betracht. Diese Maßnahme würde auf dem Streckenzug erhebliche Rückstaus verursachen.

Die mögliche Verstetigungsmaßnahme, der Umbau des Knotens Willy-Brandt-Straße/Rödingsmarkt (Optimierung Rechtsabbieger in den Rödingsmarkt, Fahrtrichtung Osten) wurde immissionsseitig berechnet. Diese sehr aufwendige Umbaumaßnahme bewirkt allerdings nur eine sehr geringe Reduktion um $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und wird deshalb als unverhältnismäßig verworfen.

Umzusetzende Maßnahme:

- Einsatz emissionsarmer Busse

Bei Umsetzung dieser Maßnahme ist damit zu rechnen, dass der Grenzwert so schnell wie möglich, spätestens im Jahr 2025 eingehalten wird.

Reeperbahn

Auf der Straße Reeperbahn wurde für das Prognosejahr 2020 eine Überschreitung des Jahresmittelgrenzwertes an dem folgenden Straßenabschnitt berechnet:



Die Modellierung weist für das Prognosejahr 2020 an dem rot markierten Abschnitt auf einer Gesamtlänge von 94 m eine Überschreitung des NO_2 -Jahresmittel-Grenzwertes von $+2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aus. Die Verkehrsbelastung liegt bei ca. 28.000Kfz/24h. 151 Anwohner sind von der Grenzwertüberschreitung betroffen. Die geplante Dieseldurchfahrtsbeschränkung auf der Max-Brauer-Allee erhöht die Belastung auf dem Streckenabschnitt Reeperbahn zusätzlich um ca. $+1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Folgende lokale Maßnahmen wurden geprüft:

Tabelle 61: geprüfte Maßnahmen Reeperbahn

Maßnahme	Prüfung
Diesel-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmekquote von 20%)	<p>Ergebnis der Immissionsberechnung: -8 µg/m³</p> <p>Auswirkung: Die berechneten Verlagerungseffekte in das umgebende Straßennetz führen zu Grenzwertüberschreitungen an weiteren Straßen: Simon-von-Utrecht-Straße (3 Abschnitte bis zu 43,5 µg/m³, 319 Betroffene) Davidstraße (40,7 µg/m³, 16 Betroffene)</p> <p>Erhöhung der Grenzwertüberschreitung: Stresemann-Straße (+2,2 µg/m³ auf 50,4 µg/m³) Max-Brauer-Allee (+1,4 µg/m³ auf 42,2 µg/m³) Großer Burstah (+1,8 µg/m³ auf 42,7 µg/m³)</p> <p>Absenkung der Grenzwertüberschreitung: Ludwig-Erhard-Straße (-1 µg/m³ auf 42,7 µg/m³)</p>
Lkw-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmekquote von 20%)	<p>Ergebnis der Immissionsberechnung: -1 µg/m³</p> <p>Auswirkung: Keine Überschreitung an anderen Straßen durch Verdrängungsverkehre</p>
Drosselung 2.600 Kfz/24h 4.700 Kfz/24h	<p>immissionsseitige Auswirkung: Abschätzung: -2 µg/m³ Berechnung: -4 µg/m³</p> <p>Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Eine Drosselung führt zu Verdrängungsverkehren über die Simon-von-Utrecht-Straße.</p>
Verstetigung	<p>Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Parkvorgänge oder Laden/Liefern beeinträchtigen den Verkehrsfluss wenig. Aufgrund der vorhandenen Knotenpunktabstände und dem starken Zulauf vom Knoten Holstenstraße ist nennenswertes Verstetigungspotenzial nicht vorhanden. Keine Immissionsberechnung durchgeführt.</p>
Einsatz emissionsarmer Busse Buslinien 36, 37,111	<p>Ergebnis der Immissionsberechnung: -1,3 µg/m³</p>

Ergebnis:

Der Einsatz emissionsarmer Busse leistet mit einer berechneten Wirkung von 1,3 µg/m³ einen Beitrag zur Senkung der Belastung auf diesem Streckenabschnitt. Die Maßnahme ist geeignet und verhältnismäßig und wird ergriffen, um die Belastung schnellstmöglich auf Grenzwertniveau zu senken. Nach Abwägung aller Belange ist die Umsetzung weiterer geprüfter Maßnahmen nicht verhältnismäßig.

Die Prüfung der Dieseldurchfahrtsbeschränkung ergab ein berechnetes Reduktionspotenzial von 8 µg/m³, gleichzeitig würde diese Maßnahme jedoch in der Simon-von-Utrecht-Straße zu einer neuen deutlichen

Grenzwertüberschreitung auf bis zu $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mit insgesamt 319 Betroffenen führen. Weitere neue Grenzwertüberschreitungen treten an der Davidstraße und dem Großer Burstah auf, die Grenzwertüberschreitung an der Stresemannstraße wird ebenfalls verschärft. Diesel-Fahrbeschränkungen an diesen Straßen würden zu weiteren Verlagerungen in andere Straßen führen. Damit ergäbe sich eine Zonenlösung, die mit dem geltenden Recht nicht zu vereinbaren ist (35. BImSchV).

Eine Lkw-Durchfahrtsbeschränkung bewirkt nur eine geringe Reduktion ($-1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Betroffen von Lkw-Ausweichverkehr wären die Simon-von-Utrecht-Straße, die Stresemannstraße und der Hafenrand. Die Maßnahme ist aufgrund ihrer geringen Wirksamkeit und den negativen Auswirkungen auf die genannten Straßen nicht verhältnismäßig.

Eine Drosselung auf der Reeperbahn führt zu Ausweichverkehr auf der Stresemannstraße. Palmaille und Hafenrand wären von zusätzlichen Grenzwertüberschreitungen betroffen. Auch diese Maßnahme ist nicht verhältnismäßig.

Die verkehrliche Prüfung ergab im Ergebnis, dass auf diesem Straßenabschnitt kein Verstetigungspotenzial vorhanden ist.

Sofern es an der Reeperbahn nach Umsetzung der Maßnahmen immer noch leichte Überschreitungen gibt, wird dies durch geeignete und verhältnismäßige Maßnahmen ausgeglichen.

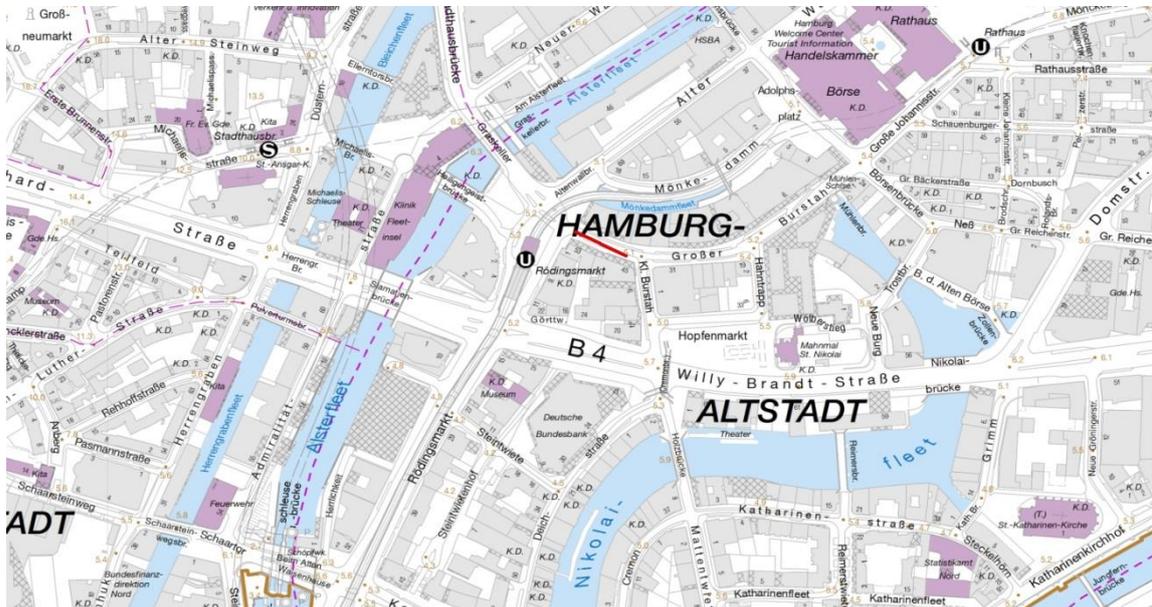
Umzusetzende Maßnahme:

- Einsatz emissionsarmer Busse

Bei Umsetzung dieser Maßnahme ist damit zu rechnen, dass der Grenzwert so schnell wie möglich, spätestens im Jahr 2020 sicher eingehalten wird.

Großer Burstah

Auf der Straße Großer Burstah wurde für das Prognosejahr 2020 eine Überschreitung des Jahresmittelgrenzwertes an folgendem Straßenabschnitt berechnet:



Die Modellierung weist für das Prognosejahr 2020 an dem rot markierten Abschnitt auf einer Gesamtlänge von 52 m eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittel-Grenzwertes von +1 µg/m³ aus. Die Verkehrsbelastung liegt bei ca. 8.700 Kfz/24h. 13 Anwohner sind von der Grenzwertüberschreitung betroffen.

Folgende lokale Maßnahmen wurden geprüft:

Tabelle 62: geprüfte Maßnahmen Großer Burstah

Maßnahme	Prüfung
Diesel-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmequote von 20%)	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Ausweichrouten sind nicht vorhanden Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Lkw-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmequote von 20%)	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Ausweichrouten sind nicht vorhanden Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Drosselung	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Ausweichrouten sind nicht vorhanden Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Verstetigung (Prüfung LSA und ggf. bauliche Anpassungen, Bushaltestellenverlegung, Anordnung Einbahnstraße, Park- und Halteverbote, Lieferzonen)	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Aufgrund der hohen Verkehrsbelastung, der hohen Busfrequenz und der fehlenden Ausweichstrecken ist kein Verstetigungspotenzial vorhanden Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Einsatz emissionsarmer Busse Metrobus Linie 3 Buslinie 35	Ergebnis der Immissionsberechnung: -2,3 µg/m ³

Ergebnis:

Der Einsatz emissionsarmer Busse wird auf dem betroffenen Abschnitt, der eine hohe Busfrequenz aufweist, die Belastung schnellstmöglichen auf Grenzwertniveau absenken.

Die verkehrliche Prüfung der Maßnahmen Lkw-Durchfahrtsbeschränkung, Dieseldurchfahrtsbeschränkung und Drosselung ergab, dass diese Maßnahmen aufgrund fehlender Ausweichstrecken nicht geeignet sind.

Ein Verstetigungspotenzial ist auf diesem Abschnitt nicht vorhanden.

Umzusetzende Maßnahme:

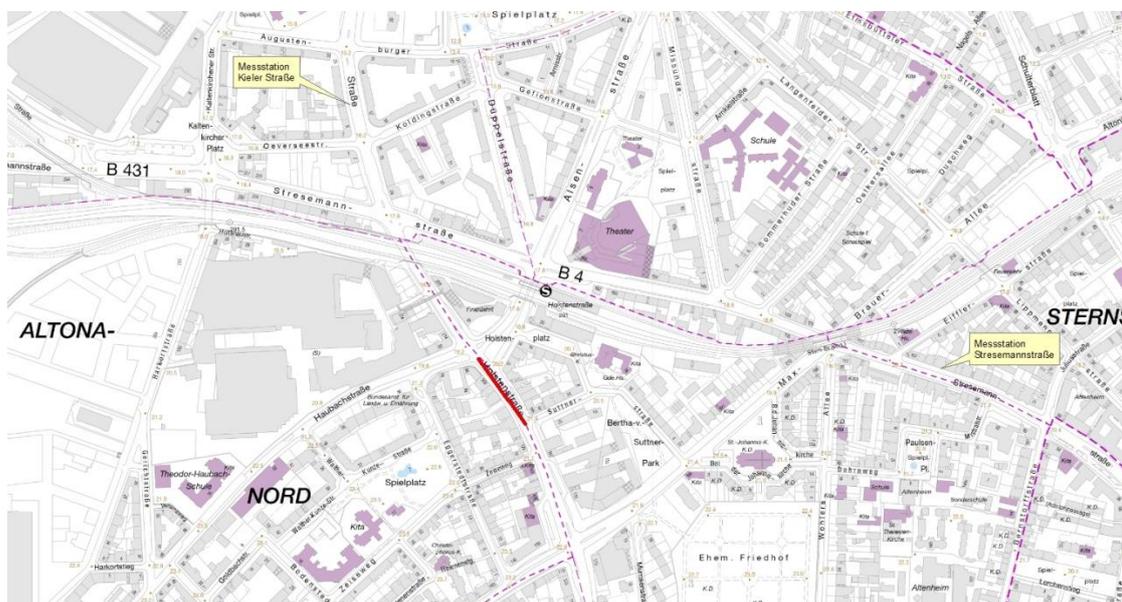
- Einsatz emissionsarmer Busse

Bei Umsetzung dieser Maßnahme ist damit zu rechnen, dass der Grenzwert so schnell wie möglich, spätestens im Jahr 2020 sicher eingehalten wird.

ENTWURF

Holstenstraße

An der Holstenstraße wurde für das Prognosejahr 2020 eine Überschreitung des Jahresmittelgrenzwertes an folgendem Straßenabschnitt berechnet:



Die Modellierung weist für das Prognosejahr 2020 an diesem Abschnitt auf einer Gesamtlänge von 116 m eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittel-Grenzwertes von +2 µg/m³ aus. Die Verkehrsbelastung liegt bei ca. 29.000 Kfz/24h. 243 Anwohner sind von der Grenzwertüberschreitung betroffen.

Folgende lokale Maßnahmen wurden geprüft:

Tabelle 63: geprüfte Maßnahmen Holstenstraße

Maßnahme	Prüfung
Diesel-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmekquote von 20%)	Die für die Max-Brauer-Allee berechnete Maßnahme „Dieseldurchfahrtsbeschränkung“ führt auf dem betroffenen Abschnitt an der Holstenstraße zur Minderung der Belastung von -2,7 µg/m ³ .
Lkw-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmekquote von 20%)	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Aufgrund des Netzzusammenhangs mit der Stresemannstraße und der Max-Brauer-Allee sind keine Ausweichrouten vorhanden Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Drosselung	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Eine Drosselung wurde aufgrund der verkehrlichen Wechselwirkungen mit der Stresemannstraße und den dort zu ergreifenden Maßnahmen verkehrlicherseits nicht berechnet. Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Verstetigung (Prüfung LSA und ggf. bauliche Anpassungen, Bushaltestellenverlegung, Anordnung Einbahnstraße, Park- und Haltebeschränkungen, Lieferzonen)	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Die verkehrliche Situation wird sich lokal durch die vorgesehene Busoptimierungsmaßnahme deutlich verbessern, indem Lieferverkehre nicht mehr auf dem rechten Abbiegefahrstreifen Richtung Holstenplatz abgewickelt werden können. Weiteres Verstetigungspotenzial nicht vorhanden. Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Einsatz emissionsarmer Busse Metrobus Linie 20, 25 Buslinie 180, 183, 283	Ergebnis der Immissionsberechnung: -1,7 µg/m ³

Ergebnis:

Der Einsatz emissionsarmer Busse sowie die Verstetigung aufgrund der geplanten Busoptimierungsmaßnahmen werden die NO₂-Belastung zügig senken. Aufgrund der zusätzlichen Wirkung der Dieseldurchfahrtsbeschränkung an der Max-Brauer-Allee auf die Holstenstraße kann die Belastung schnellstmöglich auf Grenzwertniveau gesenkt werden, auch unter Berücksichtigung der geringfügigen Mehrbelastungen von 0,8 µg/m³ durch die Lkw-Durchfahrtsbeschränkung auf der Stresemannstraße.

Aufgrund des Netzzusammenhangs mit der Stresemannstraße sind Durchfahrtsbeschränkungen und Drosselungen für die Holstenstraße keine geeigneten Maßnahmen, da sie zu Verkehrsverlagerungen in die Stresemannstraße bzw. Beeinträchtigungen der Verkehrsabwicklung am Knoten Holstenstraße / Stresemannstraße führen.

Umzusetzende Maßnahmen:

- Einsatz emissionsarmer Busse
- Verstetigungsmaßnahme durch Busoptimierungsumbau
- (Dieseldurchfahrtsbeschränkung auf der Max-Brauer-Allee)

Bei Umsetzung dieser Maßnahmen ist damit zu rechnen, dass der Grenzwert so schnell wie möglich, spätestens im Jahr 2020 sicher eingehalten wird.

Bahrenfelder Chaussee

An der Bahrenfelder Chaussee wurde für das Prognosejahr 2020 eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes an folgendem Straßenabschnitt berechnet:



Die Bahrenfelder Chaussee ist die Fortsetzung der Stresemannstraße. Die Modellierung weist für das Prognosejahr 2020 an dem rot markierten Straßenabschnitt eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes von $+2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aus. Der Straßenabschnitt hat eine Länge von 114 m und eine DTV-Belastung von ca. 41.000 Kfz/24h. 202 Anwohner sind von der Grenzwertüberschreitung betroffen.

Folgende lokale Maßnahmen wurden geprüft:

Tabelle 64: geprüfte Maßnahmen Bahrenfelder Chaussee

Maßnahme	Prüfung
Diesel-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnah- mequote von 20 %)	Ergebnis der Immissionsberechnung: Da die Bahrenfelder Chaussee die Verlängerung der Stresemannstraße ist, wurde die Auswirkung einer Dieseldurchfahrtsbeschränkung auf der Stresemannstraße für die Bahrenfelder Chaussee geprüft: $-4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
Lkw-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnah- mequote von 30 %)	Ergebnis der Immissionsberechnung: Da die Bahrenfelder Chaussee die Verlängerung der Stresemannstraße ist, wurde die Auswirkung der Maßnahme auf der Stresemannstraße für die Bahrenfelder Chaussee geprüft: $-0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Drosselung 4.100 Kfz/24h	Ergebnis der Immissionsberechnung: $-2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Auswirkung: Keine Grenzwertüberschreitung durch Ausweichverkehre an anderen Straßenabschnitten
Verstetigung (Prüfung LSA und ggf. bauliche Anpassungen, Bus- haltestellenverlegung, Anordnung Einbahnstraße, Park- und Halte- verbote, Lieferzonen)	Ergebnis der Immissionsberechnung: $-1 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Einsatz emissionsarmer Busse Metrobuslinie 2, 3	$-1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Ergebnis:

Der Einsatz emissionsarmer Busse und die Verkehrsverstetigungsmaßnahme führen zu einer schnellstmöglichen Einhaltung des NO_2 -Grenzwertes. Die seit 2016 installierte verkehrsabhängige Steuerung für den an den betroffenen Straßenabschnitt angrenzenden Kreuzungsbereich führt zu einem besseren Verkehrsfluss. Der Verstetigungseffekt dieser Maßnahme bewirkt eine Reduktion auf dem belasteten Streckenabschnitt bereits jetzt um $-1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mit dem Einsatz emissionsarmer Busse wird die Belastung um weitere $-1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zurückgeführt.

Für die Bahrenfelder Chaussee wurden die Diesel- und die Lkw-Durchfahrtsbeschränkung nicht isoliert betrachtet, da der betroffene Streckenabschnitt eine Verlängerung der Stresemannstraße darstellt. Jede verkehrsbeschränkende Maßnahme auf der Stresemannstraße hat eine zusätzliche Wirkung auf den Abschnitt der Bahrenfelder Chaussee. So bewirkt die vorgesehene Lkw-Durchfahrtsbeschränkung auf der Stresemannstraße auch im Abschnitt Bahrenfelder Chaussee eine NO_2 -Reduktion um $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und führt zur Grenzwerteinhaltung. Weitere verkehrsbeschränkende Maßnahmen (wie z.B. die Drosselung) werden nicht ergriffen.

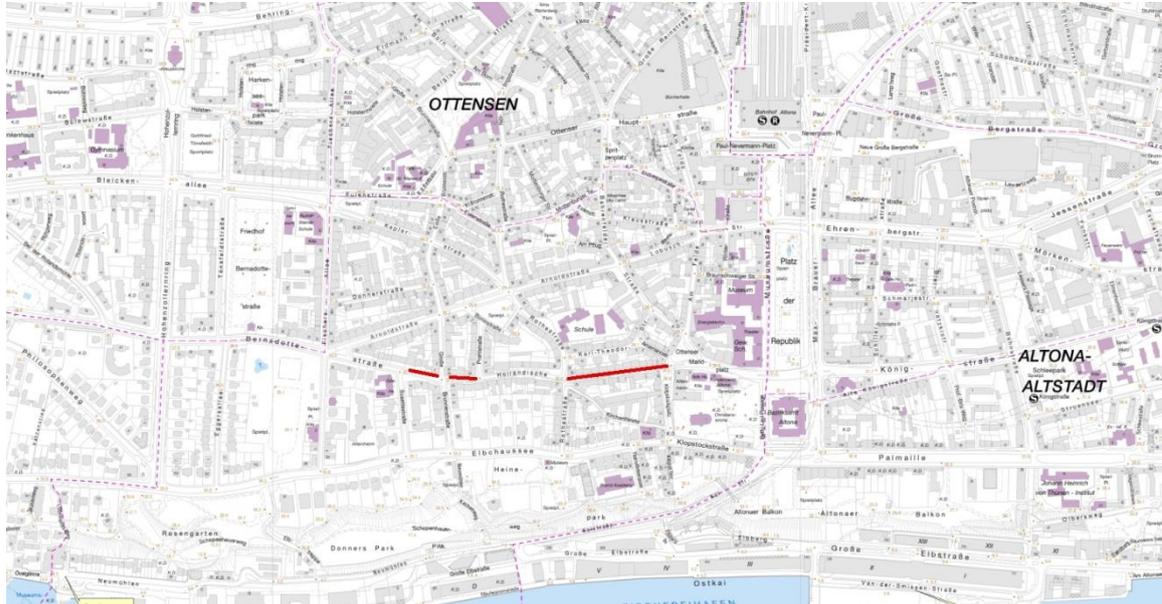
Umzusetzende Maßnahmen:

- Verstetigung
- Einsatz emissionsarmer Busse
- (Lkw-Durchfahrtsbeschränkung Stresemannstraße

Bei Umsetzung dieser Maßnahmen ist damit zu rechnen, dass der Grenzwert so schnell wie möglich, spätestens im Jahr 2020 eingehalten wird.

Bernadottestraße / Holländische Reihe

Auf der Bernadottestraße und der Holländischen Reihe wurde für das Prognosejahr 2020 eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes an folgenden drei Abschnitten berechnet:



Die Modellierung weist für das Prognosejahr 2020 an den rot markierten Abschnitten mit einer Gesamtlänge von 288 m eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittel-Grenzwertes von +1 bis +2,4 µg/m³ aus. Die Verkehrsbelastung liegt zwischen 9.000- 10.000 Kfz/24h. 607 Anwohner sind von der Grenzwertüberschreitung betroffen.

Folgende lokale Maßnahmen wurden geprüft:

Tabelle 65: geprüfte Maßnahmen Bernadottestraße / Holländische Reihe

Maßnahme	Prüfung
Diesel-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmequote von 20%)	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Verlagerungseffekte in Elbchaussee und der Klausstraße. Diese Straßen weisen bereits Grenzwertüberschreitungen auf bzw. würden durch die Maßnahme den Grenzwert überschreiten. Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Lkw-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmequote von 20%)	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Es gibt keine nennenswerte Lkw-Belastung (ca. 40 Lkw täglich). Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Drosselung 2.100 Kfz/24h	Ergebnis der Immissionsberechnung: -1,4 bis -1,6 µg/m ³ Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Die berechneten Verlagerungseffekte in das umgebende Straßennetz führen zu Erhöhungen bestehender Grenzwertüberschreitungen. Elbchaussee (+0,3 µg/m ³ auf 51,7 µg/m ³) Klopstockstraße (+0,4 µg/m ³ auf 55,0 µg/m ³)
Verstetigung (Prüfung LSA und ggf. bauliche Anpassungen, Bushaltestellenverlegung, Anordnung Einbahnstraße, Park- und Halteverbote, Lieferzonen)	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Verstetigungspotenzial nicht vorhanden. Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Einsatz emissionsarmer Busse Metrobuslinie 15	Ergebnis der Immissionsberechnung -1,3 bis -1,5 µg/m ³

Ergebnis:

Mit der Umsetzung der oben beschriebenen Drosselung und dem Einsatz emissionsarmer Busse kann die Belastung auf diesem Streckenabschnitt schnellmöglich auf Grenzwertniveau zurückgeführt werden.

Die berechnete Erhöhung der Grenzwertüberschreitung (bis zu +0,4 µg/m³) an der Elbchaussee und Klopstockstraße kann durch geeignete Maßnahmen nicht ausgeglichen werden. Die Erhöhung dort ist jedoch geringfügig und liegt im Bereich der Ungenauigkeiten der Modellberechnungen.

Die verkehrliche Prüfung ergab, dass auf diesem Straßenabschnitt kein Verstetigungspotenzial vorhanden ist.

Umzusetzende Maßnahmen:

- Einsatz emissionsarmer Busse
- Drosselung

Bei Umsetzung dieser Maßnahmen ist damit zu rechnen, dass der Grenzwert so schnell wie möglich, spätestens im Jahr 2020 sicher eingehalten wird.

Elbchausee/ Klopstockstraße

Auf den Straßen Klopstockstraße und Elbchausee wurde für das Prognosejahr 2020 an insgesamt vier Abschnitten eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes berechnet.



Die Modellierung weist für das Prognosejahr 2020 an den rot markierten Straßenabschnitten eine Überschreitung des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes von +2,5 bis +14,7 µg/m³ aus. Die betroffenen Straßenabschnitte haben eine Gesamtlänge von 292 m, die DTV-Belastung beträgt ca. 25.000 Kfz/24h. 287 Anwohner sind von der Grenzwertüberschreitung betroffen.

Folgende lokale Maßnahmen wurden geprüft:

Tabelle 66: geprüfte Maßnahmen Klopstockstraße und Elbchausee

Maßnahme	Prüfung
Diesel-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmekquote von 20%)	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Verlagerungen würden aufgrund fehlender Ausweichrouten zur Erhöhung der Grenzwertüberschreitungen in der Bernadottestraße und Holländischen Reihe und zur Grenzwertüberschreitung in der Klausstraße führen. Es wurde keine Immissionsberechnung für die Einzelmaßnahme durchgeführt. Die Abschätzung basiert auf der Berechnung eines Kombinationsszenarios für Dieseldurchfahrtsbeschränkungen in mehreren Straßen. Das Kombinationsszenario würde auf dem betroffenen Abschnitt zu einer Reduktion um ca. 12 µg/m ³ führen. Allerdings zu erheblichen zusätzlichen Grenzwertüberschreitungen z.B. an der Arnoldstraße (um 7 µg/m ³) und zwei zusätzlichen Abschnitten auf der Max-Brauer-Allee (um 9 µg/m ³) führen.
Lkw-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmekquote von 20%)	Ergebnis der Immissionsberechnung: -0,7 bis -1,6 µg/m ³ Die berechneten Verlagerungen in das umgebende Straßennetz führen zu: Erhöhungen der Grenzwertüberschreitungen Holländischen Reihe / Bernadottestraße (um bis zu 0,5 µg/m ³) Verringerung der Grenzwertüberschreitung Palmaille -0,5 µg/m ³

Maßnahme	Prüfung
Drosselung	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Aufgrund der hohen Grenzwertüberschreitung und der hohen Hintergrundbelastung müsste der Streckenabschnitt sehr stark gedrosselt werden (ca. Halbierung des Verkehrs) Der Verkehr würde sich auf die von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Parallelstrecken verlagern (Bernadottestraße / Holländische Reihe, Klausstraße) oder durch Ottensen „drängeln“. Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Verstetigung (Prüfung LSA und ggf. bauliche Anpassungen, Bushaltestellenverlegung, Anordnung Einbahnstraße, Park- und Halteverbote, Lieferzonen)	Ergebnis der verkehrlichen Prüfung: Verstetigungspotenzial nicht vorhanden Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Einsatz emissionsarmer Busse	Ergebnis der Immissionsberechnung -0,2 bis -0,5 µg/m ³

Ergebnis:

Der Einsatz emissionsarmer Busse leistet mit einer berechneten Wirkung von 0,2-0,5 µg/m³ einen Beitrag zur Senkung der Belastung auf den Streckenabschnitten. Die Maßnahme ist geeignet und verhältnismäßig und wird ergriffen, um die Belastung schnellstmöglich auf Grenzwertniveau zu senken. Nach Abwägung aller Belange ist die Umsetzung weiterer geprüfter Maßnahmen nicht verhältnismäßig.

Die verkehrliche Prüfung ergab, dass auf diesem Straßenabschnitt kein Verstetigungspotenzial vorhanden ist. Weder eine Dieseldurchfahrtsbeschränkung, noch eine Lkw-Durchfahrtsbeschränkung oder eine Drosselung sind verhältnismäßige Maßnahmen.

In der Elbchaussee / Klopstockstraße liegen spezielle verkehrliche Rahmenbedingungen vor. Es handelt sich um die Hauptverbindungsstrecke nach Othmarschen und Blankenese. Mögliche Ausweichrouten wären die nördlich gelegene Straße Holländische Reihe / Bernadottestraße oder die Arnoldstraße / Klausstraße. Alle Straßen sind ebenfalls von Grenzwertüberschreitungen betroffen bzw. würden den Grenzwert dann überschreiten.

Etwaige Einzelmaßnahmen wurden deshalb nicht für die Elbchaussee / Klopstockstraße berechnet, da ansonsten die genannten Straßen von erheblichem Mehrverkehr betroffen wären.

Verkehrlicherseits wurde ein Kombinationsszenario berechnet für alle Streckenabschnitte, für die eine Dieseldurchfahrtsbeschränkung geprüft wurde. Für die Elbchaussee / Klopstockstraße ist aufgrund der potenziell wahrscheinlichen Ausweichrouten dieses Szenario sehr relevant. Bei der Dieseldurchfahrtsbeschränkung würde eine kombinierte Betrachtung der genannten Straßen zu erheblichen zusätzlichen Grenzwertüberschreitungen z.B. an der Arnoldstraße und zwei zusätzlichen Abschnitten auf der Max-Brauer-Allee führen. Eine Dieseldurchfahrtsbeschränkung auf allen drei Parallelrouten wäre verkehrlich unzumutbar, weil sich der Verkehr dann durch Wohnstraßen in Ottensen „drängeln“ würde. Eine Dieseldurchfahrtsbeschränkung nur auf der Elbchaussee ist somit nicht verhältnismäßig, weil Ausweichrouten von deutlicher Mehrbelastung betroffen wären, die schon Grenzwertüberschreitungen aufweisen. Eine Dieseldurchfahrtsbeschränkung zusätzlich auf den Ausweichrouten würde diverse neue Grenzwertüberschreitungen erzeugen und verkehrlich zu chaotischen Zuständen führen.

Diese Argumentation kann auf die Themen Lkw-Durchfahrtsbeschränkung und Drosselung übertragen werden, nur dass die Effekte jeweils nicht so stark wären, da nicht so viel Verkehr verlagert werden würde. Bei keiner der genannten Maßnahmen tritt ein Zustand ein, bei dem mehr Bewohner von Grenzwertüberschreitungen entlastet werden können ohne gleichzeitig andernorts Betroffene entweder noch stärker oder gänzlich neu mit Grenzwertüberschreitungen zu belasten.

Der Anteil der verkehrlichen Zusatzbelastung auf diesen Abschnitten ist jeweils geringer als 25 %, d.h. der Anteil der Hintergrundbelastung an der Höhe der Gesamtbelastung beträgt mehr als 75 %. Daher sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, die speziell die hohe Hintergrundbelastung senken (s. auch Ausführungen zu Große Elbstraße, Neumühlen, Palmaille).

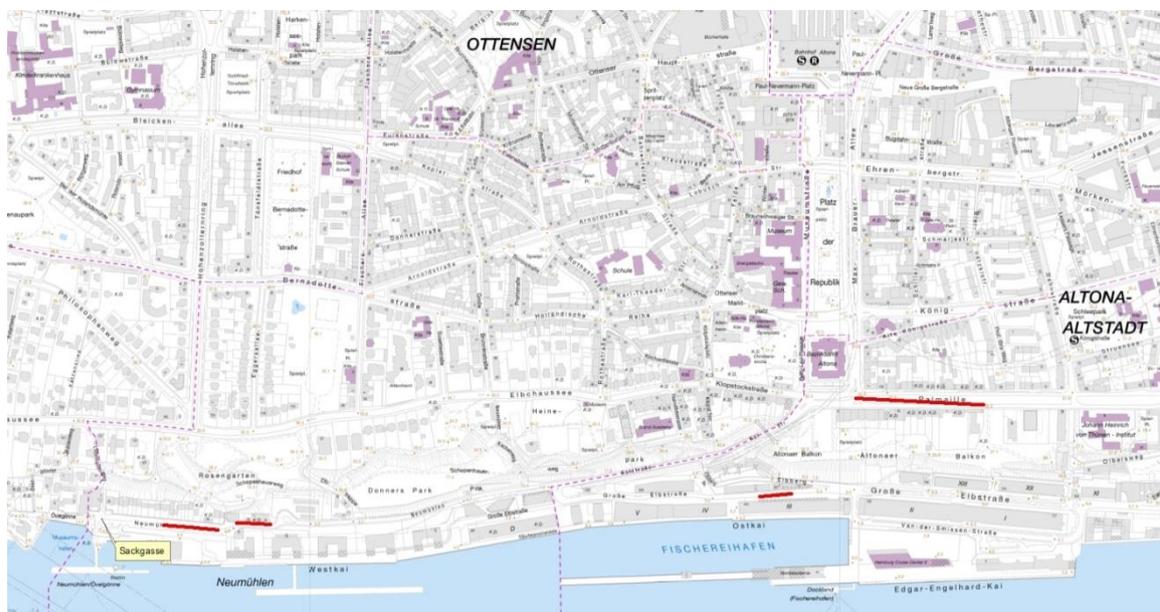
Umzusetzende Maßnahme:

- Einsatz emissionsarmer Busse

Bei Umsetzung dieser Maßnahme ist damit zu rechnen, dass der Grenzwert so schnell wie möglich, spätestens im Jahr 2025 sicher eingehalten wird.

Große Elbstraße, Neumühlen, Palmaille

Auf den Straßen Palmaille, Großen Elbstraße und Neumühlen wurden für das Prognosejahr 2020 Überschreitungen des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes berechnet.



Die Modellierung weist für das Prognosejahr 2020 an rot markierten Abschnitten in einer Gesamtlänge von 439 m die Überschreitung des NO₂-Jahresmittel-Grenzwertes von +1,2 bis +5,6 µg/m³ aus. Die Verkehrsbelastung auf der Palmaille beträgt ca. 18.000 Kfz/24h, die Große Elbstraße und Neumühlen weisen eine Belastung von ca. 8.000 bis 10.000 Kfz/24h auf. Insgesamt 364 Anwohner sind von der Grenzwertüberschreitung betroffen.

Palmaille: 41,2 µg/m³ / 145 Anwohner

Große Elbstraße: 42,5 µg/m³ / 21 Anwohner

Neumühlen: 43,3 – 45,6 µg/m³ / 198 Anwohner

Die Große Elbstraße ist gewerblich geprägt und bildet die westliche Zufahrt zum Fischereihafen und dem Kreuzfahrtterminal Altona mit überwiegend Anliegerverkehren.

Neumühlen ist eine Stichstraße mit Wendeplatz. Sie endet am Fähranleger Neumühlen/Övelgönne und dem Museumshafen, an den sich der Abschnitt des Övelgönner Elbstrandes anschließt. Die Höhe der Betroffenenzahlen umfasst im Wesentlichen die Bewohner des dort gelegenen Einzelgebäudes des Augustinums, das mit seinen 12 Etagen das Umfeld prägt.

Die Palmaille ist im betroffenen Abschnitt geprägt von beidseitiger Bebauung. Der direkt angrenzende Knotenpunkt dient der Verkehrssteuerung in Richtung Klopstockstraße sowie der Zufahrt zum Bereich Fischereihafen und zum Altonaer Zentrum.

Der Anteil der verkehrlichen Zusatzbelastung auf diesen Abschnitten ist jeweils geringer als 20 %, d.h. der Anteil der Hintergrundbelastung an der Höhe der Gesamtbelastung beträgt mehr als 80 %. Für die betreffenden Abschnitte wurden deshalb lokale verkehrsbezogenen Einzelmaßnahmen wie Durchfahrtsbeschränkungen, Drosselung und Verstetigung verkehrlich nicht geprüft. Neumühlen und Große Elbstraße weisen überwiegend Anliegerverkehre auf.

Folgende lokale Maßnahmen wurden geprüft:

Tabelle 67: geprüfte Maßnahmen Palmaille, Große Elbstraße, Neumühlen

Maßnahme	Prüfung
Diesel-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmequote von 20%)	Keine der verkehrlichen Prüfung, da hoher Anteil Hintergrundbelastung Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Lkw-Durchfahrtsbeschränkung (Berücksichtigung einer Ausnahmequote von 20%)	Keine der verkehrlichen Prüfung, da hoher Anteil Hintergrundbelastung Keine Immissionsberechnung durchgeführt Die berechnete Lkw-Durchfahrtsbeschränkung Klopstockstraße / Elbchaussee verringert die Belastung Palmaille um $-0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Drosselung	Keine der verkehrlichen Prüfung, da hoher Anteil Hintergrundbelastung Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Verstetigung (Prüfung LSA und ggf. bauliche Anpassungen, Bushaltestellenverlegung, Anordnung Einbahnstraße, Park- und Halteverbote, Lieferzonen)	Keine der verkehrlichen Prüfung, da hoher Anteil Hintergrundbelastung Keine Immissionsberechnung durchgeführt.
Einsatz emissionsarmer Busse Buslinien 111, 112, 288	Ergebnis der Immissionsberechnung: $-0,1$ bis $-0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Ergebnis:

Der Einsatz emissionsarmer Busse leistet mit einer berechneten Wirkung von $0,1-0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einen Beitrag zur Senkung der Belastung auf den Streckenabschnitten. Die Maßnahme ist geeignet und verhältnismäßig und wird ergriffen, um die Belastung schnellstmöglich auf Grenzwertniveau zu senken. Nach Abwägung aller Belange ist die Umsetzung weiterer geprüfter Maßnahmen nicht verhältnismäßig.

Verkehrsbeschränkende oder verstetigende Maßnahmen sind nicht geeignet. Insbesondere die Verkehre auf Neumühlen und der Großen Elbstraße sind v.a. Anliegerverkehre (Belastung von ca. 8.000 bis 10.000 Kfz/24h). Trotz einer DTV Belastung von ca. 18.000 Kfz/24h ist der Anteil der verkehrlichen Zusatzbelastung auch in der Palmaille geringer als 20%. Dem steht die hohe modellierte Hintergrundbelastung gegenüber.

Daher sind weitere Maßnahmen erforderlich, die speziell die hohe Hintergrundbelastung senken. Neben den in Maßnahmenpaket 7 (Hafenverkehrslogistik) und Maßnahmenpaket 8 (Schifffahrt) quantifizierten Einzelmaßnahmen werden derzeit bereits weitere Planungen forciert und Maßnahmen umgesetzt. Dies sind z.B. die Nutzung von „PowerPacs“ zur alternativen Energieversorgung von Containerschiffen sowie das neue Bonus/Malus-System beim Hafengeld. Diese beiden Maßnahmen stehen kurz vor der Umsetzung. Ihre Wirkung ist noch nicht quantifiziert.

Weiterhin werden der Aufbau der LNG-Infrastruktur und die Förderung von Landstromversorgungen die Hintergrundbelastung im Hafengebiet und an den angrenzenden Stadtteilen weiter verringern.

Die Planung hafengebogener Maßnahmen muss berücksichtigen, dass der Hamburger Hafen als größter deutscher Seehafen für die Versorgungssicherheit nicht nur der Metropolregion, sondern auch großer Teile Mittel- und Osteuropas von großer Bedeutung ist. Die Schiffsemissionen werden größtenteils von international verkehrenden Containerschiffen am Liegeplatz emittiert. Die Verkürzung der Liegezeiten

durch die hohe Effizienz des Umschlags trägt dazu ebenso bei wie Anreizsysteme an Schiffseigner zum Einsatz emissionsarmer Technologien. So greifen die für die Schifffahrt international vereinbarten Regeln auf Ebene der IMO und der EU mit Vorgaben zur Qualität des verwendeten Kraftstoffes oder der Förderung von Landstrom und alternativer Energieversorgung.

Die im direkten Einflussbereich Hamburgs stehenden Möglichkeiten wurden bereits ergriffen und sind in den Maßnahmenpaketen benannt. So werden Schlepper, Lotsenbote und Binnenschiffe seit vielen Jahren mit Landstrom versorgt. Das Hamburg-interne Flottenmanagement hat das Ziel, mit einer regelmäßigen Modernisierung der Flotte einen deutlichen Beitrag zu Emissionsreduktion zu tragen, der weit über die rechtlichen Vorgaben hinausgeht.

Umzusetzende Maßnahme:

- Einsatz emissionsarmer Busse

Bei Umsetzung dieser Maßnahme ist damit zu rechnen, dass der Grenzwert so schnell wie möglich, spätestens im Jahr 2025 eingehalten wird.

ENTWURF

7.3 Weitere geprüfte Maßnahmen ohne Quantifizierung

7.3.1 Bürgerticket

Im Zuge der Fortschreibung des Luftreinhalteplans wurde hinterfragt, ob die Einführung eines Bürgertickets eine zielführende Maßnahme sein könnte. Ein „Bürgerticket“ bedeutet, dass alle Einwohner oder Haushalte eines bestimmten Gebietes einen obligatorischen, monatlichen Kostenbeitrag entrichten. Im Gegenzug erhalten sie ein Ticket, mit dem sie alle öffentlichen Verkehrsmittel nutzen können.

Von einem Bürgerticket versprechen sich einige einen starken Anstieg der Fahrgastzahlen. Allerdings wären (selbst mittelfristig) die Möglichkeiten begrenzt, die notwendigen Kapazitäten für einen solchen sprunghaften Anstieg bereitzustellen. Seit Jahrzehnten werden die HVV-Kapazitäten kontinuierlich ausgebaut. Dies schlägt sich in kontinuierlich steigenden Fahrgastzahlen nieder. Für einen wesentlich stärkeren Ausbau sind allerdings weder die finanziellen Rahmenbedingungen gegeben, noch wäre die mit dem Ausbau einher gehender Baustellentätigkeit mit Rücksicht auf die Lebensfähigkeit der Stadt umsetzbar.

Zweifelhaft wäre ferner, ob die Qualitätssicherung gleichermaßen möglich bliebe. Derzeit werden die Fahrgeldeinnahmen gemäß der tatsächlichen Nutzung auf die einzelnen Verkehrsunternehmen aufgeteilt. Dies ist ein hoher Anreiz für gute Qualität, sowohl technisch als auch im Personalbereich. Die Ablösung dieses Prinzips durch garantierte Zahlungen bei einer Nachfragesteigerung über das eigentlich Machbare hinaus würde jeden wirtschaftlichen Anreiz zum Qualitätserhalt nehmen.

Grundsätzlich weisen Erkenntnisse aus der Mobilitätsforschung darauf hin, dass der Preis bei der Verkehrsmittelwahl nur eine untergeordnete Rolle spielt. Handlungsleitend für den Einzelnen sind vielmehr die Kriterien Zeit und Komfort/Bequemlichkeit. Für den ÖPNV bedeutet dies, dass er attraktiver wird, wenn das Angebot hinsichtlich Fahrzeit und Qualität optimiert wird. Diese Strategie verfolgt der Hamburger Verkehrsverbund seit Jahrzehnten.

Zusätzlich zu diesen inhaltlichen Argumenten gibt es auch rechtliche Bedenken an der Einführung eines Bürgertickets. Das Bundesverwaltungsgericht stellt hohe Anforderungen an Bezahlssysteme, die jeden treffen: „Kann der Einzelne [...] frei darüber entscheiden, ob er eine Leistung in Anspruch nimmt, muss feststehen, dass die Mitglieder eines abgegrenzten Personenkreises von der angebotenen Nutzungsmöglichkeit nahezu geschlossen Gebrauch machen. Daher ist es ausgeschlossen, Vorzugsleistungen bereits für die Bereitstellung [...] des öffentlichen Personennahverkehrs zu erheben, für deren weitest gehende Inanspruchnahme durch alle angesprochenen Personen sich keine tragfähige tatsächliche Grundlage findet“ (BVerwG, Urteil vom 18.3.2016 – 6C 6/15-, juris).

Grundsätzlich werden Maßnahmen, die den ÖPNV stärken, durch die Freie und Hansestadt Hamburg begrüßt. Das Bürgerticket stellt allerdings aus ihrer Sicht keine geeignete Maßnahme dar.

7.3.2 Nachrüstung von Euro-V-Bussen durch Optimierung der SCR-Filter

Alle Busse mit Euro-V-Norm, die in Hamburg verkehren, sind mit SCR-Filtertechnik ausgestattet. Der Begriff SCR steht für selektive katalytische Reduktion und bezeichnet eine Technik zur Reduktion von Stickoxiden in Abgasen von Verbrennungsmotoren. Laut Herstellerangaben muss für die ordnungsgemäße Funktion des SCR-Systems eine mittlere Katalysatortemperatur von mindestens 200°C vorliegen. Bei zu geringen Abgastemperaturen kann es hingegen zu erhöhten NO_x-Emissionen kommen, da die benötigte

Reaktionstemperatur für die Umwandlung von Stickoxiden in elementaren Stickstoff und Wasser mittels Harnstoff (Trägermittel AdBlue) nicht erreicht wird. Im Rahmen der Fortschreibung des LRP sollte untersucht werden, ob die benötigten Abgastemperaturen auch im Innenstadt-Betrieb erreicht werden. Falls nicht, sollte weiterhin geklärt werden, ob ggf. durch technische Nachrüstung der SCR-Technik die NO_x -Emissionen reduziert werden können.

Hierzu wurden durch die Hamburger Hochbahn AG (HHA) und die VHH die Abgastemperaturen auf repräsentativen Routen mit Innenstadtrecken erfasst und ausgewertet. Die Daten wurden als Tagesganglinien zur Verfügung gestellt. Folgende Randbedingungen wurden bei der Untersuchung beachtet:

- Die Repräsentativität der ausgewählten Linien für das Hamburger Bedienungsgebiet wurde sichergestellt, indem die untersuchten Linien im typischen Bedienungsgebiet der jeweiligen Betriebshöfe lagen und aufgrund ihrer Länge und ihres Fahrgastaufkommens einen nicht unerheblichen Anteil an der Gesamtnachfrage der jeweiligen Busunternehmen abdeckten. Zudem queren sie viele verschiedene Verkehrsknotenpunkte und spiegeln somit das typische Verkehrsaufkommen und die Staugefahr im innerstädtischen Hamburger Straßennetz wider. Die einzelnen Streckenabschnitte wurden während einer Messung mehrmals je Richtung befahren. Die Verkehrsqualität war im Tagesverlauf unterschiedlich.
- Die gefahrenen Durchschnittsgeschwindigkeiten weichen um maximal 10 % von den Fahrgeschwindigkeiten ab, die sich rechnerisch aus den Fahrplanzeiten der Linien ergeben. Somit können die Fahrtenverläufe ebenfalls als repräsentativ angesehen werden.
- Die Datenauslesung erfolgte außerhalb der Hamburger Schulferien in der KW 12 (21.-24.03.2016) um den üblichen Stadtverkehr inklusive an- und abschwellenden Berufsverkehr zu berücksichtigen, da es in den Ferien häufig zu einem geringeren Verkehrs- und Fahrgastaufkommen im Berufsverkehr kommt.
- Die meteorologischen Randbedingungen waren mit Temperaturen zwischen leichtem Frost am Morgen mit -3 °C und 11 °C am Tage sowie stellenweise leicht feuchtem, schnee- und eisfreiem Straßenbelag ebenfalls repräsentativ für Hamburg.

Im Ergebnis zeigte sich, dass ausgenommen der Startphasen mit kaltem Motor sowie unmittelbar nach Pausenzeiten, die Abgastemperaturen über der erforderlichen Temperatur von 200 °C lagen. Des Weiteren liegt der AdBlue-Verbrauch der HOCHBAHN-Flotte in der üblichen Verbrauchsspanne für Nutzfahrzeuge bzw. wurde die ordnungsgemäße AdBlue-Einspritzung nachgewiesen. Hieraus lässt sich ableiten, dass die Optimierung des SCR-Systems durch Nachrüstung in Hamburg nicht erforderlich ist.

7.3.3 Alternative Kraftstoffe

Ein wesentlicher Baustein zur Reduzierung der Stickoxidemissionen ist die Verkleinerung des Anteils von Dieselfahrzeugen in der Flottenzusammensetzung zugunsten von emissionsärmeren Antrieben. Der Hamburger Senat ergreift daher zahlreiche Maßnahmen, um die Flottenanteile von emissionsarmen und emissionsfreien Fahrzeugen zu erhöhen (vgl. Maßnahmenpakete „Elektromobilität“ und „Stadt als Vorbild“).

Neben Elektrofahrzeugen können jedoch auch mit alternativen Kraftstoffen betriebene Fahrzeuge deutlich geringere Emissionen aufweisen als konventionelle Dieselfahrzeuge. Daher wurde im Rahmen der Fortschreibung des Luftreinhalteplans geprüft, inwieweit der Einsatz bzw. die Förderung alternativer Kraftstoff-

fe in Hamburg geeignete Maßnahmen zur Reduktion der NO₂-Belastung darstellen könnten. Betrachtet wurden die Kraftstoffe Gtl (Gas to Liquid), Erdgas und HVO (Hydrated Vegetables Oils).

Gas to Liquid (GtL)

Shell GtL Fuel ist ein innovativer Dieselmotorkraftstoff, der aus Erdgas hergestellt wird. Laut Herstellerangaben liegt der Vorteil in seinen gegenüber konventionellem Diesel geringeren Emissionen, vor allem Stickoxiden (NO_x) und Feinstaub. Darüber hinaus hat GtL weniger Schwefelanteile als herkömmlicher Diesel. Als weiterer Vorteil wird herstellerseitig herausgestellt, dass der Einsatz des Kraftstoffes zu einer Verringerung von Motorenlärm führen kann.

Ein Nachteil von GtL ist sein Preis. Bei Bussen liegt der aktuelle Mehrpreis bei über zehn Cent je Liter. Der Einsatz von GtL verursacht bei den HADAG-Schiffen sogar Treibstoffmehrkosten von 25 bis 30 Prozent, da herkömmlicher Diesel entsprechend den gesetzlichen Vorgaben derzeit steuerbefreit ist.

Bisher wurde GtL bei zwei deutschen Verkehrsunternehmen erprobt. Im Ergebnis zeigten sich geringere Emissionen, vor allem bei NO_x (zwischen 7 bis zu 17 %), allerdings stieg der Kraftstoffverbrauch um bis zu fünf Prozent. Die Reduzierung von Emissionen variiert je nach Einsatzgebiet und Motorengröße etc. Der Emissionsvorteil von GtL ist bei Bussen auf die Busse mit der Euro-V-Norm (oder schlechter) begrenzt.

Der Einsatz von GtL in Hamburg würde eine Prüfung durch die Hochbahn voraussetzen, um einen eventuellen späteren Betrieb abzusichern und eine Datengrundlage für künftige Evaluationen zu schaffen. Allerdings hat die HOCHBAHN die notwendige Freigabe zum Einsatz von GtL bei den Fahrzeugherstellern mit den größten Anteilen an ihrer Euro-V-Busflotte (EvoBus und MAN) nicht erreichen können. Damit wäre die Nutzung von GtL auch hinsichtlich eventueller Garantieansprüche und wirtschaftlicher Folgen aus dem Verlust derselben risikobehaftet.

Der Einsatz von GtL führt zu Vorteilen bei den Emissionen von Bussen der Euro-V-Norm bzw. schlechter. Da diese Busse aber mittelfristig durch Euro-VI-Fahrzeuge ersetzt werden, werden die Emissionsvorteile damit sukzessive ebenfalls und ohne Mehrkosten erreicht. Vor diesem Hintergrund ist ein Einsatz von GtL nicht verhältnismäßig, da insbesondere mit einem hohen wirtschaftlichen Aufwand und Risiko verbunden.

Bei allen Schiffen der HPA wird GtL hingegen bereits eingesetzt (vgl. Kapitel 7.1.8).

Erdgas

Erdgas ist als alternativer Kraftstoff bereits seit Mitte der 1990er Jahre serienmäßig im Einsatz, dennoch gibt es bisher keine starke Verbreitung auf dem Markt. Der Bestand an Erdgasfahrzeugen stagniert bundesweit auf einem sehr niedrigen Niveau (0,18 % am Gesamtbestand bei Pkw). Gründe hierfür sind u.a.:

- die Hersteller bieten nur eine begrenzte Auswahl an Fahrzeugen an,
- die Anzahl an Erdgas-Tankstellen ist gering,
- die bundesweite Ermäßigung der Energiesteuer läuft am 31.12.2018 aus. Eine Weiterführung ist zwar vorgesehen, steht jedoch noch nicht fest.

Erdgasfahrzeuge haben geringere Stickoxid-Emissionen als Dieselfahrzeuge, emissionsseitig sind sie mit Benzinfahrzeugen gleichzusetzen. Eine deutliche Steigerung der Flottenanteile von Erdgasfahrzeugen könnte bei gleichzeitiger Abnahme der Anteile von Dieselfahrzeugen zu einer Verminderung der lokalen Stickoxidemissionen führen. Gleiches gilt jedoch bei einer Steigerung der Flottenanteile von Benzinfahrzeugen.

Das entscheidende Instrument bei der Emissionsberechnung von Kraftfahrzeugen, das HBEFA (Handbuch für Emissionsfaktoren), enthält aufgrund seiner geringen Verbreitung keine Emissionsfaktoren für Erdgasfahrzeuge. In Wirksamkeitsmodellierungen werden sie deshalb emissionsseitig mit Benzinfahrzeugen gleichgesetzt.

Ein Hamburger Förderprogramm speziell für Erdgasfahrzeuge wäre mit Blick auf eine nennenswerte kurz- bis mittelfristige NO_x-Einsparung nur dann zielführend, wenn dadurch eine breite Substitution von Diesel-Pkw erfolgen würde. Um die oben genannten Hemmnisse für den Nutzer auszugleichen und Erdgasfahrzeuge als attraktive Alternative zum Dieselfahrzeug in Hamburg herauszustellen, müsste die Förderung pro Fahrzeug erheblich sein. Weiterhin sind neben finanziellen und praktischen auch emotionale Hemmnisse zu beachten. Dies betrifft insbesondere Sicherheitsaspekte. Eine Förderung für Benzinfahrzeuge hätte emissionsseitig die gleiche Wirkung.

In der Abwägung erscheint es sinnvoller, sich auf die Förderung von zukunftsweisender emissionsfreier Elektromobilität zu konzentrieren.

Im Bereich der schweren Nutzfahrzeuge wird Erdgas in verflüssigter Form als LNG eingesetzt. Hier steht die Entwicklung jedoch noch weit am Anfang. Derzeit prüft die HPA verschiedene Standorte im Hamburger Hafen zum Aufbau einer LNG Tankstellen-Infrastruktur und arbeitet an einer Kooperation mit der Automobilindustrie. Ziel ist, eine Infrastruktur im norddeutschen Raum mit fünf bis sieben Tankstellen für ca. 150 LNG-Lkw in den Jahren 2017 bis 2018 zu errichten. Eine Berücksichtigung dieser Pläne konnte im Rahmen der Wirksamkeitsermittlung zur Fortschreibung des Luftreinhalteplans nicht erfolgen.

Biokraftstoff aus hydriertem Pflanzenöl (HVO)

Die als HVO (Hydrotreated Vegetable Oils) bezeichneten Biokraftstoffe werden zum Teil aus Abfällen, zum Teil auch aus der landwirtschaftlichen Primärproduktion gewonnen. Pilotprojekte mit diesen Kraftstoffen sind z. B. beim Flughafen Hamburg positiv hinsichtlich Mitteleinsatz und Wirkung verlaufen, so dass dort der gesamte Dieseleinsatz substituiert wird (vgl. Kapitel 7.1.9 Stadt als Vorbild). Die begleitenden Untersuchungen erfolgten bisher vor allem im Hinblick auf CO₂-Bilanzen und Partikelanzahl. Eine Quantifizierung der NO_x-Reduktionspotenziale ist daher aktuell nicht möglich.

Die Verwendung alternativer Kraftstoffe zur Eigenbetankung betrieblicher Flotten in Hamburg ist ein Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität. Die aktuellen Entwicklungen bei alternativen Kraftstoffen werden beobachtet und ggf. weitere sinnvolle Pilotprojekte initiiert. Eine breite Förderung von alternativen Kraftstoffen im gesamten Kfz-Bereich ist derzeit nicht realisierbar.

7.3.4 Haltverbote und Einbahnstraßen

Straßenverkehrliche Maßnahmen liegen in der Regelungskompetenz der Freien und Hansestadt Hamburg und sind somit in die Überlegungen zur Luftreinhalteplanung mit einzubeziehen. Im Kapitel 7.2 ist aufgeführt, welche rechtlich möglichen Maßnahmen vom Immissionsgutachter quantifiziert wurden.

Eine Maßnahme „absolutes oder eingeschränktes Halteverbot“ kann im Zusammenhang mit der Luftreinhaltung insbesondere relevant sein, wenn sie zu einer Verstärkung des Verkehrs und damit zu einer Reduzierung der Emissionen führt. Gleiches gilt für eine Einbahnstraßenregelung analog dem Modell in der Sierichstraße mit wechselnder Fahrtrichtung oder einer dauerhaften Regelung. Diese rechtlich möglichen Maßnahmen wurden fachlich geprüft.

Haltverbote

Im Stadtstraßensystem haben die meisten Straßen auch eine Erschließungsfunktion. Sie gewährleisten den Zugang zu den angrenzenden Flächen und dortigen Nutzungen für die Wohnerschließung, die Entsorgung oder zum Laden & Liefern. Halte- und Parkvorgänge sind damit in den meisten Fällen unerlässlich. Sie führen jedoch zum Teil zu für den Verkehrsfluss unerwünschten Effekten wie dem Parken in zweiter Reihe. Bei der in einem städtischen Umfeld gegebenen und „natürlichen“ Nutzung von Grundstücken entlang von Straßen ist es grundsätzlich nicht möglich, jedwede Form einer Mitnutzung des jeweiligen öffentlichen Straßenbereichs im unmittelbaren Umfeld von einer Inanspruchnahme auszuschließen. Den Grundeigentümern steht grundsätzlich ein Recht zu, Teile der Straße für ihre Zwecke im Sinne der Zweckbestimmung mit zu nutzen. Zufahrtsbeschränkungen (z. B. Ausschluss von Gehwegüberfahrten) und andere Beschränkungen wie z. B. Halte- und Parkverbote sind strenggenommen ganz bestimmten Straßenarten wie z. B. Autobahnen vorbehalten, die straßenrechtlich entsprechend zu widmen bzw. im Vorlauf planungsrechtlich entsprechend festzusetzen sind.

Beschränkungen im Sinne von Halteverboten bzw. Parkverboten sind somit rechtlich und auch politisch nur schwer umzusetzen. Bei Grundstücksnutzungen, insbesondere entlang wichtiger Hauptverkehrsstraßen, wo derartiges hinsichtlich einer Verbesserung des Verkehrsflusses angedacht werden könnte, muss eine Inanspruchnahme der Straßenverkehrsfläche für Lieferzwecke, die Entsorgung, Bau- und Instandsetzungsarbeiten (z. B. Baustofflieferungen) immer noch möglich sein. An Hauptverkehrsstraßen dient hierzu beispielsweise die Anordnung von Ladezonen. In der Praxis werden diese zum Teil zweckentfremdet und von Dauerparkern belegt. Eine geeignete Maßnahme z. B. zur Vermeidung des Parkens in zweiter Reihe kann im konkreten Einzelfall darin bestehen, den Parkraum konsequent zu überwachen. Sofern es die örtlichen Gegebenheiten zulassen, kann eine Ausweitung von Ladezonen eine geeignete Maßnahme sein. Die Kontrolle erfolgt durch das Parkraummanagement, das bereits im Maßnahmenpaket 3 enthalten ist und mit diesem quantifiziert wurde (siehe Kapitel 7.1.3).

Einbahnstraßenregelungen

Wie im vorherigen Kapitel beschrieben, hat das städtische Straßennetz nicht nur eine Verbindungsfunktion, sondern dient in erster Linie der Erschließung der jeweils angrenzenden Nutzungen. Dem steht eine Einbahnstraßenregelung entgegen, da dadurch die Orientierung und die direkte Erreichbarkeit, im Kfz- wie auch im straßengebundenen öffentlichen Verkehr, erheblich erschwert wird und regelmäßig Umwegfahrten erzwungen werden, die zu einer deutlichen Erhöhung der Verkehrsleistung, d.h. mehr Schadstoffemissionen führen.

Einbahnstraßen an sich führen nicht automatisch zu einer Verstärkung im Verkehrsfluss, da auch in Einbahnstraßensystemen die jeweiligen Störeinflüsse für einen stetigen Verkehrsfluss nicht unterbunden werden können (z. B. Baustellen, Ein-/Ausparkvorgänge usw.).

Insbesondere Radialstrecken mit hohem Verkehrsaufkommen sind in der Regel durch ausgeprägte Lastrichtungen (vormittags stadteinwärts, nachmittags stadtauswärts) gekennzeichnet. Gerade in diesen Fällen, aber auch im Falle ausgeglichener Lastverteilungen erfordert die Einrichtung von Einbahnstraßen eine Neuordnung der Verkehrsabwicklung im umgebenden Netz, um die jeweilige Gegenrichtung einer Einbahnstraße über andere Routen zu führen. Hierfür müssen wiederum ausreichende Netzkapazitäten vorhanden sein. Die Umverteilung hätte vor allem Mehrbelastungen auf anderen Straßen, ggf. in geschützten Bereichen, zur Folge.

In beengten Straßenraumsituationen, wie z. B. in historischen Stadtgrundrissen oder dichtbebauten Altbauquartieren stellen Einbahnstraßen eine verkehrsplanerische „Notlösung“ zur Erschließung dar. Zur Verflüssigung des Verkehrs werden sie auch gelegentlich auf Radialstrecken mit ausgeprägten Lastrichtungen bzw. bei stark „kommunizierenden Röhren“ (z. B. Nordkanalstraße, Spaldingstraße) eingesetzt. In einem solchen Fall ermöglichen Einbahnstraßen eine Steigerung der Leistungsfähigkeit sowie eine schnellere Fahrweise. Letzteres ist im innerstädtischen Straßenverkehr im Hinblick auf Verkehrssicherheitsaspekte nachteilig.

In den meisten Fällen würde die Einrichtung einer Einbahnstraße in einem Stadtstraßensystem mit einem wesentlichen Aufwand für straßenbauliche und straßenverkehrstechnische Anpassungen verbunden sein. Diese reichen von der geometrischen Anpassung von Knotenpunkten und Strecken über die Lichtsignaltechnik bis hin zu baulichen und betrieblichen Maßnahmen des ÖPNV.

Die genannten Argumente zeigen, dass die Einführung einer Einbahnstraße im Zusammenhang der Luftreinhalteplanung nur im seltenen Einzelfall eine geeignete Maßnahme darstellen kann.

7.3.5 Stadtgrün

In 2014 hat Hamburg eine umfassende Gründachstrategie ins Leben gerufen. Deren Ziel ist es, mindestens 70 Prozent sowohl der Neubauten als auch der geeigneten zu sanierenden, flachen oder flach geneigten Dächer zu begrünen. Bis 2019 fördert die Behörde für Umwelt und Energie den Bau von Gründächern mit drei Millionen Euro. Damit wird insbesondere ein wichtiger Beitrag geleistet zur Anpassung an den Klimawandel bei andauernder Verdichtung und Weiterentwicklung der kompakten Stadt. Die Zunahme begrünter Dächer oder auch Fassaden kann sich in der verdichteten inneren Stadt durch Feinstaubbindung, Verstoffwechslung von Luftschadstoffen und durch Sauerstoffproduktion auch positiv auf die Luftqualität auswirken. In Straßenabschnitten mit hoher Feinstaubbelastung kann die Begrünung und auch übrige Biomasse, durch Bindung von Feinstaubpartikeln und in sehr geringem Maße auch von Stickstoffdioxid, die lufthygienische Situation insgesamt verbessern. (Pugh, et al., 2012) Feinstäube ballen sich auf Blättern zu nicht lungengängigen größeren Partikeln zusammen und gelangen über die jährliche Erneuerung des Grünvolumens in physikalisch und chemisch veränderter Form in den Stoffkreislauf. (Ottel , et al., 2011); (Sternberg, et al., 2010)

Stadtgrün kann jedoch auch als Luftaustausch-Barriere wirken. So können z.B. eng gepflanzte Baumreihen den für die Verdünnung von NO₂ wichtigen Luftaustausch in engen Straßenschluchten deutlich behindern und damit eine unerwünschte Anreicherung von Luftschadstoffen in geringen Höhen begünstigen. Ein möglicher Beitrag von Stadtgrün zur Minderung kleinräumiger Belastungssituationen ist nicht quantifizierbar.

7.3.6 weitere Schifffahrtsmaßnahmen

Da die Schifffahrt internationalen Regelungen unterliegt, sind die Handlungs- bzw. Wirkungsspielräume von Maßnahmen für die Schifffahrt begrenzt. Dennoch setzt Hamburg die unter 7.1.8 aufgeführten Maßnahmen um. Da insbesondere die Seeschiffe einen sehr hohen Anteil an den Schiffsemissionen ausmachen, wurden darüber hinaus weitere Maßnahmen in diesem Bereich geprüft.

Kreuzschifffahrt

Hamburg bietet als einziger Standort weltweit drei verschiedene Formen der alternativen Energieversorgung an: Die einzige Landstromanlage Europas für Kreuzfahrtschiffe am Terminal Altona, die weltweit einzige Versorgung mit Strom von einer LNG Hybrid Barge am Terminal HafenCity und die Versorgung von Kreuzfahrtschiffen mit LNG von Land während der Liegezeit am Terminal Steinwerder. Hamburg bietet an allen Kreuzfahrtterminals eine alternative Energieversorgung an und steht damit im Vergleich mit anderen Häfen, auch den wichtigen kontinentaleuropäischen Nordsee-Häfen (sog. Nordrange) beim Aufbau einer externen Energieversorgung beispielhaft da. Durch das erworbene spezielle Know-how auf diesem Gebiet hebt sich Hamburg von anderen Standorten ab und kann eine Vorbildfunktion wahrnehmen. Diese Pilotprojekte dienen ebenfalls dazu, Erfahrungswerte zu sammeln, um auch andere Seeschiffe während der Liegezeit mit Strom versorgen zu können und hierfür geeignete Lösungen zu finden. Die Einführung einer allgemeinen Landstromabnahmepflicht für Kreuzfahrtschiffe wäre unverhältnismäßig, insbesondere vor dem Hintergrund des zu erwartenden deutlichen Rückgang der Anläufe im Hamburger Hafen, da bislang nur ein geringer Teil der den Hamburger Hafen anlaufenden Schiffe landstromfähig ist und eine Umrüstung der Schiffe erhebliche Investitionen auf Reedereiseite erforderlich machen würde. Damit würden sich die Standortbedingungen des Kreuzschifffahrtshafens Hamburg im Vergleich zu den Wettbewerbern deutlich verschlechtern und zu gravierenden Wertschöpfungsverlusten führen.

Containerschifffahrt

Der Hamburger Hafen hat einen Anteil von Containertransporten am Stückguttransport von über 98 Prozent. Somit wurde neben der Kreuzschifffahrt insbesondere die Containerschifffahrt betrachtet.

Von städtischer Seite kommen insbesondere landseitige Maßnahmen zur Reduktion der Schiffsemissionen während der Liegezeit in Betracht. Unter Berücksichtigung der nautischen Restriktionen und des Kosten-Nutzen-Verhältnisses ist in Hamburg lediglich eine alternative Stromversorgung z.B. durch Landstromanlagen umsetzbar. Hier setzt Hamburg bereits den Bau einer Landstromanlage um. Gleichzeitig verfolgt Hamburg einen technologieoffenen Ansatz, um unter Ausnutzung aller technischen Möglichkeiten und der Konkurrenz verschiedener Anbieter einen Preiswettbewerb und eine Kostensenkung zu erzielen. Insoweit wird auch durch Zusammenarbeit mit privaten Unternehmen an Lösungen für weitere alternative Energieversorgungen gearbeitet.

In diesem Zusammenhang wurde auch die zusätzliche Restriktion durch die verpflichtende Einführung einer Landstromabnahme geprüft.

Derzeit sind ca. 10 Prozent der Schiffe, die den Hamburger Hafen anlaufen, landstromfähig. Die Einführung einer Landstromabnahmepflicht für landstromfähige Schiffe würde somit nur bei maximal 10 Prozent der Schiffe greifen, 90 Prozent würden wie bisher emittieren. Solange die Kosten für Landstrom gegenüber dem an Bord produzierten Strom nicht konkurrenzfähig sind, ist mit hoher Sicherheit davon auszugehen, dass die 10 Prozent der landstromfähigen Schiffe durch nicht-landstromfähige Schiffe ersetzt werden. Letzteres gilt auch für die 90 Prozent der nicht-landstromfähigen Schiffe bei Einführung einer generellen Landstromabnahmepflicht.

Mit den aufgeführten Maßnahmen wird Hamburg bereits die möglichen landseitigen Maßnahmen zur effektiven Reduktion von Schiffsemissionen umsetzen. Eine gesetzliche Verpflichtung, einen festgelegten Emissionsgrenzwert am Liegeplatz einzuhalten bzw. Landstrom zu nutzen (wie sie z.B. durch die „Airborne Toxic Control Measure for Auxiliary Diesel Engines Operated on Ocean-Going Vessels At-Berth“ Regulierung oder den „San Pedro Bay Ports Clean Air Action Plan“ in Kalifornien besteht), ist nur auf europäischer bzw. internationaler Ebene möglich.

Lösungen auf Hamburger Ebene müssen den Realitäten der globalen Transportwirtschaft Rechnung tragen. Kostensteigerungen für die Reeder am Standort Hamburg verschlechtern grundsätzlich die strukturellen Standortbedingungen des Hamburger Hafens, insbesondere im Vergleich zu den Wettbewerbshäfen, und können zu einer Verlagerung des Schiffsverkehrs in andere Häfen führen. Günstige Standortbedingungen des Hamburger Hafens sind Voraussetzung dafür, dass Arbeitsplätze gesichert und geschaffen werden und die Wertschöpfung in der Metropolregion erhalten bleibt.

Vor diesem Hintergrund hat sich auch die Bundesregierung in ihrem Nationalen Hafenkonzept für die See- und Binnenhäfen 2015 zum Ziel gesetzt, Wettbewerbsverzerrungen aufgrund unterschiedlicher Umweltstandards zu vermeiden und deswegen auf europäischer und internationaler Ebene auf einheitliche Umwelt- und Klimastandards hinzuwirken.

Schiffsseitige Maßnahmen zur Emissionsreduktion können von staatlicher Seite zwar grundsätzlich unterstützt und gefördert, aber nicht ohne das Engagement der privaten Marktakteure umgesetzt werden. Diesen privaten Marktakteuren (insb. den Reedern) obliegt es, innovative Techniken zu testen, deren Marktreife zu prüfen und zügig einzusetzen. Hierzu zählen z.B. der Einsatz von LNG, Dual-Fuel-Motoren, sowie Brennstoffzellen und Methanol als Primärbrennstoff.

8 Zusammenfassung

Mit der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans legt Hamburg seine Strategie zur schnellstmöglichen Einhaltung des NO₂-Jahresmittelgrenzwertes vor, sie beruht auf einem iterativen Vorgehen.

Zunächst wurden alle relevanten gesamtstädtisch wirksamen Maßnahmen ermittelt, in 10 Maßnahmenpakete mit einer Vielzahl von Einzelmaßnahmen gegliedert und in ihrer Wirkung für die Prognosejahre 2020 und 2025 quantifiziert. Gleichzeitig wurde über diese sogenannten Basisszenarien festgestellt, wie sich die Luftbelastung in Hamburg ohne die Maßnahmen, allein durch die kontinuierliche Stadt- und Wirtschaftsentwicklung sowie durch die Flottenveränderung entwickeln würde.

Die erheblichen Anstrengungen, die Hamburg mit der Umsetzung der flächendeckend wirksamen Maßnahmen unternimmt, werden einen positiven Einfluss auf die Luftqualität entfalten. An dieser Stelle sei insbesondere auf die Modernisierung der Hamburgischen Fahrzeugflotte durch vorgezogene Beschaffungen modernster Fahrzeuge mit emissionsarmen und emissionsfreien Antrieben unter hohen zusätzlichen finanziellen Mitteleinsatz hingewiesen. Hinzu kommt die optimierte Einsatzplanung der ÖPNV-Linienbusse, bei der künftig auf Streckenabschnitten, für die eine potentielle Grenzwertüberschreitung modelliert wurde, gezielt Fahrzeuge mit besonders geringen NO_x-Emissionen eingesetzt werden, wodurch eine erhebliche NO₂-Reduktion erreicht wird.

Im Ergebnis zeigte sich, dass bei konsequenter Umsetzung aller in Kap. 7.1. beschriebenen gesamtstädtisch wirksamen Maßnahmen in Hamburg eine deutliche Verbesserung der Luftqualität im gesamten Stadtgebiet erreicht und damit die Schadstoffbelastung nicht nur an den vier verkehrsnahen Messstationen deutlich gesenkt wird. So verringert sich bis 2020 die Anzahl der im Modell betrachteten Straßenabschnitte mit potentiellen NO₂-Grenzwertüberschreitungen von 349 auf einer Gesamtlänge von 40,8 km auf 56 Abschnitte (6,5 km Gesamtlänge). Dies entspricht in 2020 nur noch 2 % der betrachteten Abschnitte mit einer potentiellen NO₂-Grenzwertüberschreitung. Hiervon sind in 2020 knapp 0,25 % (4.675 Anwohner) der Hamburger Bevölkerung (zurzeit 1,86 Mio.) betroffen.

Die Berechnungen haben ebenfalls gezeigt, dass der entscheidende Faktor für diesen Minderungseffekt die Umstellung der Kfz-Dieselfahrzeuge von derzeit stark Stickoxid-emittierenden konventionellen Fahrzeugen hin zu modernen, emissionsarmen oder emissionsfreien Antrieben ist. Die deutliche Verbesserung der Luftqualität in den Prognosejahren 2020 und 2025 ist im Wesentlichen auf die Flottenmodernisierung zurückzuführen. Dies macht einmal mehr das Dilemma deutlich, vor dem nicht nur Hamburg, sondern viele deutsche und europäische Metropolen stehen.

Nachdem im Rahmen der Maßnahmenprüfung ersichtlich wurde, dass die o.g. gesamtstädtisch wirksamen Maßnahmen und Einflussfaktoren zwar schon zu einer erheblichen Luftqualitätsverbesserung führen, eine schnellstmögliche Grenzwerteinhaltung im gesamten Stadtgebiet damit alleine jedoch nicht erzielbar ist, wurden für die wenigen noch verbleibenden Straßenabschnitte, an denen gemäß Modellierung weiterhin NO₂-Grenzwertüberschreitungen vorliegen, weitere lokal wirksame verkehrliche Maßnahmen geprüft. Dazu zählen sowohl Maßnahmen zur Verstetigung des Verkehrsflusses als auch verkehrsbeschränkte Maßnahmen. Soweit diese Maßnahmen an den jeweiligen Abschnitten im Einzelfall für eine NO₂-Reduktion geeignet sind, war sorgfältig abzuwägen, welche Maßnahmen unter dem Gesichtspunkt der Verhältnismäßigkeit und der tatsächlichen Umsetzbarkeit ergriffen werden können.

Folgende lokale Maßnahmen werden 3 336 Betroffene zusätzlich entlasten:

Tabelle 68: lokale Einzelmaßnahmen der 2. Fortschreibung des LRP für Hamburg, die zu Grenzwerteinhalten an diesen Stellen führen

Straße	Maßnahmen	Entlastung Betroffener
Max-Brauer-Allee	- Dieseldurchfahrtsbeschränkung - Einsatz emissionsarme Busse - Verstetigung	272
Stresemannstraße	- Einsatz emissionsarmer Busse - Lkw-Durchfahrtsbeschränkung	1515
Bergedorfer Straße	- Einsatz emissionsarmer Busse	333
Bahrenfelder Chaussee	- Einsatz emissionsarmer Busse - Verstetigung	202
Bernadottestraße / Holländische Reihe	- Einsatz emissionsarmer Busse - Drosselung	607
Großer Burstah	- Einsatz emissionsarmer Busse	13
Reeperbahn	- Einsatz emissionsarmer Busse - Weitere geeignete Maßnahmen	151
Holstenstraße	- Einsatz emissionsarmer Busse - Bereits in Planung befindliche Verstetigung im Rahmen der Busoptimierung - NO ₂ -Reduktion im Zusammenhang mit verkehrsbeschränkenden Maßnahmen an der Max-Brauer-Allee	243

Eine genaue Beschreibung der Detailprüfungen für die einzelnen Straßenabschnitte findet sich in Kap. 7.2.2.

Für einige wenige Straßenabschnitte konnten nach sorgfältiger Abwägung keine verhältnismäßigen Maßnahmen identifiziert werden, die zu einer kurzfristigen Grenzwerteinhalten führen werden. Dies gilt insbesondere dort, wo verkehrsbeschränkende Maßnahmen zu erheblichen Verkehrsverlagerungen und damit verbundenen zu Schadstoffbelastungen an anderen Straßenabschnitten führen würden. Gleichwohl werden auch die zur Verfügung stehenden geeigneten und verhältnismäßigen Maßnahmen ergriffen, um den NO₂-Grenzwerte schnellstmöglich einhalten zu können. Auch hierzu finden sich in Kap. 7.2 detaillierte Begründungen für jeden Straßenabschnitt.

Eine Besonderheit in Hamburg stellt der innenstadtnahe Hafen dar. Bezogen auf die absoluten NO_x-Emissionen ist der Schiffsverkehr mit knapp 8.000 Tonnen pro Jahr (Bezugsjahr 2013) der größte Emittent. Dies ist eine Situation, die in anderen Städten im Rahmen der Luftreinhalteplanung keinen oder einen deutlich geringeren Stellenwert hat. Daher wird an dieser Stelle auf diese besonderen Schwierigkeiten hingewiesen.

Auch wenn aufgrund der Entfernung und der größeren Emissionshöhen von einer weiträumigen Verteilung der luftgetragenen Schadstoffe aus dem Hafen auszugehen ist, kommt es doch in Hamburg immissionsseitig an einzelnen Straßenabschnitten zu Beiträgen, die zu der Erhöhung der städtischen Hintergrundbelastung beitragen. Dies betrifft insbesondere die Große Elbstraße, Neumühlen und die Palmaille, wo die Hintergrundbelastung bereits mindestens 80 % der Gesamtbelastung ausmacht.

Daher waren bei der Fortschreibung des Luftreinhalteplans auch Maßnahmen zur Reduktion der Schiffsemissionen zu prüfen.

Mit dem in Kapitel 7.1.8 ausführlich beschriebenen schiffsverkehrsbezogenen Maßnahmenpaket ergreift Hamburg Maßnahmen, die insbesondere zur Senkung der hafennahen Hintergrundbelastung beitragen werden.

Bei der Entwicklung von Klima- und Umweltstandards für die Schifffahrt ist ein kohärenter Rahmen mit global gültigen Regeln erforderlich, um einen effektiven Schutz der Umwelt unter Vermeidung von Wettbewerbsverzerrungen sicherzustellen. Eine breite Nutzung von alternativen Energieversorgungssystemen durch die Reedereien wird erst dann erreicht werden, wenn dieses Ziel international gemeinsam bewegt wird und zumindest in den europäischen Häfen einheitliche Rahmenbedingungen geschaffen werden. Deshalb wirken Hamburg und die Bundesregierung im Rahmen der IMO und der EU auf eine stetige Weiterentwicklung der bestehenden Standards und Regelwerke hin.

Gesamtergebnis nach Abschluss aller Prüfungen und Abwägungen

Insgesamt verbleibt nach Umsetzung der mit diesem Plan vorgestellten Maßnahmen lediglich eine geringe Zahl von 16 Straßenabschnitten mit einer Gesamtlänge von 1,8 km Länge (entsprechend 0,44 % des betrachteten Straßennetzes mit mindestens 5 000 Kfz/24h) mit 1 339 Betroffenen (0,07 % der Hamburger Bevölkerung), für die bis 2020 keine Grenzwerteinhaltung erreicht werden kann. Die Prognosen zeigen jedoch, dass in 2025 der Grenzwert an allen Straßenabschnitten in Hamburg mit den zusätzlich ergriffenen Maßnahmen eingehalten wird.

Senatsziel war es dabei, ausgewogen sowohl eine gute verkehrliche Erreichbarkeit in der Stadt als auch ein hohes Schutzniveau für die menschliche Gesundheit sicherzustellen

Auf zwei sehr kurzen Abschnitten wird es künftig eine Durchfahrtbeschränkung für bestimmte Fahrzeuge geben: auf einem Abschnitt der Max-Brauer-Allee von rund 600 Metern für Diesel-Pkw und Lkw (Ausnahme Euro 6/Euro VI) und in der Stresemannstraße für Diesel-Lkw (Ausnahme Euro VI) auf einer Strecke von 1,7 Kilometern. Der Anliegerverkehr und Linienbusse des ÖPNV sind davon nicht betroffen. Das ist vertretbar, weil für den Durchgangsverkehr leistungsfähige Alternativrouten existieren.

Literaturverzeichnis

- BAFU, 2015. *Gesundheitliche Wirkungen der NO₂-Belastung auf den Menschen*, Bern: Schweizer Bundesamt für Umwelt (BAFU) des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).
- BASSt, 2012. *Aktualisierung des MLuS 02 – Erstellung der RLuS*, Bergisch Gladbach: Bundesanstalt für Straßenwesen (BASSt).
- BWVI, 2017. *Platzhalter für bisher unveröffentlichten Bericht*, Hamburg: ARGUS Stadt- und Verkehrsplanung im Auftrag der Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation (BWVI).
- DNV GL, 2015. *LNG as Ship Fuel*, Hamburg: DNV GL SE.
- ISL, 2015. *Prognose des Umschlagpotenzials und des Modal Splits des Hamburger Hafens für die Jahre 2020, 2025 und 2030*. Bremen: Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL).
- IVU, 2016. *Berechnung der Schadstoffemissionen, die im Hamburger Landesgebiet aus Hausbrand und Kleingewerbe entstehen*. Freiburg: IVU Umwelt GmbH.
- IVU, 2017. *Platzhalter für bisher unveröffentlichten Bericht*, Freiburg: IVU Umwelt GmbH.
- KBA, 2016. *Fahrzeugzulassungen - Bestand an Kraftfahrzeugen nach Umwelt-Merkmalen 01.01.2016*, Flensburg: Kraftfahrtbundesamt (KBA).
- LK Argus, 2013. *Evaluierung von Tempo 30 an Hauptverkehrsstraßen in Berlin*, Berlin: LK Argus GmbH.
- LUBW, 2012. *Ersteinschätzung der Wirkung von Tempo 30 auf Hauptverkehrsstraßen auf die NO_x- und PM₁₀-Emissionen*, Karlsruhe: Aviso GmbH im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW).
- Ottel , M., Perini, K. & Haas, E., 2011. Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. *Building and Environment*, pp. 2287-2294.
- Pugh, T. A., MacKenzie, R. A., Whyatt, D. & Hewitt, N., 2012. Effectiveness of Green Infrastructure for Improvement of Air Quality in Urban Street Canyons. *Environment Science & Technology*, pp. 7692-7699.
- Starcrest, 2015. *Cargo handling equipment and locomotive emission estimates*, s.l.: s.n.
- Statistikamt Nord, 2016. *PKW-Neuzulassungen und Bestand in Hamburg*, Kiel: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (Statistikamt Nord).
- Statistikamt Nord, 2017. *Statistisches Jahrbuch Hamburg 2016/2017*. Hamburg: Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein (Statistikamt Nord).
- Sternberg, T., Vlies, H. & Edwards, M., 2010. Dust particulate absorption by ivy (*Hedera helix* L.) on historic walls in urban environments. *Science of the Total Environment*, pp. 162-168.
- UBA, 2014. *Luftqualität 2020/2030: Weiterentwicklung von Prognosen für Luftschadstoffe unter Berücksichtigung von Klimastrategien*, Dessau: Umweltbundesamt (UBA).
- UBA, 2016. *Luftqualität 2015*, Dessau: Umweltbundesamt (UBA).
- VMZ, 2017. *Platzhalter für bisher unveröffentlichten Bericht*, Berlin: VMZ Berlin Betreiber-Gesellschaft mbH.

WHO, 2013. *Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide*, Kopenhagen: World Health Organization (WHO).

Texte der nationalen Gesetze: www.gesetze-im-internet.de

EU-Recht: www.eurlex.eu

ENTWURF

Anhang I Lage der Messstationen

Tabelle 69: Messstationen des Luftmessnetzes Hamburg mit Koordinaten (UTM32)

Bez.	Name	Rechtswert	Hochwert	Messzeitraum
<i>Hintergrundmessstationen</i>				
80KT	Altona Elbhang	562611	5933342	seit 08.12.2011
21BI	Billbrook	571730	5931713	seit 01.01.1985
74BT	Billstedt	573088	5932744	16.06.2004- 19.01.2016
13ST	Sternschanze	564134	5935504	seit 01.03.1984
20VE	Veddel	567752	5930928	seit 01.07.1984
61WB	Wilhelmsburg	565692	5929231	seit 28.04.2000
82HF	Hafen/Kleiner Grasbrook	565068	5931587	Seit 29.09.2015
<i>Verkehrsmessstationen</i>				
68HB	Habichtstraße	569743	5938684	seit 01.01.2002
64KS	Kieler Straße	562563	5935470	seit 01.06.2001
70MB	Max-Brauer-Allee II	562473	5934507	seit 12.02.2002
17SM	Stresemannstraße	563414	5935091	seit 01.11.1991
<i>Ozonmessstationen</i>				
54BL	Blankenese-Baursberg	552066	5935753	21.12.1998 - 31. 01.2017
27TA	Tatenberg	571900	5927121	01.01.1985 - 23.01.2017
51BF	Bramfeld	573434	5943029	seit 06.04.1998
52NG	Neugraben	556885	5926120	seit 01.10.1998
<i>Sondermessstationen</i>				
72FI	Finkenwerder West	555949	5932255	seit 12.02.2004
73FW	Finkenwerder-Airbus	555123	5931705	seit 20.01.2004
24FL	Flughafen-Nord	565945	5943731	seit 01.12.1998

Lage der vier ortsfesten verkehrsnahen Luftmessstationen:



Abbildung 30: Lage der verkehrsnahen Messstation Stresemannstraße



Abbildung 31: Lage der verkehrsnahen Messstation Kieler Straße



Abbildung 32: Lage der verkehrsnahen Messstation Max-Brauer-Allee II



Abbildung 33: Lage der verkehrsnahen Messstation Habichtstraße

Anhang II Maßnahmen der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für Hamburg 2012

Ein Großteil der Maßnahmen aus dem Feld Mobilität und Schifffahrt wird auch mit der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans fortgeführt und hat Eingang in die Wirksamkeitsberechnung der Maßnahmenpakete gefunden, wohingegen bei den Energiemaßnahmen in den meisten Fällen von einer Aufnahme in den Plan abgesehen wurde. Dies ergibt sich aus der Tatsache, dass die Mehrheit der Maßnahmen Teil der energiepolitischen Kooperation mit den Energieversorgern Vattenfall und E.ON waren, welche mit dem Rückkauf der Energienetze durch die Freie und Hansestadt Hamburg keinen Bestand mehr hat.

Soweit möglich, wurden die Maßnahmen der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans den Maßnahmenpaketen der 2. Fortschreibung zugeordnet. Zu abgeschlossenen Maßnahmen oder solchen, die nicht weiter verfolgt werden, ist nachstehender Tabelle ein kurzer Erläuterungstext zu finden.

Tabelle 70: Maßnahmen der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans

Nr. (LRP-1)	Maßnahme	Status / MP
M 1	Maßnahmen zur Verbesserung des ÖPNV (allgemein)	MP 1
M 2	Umsetzung eines umfassenden Busbeschleunigungsprogramms	MP 1
M 3	Bau der U4 in die Hafencity	abgeschlossen
M 4	Barrierefreiheit im Schnellbahnbereich	MP 1
M 5	Zweigleisiger Ausbau der AKN-Strecke A1	teilweise abgeschlossen / MP 5
M 6	Verlängerung der U4 zu den Elbbrücken	MP 1
M 7	S-Bahn-Haltepunkt bei den Elbbrücken	MP 1
M 8	Elektrifizierung der AKN	MP 5
M 9	Kapazitätsausweitung auf der S-Bahn-Verbindung zwischen Hamburg und Altona (z. B. durch eine S 32)	MP 1
M 10	Bau der S4	MP 1
M 11	Haltepunkt Ottensen	MP 1
M 12	Partnerschaft für Luftgüte und schadstoffarme Mobilität	MP 3
M 13	Initiative 1.000 Elektrofahrzeuge für das Handwerk	MP 6
M 14	Förderung des Radverkehrs	MP 2
M 15	Ausweitung B+R	MP 3
M 16	Förderung des Fußgängerverkehrs	MP 3
M 17	Verbesserung der Parkraumbewirtschaftung	MP 3

Nr. (LRP-1)	Maßnahme	Status / MP
M 18	Verbesserung und Ausweitung P+R	MP 3
M 19	Pendlerportal	MP 3
M 20	CarSharing	MP 3
M 21	Mobilitätsservicepunkte der Hamburger Hochbahn AG	MP 3
M 22	Mobilitätsmanagement	MP 3
M 23	Verkehrsmanagement	MP 4
M 24	Verkehrsverstetigung/adaptive Netzsteuerung	umgesetzt
M 25	Streckenbeeinflussung BAB	umgesetzt
M 26	Elektromobilität	MP 6
M 27	Leitlinie für die Beschaffung von Fahrzeugen mit geringen CO ₂ - und Schadstoffemissionen	MP 9
M 28	Erneuerung der Busflotte der VHH	MP 5
M 29	Emissionsarme oder emissionsfreie Busse bei der Hamburger HOCHBAHN AG	MP 5
M 30	Emissionsreduzierung Hamburger Stadtrundfahrtenlinienbusse	MP 5
M 31	Emissionsreduzierung Hamburger Taxen durch Vergabe eines Umweltsiegels	MP3 (als Teil der Luftgütepartnerschaft)
M 32	UmweltPartnerschaft: Fuhrpark	MP3 (als Teil der Luftgütepartnerschaft)
M 33	Fuhrparkmanagement („Unternehmen für Ressourcenschutz“)	abgeschlossen
M 34	Reduzierung von Schadstoffemissionen bei der Durchführung von Baumaßnahmen	MP 9
M 35	Einführung eines IT-gestützten Verkehrsmanagements für den Hafen	umgesetzt
M 36	Nutzungsentgelt der Hafenbahn mit Umweltkomponente	MP 7
M 37	Modernisierung der Hafenbahn ¹	MP 7
M 38	Pilotprojekt für neuartige Lösung zur Reduktion von Stickoxid	abgeschlossen

Nr. (LRP-1)	Maßnahme	Status / MP
S 1	Hafengeld mit Umweltkomponente	MP 8
S 2	INTERREG-Projekt Clean North Sea Shipping	abgeschlossen
S 3	INTERREG-Projekt Clean Baltic Sea Shipping	abgeschlossen
S 4	Verwendung schwefelfreier Kraftstoffe für Schiffe und schwimmende Geräte der Hamburg Port Authority	umgesetzt
S 5	Prüfung des Einsatzes von LNG (Liquefied Natural Gas) als Schiffsbrennstoff	abgeschlossen
S 6	Landstrom	MP 8
S 7	Stärkung der Binnenschifffahrt	MP 8
E 1	Klimaschutzförderprogramm Solarthermie und Heizung	MP 10
E 2	IMPULS-Programm zur Qualifizierung von Architekten u. Handwerkern	In Umsetzung
E 3	Förderprogramm Wärmeschutz im Gebäudebestand	MP 10
E 4	Förderprogramm Modernisierung von Mietwohnungen	MP 10
E 5	Förderprogramm Hamburger Energiepass	MP 10 (zu E1, E03, E04)
E 6	Hamburgische Klimaschutzverordnung	In Umsetzung
E 7	ÖKOPROFIT	In Umsetzung
E 8	Energiepolitische Kooperation mit Vattenfall und E.ON	beendet
E 9	Ausbau der dezentralen Wärmeversorgung (E.ON-Gruppe)	beendet
E 10	Speicherkonzepte: Power to Gas (E.ON-Gruppe)	beendet
E 11	Speicherkonzepte: Multifunktionale Speicherkapazitäten (E.ON-Gruppe)	beendet
E 12	Ausbau dezentraler Kraftwärmekopplung (KWK) (E.ON-Gruppe)	beendet
E 13	Versorgungssicherung Wärmeverbund Ost (E.ON-Gruppe)	beendet
E 14	Auskopplung und Nutzung industrieller Abwärme als Heizenergie (E.ON-Gruppe)	beendet
E 15	Virtuelle Kraftwerke (E.ON-Gruppe)	beendet
E 16	Energieforschungs- und Modellprojekte (E.ON-Gruppe)	beendet
E 17	Zukünftige Energieversorgung Hamburgs (E.ON-Gruppe)	beendet
E 18	CO ₂ -mindernde Maßnahmen innerhalb der E.ON Hanse-Gruppe (E.ON-Gruppe)	beendet

Nr. (LRP-1)	Maßnahme	Status / MP
E 19	Erdgas als Kraftstoff (E.ON-Gruppe)	beendet
E 20	Innovationskraftwerk (Vattenfall-Gruppe)	nicht in LRP2 über- nommen
E 21	Weiterentwicklung des Standorts Tiefstack (Vattenfall-Gruppe)	beendet
E 22	Maßnahmen am Standort Haferweg (Vattenfall-Gruppe)	nicht in LRP2 über- nommen
E 23	Nutzung von Abwärme im Bereich Süderelbe (Vattenfall-Gruppe)	beendet
E 24	Reduzierung der CO ₂ -Emissionen des Erzeugungsportfolios (Vattenfall-Gruppe)	beendet
E 25	Ausbauziele in der Fernwärmeversorgung (Vattenfall-Gruppe)	nicht in LRP2 über- nommen
E 26	Virtuelles Kraftwerk (Vattenfall-Gruppe)	beendet
E 27	Intelligente Stromzähler (Vattenfall-Gruppe)	beendet
E 28	Dezentralisierung der Energienetze (Vattenfall-Gruppe)	beendet
E 29	Energieeffizienz (Vattenfall-Gruppe)	beendet
E 30	Energiekooperation Hamburger Hafen – Hamburg schafft die Energiewende –	nicht in LRP-2 auf- genommen
E 31	Versorgung Hamburger Kunden mit kohle- und atomstromfreien Energieprodukten sowie Biogas Unternehmen Hamburg Energie GmbH	nicht in LRP-2 auf- genommen
E 32	Versorgung der Stadt mit Erneuerbaren Energien – Windkraft und Photovoltaik Unternehmen Hamburg Energie (Erzeugung Erneuerbarer Ener- gien)	nicht in LRP-2 auf- genommen
E 33	Wärme aus Erneuerbaren Energien Unternehmen Hamburg Energie (Erzeugung Erneuerbarer Wärme)	nicht in LRP-2 auf- genommen
E 34	Energiebunker - Wärmespeicherung mit System Innovative Wärmekonzepte in Wilhelmsburg (IBA-Projekt)	umgesetzt
E 35	Energieberg Georgswerder Erneuerbare Energien in einem urbanen Umfeld (IBA-Projekt)	nicht in LRP-2 auf- genommen

Maßnahme M 3: Bau der U4 in die Hafencity

Der Betrieb der U4 in die Hafencity wurde im November 2012 auf dem Teilabschnitt Jungfernstieg - Überseequartier aufgenommen. Im August 2013 folgte die Erweiterung bis zur Haltestelle Hafencity Universität. Der Bau der weiteren Verlängerung bis zu den Elbbrücken wurde Anfang 2014 begonnen und soll in 2018 abgeschlossen sein.

Maßnahme M 5: Zweigleisiger Ausbau der AKN-Strecke A1

In den vergangenen Jahren erfolgte der abschnittsweise zweigleisige Ausbau dieser Strecke zwischen Eidelstedt Zentrum und Quickborn. Der Streckenabschnitt Hamburg-Schnelsen – Bönningstedt wurde im Dezember 2012 in Betrieb genommen. Eingleisigkeit besteht derzeit nur noch in der Einfahrt Hamburg-Eidelstedt und im Bereich Ellerau. Der Ausbau dieser Gleisabschnitte wird voraussichtlich bis 2020 umgesetzt (vgl. Maßnahmenpaket 5).

Maßnahme M 33: Fuhrparkmanagement „Unternehmen für Ressourcenschutz“

Die Maßnahme wurde aufgrund der Schwierigkeiten bei der Wirkungsabschätzung nicht in die Quantifizierung aufgenommen.

Maßnahme M 35: Einführung eines IT-gestützten Verkehrsmanagements für den Hafen (im Rahmen des Bundeskonjunkturprogramms II)

Die Verkehrsmanagement-Maßnahme M35 gliedert sich in die zwei Einzelmaßnahmen:

1. Verkehrliches Störfallmanagement Haupthafenroute:

Bezogen auf den Bereich Haupthafenroute sowie die Ausweichstrecken wurden im Hafen mit Mitteln aus dem Bundeskonjunkturprogramm II umfassende Verkehrsdetektionen zur Erfassung des Straßenverkehrs im Hafen installiert und mit der damit gewonnenen Datenbasis die Verkehrslage abgeleitet. Diese wird aufbereitet für die Verkehrsteilnehmer auf straßenseitig errichteten, dynamisch angesteuerten LED-Informationsschildern („DIVA - Dynamische Information zum Verkehrsaufkommen im Hafen“) angezeigt. Durch die IT-getragene Informationsvermittlung wird für die Verkehrsteilnehmer im Hafen Staus vermieden und der Verkehr flüssiger gestaltet.

Die Maßnahme wurde zwischen 2009 und 2011 durchgeführt.

2. Neugestaltung Nautische Zentrale:

Unter dem Eindruck der mittel- und langfristig zunehmenden Anzahl von Seeschiffsbewegungen zum und im Hamburger Hafen und der darin enthaltenen steigenden Anzahl von Großschiffen ergeben sich quantitative und qualitative Mehranforderungen an die Bediensteten der Nautischen Zentrale. Es erfolgte der Aufbau eines dynamischen Gesamtmodells des Hamburger Hafens mit Entwicklung innovativer Darstellungs-, Interaktions- und Zugriffsmöglichkeiten. Der sogenannte „Port Monitor“ liefert relevante Informationen über Schiffsbewegungen, aktuelle Baumaßnahmen, Behinderungen und Sperrungen, aktuelle Pegeldata und Brückendurchfahrtshöhen und bietet eine Schnittstelle für andere schiffsrelevante Informationen.

Die Maßnahme wurde zwischen 2010 und 2014 durchgeführt.

Maßnahme M 38: Pilotprojekt für eine neuartige Lösung zur Reduktion von Stickoxid

Hamburg hat gemeinsam mit der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt), der Eurovia GmbH und der Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und -bau GmbH (DEGES) ein Pilotprojekt für innovative Lösungen zur Stickstoffreduzierung im verkehrsnahen Raum durch besonderen Straßenbelag umgesetzt.

Das Verfahren beruht auf einer photokatalytischen Reaktion und ist sowohl im Labor als auch auf Straßen in Frankreich erfolgreich erprobt. Dabei oxidieren Stickoxide bei Kontakt mit Titandioxid und unter Einfluss ultravioletter Strahlung zu Nitrat. Das Titandioxid wird dazu in die Deckschicht der Fahrbahn eingebracht. Das Nitrat wird in unschädlichen Mengen mit dem Regenwasser abgespült. Mit dem Pilotprojekt soll vorab geklärt werden, wie sich das Verfahren unter den meteorologischen Bedingungen (UV-Strahlung, Regen) in Hamburg bewährt und wie sich die Deckschicht bei hoher Verkehrsbelastung verhält. Dazu wurden zwei Versuchsstrecken eingerichtet:

Auf der A7 wurde südlich des Elbtunnels ein etwa 100 m langer Abschnitt des Hauptfahrstreifens mit der speziellen Deckschicht versehen, um deren Haltbarkeit unter hoher Verkehrsbelastung nachzuweisen. Die Reduktion der Stickoxide selbst wurde am nordwestlichen Trog des Krohnstiegtunnels ermittelt. Hier wurde ein mehrjähriges Messprogramm durchgeführt, mit dem die NO_2 -Konzentrationen vor und nach Einbau des photokatalytischen Belages, aber auch für eine Bewertung wichtige Wind- und Strahlungsdaten gemessen und daraus die Minderungswirkung des Belages ermittelt werden sollte. Die Messungen wurden durch Simulationsberechnungen ergänzt.

Nach Herstellung des Belages auf der A7 traten anfänglich Verschlechterungen in der Querebenheit auf. Der Belag wies insgesamt nach einer Anfangsphase ein relatives konstantes und akzeptables Abnutzungsbild auf.

Am Krohnstiegtunnel traten vor allem Probleme an den Blockfugen des Trogbauwerkes auf. An diesen Stellen wies der Fahrbahnbelag nach einer Liegedauer von weniger als vier Jahren so gravierende Schäden auf, dass er Anfang 2016 ausgetauscht werden musste. Zwischen den Blockfugen war der Zustand des Belages mit dem Zustand auf der A7 vergleichbar.

Hinsichtlich der NO_2 -Konzentration konnte ein Minderungseffekt des Belages nachgewiesen werden – er liegt im speziellen Fall des Krohnstiegtunnels in etwa in der Größenordnung der Schwankungen der dort aufgetretenen natürlichen Effekte (Verkehrsmenge, Verkehrszusammensetzung, Meteorologie und Hintergrundbelastung) bzw. der Messunsicherheit und ist naturgemäß räumlich sehr stark auf die direkte Umgebung des Tunnelportales, an dem der Belag verbaut war, begrenzt. In direkter Nähe zum Tunnelportal werden knapp über 2 %, bzw. 1-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 -Minderung im Mittel der betrachteten Zeiträume erreicht, schon in etwa 40 m Abstand zum Portal (quer zur Straße) ist der Effekt auf unter 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ abgesunken.

Nach den Ergebnissen des Pilotprojekts konnte eine Minderungswirkung nachgewiesen werden, die jedoch stark abhängig vom Ort der Betrachtung und den örtlichen Randbedingungen ist. Die bautechnische Haltbarkeit fällt auf Grund der unterschiedlichen Randbedingungen an der A7 und am Krohnstiegtunnel sehr unterschiedlich aus.

Das Verhältnis von Aufwand und Nutzen muss in jedem Falle im Vorwege z. B. anhand einer Simulationsrechnung und einer gründlichen Prüfung der bautechnischen Randbedingungen geprüft und eingeschätzt werden.

Maßnahme S 2: INTERREG-Projekt Clean North Sea Shipping

Clean North Sea Shipping war ein von der Europäischen Union im Rahmen des INTERREG-IVB-Nordseeprogramms teilfinanziertes Projekt, an dem 20 Partner aus sämtlichen Nordseeanrainerstaaten (Häfen, Regionen, Behörden, Forschungseinrichtungen, Verbände, Energieversorger und Schiffsklassifikationsgesellschaften) mit einem Gesamtbudget von rund 4 Mio. Euro beteiligt waren.

Ziel des Projektes war es, die Verbreitung von Clean-Shipping-Technologien wie etwa Flüssigerdgas oder Landstrom zur Reduktion der Luftschadstoffemissionen des Schiffsverkehrs voranzubringen. Die Entwicklung einer Clean-Shipping-Strategie soll die politischen und strategischen Prozesse auf europäischer, nationaler und regionaler Ebene unterstützen. Grundlage der Strategieentwicklung waren u. a.: Ermittlung des Beitrags des Schiffsverkehrs zur Luftverunreinigung in den Küstenregionen und Hafenstädten, Bestimmung der Konzentration wichtiger Schadstoffe, Auswirkungen verschiedener Szenarien der Emissionsreduzierung auf die Schadstoffkonzentrationen. Analyse sämtlicher technischen Lösungen (Entwicklungsstand, Realisierbarkeit, Kosten) und ökonomischer Anreizinstrumente für deren Nutzung, Entwicklung von business concepts für Clean-Shipping-Technologien.

Im März 2014 fand die Abschlusskonferenz des Projekts in Bergen, Norwegen statt. Damit ist das Projekt inhaltlich beendet. Es liegen ein Abschlussbericht mit den Ergebnissen und politischen Vorschlägen vor. Das Projekt besitzt eine Homepage www.cnss.no und eine zusätzliche Seite, die detaillierte Informationen zu bestimmten Fragestellungen leistet www.cleantech.cnss.no/. In den Arbeitspaketen WP 4 und 5 wurden komplexe Studien (u.a. „Show Case LNG“, „Monitoring & Simulation of pollutant generation and spread“) erstellt, die der Öffentlichkeit in Kürze zur Verfügung stehen werden.

Maßnahme S 3: INTERREG-Projekt Clean Baltic Sea Shipping

Clean Baltic Sea Shipping war ein von der Europäischen Union im Rahmen des INTERREG-Programms für die Ostseeregion teilfinanziertes Projekt, an dem 21 Partner aus sämtlichen EU-Ostseeanrainerstaaten (Häfen, Regionen, Behörden, Forschungseinrichtungen und Verbände) mit einem Gesamtbudget von rund 2,8 Mio. Euro beteiligt sind. Als assoziierte Partner ohne Budgetbeteiligung nehmen außerdem Energieversorger und Reedereien teil.

Das Projekt zielte vor dem Hintergrund der Eutrophierung der Ostsee und der Luftverunreinigung in den Hafenstädten darauf ab, u. a. durch die Entwicklung einer Strategie für saubere Schifffahrt, die Vorbereitung von Pilotprojekten zur Realisierung von Technologien zur Reduzierung von Luftschadstoffemissionen des Schiffsverkehrs und die Vorstellung von Best-Practice-Beispielen für umweltfreundlich differenzierte Hafengebühren einen Beitrag zur Verringerung der Schiffsemissionen und der Einleitung von Schiffsabwasser in die Ostsee zu leisten.

Die Abschlusskonferenz fand am 4./5.9.2013 in Trelleborg, Schweden statt. Auf dieser wurde der Abschlussbericht vorgestellt. Er enthält Vorschläge und Politikempfehlungen zu den o.g. Bereichen sowie zur Einführung und dem Ausbau von Landstrom-Anlagen. Das Projekt kooperiert mit anderen Projekten im Hinblick auf die Luftverschmutzung von Schiffen, wie z. B. mit dem Projekt BSR InnoShip.

CLEAN BALTIC SEA SHIPPING hat zu einer Reihe von Pionierprojekten zur Reduzierung der Luftverschmutzung geführt, die von den Partnern ausgeführt werden.

Maßnahme S 4: Verwendung schwefelfreier Kraftstoffe für Schiffe und schwimmende Geräte der Hamburg Port Authority

Die HPA wollte, ihrer Vorreiterrolle entsprechend, die Abgasemissionen der eigenen Schiffs- und Fahrzeugflotte untersuchen und schädliche Emissionen reduzieren. 2009 wurde die Bebungung der von der HPA betriebenen Schiffe und schwimmenden Geräte in einem Pilotprojekt von Marinediesel auf schwefelfreien Lkw-Diesel nach DIN EN 590 umgestellt. Wie bei landseitigen Verkehren festgelegt, enthält dieser maximal 10 ppm Schwefel (<0,001 %) und gilt als schwefelfrei. Gleichmaßen werden die PM-Emissionen signifikant reduziert. Der Pilotversuch wurde im Mai 2011 erfolgreich abgeschlossen und in die dauerhafte Umsetzung gebracht.

Maßnahme S 5: Prüfung des Einsatzes von LNG (Liquefied Natural Gas) als Kraftstoff für die Schifffahrt sowie für den Güterverkehr mit Lkw und Bahn

Die Nutzung von LNG (Liquefied Natural Gas) als Schiffskraftstoff bietet gegenüber der Nutzung von konventionellem Marine Diesel eine erhebliche Emissionsminderung. Um eine LNG Infrastruktur im Hamburger Hafen aufzubauen, sind jedoch vorab eine Vielzahl von Fragen zu klären. Die HPA hatte daher von 2012-2014 eine Studie durchgeführt, um Potenziale und Realisierungsmöglichkeiten von LNG im Schiffs-, Bahn- und Lkw-Verkehr zu prüfen. Dabei spielten die Ermittlung der organisatorischen, technischen, wirtschaftlichen und genehmigungsrechtlichen Randbedingungen für den Transport, die Lagerung und den Umschlag im Hamburger Hafen inkl. der Klärung infrastruktureller Fragestellungen, wie die Einrichtung von Bunkerstationen und der Einsatz von Bunkerschiffen, die wesentlichen Rollen. Mit dem Abschluss der Studie wurde der Grundstein zur Nutzung von LNG im Hamburger Hafen gelegt.

Maßnahme E 2: IMPULS-Programm zur Quantifizierung von Architekten und Handwerkern und Maßnahme E 5: Förderprogramm Hamburger Energiepass

Diese Maßnahmen beraten und informieren über energetische Sanierungen. In der Mehrheit der Fälle kann angenommen werden, dass diese Maßnahmen Investitionen in energetischen Sanierungen unter Inanspruchnahme der Förderprogramme E 1, E 3 und E 3 nach sich ziehen. Der Minderungseffekt auf Luftschadstoffemissionen wird daher diesen Förderprogrammen in dem Maßnahmenpaket 10 zugerechnet.

Maßnahme E 6: Hamburgische Klimaschutzverordnung

Mit der am 1.7.2008 in Kraft getretenen Hamburgischen Klimaschutzverordnung (HmbKliSchVO) hat Hamburg als erstes Bundesland energetische Standards für Baumaßnahmen flächendeckend festgelegt, die über die damalige Energieeinsparverordnung des Bundes (EnEV) von 2007 hinausging und auch heute einige Anforderungen der EnEV 2016 übertrifft. Die HmbKliSchVO setzt dabei auf eine Kombination von Energieeinsparung und effizienter Energieumwandlung. Es werden Anforderungen an den Wärmeschutz und die Effizienz von Heizungsanlagen bei neuen Gebäuden sowie den Wärmeschutz bei bestimmten Modernisierungen im Gebäudebestand festgelegt.

Maßnahme E 7: Ökoprotit

Die Maßnahme wird weitergeführt. Eine Wirkungsabschätzung war jedoch nicht möglich, daher konnte sie nicht in die Quantifizierung der Maßnahmen der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans aufgenommen werden.

Maßnahme E 8: Energiepolitische Kooperation mit Vattenfall und E.ON mit den Einzelmaßnahmen E 9- E 19, E 21, E 23, E 24, E 26 - E 29

Die Maßnahmen waren Teil des „Energiekonzepts für Hamburg - Kooperationsvereinbarung zur zukunftsorientierten Strom- und Fernwärmeversorgung“ vom 28.11.2011. Diese wurde mit Vattenfall am 30. Januar 2014 formal beendet. Mit EON war die Vereinbarung bereits vorher erloschen, da eine entsprechende Klausel mit Bezug zum Volksentscheid Vertragsbestandteil war. Es steht zu vermuten, dass einige der Maßnahmen zumindest in Teilen von den Unternehmen im Rahmen des normalen Geschäftes fortgeführt wird. Mit Aufkündigung der Vereinbarung fehlt jedoch die Grundlage für eine entsprechende Steuerung durch die Freie und Hansestadt Hamburg.

Maßnahme E 20: Innovationskraftwerk als Ersatz für Wedel (Vattenfall)

Die Überlegung ein Gaskraftwerk am Standort Wedel (Innovationskraftwerk) zu bauen, wird derzeit nicht weiter verfolgt. Bisher gibt es keine Entscheidung für eine alternative Anlagenkonfiguration. Die diskutierten Alternativen beinhalten sowohl die Nutzung von Wärme aus Industrieanlagen und der Müllverbrennung als auch die Nutzung weiterer erneuerbarer Energieträger. Die Ersatzlösung wird gesamthaft mit großer Wahrscheinlichkeit zu einer Senkung der Luftschadstoffemissionen beitragen.

Maßnahme E 22: Maßnahmen am Standort Haferweg und

Maßnahme E 25: Ausbauziele in der Fernwärmeversorgung

Das Hamburger Fernwärmenetz wird derzeit und in absehbarer Zukunft durch den Anschluss von ca. 7 000 Wohneinheiten pro Jahr ausgebaut. Dieser Ausbau verdrängt schwerpunktmäßig Einzelheizungen, was grundsätzlich lokal zu einer Luftschadstoffsenkung in Wohngebieten führen kann. Diese konnte jedoch im Rahmen der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans nicht quantifiziert werden.

Das Kraftwerk Haferweg dient dazu, Spitzenlastbedarfe abzudecken, die sich aus dem Fernwärmeausbau der letzten Jahre und auch aus dem geplanten weiteren Fernwärmeausbau ergeben. Die Inbetriebnahme ist für 2017 geplant. Das Kraftwerk Haferweg führt lokal am Standort zu Luftschadstoffemissionen, denen die Emissionseinsparungen bei Ersatz von Einzelheizungen durch Fernwärme gegenüberstehen. Eine Bilanzierung konnte im Rahmen der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans nicht durchgeführt werden.

Maßnahme E 30: Energiekooperation Hamburger Hafen,

Maßnahme E 31: Kundenversorgung mit kohle- und atomstromfreien Energieprodukten aus Biogas,

Maßnahme E 32: Versorgung der Stadt mit Windkraft und Photovoltaik und

Maßnahme E 35: Energieberg Georgswerder

Die Einspeisung von umweltfreundlichem Strom in das europäische Verbundnetz führt nur in seltenen Ausnahmefällen zu einer tatsächlichen Veränderung der Stromerzeugung auf Hamburger Gebiet, so dass nicht von einer signifikanten Veränderung der Luftschadstoff-Emissionen in Hamburg ausgegangen werden kann.

Maßnahme E 33: Wärme aus Erneuerbaren Energien

Die laut Planung von Hamburg Energie im Betrachtungszeitraum aus erneuerbaren Energien in neu errichteten Anlagen erzeugte Wärme wird ausschließlich in BHKWs erzeugt. Diese Erzeugungsmethode ist zwar sehr effizient, führt jedoch lokal am Standort zu Luftschadstoffemissionen und ist damit nicht pauschal mit einer Verbesserung der Luftbelastung verbunden. Für eine Wirksamkeitsbetrachtung im Rahmen der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans waren keine ausreichenden Informationen über Emissionseinsparungen und -zunahmen verfügbar.

Maßnahme E 34: Energiebunker – Wärmespeicherung mit System - Innovative Wärmekonzepte in Wilhelmsburg

Im Zusammenhang mit der Internationalen Bauausstellung IBA entstand im Wilhelmsburger Flakbunker ein großer Energiespeicher, in dem Wärme aus unterschiedlichen erneuerbaren Quellen gesammelt wird. Er ist der Kern für ein Wärmenetz, das seit Anfang 2017 rund 1.650 Wohnungen mit Wärme versorgt, die vorher mit Einzelfeuerungen versorgt wurden.

Anhang III Maßnahmenblätter zu den Maßnahmenpaketen der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für Hamburg 2017

Maßnahmenpaket 1: Ausbau ÖPNV

Maßnahmenpaket	<i>Ausbau des ÖPNV</i>						
Wirksamkeit	<i>Gesamtstädtische NO_x-Emissionsminderung</i> 2020: 15 t/a gegenüber Basisszenario 2020 2025: 41 t/a gegenüber Basisszenario 2025						
Beschreibung/Zielsetzung des Maßnahmenpaketes							
<p>Der ÖPNV ist das Rückgrat des Hamburger Personenverkehrs. Der Hamburger Verkehrsverbund (HVV) verzeichnete im Jahr 2015 745 Mio. Fahrgäste. Das 8700 km² große Bedienungsgebiet, das die gesamte Fläche Hamburgs und weite Teile des Umlands umfasst, wird neben dem Regional- und Vorortverkehr mit 20 RE- und RB-Linien sowie drei A-Linien durch 147 km S-Bahn-Netz mit 68 Haltestellen, 105 km U-Bahn-Netz mit 91 Haltestellen sowie einem umfangreichen und nach verkehrlichen Aufgaben gestaffeltem Bussystem mit Metro-, Stadt-, Schnell-, Eil- und Nachtbussen erschlossen.</p> <p>Auf einigen Relationen stoßen die Kapazitäten derzeit an ihre Grenzen. Die vielfältigen Erweiterungs- und Optimierungsmaßnahmen sowohl des Bussystems als auch des Schienenpersonenverkehrs werden die Kapazitäten sowie die Attraktivität steigern, so dass es zu Verlagerungen vom MIV hin zum ÖPNV geben wird.</p> <p>Das Maßnahmenpaket umfasst die folgenden quantifizierten Einzelmaßnahmen:</p>							
<ul style="list-style-type: none"> U4-Verlängerung Elbbrücken mitkehr und Abstellanlage Mit dem Bau der U4 in die Hafencity wird die ÖPNV-Erschließung des Gebietes mit einem Schnellbahnsystem sichergestellt. Der erste Neubau-Abschnitt führt vom Jungfernstieg in die Hafencity und wurde im November 2012 in Betrieb genommen. Die Verlängerung bis zu den Elbbrücken wurde Anfang 2014 begonnen. 							
<table border="1"> <tr> <td>Projektträger</td> <td>Hamburger Hochbahn AG (HHA)</td> </tr> <tr> <td>Mittelleinsatz</td> <td>178,2 Mio. Euro</td> </tr> <tr> <td>Realisierungszeitraum</td> <td>Realisierung läuft, Inbetriebnahme Ende 2018</td> </tr> </table>	Projektträger	Hamburger Hochbahn AG (HHA)	Mittelleinsatz	178,2 Mio. Euro	Realisierungszeitraum	Realisierung läuft, Inbetriebnahme Ende 2018	
Projektträger	Hamburger Hochbahn AG (HHA)						
Mittelleinsatz	178,2 Mio. Euro						
Realisierungszeitraum	Realisierung läuft, Inbetriebnahme Ende 2018						
<ul style="list-style-type: none"> S-Bahnhaltepunkt Elbbrücken An den Elbbrücken wird auch der neue S-Bahn-Haltepunkt Elbbrücken liegen. Durch diesen wird nicht nur die Anbindung der Hafencity an den Süden Hamburgs verbessert, sondern auch der Umstieg zwischen U- und S-Bahn ermöglicht. 							
<table border="1"> <tr> <td>Projektträger</td> <td>DB Station & Service, DB Netz AG, DB Energie</td> </tr> <tr> <td>Mittelleinsatz</td> <td>43,39 Mio. Euro</td> </tr> <tr> <td>Realisierungszeitraum</td> <td>Inbetriebnahme Verkehrsstation Ende 2018; anschließend Bau Überdachung bis Ende 2019</td> </tr> </table>	Projektträger	DB Station & Service, DB Netz AG, DB Energie	Mittelleinsatz	43,39 Mio. Euro	Realisierungszeitraum	Inbetriebnahme Verkehrsstation Ende 2018; anschließend Bau Überdachung bis Ende 2019	
Projektträger	DB Station & Service, DB Netz AG, DB Energie						
Mittelleinsatz	43,39 Mio. Euro						
Realisierungszeitraum	Inbetriebnahme Verkehrsstation Ende 2018; anschließend Bau Überdachung bis Ende 2019						
<ul style="list-style-type: none"> U4-Verlängerung Horner Geest Mit der Verlängerung der U4 zur Horner Geest am östlichen Linienast der U-Bahn-Linie werden bestehende und neu entwickelte Wohngebiete im Bereich der Horner Geest an das U-Bahn-Netz angebunden und für die Anwohner eine direkte und umsteigefreie Verbindung in die Innenstadt geschaffen. 							

Bisher wird die U4 auf den bestehenden Gleisanlagen der U2 nach Billstedt geführt. Zukünftig soll die Strecke an der Horner Rennbahn ausfädeln und auf eigenen Gleisanlagen zunächst bis zur neuen Haltestelle Dannerallee weiterführen.

Projektträger	Hamburger Hochbahn AG (HHA)
Mitteleinsatz	Planungsmittel 15 Mio. Euro, Angaben zu Bau- und sonstigen Kosten noch nicht möglich
Realisierungszeitraum	HHA strebt Baubeginn Ende 2019 an

- **U-Bahn-Haltestpunkt Oldenfelde**

Ebenfalls der Erschließung von Wohngebieten dient die neue U-Bahn-Haltestelle Oldenfelde der Linie U1. Diese liegt zwischen den relativ weit auseinanderliegenden Haltestellen Farmsen und Berne.

Projektträger	Hamburger Hochbahn AG (HHA)
Mitteleinsatz	Zuwendung/Regiomittel (20 Mio. Euro gemäß Drs. 21/7348)
Realisierungszeitraum	Baubeginn 2018, Inbetriebnahme 2019

- **S-Bahnhaltestpunkt Ottensen**

Ein weiterer neuer Haltepunkt wird die S-Bahn-Station Ottensen sein. Diese wird zwischen den Haltepunkten Altona und Bahrenfeld auf der S-Bahn-Linie S1/S11 liegen und dort die Erschließung des dicht besiedelten Umfeldes, das sich zudem in einem Entwicklungsprozess befindet, übernehmen.

Projektträger	DB Station & Service, DB Netz AG
Mitteleinsatz	23,2 Mio. Euro
Realisierungszeitraum	Baubeginn Frühjahr 2018, Inbetriebnahme 2020

- **Bau der S4**

Die Gesamtkonzeption der S-Bahn-Linie S4 sieht den Betrieb von Hamburg-Altona (-Nord) nach Ahrensburg-Gartenholz und eine Weiterführung über Bargteheide nach Bad Oldesloe vor. Auf Hamburger Gebiet sind 6 Haltestellen geplant, von denen 4 neu eingerichtet werden. Diese Maßnahme dient nicht nur dem Personennahverkehr, sondern durch sie wird einerseits die Strecke Hamburg-Lübeck entlastet und andererseits auch Bahnsteigkapazitäten im Hamburger Hauptbahnhof geschaffen, die dann für weitere Züge im Nah- und Fernverkehr zur Verfügung stehen. Die Teilinbetriebnahme für den Abschnitt Hamburg-Hasselbrook – Rahlstedt wird voraussichtlich 2024 sein. Es ist darüber hinaus angedacht, die S4 zukünftig um einen Ast von Hamburg-Altona(-Nord) über Pinneberg und Elmshorn nach Itzehoe bzw. Wrist (ggf. bis Kellinghusen) zu erweitern.

Projektträger	DB Station & Service, DB Netz AG, DB Energie
Mitteleinsatz	948,6 Mio. Euro
Realisierungszeitraum	Gesamteinbetriebnahme 2027; Teilinbetriebnahme bis Rahlstedt 2024

- **S-Bahnkapazität Harburg-Altona**

Zur Abdeckung von erwarteten Nachfragezuwächsen (z. B. aus der neuen Station Elbbrücken oder allgemein erhöhter Nachfrage) wird die S-Bahnkapazität zwischen Harburg und Altona durch vermehrtem Langzugeinsatz auf der Linie S3 oder Bestellung zusätzlicher Zugfahrten, z. B. in Form einer dritten S-Bahn-Linie im 10-Minuten-Takt auf der Harburger S-Bahn, erweitert. In Abhängigkeit der Verfügbarkeit der zusätzlich benötigten Fahrzeuge sind diese Maßnahmen ab Dezember 2018 umsetzbar.

Projektträger	BWVI als Besteller ggü. S-Bahn Hamburg GmbH
Mitteleinsatz	Verkehrsvertrag ; Regio-Mittel (bis zu 6 Mio. Euro p.a. gemäß Drs. 21/6615)
Realisierungszeitraum	Ab Dez. 2018 kontinuierlich

- **Barrierefreiheit im Schnellbahnbereich**

Viele Haltestellen der S- und U-Bahnen sind bereits heute barrierefrei gestaltet. Um den mobilitätseingeschränkten Personen die Nutzung der Schnellbahnen weiter zu erleichtern, sollen bis Mitte der 2020er Jahre alle Schnellbahn-Haltestellen auf Hamburger Gebiet barrierefrei ausgebaut sein. Dazu zählen der Einbau von Aufzügen zum Bahnsteig, die Voll- oder Teilerhöhung der Bahnsteige zum niveaugleichen Ein- und Ausstieg auf den Haltestellen sowie der Einbau von Orientierungssystemen. Mit der ersten Stufe des Ausbauprogramms wurde 2011 begonnen, die 2. Stufe läuft seit Frühjahr 2016.

Projektträger	Hamburger Hochbahn AG und DB AG
Mitteleinsatz ²	Hamburger Hochbahn AG in Bezug auf U-Bahn-Haltestellen: Zuwendung/Regiomittel, Gesamtkostenangabe noch nicht möglich DB AG: Finanzierung erfolgt durch Eigenmittel der DB AG sowie aus Bundesmitteln im Rahmen des sogenannten Programms zur Steigerung der Haltestellenattraktivität, Gesamtkostenangabe noch nicht möglich
Realisierungszeitraum	Kontinuierlich, Barrierefreiheit aller Schnellbahnstationen bis 2022

- **Programm zur Verbesserung des Bussystems**

Die Maßnahmen im Schnellbahnbereich werden ergänzt durch das Programm zur Verbesserung des Bussystems. Dieses Programm aus der 20. Legislaturperiode wurde inzwischen erweitert zu einem Programm, das für Hauptverkehrs- und wichtige Bezirksstraßen zur Verfügung steht und nicht nur einen möglichst störungs- und barrierefreien Busbetrieb sicherstellt, sondern auch, dass der Radverkehr sicher auf der Straße geführt wird, die Aufenthaltsqualität für Fußgängerinnen und Fußgänger steigt, Platz für Bäume bereit gehalten wird und die Belange des örtlichen Einzelhandels (Anlieferung, Auslagen) sowie des ruhenden Verkehrs angemessen berücksichtigt werden. Diverse Teilmaßnahmen des Programms wurden bereits fertiggestellt und sind auch nachweislich erfolgreich (z. B. Metrobuslinien 5 und 7). Weitere Maßnahmen werden fortlaufend bis 2020 umgesetzt.

Für Busbeschleunigung:

Projektträger	LSBG, Hamburger Hochbahn AG, VHH
Mitteleinsatz	Ausbauziel A: 157 Mio. Euro, Ausbauziel B: 102 Mio. Euro
Realisierungszeitraum	Ausbauziel A (2012-2019) , Ausbauziel B (2017-2020)

- **Verstärkung der Fährlinie 62**

Im Fährverkehr wird es auf der Linie 62 ab 2017 an den Wochenenden und Feiertagen zwischen Ostern und Oktober tagsüber eine Taktverdichtung von 15 auf 10 Minuten geben. Darüber hinaus ist es unter bestimmten technischen Voraussetzungen möglich, die Zahl der maximal zulässigen Fahrgäste auf den Schiffen von 250 auf 380 Personen zu erhöhen. Für zwei Schiffe hat die HADAG bereits die Zu-

² Angaben zum Mitteleinsatz fehlen, wenn die Kosten in der Höhe eher zu vernachlässigen sind, aus laufenden Mitteln übernommen oder zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht seriös quantifiziert werden können

lassung erhalten, für weitere sollen die entsprechenden Regelungen erwirkt werden.

Projektträger	HADAG Seetouristik und Fährdienst AG
Mittleinsatz ³	
Realisierungszeitraum	testweise bereits seit Sommer 2016

- **E-Ticketing/App**

Um auch von unterwegs einen Überblick über das HVV-Angebot zu haben oder sich z. B. eine Verbindung oder den Standort der nächsten Haltestelle und die Abfahrten in Echtzeit anzeigen zu lassen, bietet der HVV eine eigene App an. Zusätzlich zu den Haltestellen von Bus und Bahn werden auch die Standorte komplementärer Mobiliätsangebote wie Carsharing- oder StadtRad-Stationen angezeigt. Diese Angebote werden in Hamburg auf der Mobiltätsplattform Switchh zusammengeführt und können ebenso wie die Fahrkarten für den HVV (E-Ticketing) mobil über die HVV-App gebucht werden.

Projektträger	Hamburger Verkehrsverbund GmbH (HVV)
Mittleinsatz ⁴	
Realisierungszeitraum	Einführung E-Ticketing schrittweise ab 1.1.2017, die Weiterentwicklung der HVV-App erfolgt kontinuierlich

³ Angaben zum Mittleinsatz fehlen, wenn die Kosten in der Höhe eher zu vernachlässigen sind, aus laufenden Mitteln übernommen oder zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht seriös quantifiziert werden können

⁴ Angaben zum Mittleinsatz fehlen, wenn die Kosten in der Höhe eher zu vernachlässigen sind, aus laufenden Mitteln übernommen oder zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht seriös quantifiziert werden können

Maßnahmenpaket 2: Förderung des Radverkehrs

Maßnahmenpaket

Förderung des Radverkehrs

Wirksamkeit

Gesamtstädtische NO_x-Emissionsminderung

2020: 41 t/a gegenüber Basisszenario 2020

2025: 85 t/a gegenüber Basisszenario 2025

Beschreibung/Zielsetzung des Maßnahmenpaketes

Dem Radverkehr als Teil eines modernen Verkehrssystems ist ein hoher Stellenwert beizumessen. Radfahren verursacht praktisch keine Emissionen, die im Zusammenhang mit der Luftreinhaltung Probleme bereiten. Ziel ist es, Hamburg zu einer Fahrradstadt zu entwickeln. Dazu gehören eine – möglichst auch für Pedelecs und Lastenfahrräder – gut ausgebaute und ganzjährig sicher befahrbare Radverkehrsinfrastruktur sowie vielfältige Service- und Informationsangebote. Auch Pendler aus dem Umland brauchen gute Bedingungen. Komfortables und sicheres Fahrradparken soll in ganz Hamburg möglich sein – idealerweise auch für Pedelecs und Lastenfahrräder.

Durch die besseren Randbedingungen für den Radverkehr werden sich mehr Menschen für das Rad anstatt für den Pkw entscheiden. Im Ergebnis wird die Kfz-Belastung abnehmen.

Das Maßnahmenpaket umfasst die folgenden quantifizierten Einzelmaßnahmen:

- **Umsetzung Veloroutenkonzept**

Das Hamburger Veloroutennetz mit derzeit 14 stadtweiten Routen und ca. 280 km Länge bündelt den Alltagsverkehr bezirks- und stadtteilübergreifend auf möglichst verkehrsarmen Strecken und verbindet die Wohngebiete der inneren und äußeren Stadt mit den Stadtteilzentren und der City. Die Velorouten sollen ganzjährig und ganztägig sicher, zügig und komfortabel befahrbar sein. Die Befahrbarkeit ist auch bereits zum großen Teil gegeben, der Ausbauzustand aber teilweise noch an die Bedürfnisse des Radverkehrs anzupassen. Die Routen stellen das Grundgerüst des gesamtstädtischen Radverkehrsnetzes dar und bilden gleichzeitig das Rückgrat der bezirklichen Netze. Bestandteil des Veloroutennetzes wird auch eine attraktive Querungsmöglichkeiten der Norderelbe.

Projekträger	BWVI, HPA, Bezirksämter
Mittelausgaben	33 Mio. Euro
Realisierungszeitraum	Bis 2020

- **Optimierung der Radverkehrsinfrastruktur**

Hamburg hat sich zum Ziel gesetzt, die Radverkehrsinfrastruktur zu optimieren, d.h. das Niveau von Bau, Sanierung und Widmung von Radverkehrsanlagen im gesamten Hamburger Stadtgebiet auf 50 km pro Jahr zu steigern. Das Ziel soll vorrangig über den Veloroutenausbau erreicht werden. Zusätzlich sollen die bezirklichen Fahrradrouen sowie Radverkehrsanlagen entlang stärker befahrener Straßen einen wichtigen Beitrag dazu leisten. Bei der Neuplanung und bei der Planung von Straßenbaumaßnahmen im Bestand ist der Radverkehr daher regelhaft so zu berücksichtigen, dass die Radverkehrsführungen ein sicheres, zügiges und komfortables Fahren ermöglichen. Wo immer es sinnvoll und möglich ist, sollen Radfahrstreifen oder Schutzstreifen zum Einsatz kommen. Ebenso werden weitere Einbahnstraßen für den Radverkehr in Gegenrichtung freigegeben, sofern die rechtlichen Rahmenbedingungen gegeben sind. Im nachgeordneten Netz, insbesondere auf den Velo- und bezirklichen Fahrradrouen, werden verstärkt Fahrradstraßen eingerichtet. Für die selbstverständliche und flexible Nutzung des Fahrrads im Alltags- und Freizeitverkehr sind sichere, komfortable und zielnahe Möglichkeiten zum Fahrradparken (auch für Pedelecs und Lastenfahrräder) eine weitere wichtige Voraussetzung.

Projektträger	BWVI, HPA, Bezirksämter
Mitteleinsatz ⁵	
Realisierungszeitraum	Bis 2020

- **Radschnellwege planen und bauen**

Um ein Angebot für Radpendler zu schaffen und größere Entfernungen für den Radverkehr zu erschließen, die insbesondere mit Pedelecs mittlerweile mühelos bewältigt werden können, soll ein Netz von Radschnellwegen entwickelt und bis 2025 umgesetzt werden. Radschnellwege sollen das Veloroutennetz insbesondere an die Umlandkommunen anbinden und perspektivisch in ein regionales Radschnellwegenetz der Metropolregion Hamburg eingebunden sein.

Projektträger	BWVI, Bezirksämter
Mitteleinsatz	300.000 Euro (Konzepte)
Realisierungszeitraum	Planen bis 2020, Bauen bis 2025

- **StadtRad ausbauen und weiterentwickeln**

Eine weitere wichtige Maßnahme stellen der Ausbau und die Erweiterung des sehr erfolgreichen Fahrradleihsystem „StadtRAD Hamburg“ dar. Seit der Einführung wurde das System deutlich erweitert. Mitte 2016 stehen den ca. 355.000 Nutzern fast 2.500 Fahrräder an über 200 Stationen zur Verfügung. Weitere Stationen sind derzeit nicht vorgesehen, können sich aber bis zum Ende der Laufzeit (2018) des Betreibervertrages mit der DB Rent GmbH durch Firmenkooperationen ergeben. Eine Fortführung des Fahrradverleihsystems ab 1. Januar 2019 ist vorgesehen. Die BWVI wird die Neuausschreibung des Betreibervertrages vorbereiten und durchführen.

Projektträger	BWVI
Mitteleinsatz	2,6 Mio. Euro p.a.
Realisierungszeitraum	fortlaufend

- **Service und Kommunikation im Radverkehr**

Im Sinne einer ganzheitlichen Radverkehrsförderung sollen neben infrastrukturellen Maßnahmen auch Maßnahmen in den Bereichen Service und Kommunikation entwickelt und umgesetzt werden. Eine Kommunikationskampagne soll die Hamburgerinnen und Hamburger weiter dafür sensibilisieren, das Fahrrad als selbstverständliches Verkehrsmittel im Alltag und in der Freizeit zu nutzen sowie die gegenseitige Akzeptanz und Rücksichtnahme aller Verkehrsteilnehmer im Straßenverkehr steigern. Auch an Schulen soll das Thema Radverkehr etabliert werden. Das Radfahren in Hamburg muss ganzjährig sicher und komfortabel möglich sein. Daher wird der Winterdienst auf Radwegen weiter ausgeweitet und auch deren Reinigung von Herbstlaub verbessert. Um Probleme im Radverkehrsnetz sowie an Abstellanlagen direkt an die zuständigen Stellen melden zu können, wird der Melde-Michel, bei dem die Bürger Schäden an der öffentlichen Infrastruktur Hamburgs einfach melden können, für Radverkehrsanliegen weiterentwickelt. Zur Verbesserung der Datengrundlage werden zukünftig an wichtigen Radverkehrsachsen in jedem Bezirk Dauerzahlstellen eingerichtet, die das Radverkehrsaufkommen in Echtzeit Tages- und jahresbezogen anzeigen.

Projektträger	BWVI
Mitteleinsatz	1,5 Mio. Euro p.a. (Kampagne)
Realisierungszeitraum	2018 bis 2020

⁵ Angaben zum Mitteleinsatz fehlen, wenn die Kosten in der Höhe eher zu vernachlässigen sind, aus laufenden Mitteln übernommen oder zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht seriös quantifiziert werden können

Maßnahmenpaket 3: Intermodale Angebote und Mobilitätsmanagement

Maßnahmenpaket	<i>Intermodale Angebote und Mobilitätsmanagement</i>						
Wirksamkeit	<i>Gesamtstädtische NO_x-Emissionsminderung</i> 2020: 132 t/a gegenüber Basisszenario 2020 2025: 134 t/a gegenüber Basisszenario 2025						
Beschreibung/Zielsetzung des Maßnahmenpaketes							
<p>Vernetzte und flexiblere Mobilitätsangebote steigern die Attraktivität des Umweltverbundes, denn diese Angebote erleichtern den Wechsel zwischen den verschiedenen Verkehrsträgern. Durch Mobilitätsmanagement werden Menschen in ihrem Mobilitätsverhalten vor allem beim Umstieg auf umweltfreundliche Verkehrsmittel unterstützt. Hierzu dienen Maßnahmen vor allem aus den Bereichen Kommunikation und Koordination. Auch durch das Parkraummanagement wird das Mobilitätsverhalten aktiv beeinflusst. Betriebliches Mobilitätsmanagement nutzt ebenfalls Angebote des Umweltverbundes und zielt darüber hinaus auf schadstoffarme, kleine Fuhrparks. Insgesamt zielen alle Maßnahmen darauf ab, den Umstieg auf den Umweltverbund zu erleichtern und schnelle und flexible Mobilität auch ohne private Pkw und mit schadstoffarmen Fahrzeugen zu ermöglichen. Dadurch wird sich die Verkehrsbelastung (DTV) reduzieren.</p> <p>Das Maßnahmenpaket umfasst die folgenden quantifizierten Einzelmaßnahmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Carsharing <p>Beim Carsharing ist zwischen zwei Varianten zu unterscheiden. Beim stationsbasierten Carsharing stehen die Fahrzeuge auf festen Stellplätzen, beim free-floating Carsharing dagegen innerhalb eines definierten Geschäftsgebietes frei verteilt im Straßenraum und können mit dem Smartphone geortet und gebucht werden. Beide Varianten sind in Hamburg erfolgreich, weisen aber unterschiedliche Nutzungsmuster auf bzw. sprechen unterschiedliche Zielgruppen an. Stationsbasiertes Carsharing wird im Gegensatz zum Free-Floating-Carsharing zumeist für längere Fahrten genutzt. Auch sind deren Nutzer ÖPNV-affiner und besitzen seltener einen Pkw. Laut Untersuchungen des Bundesverbandes für Carsharing werden je stationsbasiertem Carsharing-Fahrzeug bis zu vier private Pkw abgeschafft, in Innenstädten sogar bis zu 20 private Pkw. Beim free-floating Carsharing liegt die Ersatzquote nur zwischen 1:1 (Amsterdam) und 1:3 (Paris), das Angebot erreicht aber deutlich mehr Kunden (Bundesverband CarSharing, Juni 2016). Hamburg sieht in CarSharing-Systemen eine zukunftsweisende Mobilitätsform und wird deren Ausbau weiter aktiv begleiten.</p> <table border="1"> <tr> <td>Projektträger</td> <td>Carsharing-Unternehmen</td> </tr> <tr> <td>Mitteleinsatz⁶</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Realisierungszeitraum</td> <td>fortlaufend</td> </tr> </table> Mobilitätsservicepunkte („Switchh“) <p>Seit Mai 2013 errichtet die Hamburger Hochbahn AG an geeigneten Schnellbahn-Stationen Mobilitäts-Service-Punkte (MSP). An ihnen wird zusätzlich zum Angebot des ÖPNV komplementäre Mobilität in einer attraktiven Gestaltung leicht zugänglich angeboten. Dabei handelt es sich insbesondere um Fahrradabstellmöglichkeiten, Leihfahrradsysteme, CarSharing- und Mietwagenangebote. Die MSP stehen für die Nutzer der jeweiligen Angebote zur Verfügung. Über die Hamburger Mobilitätsplattform „Switchh“ funktioniert die Buchung bzw. Ausleihe besonders einfach. Mit der einmaligen An-</p> 		Projektträger	Carsharing-Unternehmen	Mitteleinsatz ⁶		Realisierungszeitraum	fortlaufend
Projektträger	Carsharing-Unternehmen						
Mitteleinsatz ⁶							
Realisierungszeitraum	fortlaufend						

⁶ Angaben zum Mitteleinsatz fehlen, wenn die Kosten in der Höhe eher zu vernachlässigen sind, aus laufenden Mitteln übernommen oder zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht seriös quantifiziert werden können

meldung bei „Switchh“ können die Nutzer frei zwischen den Angeboten wählen.

Projektträger	Hamburger Hochbahn AG in Verbindung mit der Hochbahn-Tochter hySOLUTIONS GmbH
Mitteleinsatz	Beteiligung der FHH durch Zuwendung/Regiomittel
Realisierungszeitraum	Kontinuierlich

- **Ausweitung B+R**

B+R hat den Umstieg vom Fahrrad auf den ÖPNV zum Ziel. Um das Angebot an Fahrradabstellanlagen sowohl quantitativ als auch qualitativ zu verbessern, wurde 2015 das B+R-Entwicklungskonzept beschlossen. Dieses beinhaltet u.a. die Schaffung von ca. 12.000 zusätzlichen Abstellmöglichkeiten für Fahrräder bis zum Jahre 2025. Zudem wird zukünftig die P+R-Betriebsgesellschaft mbH einheitlich den Betrieb aller B+R-Anlagen übernehmen sowie federführend für deren Planung und Bau zuständig sein.

Projektträger	BWVI, P+R GmbH
Mitteleinsatz	4,5 Mio. Euro p.a.
Realisierungszeitraum	Bis 2025

- **Förderung des Fußgängerverkehrs**

Die Förderung und Attraktivitätssteigerung des Zufußgehens erfolgt überwiegend integrativ im Rahmen des Neu-, Um- und Ausbaus sowie der Grundinstandsetzung von Straßen. Es stellt mithin eine Daueraufgabe dar. Besonders zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang Maßnahmen in der Innenstadt und den Bezirkszentren (z. B. Jungfernstieg, Neuer Wall, Große Bleichen, Dammtorstraße, Wandsbeker Marktstraße), wo die Flächen des Fußverkehrs deutlich vergrößert wurden. Dies erfolgte häufig im Rahmen eines Business Improvement District (BID).

Projektträger	BWVI
Mitteleinsatz	233.000 Euro p.a. (Betrieb)
Realisierungszeitraum	abgeschlossen

- **Verbesserung des Parkraummanagements**

Eine wichtige verkehrspolitische Steuerungsmöglichkeit stellt die Parkraumbewirtschaftung dar. Eine konsequente Überwachung des Parkraums erfolgt seit Mai 2014 und wurde stetig ausgeweitet. Die Maßnahmen sollen das Verkehrsverhalten beeinflussen und den Parksuchverkehr reduzieren.

Projektträger	BIS
Mitteleinsatz ⁷	
Realisierungszeitraum	fortlaufend

- **Luftgütepartnerschaft-**

Die Luftgütepartnerschaft wurde 2012 von der Behörde für Umwelt und Energie, der Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation, der Handelskammer Hamburg und der Handwerkskammer Hamburg initiiert und ist bis zum 31.12.2020 vereinbart. Das Ziel der Luftgütepartnerschaft ist es, zu besse-

⁷ Angaben zum Mitteleinsatz fehlen, wenn die Kosten in der Höhe eher zu vernachlässigen sind, aus laufenden Mitteln übernommen oder zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht seriös quantifiziert werden können

rer Luftqualität in Hamburg durch Förderung schadstoffarmer Mobilität in Unternehmen beizutragen. Sie deckt alle Themen der Mobilität ab, die ein Unternehmen durch seine betrieblichen Aktivitäten verursacht: Fuhrpark (Personen- und Gütertransport), Geschäftsreisen und den Weg zur Arbeit der Mitarbeiter.

Durch die Partnerschaft stellt die Freie und Hansestadt Hamburger Unternehmen eine Wissensbasis zur Verfügung: Informationen zu schadstoffarmer betrieblicher Mobilität werden im Internet, durch Newsletter und Informationsmaterial verbreitet. Die Freie und Hansestadt Hamburg und die Kammern bieten zusätzlich Informationsveranstaltungen an, Einzelberatungen erfolgen durch die Kammern in Zusammenarbeit mit der Umweltpartnerschaft. Durch die Verpflichtung, dass Unternehmen nach einem Jahr Teilnahme an der Luftgütepartnerschaft Maßnahmen der Geschäftsstelle vorlegen müssen, wird seit der Verlängerung der Partnerschaft Anfang 2016 verbindlich ein Leistungsnachweis eingefordert. Die Handelskammer lobt jährlich die Auszeichnung „Luftgütepartner des Jahres“ aus, bei der die Luftgütepartner- Unternehmen die Möglichkeit haben, sich mit ihren Maßnahmen bewerben. Mit der Partnerschaft hat die Freie und Hansestadt Hamburg ein Netzwerk aufgebaut mit dem der Austausch unter Hamburger Unternehmen und zwischen Unternehmen und Akteuren bzw. Anbietern von schadstoffarmer Mobilität gefördert wird. Jährlich organisiert die Freie und Hansestadt Hamburg die Aktionswoche, in der Unternehmen aufgefordert sind, schadstoffarme Mobilität in ihrem Betrieb auszuprobieren oder zu etablieren.

2016 wurde das Projekt „Betriebliche Mobilität zukunftsfähig gestalten“ durch die BUE im Rahmen der Luftgütepartnerschaft entwickelt und Mittel dafür akquiriert.

Projektträger	BUE, BWVI, Handelskammer, Handwerkskammer
Mittelleinsatz	10.000 € jährlich
Realisierungszeitraum	Bis 2020

- **Projekt „Betriebliche Mobilität zukunftsfähig gestalten“**

Um - über die bisherigen Aktivitäten der Luftgütepartnerschaft hinaus - weitere Hamburger Unternehmen aktiv bei der Umsetzung und Entwicklung von Maßnahmen zur Schadstoffreduktion im Rahmen der betrieblichen Mobilität zu unterstützen, wurde durch die BUE das Projekt „Betriebliche Mobilität zukunftsfähig gestalten“ initiiert. Das Projekt startet im Frühjahr 2017 mit dem Ziel, in/mit Hamburger Unternehmen und Mobilitätsakteuren innovative, nachahmenswerte Maßnahmen betrieblicher Mobilität zu entwickeln, umzusetzen und zu kommunizieren. Die Maßnahmen sollen in der Form gestaltet sein, dass sie leicht von anderen Unternehmen aufgegriffen, auf die eigenen Bedürfnisse angepasst und eingeführt werden können.

Projektträger	BUE
Mittelleinsatz	800.000 €
Realisierungszeitraum	2017-2019

Maßnahmenpaket 4: Verkehrsmanagement

Maßnahmenpaket	Verkehrsmanagement						
Wirksamkeit	<i>Gesamtstädtische NO_x-Emissionsminderung</i> 2020: 8 t/a gegenüber Basisszenario 2020 2025: 16 t/a gegenüber Basisszenario 2025						
Beschreibung/Zielsetzung des Maßnahmenpaketes							
<p>Ziel des Verkehrsmanagements ist es, die vorhandene Verkehrsinfrastruktur sowohl räumlich als auch zeitlich effizient zu nutzen und so den Anforderungen des wachsenden Wirtschafts- und Güterverkehrs und den individuellen, privaten Mobilitätsbedürfnissen gerecht zu werden. Verkehrsmanagement stellt eine Daueraufgabe dar. Im Bereich Verkehrsmanagement werden fortlaufend Anpassungen und Ergänzungen vorgenommen. Der Digitalisierung, den innovativen Technologien und ressourcenschonenden sowie effizienten Transporten gehört dabei die Zukunft. Vordergründiges Ziel ist es, einen möglichst stetigen Verkehrsfluss zu ermöglichen. Einzelne, im Zusammenhang der Luftreinhaltung relevante Maßnahmen zu identifizieren ist schwierig. Potenziale bietet der Bereich der Citylogistik.</p> <p>Dieses Thema wird von Hamburg u.a. durch das Konzept Modellregion „Smart Last Mile Logistics (Nachhaltige Metropol Logistik)“ - „SMILE“ vorangetrieben, wobei es Ziel ist, die Effizienz der Zustellverkehre zu erhöhen, die Steuerung des innerstädtischen Wirtschaftsverkehrs zu optimieren sowie die Umweltbelastungen zu reduzieren. In den nächsten Jahren sollen von Privatwirtschaft und öffentlicher Hand gemeinsam kreierte Projekte in der Modellregion Hamburg implementiert werden. Nach einem Erprobungszeitraum von zwei bis drei Jahren werden die Projekte bewertet und sofern erfolgreich weitergeführt.</p> <p>Perspektivisch sollen durch Kooperationsprojekte mit der Automobilindustrie z. B. im Bereich des automatisierten Fahrens oder zur verbesserten Verkehrssteuerung u.a. zu einer effizienteren Nutzung des Verkehrssystems und einer Verstetigung des Verkehrs führen. Damit verbunden wäre einer Minimierung von Emissionen. So wurde mit Abschluss eines Memorandum of Understanding mit VW eine strategische Mobilitätspartnerschaft beschlossen, die zum Ziel hat, gemeinsame Maßnahmen im o.g. Themenfeld zu entwickeln.</p>							
<ul style="list-style-type: none"> Citylogistik <table border="1" data-bbox="288 1294 1390 1393"> <tbody> <tr> <td data-bbox="288 1294 576 1328">Projektträger</td> <td data-bbox="576 1294 1390 1328">Verschiedene Pilotprojekte</td> </tr> <tr> <td data-bbox="288 1328 576 1361">Mittelleinsatz⁸</td> <td data-bbox="576 1328 1390 1361"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="288 1361 576 1393">Realisierungszeitraum</td> <td data-bbox="576 1361 1390 1393">Pilotphase jeweils ca. 2-3 Jahre</td> </tr> </tbody> </table> 		Projektträger	Verschiedene Pilotprojekte	Mittelleinsatz ⁸		Realisierungszeitraum	Pilotphase jeweils ca. 2-3 Jahre
Projektträger	Verschiedene Pilotprojekte						
Mittelleinsatz ⁸							
Realisierungszeitraum	Pilotphase jeweils ca. 2-3 Jahre						

⁸ Angaben zum Mittelleinsatz fehlen, wenn die Kosten in der Höhe eher zu vernachlässigen sind, aus laufenden Mitteln übernommen oder zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht seriös quantifiziert werden können

Maßnahmenpaket 5: Flottenmodernisierung Bus und Bahn

Maßnahmenpaket	Flottenmodernisierung Bus und Bahn
Wirksamkeit	<i>Gesamtstädtische NO_x-Emissionsminderung</i> 2020: 1 t/a gegenüber Basisszenario 2020 2025 11 t/a gegenüber Basisszenario 2025
Beschreibung/Zielsetzung des Maßnahmenpaketes	
<p>Mit der Leitlinie zur Beschaffung von Fahrzeugen mit geringen CO₂- und Schadstoffemissionen hat Hamburg bereits 2011 seinen Anspruch bekräftigt, in seinem Fuhrpark stets nur Fahrzeuge anzuschaffen, die den modernsten emissionsarmen Standards entsprechen. Ab 2020 sollen in Hamburg sogar ausschließlich emissionsfreie Busse angeschafft werden. Um dieses Ziel zu erreichen, werden Einsatz, Erprobung und sukzessive Etablierung klima- und umweltschonender Antriebstechnologien im ÖPNV bei den Verkehrsbetrieben stetig vorangetrieben. Im Schienenverkehr setzt Hamburg auf den Einsatz von Elektrolokomotiven sowie auf die Elektrifizierung der Schienenstrecken mit Wechselstrom.</p> <p>Das Maßnahmenpaket umfasst die folgenden quantifizierten Einzelmaßnahmen:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Busflottenmodernisierung VHH 	
Projektträger	Verkehrsbetriebe Hamburg Holstein GmbH
Mittelleinsatz ⁹	
Realisierungszeitraum	kontinuierlich
<ul style="list-style-type: none"> • Busflottenmodernisierung HOCHBAHN 	
Projektträger	Hamburger Hochbahn AG
Mittelleinsatz ¹⁰	
Realisierungszeitraum	kontinuierlich
<ul style="list-style-type: none"> • AKN Elektrifizierung <p>Mit dem Ausbau der 30 km langen AKN-Stammstrecke von Hamburg-Eidelstedt über Quickborn nach Kaltenkirchen (Linie A1) zu einer mit Wechselstrom elektrifizierten S-Bahn-Linie wird neben der Reduktion der Schadstoffemissionen durch wegfallende Dieselloks eine umsteigefreie Verbindung von Kaltenkirchen bis in die Hamburger Innenstadt geschaffen. Dadurch wird mit einer Erhöhung der Fahrgastzahlen von bis zu 10.000 Fahrgästen pro Tag gerechnet.</p>	
Projektträger	AKN als Zuwendungsempfänger von FHH und SH
Mittelleinsatz	REgio-Mittel; GVFG-Förderung vorgesehen (Kostenschätzung nicht abgeschlossen (derzeit 115 Mio. Euro))
Realisierungszeitraum	Beschluss vsl. Mitte 2018; Inbetriebnahme 2021

⁹ Angaben zum Mittelleinsatz fehlen, wenn die Kosten in der Höhe eher zu vernachlässigen sind, aus laufenden Mitteln übernommen oder zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht seriös quantifiziert werden können

¹⁰ Angaben zum Mittelleinsatz fehlen, wenn die Kosten in der Höhe eher zu vernachlässigen sind, aus laufenden Mitteln übernommen oder zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht seriös quantifiziert werden können

Maßnahmenpaket 6: Elektromobilität

Maßnahmenpaket

Elektromobilität

Wirksamkeit

Gesamtstädtische NO_x-Emissionsminderung

2020: 41 t/a gegenüber Basisszenario 2020

2025: 64 t/a gegenüber Basisszenario 2025

Beschreibung/Zielsetzung des Maßnahmenpaketes

Das Maßnahmenpaket umfasst die folgenden quantifizierten Einzelmaßnahmen:

- **Flottenprojekte im Rahmen von Bundesförderprogrammen**

Die erste Projektphase des von der Bundesregierung finanzierten Modellregion-Programms wurde zum Jahresende 2011 abgeschlossen. Seitdem werden Förderprogramme des Bundes in unterschiedlicher Ausgestaltung (als FuE-Programme oder als reine Beschaffungsvorhaben) fortgesetzt.

Projektträger	hySOLUTIONS mit diversen Projektpartnern (Fahrzeugherstellern, Leasinggesellschaften, Stadtplanungsbüros, Wohnungsbaugesellschaften, Mobilitätsdienstleistern, wissenschaftlichen Institutionen u.a.)
Mittelleinsatz ¹¹	Bundesregierung (BMVI), FHH (Behörden, Landesbetriebe, öff. Unternehmen)
Realisierungszeitraum	von 2009-2011 (Phase 1), 2012- 2017 (Phase 2), ab 2017 (Phase 3)

- **Masterplan Ladeinfrastruktur**

Der Masterplan Ladeinfrastruktur sieht einen bedarfsgerechten Ausbau der Ladeinfrastruktur auf Basis der in Hamburg erwarteten Fahrzeugzahlen vor. Bis Herbst 2017 werden insgesamt 600 Ladepunkte im öffentlich zugänglichen Raum zur Verfügung stehen.

Projektträger	BWVI – hySOLUTIONS – SNH
Mittelleinsatz	Bisher 4,7 Mio. Euro, weitere FHH-Mittel in Planung
Realisierungszeitraum	von 2014 bis 2017

- **Elektrifizierung der Carsharing-Flotten**

Hamburg strebt an, die Carsharingflotten (stationsgebunden und stationsungebunden) weitgehend auf Elektrofahrzeuge umzustellen. Hierzu soll zeitnah ein Konzept zur Umstellung der Flotten von den jeweiligen Betreibern konkretisiert werden. In Ergänzung zu den mit dem Masterplan umgesetzten Ladeinfrastruktur-Kontingenten soll in den beiden Folgejahren die Elektrifizierung des Carsharings durch den Aufbau weiterer öffentlich zugänglicher Ladepunkte sowie weiterer Ladepunkte auf den (nur Carsharingfahrzeugen zugänglichen) „switch“-Flächen unterstützt werden.

¹¹ Angaben zum Mittelleinsatz fehlen, wenn die Kosten in der Höhe eher zu vernachlässigen sind, aus laufenden Mitteln übernommen oder zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht seriös quantifiziert werden können

Projektträger	BWVI – Carsharingbetreiber – HOCHBAHN (switchh) – hySOLUTIONS – SNH
Mitteleinsatz ¹²	
Realisierungszeitraum	von 2017 bis 2019

- **Hamburg macht e-mobil: Beschaffungsmassnahmen der Kammern**

Um die Entwicklung weiter zu beschleunigen, haben die Handelskammer Hamburg (HK) und die Handwerkskammer Hamburg (HWK) gemeinsam im Herbst 2014 die Initiative "**Hamburg macht E-Mobil**" gestartet. Sie baut auf den Ergebnissen der im Rahmen des Projekts "Wirtschaft am Strom" durchgeföhrtten Potenzialanalyse und den Ergebnissen der Initiative "1.000 E-Fahrzeuge für Hamburger Handwerksbetriebe" auf. Sie ermöglicht Handwerks- und Handelskammermitgliedern beim Kauf eines Elektrofahrzeugs über die Initiative "Hamburg macht E-Mobil" bis zu **25 Prozent Nachlass** auf den Listenpreis.

Projektträger	HK – HWK–hySOLUTIONS
Mitteleinsatz ¹³	
Realisierungszeitraum	von 2014 fortlaufend

- **E-Taxen**

Steuern bilden nicht nur die größten Flotten im straÙengebundenen Personenverkehr, sie machen alternative Antriebe „erfahrbar“ für jedermann und erreichen Jahreskilometerleistungen von durchschnittlich über 60.000 km, so dass der Substitutionseffekt hier besonders deutlich ausfällt. Daher soll die Zahl von Elektrotaxen in Hamburg spürbar erhöht werden. Zur Unterstützung der Einsatzfähigkeit von E-Fahrzeugen in Steuertaxiflotten wird ein Teil der im Masterplan geplanten DC-Ladeinfrastruktur-Standorte mit besonderem Fokus auf deren Eignung für die Zielgruppe der Taxifahrer umgesetzt, wobei konkrete Standortwünsche aus dem Steuertaxigewerbe berücksichtigt werden. Durch zielgruppenspezifische Information über Fahrzeugangebote und Fördermöglichkeiten wird die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen im Steuertaxigewerbe gefördert. Darüber hinaus hat Hamburg ein Verfahren zur Änderung des Personenbeförderungsgesetzes in die Diskussion gebracht, um den Ländern und Kommunen die Möglichkeit zu geben, die Konzessionsvergabe bei Bussen und Steuern an den Aspekt der Emissionsfreiheit der vom Unternehmer eingesetzten Fahrzeuge knüpfen zu können.

Projektträger	BWVI – hySOLUTIONS
Mitteleinsatz	513.360 Euro (Mittel des Hamburger Klimaplanes)
Realisierungszeitraum	von 2014 fortlaufend

¹² Angaben zum Mitteleinsatz fehlen, wenn die Kosten in der Höhe eher zu vernachlässigen sind, aus laufenden Mitteln übernommen oder zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht seriös quantifiziert werden können

¹³ Angaben zum Mitteleinsatz fehlen, wenn die Kosten in der Höhe eher zu vernachlässigen sind, aus laufenden Mitteln übernommen oder zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht seriös quantifiziert werden können

Maßnahmenpaket 7: Hafenverkehrslogistik

Maßnahmenpaket *Hafenverkehrslogistik*

Wirksamkeit

Gesamtstädtische NO_x-Emissionsminderung

2020: 41 t/a gegenüber Basisszenario 2020

2025: 52 t/a gegenüber Basisszenario 2025

Beschreibung/Zielsetzung des Maßnahmenpaketes

Hamburg ist die größte Hafenstadt Deutschlands, der größte Eisenbahnhafen Europas und ein bedeutender Logistikstandort in Nord- und Mitteleuropa. Der Gütertransport per Bahn ist dabei der schnellste und umweltfreundlichste Transportweg. Es ist zentrales Ziel der Hamburger Verkehrspolitik, den hohen Anteil des Verkehrsträgers Schiene sowohl hafenintern als auch in den Seehafenhinterlandtransporten sicherzustellen und weiter zu steigern. Der verbleibende Gütertransport per Lkw soll möglichst emissionsarm und effizient gestaltet werden.

Das Maßnahmenpaket umfasst die folgenden quantifizierten Einzelmaßnahmen:

- **Hafenbahnmodernisierung**

Durch den Ausbau des Schienennetzes sowie durch moderne und effiziente Methoden zur Güterverkehrssteuerung sollen die Emissionen der Hafenbahn verringert und die ökologisch bestmögliche Verkehrsträgerverteilung generiert werden. Die Berechnung der Wirksamkeit dieser Maßnahme beruht auf der Annahme, dass durch den Ausbau der Bahn-Infrastruktur der Anteil der Bahn am Modal Split der Hinterlandverkehre zusätzlich zur prognostizierten Entwicklung* um je einen Prozentpunkt in 2020 und 2025 steigt - bei gleichzeitiger Absenkung des Lkw-Anteils um je einen Prozentpunkt. Basis der Emissionsberechnungen ist die Studie „Prognose des Umschlagpotenzials und des Modal Splits des Hamburger Hafens für die Jahre 2020, 2025 und 2030“ (ISL, 2015)).

Projektträger	BWVI - HPA
Mittelleinsatz	Insg. bis 2025 ca. 450 Mio. €, davon bis 2020 ca. 350. Mio. €;
Realisierungszeitraum	von 2010 bis 2025

- **Freiwillige Selbstbeschränkung im Hafen auf Lkw mit Euro-V- und Euro-VI-Norm**

Hamburg wird bei den Beteiligten darauf hinwirken, dass die Terminals im Wege einer freiwilligen Selbstbeschränkung möglichst nur noch durch Lkw mit mindestens Euro-V-Norm abgefertigt werden. Die Umrüstung der Lkw soll mit einem Anreizprogramm erleichtert und somit die Substitution älterer Lkw mit Euro-I- bis Euro-IV-Norm beschleunigt werden. Es wird eine Erhöhung des Anteils von Lkw mit mind. Euro-V-Norm auf 95 % bis 2020 bzw. auf 100 % bis 2025 gegenüber der voraussichtlichen Flottenzusammensetzung gemäß HBEFA (93 % in 2020 und 98 % in 2025) angestrebt.

Projektträger	BWVI - HPA
Mittelleinsatz	Es wird ein nicht-monetäres Anreizsystem angestrebt.
Realisierungszeitraum	von 2017 bis 2025

- **Das Maßnahmenprogramm „smartPORT logistics“**

„smartPORT logistics (SPL)“ ist ein strategisches Maßnahmenprogramm der HPA und steht für die Entwicklung von intelligenten Lösungen für den Verkehrs- und Warenfluss im Hamburger Hafen unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten. Im Fokus steht dabei das Management von Infrastruktur, Verkehr- und Warenströmen. Das Programm umfasst seit 2014 mehr als 19 ineinandergreifende Projekte, welche die Bausteine für Detektions-, Informations-, Steuerungs-, Kommunikations-

und Anreizsysteme schaffen.

Trotz Erhöhung der Verkehrsleistung durch die steigenden Umschläge wird die Qualität des straßenseitigen Verkehrsablaufes durch die Maßnahme konstant gehalten und die Effizienz der Infrastruktur erhöht. Eine gute Verkehrsqualität garantiert einen stetigen Verkehrsfluss, reduziert Brems- und Anfahrvorgänge und reduziert somit Luftschadstoffe.

Projektträger	BWVI - HPA
Mitteleinsatz	HPA, Business Partnerschaften sowie EU-Fördermittel (für SPL 25 Mio. € EU-Fördervolumen bis 2025 beantragt)
Realisierungszeitraum	von 2014 bis 2025

ENTWURF

Maßnahmenpaket 8: Schifffahrt

Maßnahmenpaket

Schifffahrt

Wirksamkeit

Gesamtstädtische NO_x-Emissionsminderung
 2020: 268 t/a gegenüber Basisszenario 2020
 2025: 709 t/a gegenüber Basisszenario 2025

Beschreibung/Zielsetzung des Maßnahmenpaketes

Der Hamburger Hafen ist Deutschlands größter Seehafen und die stärkste Drehscheibe für die Ostseeverkehr. Um bei steigenden Wachstumsprognosen die Belastung der Emissionen aus der Schifffahrt für die Stadt gering zu halten, werden vielseitig Lösungsansätze und Potenziale untersucht bzw. bereits zur Anwendung gebracht. Der Hamburger Hafen ist seit 2015 auch der zweitgrößte Binnenschiffshafen in Deutschland. Der Gütertransport per Binnenschiff ist dabei einer der umweltfreundlichsten Transportwege, daher sollen die Binnenschifffahrt weiter gestärkt und die Hinterlandverkehre ausgebaut werden.

Das Maßnahmenpaket umfasst die folgenden quantifizierten Einzelmaßnahmen:

- **Landstromanschluss Altona und LNG Hybrid Barge**

Durch die feste Landstromanlage am Kreuzfahrtterminal Altona sowie über die mobile Stromversorgung per LNG Hybrid Barge in der HafenCity will der Senat die Emissionen der Kreuzfahrtschiffe während der Liegezeit senken und die Luftqualität in der Stadt Hamburg verbessern. Die Landstromanlage zur emissionsfreien Stromversorgung der Kreuzfahrtschiffe am Terminal Altona ging im Juni 2016 in die Pilotphase und im Mai 2017 in den Regelbetrieb. Die LNG Hybrid Barge der Fa. Becker Marine Systems (BMS) ist seit Mai 2015 im Einsatz.

Die Berechnung der Wirksamkeit dieser Maßnahme basiert auf folgenden Annahmen: Durch die feste Landstromanlage in Altona sowie durch die LNG Hybrid Barge in der HafenCity sollen in 2020 15 % der Anläufe von Kreuzfahrtschiffen und in 2025 20 % der Anläufe von Kreuzfahrtschiffen mit Landstrom versorgt werden. Grundlage der Emissionsberechnungen ist das Tool „Elbsimulation“, welches das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) im Auftrag der HPA entwickelt hat.

Projektträger	BWVI - HPA
Mitteleinsatz	Das Investitionsvolumen für die landseitige Infrastruktur der Hybrid Barge und den Bau der Landstromanlage Altona betrug insgesamt 14 Mio. €.
Realisierungszeitraum	von 2015/2016 bis 2025

- **Externe Energieversorgung von Containerschiffen**

Hamburg wird den Einstieg in die externe Energieversorgung von Containerschiffen schaffen, um die Emissionen während der Liegezeiten der Schiffe zu senken und die Luftqualität im Hafen und in der Metropolregion Hamburg zu verbessern.

Der Berechnung der Wirksamkeit dieser Maßnahme ist folgendes Szenario zu Grunde gelegt: Es werden Landstromanlagen zur externen Stromversorgung von Containerschiffen am Terminal Eurogate errichtet. Grundlage der Emissionsberechnungen ist das Tool „Elbsimulation“, welches das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) im Auftrag der HPA entwickelt hat.

Projektträger	BWVI - HPA
Mitteleinsatz	Der Bau der Landstromanlage für Containerschiffe würde voraussichtlich einen Finanzierungsbedarf von ca. 10 Mio. € auslösen.
Realisierungszeitraum	2019 bis 2025

- **Schaffung einer LNG Infrastruktur**

Durch die Bereitstellung einer LNG Infrastruktur soll für Reedereien die Möglichkeit geschaffen werden, ihre Schiffe mit diesem umweltfreundlichen Kraftstoff zu versorgen und die Umrüstung ihrer Schiffsflotte voranzutreiben. Durch die Nutzung von LNG als Schiffskraftstoff können die Emissionen gegenüber der Verbrennung von konventionellem Kraftstoff signifikant gesenkt werden.

Grundlage der Berechnung der Wirksamkeit dieser Maßnahme ist das Szenario, dass in 2020 0,5 % und in 2025 5 % aller Seeschiffe, die den Hamburger Hafen anlaufen, auf LNG umgerüstet sind. Grundlage der Emissionsberechnungen ist das Tool „Elbsimulation“, welches das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) im Auftrag der HPA entwickelt hat.

Projektträger	BWVI - HPA
Mitteleinsatz	Die Maßnahme wird voraussichtlich privat finanziert.
Realisierungszeitraum	von 2018 bis 2025

- **Moderne Antriebe für Fähren, Barkassen und Schlepper**

Durch den Einsatz neuer, emissionsarmer Technologien, wie LNG, Elektro oder Wasserstoff, sollen die Emissionen der hafeninternen Verkehre gesenkt werden.

Grundlage der Berechnung der Wirksamkeit dieser Maßnahme ist das Szenario, dass 1 % der Schlepper und HADAG-Fähren bis 2020 sowie 10 % der Schlepper und HADAG-Fähren bis 2025 auf LNG umgestellt werden (bzw. alternativ mit SCR-Katalysator und Partikelfilter ausgestattet sind). Basis der Emissionsberechnungen ist das Tool „Elbsimulation“, welches das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) im Auftrag der HPA entwickelt hat.

Projektträger	BWVI - HPA
Mitteleinsatz ¹⁴	
Realisierungszeitraum	von 2019 bis 2025

- **Stärkung der hafeninternen Umfuhren von Containern auf dem Wasser**

Die straßengestützten Umfuhren sollen im Hafen durch die Förderung von Containerbargen auf dem Wasser verringert, die landseitige Infrastruktur entlastet und so Emissionen gemindert werden.

Grundlage der Berechnung der Wirksamkeit dieser Maßnahme ist das Szenario, dass in 2020 und 2025 je 10 % des hafeninternen Umfuhraufkommens von 2014 anstelle von Lkw mit Containerbargen durchgeführt wird (Bei der Berechnung werden nur die Emissionen des Transports betrachtet). Basis der Berechnungen für die Emissionen der Bargen ist das Tool „Elbsimulation“, welches das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) im Auftrag der HPA entwickelt hat.

Projektträger	BWVI - HPA
Mitteleinsatz ¹⁵	
Realisierungszeitraum	von 2019 bis 2025

¹⁴ Angaben zum Mitteleinsatz fehlen, wenn die Kosten in der Höhe eher zu vernachlässigen sind, aus laufenden Mitteln übernommen oder zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht seriös quantifiziert werden können

¹⁵ Angaben zum Mitteleinsatz fehlen, wenn die Kosten in der Höhe eher zu vernachlässigen sind, aus laufenden Mitteln übernommen oder zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht seriös quantifiziert werden können.

- **Stärkung Binnenschifffahrt**

Hamburg setzt sich dafür ein, dass der Bund die Anbindung des Hafens an das deutsche Binnenwasserstraßennetz verbessert, um die Verlagerung des Verkehrs von der Straße auf das umweltfreundlichere Binnenschiff zu fördern und so eine Reduktion der Emissionen im Hafen und in der Metropolregion Hamburg zu erreichen.

Die Berechnung der Wirksamkeit dieser Maßnahme beruht auf der Annahme, dass durch den Ausbau der Binnenwasserstraßen der Anteil des Binnenschiffs im Modal Split der Hinterlandverkehre zusätzlich zur prognostizierten Entwicklung* um je einen Prozentpunkt in 2020 und 2025 steigt - bei gleichzeitiger Absenkung des Lkw-Anteils. Basis der Emissionsberechnungen ist das Tool „Elbsimulation“, welches das Institut für Seeverkehrswirtschaft und Logistik (ISL) im Auftrag der HPA entwickelt hat sowie die Studie „Prognose des Umschlagpotenzials und des Modal Splits des Hamburger Hafens für die Jahre 2020, 2025 und 2030“ (ISL 2015; Studie im Auftrag der HPA*).

Projekträger	BWVI - HPA
Mitteleinsatz	Bund: 10 Mio. € Planungsmittel für die Schleuse Lüneburg
Realisierungszeitraum	von 2017 bis 2025 Gesamtkonzept Elbe: Fertigstellung des Gesamtkonzepts im Januar 2017 Schleuse Lüneburg: Abschluss der Realisierung frühestens 2025

Maßnahmenpaket 9: Stadt als Vorbild

Maßnahmenpaket

Stadt als Vorbild

Wirksamkeit

Gesamtstädtische NO_x-Emissionsminderung

2020: 55 t/a gegenüber Basisszenario 2020

2025: 99 t/a gegenüber Basisszenario 2025

Beschreibung/Zielsetzung des Maßnahmenpaketes

Städtische Fuhrparks haben eine Vorbildfunktion und können einen unmittelbaren Beitrag zur Reduzierung von Luftschadstoffemissionen leisten. Die Freie und Hansestadt Hamburg misst der Umstellung des Behördenfuhrparks auf schadstoffarme bzw. schadstofffreie Antriebstechniken daher einen hohen Stellenwert bei. Das Maßnahmenpaket umfasst die folgenden quantifizierten Einzelmaßnahmen:

Reduzierung der Schadstoffemission des Fuhrparks der Freien und Hansestadt Hamburg bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen

Im Zusammenhang mit der Fortschreibung des Hamburger Klimaplanes im Jahr 2015 wurde das Ziel festgelegt, dass bis 2020 der Anteil elektrisch betriebener Pkw im Fuhrpark der Freien und Hansestadt Hamburg auf 50 Prozent gesteigert wird. Ausgenommen sind zur Zeit Einsatzfahrzeuge von Polizei, Feuerwehr und des Landesamtes für Verfassungsschutz, so lange für deren besondere dienstliche Anforderungen erprobte, technisch geeignete elektrische Fahrzeuge auf dem Fahrzeugmarkt noch nicht verfügbar sind. Einsatzmöglichkeiten werden regelhaft überprüft, so dass auch hier Elektrofahrzeuge zunehmend zum Einsatz kommen werden.

Zusätzlich wird der Senat darauf hinwirken, dass auch in öffentlichen Unternehmen mit Kraftfahrzeugbestand vermehrt Elektrofahrzeuge eingesetzt werden. Bis 2020 soll der Anteil elektrisch betriebener Pkw und leichter Nutzfahrzeuge, soweit wirtschaftlich vertretbar, auf 35 Prozent gesteigert werden.

Projektträger	FHH
Mitteleinsatz	die Beschaffungskosten für Fahrzeuge werden aus dem laufenden Haushalt getragen
Realisierungszeitraum	in laufender Umsetzung

Schadstoffreduktion des städtischen mobilen Maschinenparks

Die in der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen enthaltenen Anforderungen an die Emissionen von Baumaschinen wurden im Oktober 2016 verschärft. Für Dieselmotoren mit einer Leistungsklasse zwischen 37 kW und 560 kW gelten nun die Grenzwerte der Stufe III B. Damit werden insbesondere bei dem Einsatz von leistungsstarken Baumaschinen zwischen 130 kW und 560 kW die Emissionen von Stickoxiden deutlich verringert.

Diese Anforderungen sollen unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit spezifisch für Hamburg weiterentwickelt werden. Die Emissionsanteile mobiler Maschinen in Hamburg sollen gutachterlich ermittelt und darauf aufsetzend Maßnahmen zur Emissionsreduzierung mobiler Maschinen entwickelt werden, die hinsichtlich Effektivität und Verhältnismäßigkeit unter Einbindung aller Beteiligten optimal abgestimmt sind.

Projektträger	FHH
Mitteleinsatz	211.000 €
Realisierungszeitraum	2016 -2019

Maßnahmenpaket 10: Energie

Maßnahmenpaket *Energiemaßnahmen*

Wirksamkeit

Gesamtstädtische NO_x-Emissionsminderung

2020: 26 t/a gegenüber Basisszenario 2020

2025: 48 t/a gegenüber Basisszenario 2025

Beschreibung/Zielsetzung des Maßnahmenpaketes

Die Verbesserung der Energieeffizienz bietet ein erhebliches Potenzial für die Luftreinhaltung, da hierdurch Energie aus fossilen Energieträgern nicht erst produziert und damit ein Effekt für die Luftreinhaltung geschaffen wird. Ebenso kann der Einsatz von erneuerbaren Energien fossile Energieträger ablösen. Hamburg bietet eine Vielzahl von Förderprogrammen zur Steigerung der Energieeffizienz und den Ausbau der erneuerbaren Energien an. Das Maßnahmenpaket umfasst die folgenden quantifizierten Einzelmaßnahmen:

Förderprogramm Wärmeschutz im Gebäudebestand

Das Förderprogramm zielt darauf ab, energetische Modernisierungen im Gebäudebestand (Einfamilienhäuser, Doppelhaushälften, Reihenhäuser, kleine Mehrfamilienhäuser bis zu 2 vermietete Wohneinheiten und Wohnungseigentümergeinschaften) durch Wärmedämmung an der Gebäudehülle wie Außenwände, Dächer, Fenster, Kellerdecken und oberste Geschossdecken zu fördern und damit den Energiebedarf sowie Schadstoffemissionen zu reduzieren. Erreicht werden soll dies über energetische Standards, die oberhalb des gesetzlich geforderten Niveaus liegen und über das Förderprogramm etabliert werden sollen. Die Förderung wird als nicht rückzahlbarer Zuschuss in Form einer Festbetragsfinanzierung gewährt.

Projektträger	FHH, BSW, Hamburgische Investitions- und Förderbank (IFB)
Mitteleinsatz	1,4 Mio. verfügbare Mittel in 2017 (davon 0,5 Mio. aus dem Hamburger Klimaplan)
Realisierungszeitraum	in laufender Umsetzung

Förderprogramm Modernisierung von Mietwohnungen

Gefördert wird die energetische Modernisierung von Mietwohnungen in Mietwohngebäuden mit mindestens 3 vermieteten Wohneinheiten sowohl durch Wärmedämmung an der Gebäudehülle als auch durch Modernisierung der Wärmeversorgung. Die Förderung erfolgt in der Regel als laufender Zuschuss.

Projektträger	FHH, BSW, Hamburgische Investitions- und Förderbank (IFB)
Mitteleinsatz	18 Mio. verfügbare Mittel in 2017
Realisierungszeitraum	in laufender Umsetzung

Förderprogramm Erneuerbare Wärme

Durch das Förderprogramm Erneuerbare Wärme soll der Anteil an erneuerbarer Wärme bei der Wärmeversorgung des Gebäudebestandes und auch des Neubaus erhöht werden. Gefördert wird:

- die Installation thermischer Solaranlagen in Hamburg. Zusätzlich wird der Austausch bestehender Heizungen gegen emissionsärmere Anlagen gefördert, wenn gleichzeitig eine thermische Solaranlage installiert wird. Die Förderung erfolgt als einmaliger Zuschuss.

Projektträger	FHH, Hamburgische Investitions- und Förderbank (IFB)
Mitteleinsatz	Für 2016 für alle Bestandteile des Förderprogramms „Erneuerbare Wärme“ einschließlich der Förderung von Solarthermie und Heizungsmodernisierung: rd. 600.000 Euro Bewilligungsvolumen aus Mitteln des Hamburger Klimaplans. Vorbehaltlich der Entscheidungen zum Haushalt der FHH werden in Folgejahren Bewilligungsvolumina von ca. 1 Mio. Euro erwartet.
Realisierungszeitraum	in laufender Umsetzung

ENTWURF