



Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main

2. Fortschreibung Teilplan Frankfurt am Main



Impressum

Herausgeber: Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
(HMUKLV)
Mainzer Straße 80
65189 Wiesbaden
www.umwelt.hessen.de

Redaktionelle Bearbeitung und Gestaltung:
HMUKLV, Abt. II, Referat II 4

Titelfoto: CC0 Public Domain

Fotos: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Druck: HMUKLV

Kartengrundlagen: Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie: GeoBasis-DE Version 2.0

Stand: Dezember 2020

Inhaltsverzeichnis

Einführung	8
Situation in Frankfurt am Main	8
Auswirkungen der Corona-Krise auf die Luftschadstoffbelastung	8
Öffentlichkeitsbeteiligung	9
Rechtsgrundlagen	10
Gesundheitliche Wirkung von Stickstoffdioxid	11
1 Ort der Überschreitung	13
1.1 Region	13
1.2 Frankfurt am Main	13
1.3 Messstandorte in Frankfurt am Main	14
1.3.1 Überprüfung der Lage der Messstandorte	14
1.3.2 Beschreibung der Messtechnik	15
1.3.3 Beschreibung der Messstandorte	15
1.3.3.1 Börneplatz/Battonnstraße	15
1.3.3.2 Friedberger Landstraße	16
1.3.3.3 Gotenstraße	16
1.3.3.4 Hochstraße	17
1.3.3.5 Höchst	17
1.3.3.6 Kasinostraße	18
1.3.3.7 Königsteiner Straße 135 und 169	18
1.3.3.8 Lerchesberg	19
1.3.3.9 Mainkai	20
1.3.3.10 Mainzer Landstraße	20
1.3.3.11 Niedwald	21
1.3.3.12 Ost	21
1.3.3.13 Pforzheimer Straße	22
1.3.3.14 Riederwald I bis III	22
1.3.3.15 Römerberg	24
1.3.3.16 Schwanheim	24
2 Allgemeine Informationen	26
2.1 Art des Gebietes	26
2.2 Schätzung der Größe des verschmutzten Gebiets	26
2.3 Klima und Topografie	27
2.3.1 Das Klima in Frankfurt am Main	27
2.3.2 Topografie des Gebietes	28
3 Zuständige Behörden	29
4 Art und Beurteilung der Verschmutzung	30
4.1 Entwicklung der Luftqualität in Frankfurt am Main	30
4.1.1 Entwicklung der Feinstaubbelastung	30
4.1.1.1 Feinstaub PM ₁₀	30
4.1.1.2 Feinstaub PM _{2,5}	30
4.1.1.3 Ultrafeinstaub	31

4.1.2	Entwicklung der Schwefeldioxid- und Benzolbelastung	32
4.1.3	Entwicklung der Ozonbelastung	32
4.1.4	Entwicklung der Stickoxidbelastung (NO _x und NO ₂)	32
4.1.5	Belastungssituation 2019	33
4.2	Angewandte Beurteilungstechnik	34
4.2.1	Beiträge zur Gesamtbelastung	34
4.2.2	Modellrechnungen zur Ermittlung der Verursacheranteile	35
4.2.3	Berechnung der Immissionsbelastung	36
5	Ursprung der Verschmutzung	37
5.1	Liste der wichtigsten Emissionsquellen	37
5.1.1	Industrieemissionen	37
5.1.2	Gebäudeheizungsemissionen	38
5.1.3	Verkehrsemissionen	39
5.2	Gesamtstädtische NO _x -Emissionen	40
5.3	Eintrag von Stickoxiden aus anderen Gebieten	40
6	Analyse der Lage	41
6.1	Einzelheiten über Faktoren, die zu den Überschreitungen geführt haben	41
6.1.1	Abgasgrenzwertfestsetzung	41
6.1.2	Typprüfzyklus	41
6.1.3	Ermittlung realitätsnaher Fahrzeugemissionen	42
6.1.4	Vergleich HBEFA 3.3 und 4.1	42
6.2	Emissionen der Fahrzeuge in Frankfurt am Main	43
6.2.1	Zusammensetzung der Kfz-Flotte	43
6.2.2	Pendlerstatistik Frankfurt am Main	44
6.2.3	Einfluss des Verkehrs auf die Immissionsbelastung	45
6.3	Modellrechnungen zur Ermittlung der Zusatzbelastung durch den lokalen Verkehr	45
7	Angaben zu bereits durchgeführten oder laufenden Maßnahmen	47
7.1	Europaweite, nationale und regionale Maßnahmen	47
7.1.1	Emittentengruppe Industrie	47
7.1.1.1	<i>Großfeuerungsanlagen</i>	47
7.1.1.2	<i>Abfall(mit)verbrennungsanlagen</i>	47
7.1.2	Emittentengruppe Gebäudeheizung	47
7.1.3	Emittentengruppe Kfz-Verkehr	48
7.1.3.1	<i>Ausweitung der Lkw-Maut</i>	48
7.1.3.2	<i>Einführung neuer Typprüfverfahren zur Zulassung von Fahrzeugen</i>	48
7.2	Lokale Maßnahmen der Stadt Frankfurt am Main	48
8	Maßnahmen-Gesamtkonzept	49
8.1	Einleitung	49
8.2	Prognosenußfälle	50
8.2.1	Prognosenußfall 2020	50
8.2.2	Prognosenußfall 2021	50

8.3	Vorgehen bei der Bewertung der Minderungswirkung von Maßnahmen	51
8.4	Europaweite, nationale und regionale Maßnahmen	52
8.4.1	Industrieanlagen	52
8.4.1.1	<i>Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Industrie</i>	53
8.4.2	Gebäudeheizung	53
8.4.2.1	<i>Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Gebäudeheizung</i>	54
8.4.3	Verkehr	54
8.4.3.1	<i>Software-Updates bei Diesel-Pkw</i>	54
8.4.3.2	<i>Förderungen durch die Bundesregierung</i>	55
8.4.3.3	<i>Maßnahmen des Landes Hessen</i>	55
8.4.3.4	<i>Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Verkehr</i>	55
8.5	Lokale Maßnahmen der Stadt Frankfurt	55
8.5.1	Ausbau und Förderungen der Elektromobilität	56
8.5.1.1	<i>Beschaffung von Elektrofahrzeugen in der Stadtverwaltung Frankfurt am Main</i>	56
8.5.1.2	<i>„Kommunales Elektromobilitätskonzept – logistische Transporte (Straßenbahn/Lastenfahrräder)“</i>	56
8.5.1.3	<i>Kommunales Elektromobilitätskonzept – Strategiepapier</i>	56
8.5.1.4	<i>E-Taxiprojekt Frankfurt am Main</i>	57
8.5.1.5	<i>Leitfaden Ausbau Ladeinfrastruktur E-Mobilität</i>	57
8.5.1.6	<i>Prognostizierte Minderungswirkung</i>	59
8.5.2	Verbesserung des Emissionsstandards der Busflotte	59
8.5.2.1	<i>Prognostizierte Minderungswirkung</i>	60
8.5.3	Ausbau und Förderung von ÖPNV und Radverkehr	60
8.5.3.1	<i>Ausbau und Förderung im ÖPNV</i>	61
8.5.3.2	<i>Ausbau und Förderungen im Radverkehr</i>	67
8.5.3.3	<i>Prognostizierte Minderungswirkung</i>	69
8.5.4	Parkraummanagement	70
8.5.4.1	<i>Ausbau der Bewirtschaftung der Bewohnerparkzonen</i>	70
8.5.4.2	<i>Bewirtschaftung von Reisebusparkplätzen</i>	72
8.5.4.3	<i>Erhöhung der Parkgebühren</i>	72
8.5.4.4	<i>Prognostizierte Minderungswirkung</i>	73
8.5.5	Verkehrsmanagement	73
8.5.5.1	<i>Maßnahmen zur Verbesserung des Verkehrsflusses</i>	73
8.5.5.2	<i>Änderung des Tempolimits innerhalb des Anlagenrings</i>	76
8.5.5.3	<i>Maßnahmen Pforzheimer Straße</i>	79
8.6	Verkehrsbeschränkungen	81
8.6.1	Veranlassung	81
8.6.2	Untersuchte Fahrverbotsvarianten	82
8.6.2.1	<i>Prognostizierte Minderungswirkung</i>	84
8.6.3	Untersuchte Maßnahmenkombinationen	85
8.6.3.1	<i>Kombination Masterplanfallmaßnahmen und Fahrverbotszone innerhalb des Alleenrings</i>	85
8.6.3.2	<i>Kombination Masterplanfallmaßnahmen und Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings</i>	86
8.6.3.3	<i>Kombination Masterplanfallmaßnahmen und streckenbezogene Fahrverbote</i>	87
8.6.3.4	<i>Festzulegende Maßnahmenkombination</i>	88
8.6.3.5	<i>Prognostizierte Minderungswirkung</i>	90
8.6.4	Zeitpunkt der Umsetzung der Fahrverbote	90
8.6.5	Geltung der über die Umweltzonenregelung hinaus erforderlichen Fahrverbote	93
8.6.5.1	<i>Gesetzlich festgelegte Ausnahmen</i>	93

8.6.5.2	<i>Generelle Ausnahmen</i>	94
8.6.5.3	<i>Befristete Ausnahmen</i>	95
8.6.5.4	<i>Individuelle Ausnahmen</i>	95
8.6.5.5	<i>Antrag auf Ausnahmegenehmigung</i>	96
8.6.5.6	<i>Kosten für Ausnahmegenehmigungen</i>	97
8.6.5.8	<i>Konzept zur Überwachung der Fahrverbotsregelungen</i>	97
9	Zusammenfassung	99
10	Behandlung der Einwendungen	100
10.1	Fahrverbote bzw. Zulassung weiterer Ausnahmen	100
10.1.1	Vorgehen bei der Anordnung von Fahrverboten	100
10.1.1.1	<i>Zeitpunkt der Umsetzung</i>	100
10.1.1.2	<i>Auslösekriterien für die Fahrverbote</i>	101
10.1.1.3	<i>Ausmaß der Fahrverbote</i>	103
10.1.2	Fahrverbot für Ottomotoren (Benziner) der Euronormen 1 und 2	104
10.1.3	Fahrverbote für Dieselfahrzeuge Euro-5/V, Zulassung weiterer Ausnahmen	105
10.1.4	Zulassung von Oldtimern	107
10.1.5	Erreichbarkeit Alte Oper	108
10.2	Fehlende Kontrollen	108
10.2.1	Kontrolle laufender Motoren	108
10.2.2	Kontrolle der Smartphone-Nutzung im Verkehr	109
10.3	Verkehrsfluss	109
10.3.1	Einführung grüner Wellen	109
10.3.2	Umwandlung von Fahrspuren zugunsten von Radwegen	110
10.4	Tempolimits	111
10.5	Ordnungsgemäße Beteiligung und Information	111
10.6	Messung mit Passivsammlern	112
10.7	Angewandte Beurteilungstechnik	112
10.8	Einseitige Konzentration der Maßnahmen auf den Straßenverkehr	112
10.9	Fehlende Maßnahmen zur Feinstaubreduzierung	113
10.10	Weitere Maßnahmenvorschläge	114
10.10.1	Weitere Verbesserungen für Radfahrer	114
10.10.2	Lkw-Fahrverbot in der Innenstadt	114
10.10.3	Einführung einer City-Maut	114
10.10.4	Austausch der städtischen Nutzfahrzeuge gegen emissionsarme Fahrzeuge	115
10.10.5	Ausweitung der Park&Ride-Parkplatzangebote	115
10.10.6	Verbot von Sport Utility Vehicles (SUV) und Dieselfahrzeugen	115
10.10.7	Präventive Wirkung eines Luftreinhalteplans	115
10.10.8	Einführung einer City-Logistik	116
10.10.9	Einführung von Smart-Parking bzw. eines neuen Parkleitsystems	116
10.11	Fazit	117
11	Quellen	118
12	Anhänge	121

12.1	Begriffsbestimmungen	121
12.2	Ergebnisse der Immissionsberechnungen	122
12.2.1	Belastungskarten	122
12.2.1.1	<i>Belastungskarte Analysenullfall 2019</i>	123
12.2.1.2	<i>Belastungskarte Prognosenullfall 2021</i>	124
12.2.1.3	<i>Belastungskarte Prognoseplanfall 2021; Masterplanfall 2021</i>	125
12.2.1.4	<i>Belastungskarte Prognoseplanfall 2021; Kombination von Masterplanfall mit einer Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings</i>	126
12.2.1.5	<i>Prognoseplanfall 2021; Kombination aus Masterplanfall und Verkehrsbeschränkungen</i>	127
12.2.2	Tabellarische Auflistung der Immissionsberechnungen	128
12.2.2.1	<i>Analysenullfall 2019 und Prognosenullfall 2021</i>	128
12.2.2.2	<i>Minderungswirkung von Einzelmaßnahmen</i>	131
12.2.2.3	<i>Minderungswirkung von Maßnahmenpaketen</i>	144
12.3	Abbildungsverzeichnis	157
12.4	Tabellenverzeichnis	161
12.5	Alphabetische Liste der Städte und Gemeinden im Ballungsraum Rhein-Main	162
12.6	Abkürzungsverzeichnis	163

Einführung

Die Luftqualität hat eine entscheidende Wirkung auf die Gesundheit der Menschen. Vor allem die Belastung mit manchen Luftschadstoffen kann dazu beitragen, Krankheiten auszulösen oder zu verschlimmern und im schlimmsten Fall sogar die Lebenszeit um Jahre verkürzen.

In einer Umwelt, in der es viele Quellen gibt, aus denen die gesundheitsschädlichen Luftschadstoffe emittiert werden, ist es von besonderer Bedeutung, Menschen, aber auch die Vegetation vor zu hohen Konzentrationen dieser Schadstoffe zu schützen.

Um einen entsprechenden Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt sicher zu stellen, hat die Europäische Union verbindliche Grenzwerte festgelegt. Um erkennen zu können, ob die Grenzwerte eingehalten werden, sind regelmäßige Messungen nach bestimmten vorgegebenen Kriterien durchzuführen. Diese Messungen werden i.d.R. ergänzt um Modellrechnungen, die die Schadstoffsituation in Straßenzügen aufzeigen, in denen keine Messstandorte sind. So kann ein Überblick über die Gesamtbelastung in einer Stadt erhalten werden. Zeigen die Messungen, dass Grenzwerte überschritten werden, sind Luftreinhaltepläne aufzustellen. Sie müssen Maßnahmen beinhalten, die geeignet sind, den Zeitraum der Überschreitung so kurz wie möglich zu halten.

Sowohl der europäische Gerichtshof als auch nationale Gerichte messen dem Schutz der menschlichen Gesundheit einen hohen Stellenwert bei. Finanzielle oder wirtschaftliche Aspekte werden nicht als ausreichende Gründe angesehen, von wirksamen Maßnahmen absehen zu dürfen. Damit können sich mit Umsetzung der Maßnahmen unter Umständen finanzielle und/oder wirtschaftliche Beeinträchtigungen für Dritte ergeben, die jedoch hinter dem Allgemeinwohl zurückstehen müssen.

Situation in Frankfurt am Main

Bereits im Jahr 2002 wurde im Gebiet des Ballungsraum Rhein-Main u.a. auch in der Stadt Frankfurt am Main der Immissionsgrenzwert für das Jahr bei Stickstoffdioxid (NO₂) sowie der Immissionsgrenzwert für den Tag bei Feinstaub (PM₁₀) überschritten. Im Jahr 2005 wurde daher ein erster Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main aufgestellt. Er umfasste alle von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Städte im Ballungsraum. Infolge der wiederholten Gefahr von Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes von Feinstaub (PM₁₀) wurden in den Jahren 2005 und

2008 darüber hinaus Aktionspläne für Frankfurt am Main aufgestellt bzw. fortgeschrieben. Darin wurden über den Luftreinhalteplan hinaus kurzfristige wirksame, insbesondere verkehrsbezogene Maßnahmen wie ein lokales Lkw-Durchfahrtsverbot oder die Ausweisung der Umweltzone festgesetzt.

Auch in den folgenden Jahren kam es in Frankfurt am Main zu weiteren Grenzwertüberschreitungen bei Feinstaub (PM₁₀) und Stickstoffdioxid (NO₂). Im November 2011 erfolgte daher die 1. Fortschreibung des Teilplans Frankfurt am Main. Mit den darin weitergeführten und neu aufgenommenen Maßnahmen konnten Grenzwertüberschreitungen von Feinstaub verhindert und die Höhe der Stickstoffdioxidkonzentrationen weiter deutlich verringert werden. So konnte der NO₂-Immissionsgrenzwert an der Messstation des städtischen Hintergrunds in Frankfurt-Höchst seit 2015 eingehalten werden.

Trotz der kontinuierlichen Umsetzung zahlreicher, vor allem verkehrsbezogener, Maßnahmen war es bisher jedoch nicht möglich, den Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid auch an den verkehrsnahen Messstandorten in Frankfurt am Main einzuhalten. Daher werden in der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans weitere Maßnahmen im Hinblick auf ihre Wirksamkeit zur Verbesserung der Luftqualität untersucht und rechtlich mögliche und verhältnismäßige Maßnahmen festgelegt. Zum besseren Verständnis der lufthygienischen Situation in Frankfurt am Main beschreibt der Luftreinhalteplan die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen, zeigt die Verursacher auf, untersucht die Maßnahmen im Hinblick auf ihre Wirksamkeit und legt die zur Einhaltung des Immissionsgrenzwertes erforderlichen Maßnahmen fest. Darüber hinaus wird eine Prognose zur voraussichtlichen Entwicklung der Luftqualität abgegeben. Die Maßnahmenfestlegung erfolgte in Abstimmung mit der Stadt Frankfurt am Main und dem Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen als Einvernehmensbehörde für die Festlegung von Maßnahmen im Straßenverkehr.

Auswirkungen der Corona-Krise auf die Luftschadstoffbelastung

Mit den restriktiven Kontaktbeschränkungen, wie sie zu Beginn der Corona-Krise in Deutschland, aber auch weltweit verhängt wurden, kam es zu einer deutlichen Verringerung des Verkehrsaufkommens. Viele Unternehmen und Behörden hatten ihre Mitarbeiter in Kurzarbeit oder ins Home-Office

geschickt. Aufgrund der Schließung von Restaurants, Freizeiteinrichtungen und den nicht systemrelevanten Geschäften bestand auch an den Wochenenden keine Notwendigkeit, mit dem Auto unterwegs zu sein.

Mit dem sinkenden Verkehr waren auch die Luftschadstoffkonzentrationen rückläufig. Häufig nicht gleich in dem Ausmaß wie es das sinkende Verkehrsaufkommen eigentlich hätte vermuten lassen, aber dennoch deutlich niedriger als in „Normalzeiten“. Dieses Phänomen hat seine Ursache in ganz unterschiedlichen Wetterverhältnissen, die einen direkten Vergleich der Belastungssituation vor dem so genannten Lockdown und währenddessen praktisch unmöglich macht. Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) hat in seinem Dossier „[Saubere Luft durch Corona](#)“ die wichtigsten Fragen zum Corona-Effekt auf die Luftqualität beantwortet.

Aufgrund der zurückgehenden Belastung im Sommer 2020 wurden Forderungen nach einer Rücknahme von beschränkenden Maßnahmen im Straßenverkehr laut, die infolge hoher Schadstoffkonzentrationen eingeführt wurden. Soweit sinnvoll könnte dieser Forderung entsprochen werden, wenn sichergestellt wäre, dass sich die derzeitigen Verkehrsverhältnisse nicht wieder ändern.

Mit der zunehmenden Lockerung der Restriktionen zeichnete sich jedoch bereits wieder ein ansteigendes Verkehrsaufkommen ab. Die politischen Anstrengungen zur Aufrechterhaltung bzw. Wiederkurbelung der Wirtschaftskraft waren hoch und alle sehnten sich nach den Einschränkungen wieder nach Normalität. Mit der Wiederaufnahme von Gewerbetätigkeiten sowie der Wiedereröffnung von Restaurants, Freizeiteinrichtungen und Geschäften war aufgrund der Abstands- und Hygieneregeln zwar nicht sofort mit einer Rückkehr der Bedingungen vor Corona zu rechnen, aber die Verkehrsmessungen an der Frankfurter Höhenstraße belegten im September 2020 wieder Verkehrsmengen auf dem Niveau von 2019.

Die so genannte zweite Welle der Infektionen führte im Herbst 2020 zu erneuten Beschränkungen. Der „Lockdown-light“ ab November 2020 konnte an den wieder rückläufigen Verkehrszahlen in der Höhenstraße abgelesen werden. Im Dezember 2020 zeichnete sich aufgrund der anhaltend hohen Infektionszahlen eine weitere Verschärfung ab, deren Dauer derzeit (Stand Dezember 2020) nicht abgeschätzt werden kann. Spätestens jedoch ab der Verfügbarkeit eines Impfstoffes nicht nur für die Hochrisikogruppen, dürften sich die Verhältnisse und damit auch das Verkehrsaufkommen

wieder angleichen wie die Erfahrungen aus dem Sommer 2020 gezeigt haben.

Überall dort, wo auch in 2019 noch hohe Schadstoffkonzentrationen vorlagen, muss damit gerechnet werden, dass sie vielleicht nicht in 2020, aber u.U. im Jahr 2021 wieder den Immissionsgrenzwert überschreiten. Daher sind auch weiterhin Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität vorzusehen und umzusetzen, um auch nach der Krise eine sichere Grenzwerteinhaltung gewährleisten zu können. Die Umsetzung einschneidender Maßnahmen, wie sie z.B. Verkehrsbeschränkungen darstellen, wird allerdings von der Entwicklung der Messwerte abhängig gemacht, um unnötige und damit unverhältnismäßige Maßnahmen zu vermeiden.

Öffentlichkeitsbeteiligung

Gemäß § 47 Abs. 5a BImSchG ist die Öffentlichkeit bei der Aufstellung oder Änderung von Luftreinhalteplänen zu beteiligen. Die Öffentlichkeitsbeteiligung erfolgte durch Ankündigung der Auslegung des Entwurfs des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Rhein-Main, 2. Fortschreibung Teilplan Frankfurt am Main, im Staatsanzeiger des Landes Hessen sowie durch Pressemeldungen. Der Planentwurf konnte in der Zeit vom 29. September 2020 bis einschließlich 28. Oktober 2020 beim Magistrat der Stadt Frankfurt am Main eingesehen werden. An den Offenlegungszeitraum schloss sich eine Frist von zwei Wochen bis einschließlich 11. November 2020 an, innerhalb derer ebenfalls noch Bedenken, Anregungen oder Einwände beim Hessischen Umweltministerium geltend gemacht werden konnten.

Im Zeitraum der Öffentlichkeitsbeteiligung stand der Planentwurf auch auf den Internetseiten des Umweltministeriums zum Thema Luftreinhaltung (<https://umweltministerium.hessen.de/umwelt-natur/luft-laerm-licht/luftreinhalteplanung>) und des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (<https://www.hlnug.de/themen/luft/luftreinhalteplaene/publizierte-luftreinhalteplaene-nach-eu-recht>) zur Einsichtnahme bereit.

Eingehende Einwendungen, Bedenken und Anregungen wurden daraufhin überprüft, ob sie zu einer Änderung und/oder Ergänzung des Luftreinhalteplans führen. Im Kapitel 10 wird im Einzelnen begründet, weshalb Einwendungen zu einer Planänderung bzw. -ergänzung geführt haben oder nicht. Mit der abschließenden Veröffentlichung des Luftreinhalteplans im Hessischen Staatsanzeiger wird

der Maßnahmenplan für alle Institutionen, die Verantwortung in den verschiedenen Maßnahmenbereichen haben, verbindlich.

Rechtsgrundlagen

Zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt hat die Europäische Union im Mai 2008 eine Richtlinie über Luftqualität und saubere Luft für Europa [1] verabschiedet. Die Umsetzung in deutsches Recht erfolgte im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [2] und in der 39. Verordnung zum BImSchG (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) [3].

Von besonderer Bedeutung sind die in der Verordnung festgelegten Immissionsgrenzwerte, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit nicht überschritten werden dürfen. Darüber hinaus gibt es Immissionsgrenzwerte, die zum Schutz der Vegetation festgelegt wurden, die aber nur in bestimmten Abständen zu möglichen Emittenten gelten. In Hessen werden diese Abstände an keinem Ort erreicht. Daneben existieren noch so genannte Zielwerte, die zwar ebenfalls überwiegend zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt wurden, deren Überschreitung jedoch nicht zur Aufstellung eines Luftreinhalteplans führt.

Luftschadstoff	Kenngroße	Einheit	Grenzwert (Anzahl zulässiger Überschreitungen pro Jahr)	gültig seit	Schutzziel
Benzol	Jahresmittel	µg/m ³	5	2010	Gesundheit
Blei	Jahresmittel	µg/m ³	0,5	2005	Gesundheit
Kohlenmonoxid (CO)	max. 8-h-Mittel	mg/m ³	10	2005	Gesundheit
Stickstoffdioxid (NO ₂)	1-h-Mittel	µg/m ³	200 (18-mal)	2010	Gesundheit
	Jahresmittel	µg/m ³	40	2010	Gesundheit
Stickstoffoxide (NO _x)	Jahresmittel	µg/m ³	30	2001	Vegetation ¹⁾
Feinstaub (PM ₁₀)	24-h-Mittel	µg/m ³	50 (35-mal)	2005	Gesundheit
	Jahresmittel	µg/m ³	40	2005	Gesundheit
Feinstaub (PM _{2,5})	Jahresmittel	µg/m ³	25	2015	Gesundheit
Schwefeldioxid (SO ₂)	1-h-Mittel	µg/m ³	350 (24-mal)	2005	Gesundheit
	24-h-Mittel	µg/m ³	125 (3-mal)	2005	Gesundheit
	Jahresmittel	µg/m ³	20	2001	Ökosystem ¹⁾
	Wintermittel ²⁾	µg/m ³	20	2001	Ökosystem ¹⁾
Luftschadstoff	Kenngroße	Einheit	Zielwert	gültig seit	Schutzziel
Arsen	Jahresmittel	ng/m ³	6	2013	Gesundheit / Umwelt
Benzo(a)pyren	Jahresmittel	ng/m ³	1	2013	Gesundheit / Umwelt
Kadmium	Jahresmittel	ng/m ³	5	2013	Gesundheit / Umwelt
Nickel	Jahresmittel	ng/m ³	20	2013	Gesundheit / Umwelt
Ozon (O ₃)	8-h-Mittel	µg/m ³	120 (25)	2010	Gesundheit
	AOT40 ³⁾	µg/m ³ ·h	18.000	2010	Vegetation ⁴⁾

¹⁾ Messung an einem emissionsfernen Standort (mehr als 20 km entfernt von Ballungsräumen oder 5 km Bebauung, Industrie oder Bundesfernstraßen)
²⁾ in der Zeit vom 01. Oktober eines Jahres bis 31. März des Folgejahres
³⁾ aufsummierte Belastung, die über einer Schwelle von 40 ppb liegt
⁴⁾ in der Zeit von Mai bis Juli

Tab. 1: Immissionsgrenz- und -zielwerte nach der 39. BImSchV

Während die Kenngröße „Jahresmittelwert“ für die Bewertung der Langzeitwirkung steht, wird die Kurzzeitwirkung durch 1- bis 24-Stunden-Mittelwerte mit jeweils höheren Konzentrationsschwellen charakterisiert, die je nach Komponente mit unterschiedlichen Häufigkeiten im Kalenderjahr überschritten werden dürfen, (siehe Tab. 1). Wird für eine oder mehrere Komponenten der Immissionsgrenzwert überschritten, muss ein Luftreinhalteplan aufgestellt werden.

Für die Feinstaubfraktion PM₁₀ sind zwei Immissionsgrenzwerte festgelegt – ein Jahresmittelwert sowie ein Tagesmittelwert, der 35-mal im Jahr zulässigerweise überschritten werden darf. Während die Einhaltung des Jahresmittelwerts in Hessen praktisch nie Probleme verursacht, bereitet die Einhaltung des Kurzzeitgrenzwertes – höchstens 35 Überschreitungen des Tagesmittelwerts – deutlich häufiger Schwierigkeiten. Auch für Stickstoffdioxid existiert neben dem Jahresmittelwert als Langzeitgrenzwert noch ein Mittelwert über eine volle Stunde als Kurzzeitgrenzwert, der zulässigerweise 18-mal im Jahr überschritten werden darf.

Gesundheitliche Wirkung von Stickstoffdioxid

Die Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch hohe Stickstoffdioxidkonzentrationen ist unbestritten. Nachdem der Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid in Höhe von 40 µg/m³ jahrelang nicht in Frage gestellt wurde, entbrannte mit dem Dieselskandal und drohenden Fahrverboten eine Diskussion darüber, ab welcher Höhe der Belastung tatsächlich Gesundheitsgefahren zu befürchten sind. Immer wieder wird dabei auf die Unterschiede zwischen den Grenzwerten für die Außenluft und denen am Arbeitsplatz verwiesen. Während für die Außenluft ein Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ festgelegt ist, gilt für NO₂ eine maximale Arbeitsplatzkonzentration von 950 µg/m³. Warum diese beiden Werte nicht miteinander verglichen werden können, erklärt das Umweltbundesamt folgendermaßen:

„Bei der Ableitung von Grenzwerten für Stickstoffdioxid in der Außenluft können nicht die gleichen Maßstäbe angelegt werden wie für Arbeitsplatzgrenzwerte (Ableitung aus der Maximalen Arbeitsplatz-Konzentration, MAK). Der MAK-Wert für NO₂ ist eine wissenschaftliche Empfehlung der ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft und entspricht in seiner Höhe ebenfalls dem Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV). Arbeitsplatzgrenzwerte gelten nur für Arbeitende an Industriearbeitsplätzen und im Handwerk, bei denen aufgrund der Verwendung oder Erzeugung bestimmter Arbeitsstoffe eine erhöhte Stickstoffdioxid-Belastung zu erwarten ist. Stickstoffdioxid entsteht beispielsweise – bzw. wird verwendet – bei Schweißvorgängen, bei der Dynamit- und Nitrozelluloseherstellung oder bei der Benutzung von Dieselmotoren. Der Arbeitsplatzgrenzwert hat unter anderem einen anderen Zeit- und Personenbezug als der Grenzwert für die Außenluft: Der Wert gilt für gesunde Arbeitende an acht Stunden täglich und für maximal 40 Stunden in der Woche. Die Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer, die berufsbedingt Schadstoffen ausgesetzt sind, erhalten zusätzlich eine arbeitsmedizinische Betreuung und befinden sich somit unter einer strengeren Beobachtung als die Allgemeinbevölkerung.“

Während verschiedene Studien, u.a. des Umweltbundesamtes [4], auf erhebliche Gesundheitsgefahren durch Stickstoffdioxid verweisen, zweifelten einzelne Mediziner diese Bewertung aufgrund eigener Rechnungen an. Dieser Einschätzung wurde von einem Großteil der Fachwelt widersprochen. Darüber hinaus stellte sich heraus, dass Rechenfehler bei der Bewertung aufgetreten waren.

Den aktuellen Stand der Diskussion in Bezug auf die Wirkung von Stickstoffdioxid auf die menschliche Gesundheit fasst Prof. Dr. Barbara Hoffmann, Umweltepidemiologin an der Universität Düsseldorf, in einem Interview mit dem WDR so zusammen: „Stickstoffdioxid ist ein Reizgas und dringt tief in die Lunge ein. Es kann dort die Schleimhaut reizen und in der Bronchialschleimhaut und in den Lungenbläschen eine Entzündung auslösen. Das kann zu Husten und Luftnot führen und ist problematisch für Kinder, ältere Menschen und für Kranke - wie zum Beispiel Asthmatiker.

Außerdem steigt durch Stickstoffdioxid das Risiko, dass sich bestehende Lungenkrankheiten verschlimmern. Expositionsstudien haben ergeben, dass NO₂ die Lungenfunktion verschlechtern kann. Für solche Studien wurden Menschen kontrolliert Stickoxid ausgesetzt. Wir wissen daher, dass es einen ursächlichen Zusammenhang gibt. Wir wissen auch, dass es bei den NO₂-Konzentrationen, die häufig in der Umwelt hier herrschen, kurzfristige gesundheitsschädigende Effekte gibt.

Wir wissen noch nicht genau, ab welchem Wert gesundheitliche Wirkungen von Luftschadstoffen nicht mehr nachweisbar sind und wie es mit Langzeitwirkungen von NO₂ bei heutigen Konzentrationen aussieht. Dazu braucht man große Kohortenstudien mit Menschen, die man über viele Jahre

beobachtet. Dann schaut man sich an, welche Krankheiten Menschen entwickeln, die stärker mit NO₂ belastet sind im Vergleich zu Menschen, die weniger belastet sind. Für Feinstaub ist die Datenlage deutlich besser.

Wir können aber auch heute schon relativ sicher sagen, dass auch langfristig NO₂ eine eigene gesundheitsschädigende Wirkung hat: Es gibt Hinweise auf Zusammenhänge mit Atemwegs-, Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen. Und deutliche Hinweise, dass Diabetes durch NO₂ ausgelöst werden kann.“

Auch die Bundesregierung hat die wissenschaftliche Basis, auf der die europäische Grenzwertfestsetzung für Stickstoffdioxid beruht, von der Nationalen Akademie der Wissenschaften – Leopoldina – überprüfen lassen. In der im April 2019 veröffentlichten Stellungnahme [5] kommt sie zu dem Schluss, dass eine einfache Grenzziehung zwischen gefährlich und ungefährlich in der Umgebungsluft nicht möglich ist. Dabei sieht sie jedoch Feinstaub als den deutlich kritischeren Luftschadstoff an. Zu der Stellungnahme schreibt sie auf ihrer Internetseite:

„Die Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina fordert zusätzliche Anstrengungen, um die Konzentration von Schadstoffen in der Luft weiter zu reduzieren. Dabei solle der Schwerpunkt mehr auf Feinstaub als auf Stickstoffoxiden liegen. Von kurzfristigen oder kleinräumigen Maßnahmen, etwa von Fahrverboten, sei keine wesentliche Entlastung zu erwarten. Vielmehr sei eine bundesweite ressortübergreifende Strategie zur Luftreinhaltung erforderlich, heißt es in der heute veröffent-

lichten Stellungnahme „Saubere Luft – Stickstoffoxide und Feinstaub in der Atemluft: Grundlagen und Empfehlungen“. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler weisen in dem Papier darauf hin, dass beim Verkehr vor allem der Ausstoß von Treibhausgasen problematisch ist. Sie rufen deshalb zu einer nachhaltigen Verkehrswende auf.“

Ob die festlegte Höhe der Immissionsgrenzwerte angemessen ist, wird durch die Weltgesundheitsorganisation (WHO) regelmäßig überprüft. Die letzte Überprüfung fand für die ursprünglich vorgesehene Novelle der Luftqualitätsrichtlinie 2013 statt. Der Zusammenfassung der Ergebnisse der dafür untersuchten Studien findet sich in den WHO-Berichten REVIHAAP (Review of evidence on health aspects of air pollution) [6] und HRAPIE (Health risks of air pollution in Europe) [7]. Derzeit findet wieder eine Überprüfung statt, deren Ergebnisse voraussichtlich im Laufe des Jahres 2021 vorliegen werden.

Für die Luftreinhalteplanung ist diese Diskussion so lange unbeachtlich, wie ein Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ für Stickstoffdioxid im deutschen Recht festgelegt ist. Er ist als Maßstab für die Festlegung von Maßnahmen – unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit – heranzuziehen. Diese Einschätzung wurde im Urteil des Oberverwaltungsgerichts für das Land Nordrhein-Westfalen vom 31. Juli 2019 [8] im zweiten Leitsatz nochmals verdeutlicht:

„Die gesetzlichen Grenzwerte für Stickstoffdioxid sind rechtsverbindlich. Auch wenn sie fachlich nicht unumstritten sind, sind sie nicht willkürlich festgelegt worden.“

1 Ort der Überschreitung

Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von Stickstoffdioxid werden in Frankfurt am Main an der Messstation in der Friedberger Landstraße gemessen. Die räumliche Lage der Überschreitungspunkte in Frankfurt am Main wird im Gesamtkontext der Überwachung der Luftqualität in Hessen in den nachfolgenden Karten verdeutlicht.

1.1 Region

Zur Beurteilung der Luftqualität ist Hessen in Ballungsräume und Gebiete eingeteilt. Die Stadt Frankfurt am Main gehört zum Ballungsraum Rhein-Main, der in seiner Abgrenzung in Abb. 1 deutlich wird.



Abb. 1: Lage von Frankfurt am Main im (rot abgegrenzten) Ballungsraum Rhein-Main

Der Ballungsraum Rhein-Main ist der größere der beiden hessischen Ballungsräume. Er erfüllt mit einer Einwohnerzahl von 2,56 Millionen Einwohnern (Stand 30. Juni 2020, [9]), einer Fläche von rd. 1.851 km² und einer Einwohnerdichte von 1.381 Einwohnern pro km² alle Voraussetzungen eines Ballungsraums nach § 1 Nr. 4 der 39. BImSchV. Der Ballungsraum Rhein-Main besteht aus 52 Städten und Gemeinden, die in Anhang 12.5 im Einzelnen aufgelistet sind.

Aufgrund seiner hohen Bevölkerungsdichte, seiner Wirtschaftsstärke, der damit verbundenen Flächennutzung für Wohnen, Gewerbe und Industrie und der vielfältigen Mobilitätsbeziehungen ergibt sich eine relativ hohe Grundbelastung der Außenluft mit Luftschadstoffen im Ballungsraum Rhein-Main.

Der Ballungsraum stellt eines der wichtigsten europäischen Verkehrszentren mit einer engen Vernetzung des Schienen-, Straßen- und Luftverkehrs dar. Die herausragenden Verkehrsanbindungen bringen den Städten und Gemeinden und

ihren Wirtschaftsunternehmen einerseits zwar einen wichtigen Standortvorteil, andererseits führt das enorme Verkehrsaufkommen aber zu Luftverschmutzung und zu hohen Lärmbelastungen für die Bevölkerung des Ballungsraums. Lufthygienische Belastungsschwerpunkte liegen vor allem an den innerstädtischen Hauptverkehrsstraßen von Darmstadt, Frankfurt am Main, Offenbach am Main und Wiesbaden, aber auch in einigen kleineren Städten.

1.2 Frankfurt am Main

Frankfurt am Main ist die größte Stadt Hessens und damit das wirtschaftliche Zentrum Hessens und des Ballungsraums Rhein-Main.

Frankfurt am Main ist landesplanerisch als Oberzentrum ausgewiesen. Damit ist es definitionsgemäß Standort hochwertiger spezialisierter Einrichtungen mit z.T. landesweiter, nationaler oder sogar internationaler Bedeutung, bietet Agglomerationsvorteile für die gesamte Region und ist

Verknüpfungspunkt großräumiger und regionaler Verkehrssysteme. Die Stadt am Main liegt seit jeher an der Kreuzung europäischer Verkehrs- und Handelswege und ist mit dem Hauptbahnhof und dem Flughafen Verkehrsknotenpunkt und Drehscheibe des deutschlandweiten und internationalen Verkehrs.

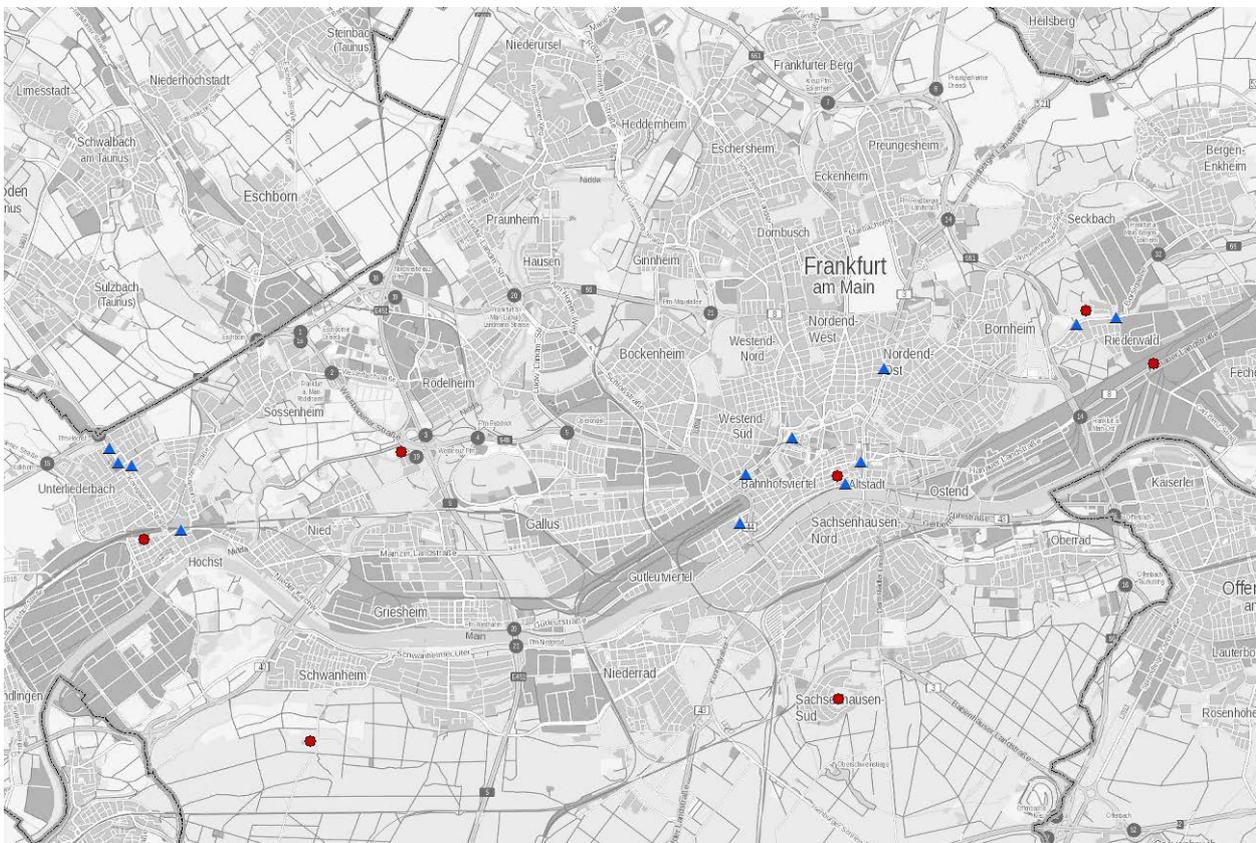
1.3 Messstandorte in Frankfurt am Main

Zur Beurteilung der Luftqualität hat die 39. BImSchV die Lage der Probenahmestellen folgendermaßen definiert.

So ist die Luftqualität zum Schutz der menschlichen Gesundheit an Orten zu bestimmen,

- in denen die höchsten Werte auftreten, denen die Bevölkerung wahrscheinlich direkt oder indirekt ausgesetzt sein wird (i.d.R. verkehrsnaher Messstandorte),
- die für die Exposition der Bevölkerung allgemein repräsentativ sind (Messstandorte im städtischen bzw. vorstädtischen Hintergrund).

Die Lage der NO₂-Messstandorte in Frankfurt am Main ist in Abb. 2 dargestellt.



- ▲ verkehrsnaher Messstandorte
- Messstandorte im städtischen und vorstädtischen Hintergrund

Abb. 2: Messstandorte für Stickstoffdioxid in Frankfurt am Main (Stand Oktober 2020)

Die qualitätsgesicherten Ergebnisse aller Probenahmestandorte in Hessen werden in den Lufthygienischen Jahresberichten des HLNUG zusammengefasst und mit ergänzenden Informationen zu Luftschadstoffen veröffentlicht. Die Daten der ortsfesten Luftmessstationen in Frankfurt am Main können auch als geprüfte Daten in den Lufthygienischen Monatsberichten und als ungeprüfte Rohdaten stündlich aktuell und auch für die vergangenen Jahre auf der Homepage des

HLNUG eingesehen und/oder heruntergeladen werden. Die Messergebnisse für das Jahr 2019 sind in Kap. 4.1.5 dargestellt.

1.3.1 Überprüfung der Lage der Messstandorte

Aufgrund anhaltender Diskussionen um die korrekte Lage der Messstationen zur Beurteilung der

Luftqualität hat das Bundes-Umweltministerium im Februar 2019 den TÜV Rheinland mit der Prüfung der Rechtskonformität der Messstationen beauftragt. Untersucht wurden alle Messstandorte, die im NO₂-Jahresmittelwert 2017 Überschreitungen des Grenzwertes aufwiesen. Dazu gehörten auch die Frankfurter Messstandorte Friedberger Landstraße und die Battonnstraße im Bereich der Haltestelle Börneplatz. Im Gutachten des TÜV Rheinland vom 27. Juni 2019 [10] wird für beide Standorte die Einhaltung der kleinräumigen Standortkriterien nach der 39. BImSchV bestätigt. Aufgrund der Höhe der Überschreitungen am Messstandort Börneplatz/Battonnstraße wurde dort seitens der Gutachter auch die Einhaltung der großräumigen Standortkriterien überprüft und als verordnungskonform eingestuft.

Unter die nicht endenden Diskussionen im Hinblick auf die Zulässigkeit von Messungen in den am höchsten belasteten Bereichen setzte ein Urteil des Europäischen Gerichtshof vom 26. Juni 2019 [11] einen Schlusspunkt. Darin wird die Verpflichtung der Behörden verdeutlicht, „... *Probenahmestellen so einzurichten, dass sie Informationen über die Verschmutzung der am stärksten belasteten Orte liefern* ...“.

1.3.2 Beschreibung der Messtechnik

Die Beurteilung der Luftqualität erfolgt mittels ortsfester Luftmessstationen sowie mit Hilfe von Passivsammlern.

In den Luftmessstationen werden jeweils eine Reihe von Luftschadstoffen mittels kontinuierlich arbeitender Geräte gemessen. Die Messergebnisse werden elektronisch an das für die Messung der Luftqualität in Hessen zuständige HLNUG übertragen und stehen zeitnah (innerhalb von ca. 2 Stunden) der Öffentlichkeit zur Verfügung. Der Nachteil von Luftmessstationen ist ihre Größe und die Erforderlichkeit von Strom- und Telefonanschlüssen, die gerade in räumlich engen Situationen nicht immer gegeben sind. Darüber hinaus sind ortsfeste Messstationen mit hohen Kosten für die Einrichtung und den Betrieb verbunden.

Zur Schadstoffmessung auch in räumlich engen Situationen sowie zur flächenhaften Überprüfung der Belastung sind die kleinen und damit sehr flexibel einsetzbaren NO₂-Passivsammler geeignet. Diese kostengünstige, aber dennoch qualitätsgesicherte Messmethode wird auch zur temporären Überprüfung der Immissionsbelastung eingesetzt, da für ihre Einrichtung praktisch nur geringfügige Voraussetzungen erforderlich sind.



Abb. 3: NO₂-Passivsammler

Die Sammler werden i.d.R. an vorhandenen Masten (Schilder, Laternen, Regenrinnen u.ä.m.) angebracht und im Turnus von ca. vier Wochen ausgetauscht. Die auf einem Absorbermedium gesammelten Proben werden danach im Labor analysiert. Daher stehen Messwerte auch erst zeitverzögert – ca. sechs Wochen nach dem Probewechsel – zur Verfügung und auch nur als Mittelwert der NO₂-Konzentration über den Probenahmezeitraum. Es liegen somit auch keine zeitlich hochaufgelösten Messergebnisse vor (z. B. Stundenmittelwerte) und eine Überwachung des Kurzzeitgrenzwertes ist nicht möglich.

In Frankfurt am Main erfolgten Messungen mit Passivsammlern bereits an vielen Standorten, die aber auch wiedereingestellt wurden, wenn sich herausgestellt hatte, dass die Grenzwerte sicher eingehalten werden. Im Falle von Grenzwertüberschreitungen werden die Messungen an diesen Standorten so lange weiterbetrieben, bis an mehreren Jahren in Folge eine Einhaltung gewährleistet ist.

Für die 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans Frankfurt am Main wurde eine flächendeckende Berechnung der Schadstoffbelastung in Frankfurt am Main beauftragt. Das diesbezügliche Immissionsgutachten wies an vielen Punkten teils hohe Grenzwertüberschreitungen auf. Um die berechneten Werte zu verifizieren, wurden an sechs weiteren Standorten NO₂-Passivsammlermessungen eingerichtet. Ein Schwerpunkt der berechneten Überschreitungen befindet sich im Bereich Höchst/Unterliederbach, wo insgesamt vier der sechs neuen Messstandorte installiert wurden, sowie innerhalb des Anlagenrings sowie auf der Mainzer Landstraße.

1.3.3 Beschreibung der Messstandorte

1.3.3.1 Börneplatz/Battonnstraße

Aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens und des Straßenschluchtcharakters der Battonn-

straße wurde im Februar 2017 ein NO₂-Passivsammler an der Haltestelle Börneplatz als zusätzlicher verkehrsnaher Messpunkt eingerichtet.



Abb. 4: Verkehrsnaher NO₂-Passivsammler-Messstandort Börneplatz/Battonnstraße

Nachdem sich gezeigt hat, dass an dieser Stelle die NO₂-Belastung sehr hoch ist, wird dieser Standort so lange beibehalten, bis der Immissionsgrenzwert mehrere Jahre lang sicher eingehalten wird.

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Verkehr
EU-Code:	DEHE136
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Battonnstraße
Rechts- / Hochwert	32 477644 5551177
Längengrad	8°41'14''
Breitengrad	50°6'44''
Höhe über NN:	99 m
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit Februar 2017
Komponente	seit
Stickstoffdioxid	Februar 2017

Tab. 2: Beschreibung des NO₂-Passivsammlerstandortes Börneplatz/Battonnstraße

1.3.3.2 Friedberger Landstraße

Die ortsfeste Messstation an der Friedberger Landstraße war eine der ersten verkehrsnahen Messstandorte in Hessen. Seit Beginn der Messungen in 1993 wurden teilweise sehr hohe NO₂-Konzentrationen registriert.



Abb. 5: Verkehrsbezogene Luftmessstation Friedberger Landstraße

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Verkehr
EU-Code:	DEHE041
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Friedberger Landstraße
Rechts- / Hochwert	32 477972 5552528
Höhe über NN:	119 m
Lage:	Verkehr
Messzeitraum:	seit 1993
Komponente	seit
Kohlenmonoxid	1993
Stickstoffmonoxid	1993
Stickstoffdioxid	1993
Feinstaub (PM ₁₀)	2001
Feinstaub (PM _{2,5})	2010
Benzol, Toluol, Xylol	1996

Tab. 3: Beschreibung der Luftmessstation Friedberger Landstraße

1.3.3.3 Gotenstraße

Der Messstandort in der Gotenstraße ist einer der sechs infolge der berechneten Überschreitungen eingerichteten Messstandorten.



Abb. 6: Verkehrsnaher NO₂-Passivsammler-Messstandort Gotenstraße

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Verkehr
EU-Code:	-
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Gotenstraße 68-70
Rechts- / Hochwert	32 467092 5551121
Längengrad	8°32'23''
Breitengrad	50°6'41''
Höhe über NN:	108 m
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit September 2020
Komponente	Seit
Stickstoffdioxid	September 2020

Tab. 4: Beschreibung des NO₂-Passivsammlerstandortes Gotenstraße

1.3.3.4 Hochstraße

Der Messstandort in der Hochstraße ist einer der sechs infolge der berechneten Überschreitungen eingerichteten Messstandorten.

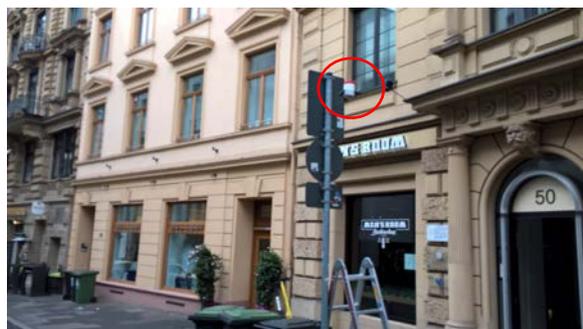


Abb. 7: Verkehrsnaher NO₂-Passivsammler-Messstandort Hochstraße

Insbesondere auf dem Cityring im Bereich der Neuen Mainzer Straße, Hochstraße und Bleichstraße wurden besonders hohe Belastungen ermittelt. Allerdings befinden sich die hoch belasteten Abschnitte nicht überall im Bereich der Wohnbebauung, was der neue Messstandort Hochstraße aber gewährleistet.

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Verkehr
EU-Code:	-
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Hochstraße 50
Rechts- / Hochwert	32 476647 5551519
Längengrad	8°40'24''
Breitengrad	50°6'55''
Höhe über NN:	105 m
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit Oktober 2020
Komponente	Seit
Stickstoffdioxid	Oktober 2020

Tab. 5: Beschreibung des NO₂-Passivsammlerstandortes Hochstraße

1.3.3.5 Höchst

Am Standort Frankfurt-Höchst wird bereits seit 1979 kontinuierlich die städtische Hintergrundbelastung mit einer ortsfesten Messstation in der Nähe des Bahnhofs gemessen.



Abb. 8: Luftmessstation des städtischen Hintergrundes Höchst

Aufgrund der Umgestaltung des Bahnhofs und des davorliegenden Busbahnhofs musste die

langjährige Messstation verlegt werden. Allerdings konnte ein Standort in unmittelbarer Nähe des bisherigen Standortes gefunden werden. Um zu vergleichen, ob der neue Messstandort vergleichbare Ergebnisse zeigt wie der alte, wurden die Messungen über die Dauer von einem Jahr parallel durchgeführt. Dabei zeigte sich ein sehr vergleichbarer Verlauf u.a. der Stickstoffdioxidbelastung.

Zum Vergleich der Messwerte wurden beide Stationen über die Dauer eines Jahres gleichzeitig betrieben. Da die Messwerte nur geringfügig voneinander abwichen, stellt der neue Standort praktisch eine Weiterführung der bisherigen Messungen dar.



Abb. 9: Verkehrsnaher NO₂-Passivsammler-Messstandort Kasinostraße

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Hintergrund
EU-Code:	DEHE005
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Dalbergstraße 14
Rechts- / Hochwert	32 467288 5550050
Längengrad	8°32'33,1''
Breitengrad	50°6'6,5''
Höhe über NN:	103 m
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit 1979 / 2016
Komponente	seit
Schwefeldioxid	1979 / 2016
Stickstoffmonoxid	1979 / 2016
Stickstoffdioxid	1979 / 2016
Ozon (O ₃)	1979 / 2016
Feinstaub (PM ₁₀)	1979 / 2016
Kohlenmonoxid (CO)	1979 / 2016
Methan	1979 / 2016
Komponente	seit
KW ohne Methan	1979 / 2016

Tab. 6: Beschreibung der Luftmessstation Höchst

1.3.3.6 Kasinostraße

Der Messstandort in der Kasinostraße ist einer der sechs infolge der berechneten Überschreitungen eingerichteten Messstandorten.

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Verkehr
EU-Code:	-
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Kasinostraße 14
Rechts- / Hochwert	32 467811 5550173
Längengrad	8°32'59''
Breitengrad	50°6'10''
Höhe über NN:	103 m
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit September 2020
Komponente	seit
Stickstoffdioxid	September 2020

Tab. 7: Beschreibung des NO₂-Passivsammlerstandortes Kasinostraße

1.3.3.7 Königsteiner Straße 135 und 169

In der Königsteiner Straße wurden infolge der Berechnungsergebnisse sogar zwei Messstandorte – Königsteiner Straße 135 und 169 bzw. Chattenweg 1B – eingerichtet, die jeweils im Bereich der berechnet höchsten Belastungen liegen.

Während sich der Messstandort Königsteiner Straße 135 mehr im Innenstadtbereich von Höchst/Unterliederbach befindet, liegt der Messstandort Königsteiner Straße 169 bzw. Chattenweg 1B in Richtung Autobahnauf- bzw. -abfahrt.



Abb. 10: Verkehrsnaher NO₂-Passivsammler-Messstandort Königsteiner Straße 135

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Verkehr
EU-Code:	-
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Königsteiner Straße 135
Rechts- / Hochwert	32 466913 5551162
Längengrad	8°32'14''
Breitengrad	50°6'42''
Höhe über NN:	109 m
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit September 2020
Komponente	seit
Stickstoffdioxid	September 2020

Tab. 8: Beschreibung des NO₂-Passivsammlerstandortes Königsteiner Straße 135



Abb. 11: Verkehrsnaher NO₂-Passivsammler-Messstandort Königsteiner Straße 169 bzw. Chattenweg 1B

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Verkehr

EU-Code:	-
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Königsteiner Str. 169 bzw. Chattenweg 1B
Rechts- / Hochwert	32 466777 5551372
Längengrad	8°32'7''
Breitengrad	50°6'49''
Höhe über NN:	111 m
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit September 2020
Komponente	seit
Stickstoffdioxid	September 2020

Tab. 9: Beschreibung des NO₂-Passivsammlerstandortes Königsteiner Straße 169

1.3.3.8 Lerchesberg

Beim Messpunkt Lerchesberg handelt es sich um einen NO₂-Passivsammlerstandort. Nach Inbetriebnahme der neuen Nordwest-Landebahn kam es zu erheblichen Protesten der neu betroffenen Anwohner in Frankfurt-Lerchesberg. Die Beschwerden richteten sich zwar im Wesentlichen gegen die Zunahme von Fluglärm, aber auch gegen eine vermutete Schadstoffbelastung durch den Flugverkehr. Zur Erfassung der vom Flugverkehr verursachten Schadstoffbelastung wurde für die Dauer eines Jahres eine Luftmessstation in Betrieb genommen.



Abb. 12: NO₂-Passivsammler-Messstandort im vorstädtischen Hintergrund Lerchesberg

Da die Messwerte keine Auffälligkeiten zeigten und sie eher niedriger lagen als an Messstationen im näheren Umfeld, wurde nach Abbau der Messstation Ende Mai 2013 im Juni 2013 der NO₂-Passivsammler zur weiteren Verfolgung der NO₂-Belastung eingerichtet.

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Hintergrund
EU-Code:	-
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Bischofsweg 48a
Rechts- / Hochwert	32 477321 5547724
Längengrad	8°40'58''
Breitengrad	50°04'52''
Höhe über NN:	138 m
Lage:	Stadttrand
Messzeitraum:	seit Juni 2013
Komponente	seit
Stickstoffdioxid	Juni 2013

Tab. 10: Beschreibung des NO₂-Passivsammlerstandortes Lerchesberg

1.3.3.9 Mainkai

Der NO₂-Passivsammlerstandort am Mainkai wurde im Juli 2018 zur Überprüfung der NO₂-Belastung in dieser stark mit Verkehr belasteten Straße eingerichtet.



Abb. 13: Verkehrsnaher NO₂-Passivsammler-Messstandort Mainkai

Im Juli 2019 wurde dieser Streckenabschnitt probeweise für ein Jahr gesperrt und wurde am 1. September 2020 wieder für den Verkehr freigegeben, obwohl eine Mehrheit der Frankfurter Bürger sich für eine Beibehaltung der Sperrung ausgesprochen hatte.

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Verkehr
EU-Code:	DEHE144
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Mainkai 19
Rechts- / Hochwert	32 477411 5550847
Längengrad	8°41'03''
Breitengrad	50°6'33''
Höhe über NN:	95 m
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit Juli 2018
Komponente	seit
Stickstoffdioxid	Juli 2018

Tab. 11: Beschreibung des NO₂-Passivsammlerstandortes Mainkai

1.3.3.10 Mainzer Landstraße

Der Messstandort in der Mainzer Landstraße ist einer der sechs infolge der berechneten Überschreitungen eingerichteten Messstandorten.



Abb. 14: Verkehrsnaher temporärer NO₂-Passivsammler-Messstandort Mainzer Landstraße

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Verkehr
EU-Code:	-
Gemeinde:	Frankfurt am Main

Straße:	Mainzer Landstraße 49
Rechts- / Hochwert	32 475979 5550993
Längengrad	8°39'50''
Breitengrad	50°6'38''
Höhe über NN:	98 m
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit September 2020
Komponente	seit
Stickstoffdioxid	September 2020

Tab. 12: Beschreibung des verkehrsnahen NO₂-Passivsammlerstandortes Mainzer Landstraße

1.3.3.11 Niedwald

Bei der seit dem 25. April 2019 betriebenen ortsfesten Luftmessstation Niedwald handelt es sich um einen temporären Standort einer Luftmessstation, die insbesondere zur Überprüfung der Reichweite und Konzentration von Partikeln eingerichtet wurde.



Abb. 15: Temporäre Luftmessstation Niedwald

Der Standort befindet sich in direkter Verlängerung der Hauptwindrichtung vom Frankfurter Flughafen. Er liegt abseits der Bebauung, jedoch in der Nähe des Frankfurter Westkreuzes, d.h. dem Kreuz der Autobahnen A 5 und A 648.

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Hintergrund

EU-Code:	DEHE150
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Am Niedwald 59
Rechts- / Hochwert	32 470990 5551307
Lage:	Stadtrand
Messzeitraum:	seit April 2019
Komponente	seit
Schwefeldioxid	2019
Stickstoffmonoxid	2019
Stickstoffdioxid	2019
Komponente	seit
Ozon	2019
Feinstaub (PM ₁₀)	2019
Feinstaub (PM _{2,5})	2019
Partikelanzahl	2019
Kohlenmonoxid	2019
Windrichtung	2019
Windgeschwindigkeit	2019
Temperatur	2019
Luftdruck	2019
Relative Luftfeuchtigkeit	2019
Globalströmung	2019

Tab. 13: Beschreibung der temporären Luftmessstation Niedwald

1.3.3.12 Ost

Seit 1984 wird die Luftmessstation des städtischen Hintergrundes an der Ostseite der Stadt Frankfurt am Main in der Nähe der Hanauer Landstraße betrieben.



Abb. 16: Luftmessstation des städtischen Hintergrundes Ost

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Hintergrund
EU-Code:	DEHE008
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Hanauer Landstraße
Rechts- / Hochwert	32 481853 5552562
Längengrad	8°44'46,84''
Breitengrad	50°7'31,18''
Höhe über NN:	100 m
Lage:	Stadttrand
Messzeitraum:	seit 1984
Komponente	seit
Stickstoffmonoxid	1984
Stickstoffdioxid	1984
Ozon	1984
Feinstaub (PM ₁₀)	2000
Windrichtung	1984
Windgeschwindigkeit	1984
Temperatur	1984
Relative Luftfeuchte	1984
Luftdruck	1999

Tab. 14: Beschreibung der Luftmessstation Ost

1.3.3.13 Pforzheimer Straße

Um die Belastung durch den neuen Fernbusbahnhof erfassen zu können, wurde im Herbst 2016 ein NO₂-Passivsammlerstandort in der Pforzheimer Straße eingerichtet.

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Verkehr
EU-Code:	DEHE146
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Pforzheimer Straße 11
Rechts- / Hochwert	32 475898 5550284
Längengrad	8°39'46''
Breitengrad	50°06'15''
Höhe über NN:	10 m
Lage:	Innenstadt

Messzeitraum:	seit Oktober 2016
Komponente	seit
Stickstoffdioxid	Oktober 2016

Tab. 15: Beschreibung des NO₂-Passivsammlerstandortes Pforzheimer Straße



Abb. 17: Verkehrsnaher NO₂-Passivsammler-Messstandort Pforzheimer Straße

1.3.3.14 Riederwald I bis III

Im Zuge des Verkehrsprojekts „Bau des Riederwaldtunnels“ ergab eine Immissionsprognose Hinweise auf eine erhöhte NO₂-Belastung im Bereich der Straße „Am Erlenbruch“. Daraufhin wurden in Zusammenarbeit mit dem HLNUG drei Standorte im Riederwald mit Passivsammlern ausgerüstet, deren Messergebnisse die Prognosen bestätigten.

Davon wurden zwei Messstandorte verkehrsnah eingerichtet und einer an der Pestalozzi-Schule. Die beiden verkehrsnahen Messpunkte befinden sich im Verlauf der Straße Am Erlenbruch.

Der Standort Am Erlenbruch 80 wurde deshalb ausgewählt, weil er die dem künftigen Tunnelportal am nächst gelegene Wohnbebauung aufweist.



Abb. 18: Verkehrsnaher NO₂-Passivsammler-Messstandort Riederwald I

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Verkehr
EU-Code:	DEHE139
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Am Erlenbruch 80
Rechts- / Hochwert	32 480756 5553155
Längengrad	8°43'50''
Breitengrad	50°07'49''
Höhe über NN:	101 m
Lage:	Stadtrand
Messzeitraum:	seit Mai 2016
Komponente	seit
Stickstoffdioxid	Mai 2016

Tab. 16: Beschreibung des NO₂-Passivsammlerstandortes Riederwald I

Der Messstandort an der Pestalozzi-Schule befindet sich vor dem Haupteingang der Schule. Während das Schulgebäude derzeit noch praktisch im Grünen liegt, wird es nach Fertigstellung des Tunnelprojektes deutlich näher an die Straße heranrücken, auch wenn dann immer noch ein gewisser Abstand gegeben ist.



Abb. 19: NO₂-Passivsammler-Messstandort im städtischen Hintergrund Riederwald II

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Hintergrund
EU-Code:	DEHE145
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Haenischstraße 1
Rechts- / Hochwert	32 480854 5553410
Längengrad	8°41'14''
Breitengrad	50°06'44''
Höhe über NN:	99 m
Lage:	Stadtrand
Messzeitraum:	seit Mai 2016
Komponente	seit
Stickstoffdioxid	Mai 2016

Tab. 17: Beschreibung des NO₂-Passivsammlerstandortes Riederwald II

Der zweite verkehrsnaher Standort wurde im weiteren Verlauf der Straße Am Erlenbruch in Richtung Osten eingerichtet.



Abb. 20: Verkehrsnaher NO₂-Passivsammler-Messstandort Riederwald III

Der Standort wird sich nach Abschluss der Bauarbeiten im Bereich des geschlossenen Tunnelkörpers befinden, so dass von einer starken Entlastung dieses Standortes dann auszugehen ist.

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Verkehr
EU-Code:	DEHE140
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Am Erlenbruch 130
Rechts- / Hochwert	32 481311 5553268
Längengrad	8°44'18''
Breitengrad	50°07'52''
Höhe über NN:	101 m
Lage:	Stadttrand
Messzeitraum:	seit Mai 2016
Komponente	seit
Stickstoffdioxid	Mai 2016

Tab. 18: Beschreibung des NO₂-Passivsammlerstandortes Riederwald III

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Hintergrund
EU-Code:	DEHE141
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Römerberg 27
Rechts- / Hochwert	32 477300 5550960
Längengrad	8°40'56''
Breitengrad	50°06'37''
Höhe über NN:	100 m
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit Februar 2017
Komponente	seit
Stickstoffdioxid	Februar 2017

Tab. 19: Beschreibung des NO₂-Passivsammlerstandortes Römerberg

1.3.3.15 Römerberg

An zentraler Stelle in Frankfurt am Main und dennoch verkehrsfertig wurde im Februar 2017 ein NO₂-Passivsammlerstandort auf dem Römerberg eingerichtet. Er erfasst die durchschnittliche NO₂-Belastung, der die Menschen abseits der Hauptverkehrsstraßen ausgesetzt sind.



Abb. 21: NO₂-Passivsammler-Messstandort im städtischen Hintergrund Römerberg

1.3.3.16 Schwanheim

Zur Beurteilung der durch den Flughafen Frankfurt verursachten Luftschadstoffbelastung wurde im August 2017 eine temporäre Luftmessstation außerhalb des bebauten Gebiets in Frankfurt-Schwanheim aufgestellt. Die Lage abseits von Bebauung und Verkehr soll gewährleisten, dass die Emissionen aus den Bereichen Gebäudeheizung und Verkehr nicht die vom Flughafen verbrachten Schadstoffkonzentrationen überlagern. Daher kommt dieser Station der Charakter einer Hintergrundstation im vorstädtischen Gebiet zu. Das bedeutet aber auch, dass Ihre Messwerte nicht die allgemeine Exposition der Bevölkerung widerspiegeln.



Abb. 22: Luftmessstation im vorstädtischen Hintergrund in Frankfurt-Schwanheim

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Hintergrund
EU-Code:	DEHE135
Gemeinde:	Frankfurt am Main
Straße:	Schwanheimer Bahnstr. 100
Rechts- / Hochwert	3 469 746 / 5 548 887
Längengrad	8°57'63,05''
Breitengrad	50°07'54,64''
Höhe über NN:	94 m
Lage:	Stadttrand
Messzeitraum:	seit August 2017

Komponente	seit
Schwefeldioxid	2017
Stickstoffmonoxid	2017
Stickstoffdioxid	2017
Ozon	2017
Feinstaub (PM ₁₀)	2017
Feinstaub (PM _{2,5})	2017
Ultrafeinstaub (PM _{0,1})	2017
Kohlenmonoxid	2017
Kohlenwasserstoffe ohne Methan	2017
Methan	2017

Tab. 20: Beschreibung der Luftmessstation Frankfurt Schwanheim

2 Allgemeine Informationen

2.1 Art des Gebietes

Frankfurt am Main ist mit 764.319 Einwohnern (Stand: 30. Juni 2020, [9]) die größte Stadt in Hessen. Seit der 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans im Jahr 2011 leben fast 100.000 Personen mehr in der Stadt, was für sich genommen bereits der Bevölkerung einer eigenen (Groß-) Stadt entspricht. Damit ergibt sich aber auch eine deutliche Zunahme der Belastung durch Emissionen aus der Gebäudeheizung und dem Verkehr. Bei einer Fläche des Stadtgebietes von 248,31 km² [9] ergibt sich eine Einwohnerdichte von rd. 3.078 Einwohnern pro km².

Die Verteilung der Erwerbstätigen am Arbeitsort auf die verschiedenen Wirtschaftsbereiche ist in Tab. 21 aufgelistet. Dominant und gegenüber dem Landesdurchschnitt deutlich erhöht ist der Anteil der im privatwirtschaftlichen Dienstleistungsbereich beschäftigten Arbeitnehmer.

Beschäftigte nach Wirtschaftsbereichen	Anteil [%]
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	0,03
Produzierendes Gewerbe	10,5
Handel, Verkehr, Gastgewerbe	26,7
Information, Kommunikation	6,7
Finanz-, Versicherungs-Dienstleistungen	12,8
Grundstücks-, Wohnungswesen	2,1
Freiberufliche, wissenschaftliche, technische Dienstleistungen; sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen	22,6
Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung, Erziehung und Unterricht, Gesundheits- und Sozialwesen	14,3
Kunst, Unterhaltung und sonstige Dienstleistungen	4,3

Tab. 21: Anteile sozialversicherungspflichtig Beschäftigter nach Wirtschaftsbereichen in Frankfurt am Main; Stand: Juni 2019 [9]

2.2 Schätzung der Größe des verschmutzten Gebiets

Während seit 2012 auch in Frankfurt am Main die Feinstaubgrenzwerte sicher eingehalten werden, hält die Belastung mit Stickstoffdioxid weiter an.

Daher wird im Folgenden auch nur auf die Belastung mit dem Luftschadstoff Stickstoffdioxid abgestellt. Die konkrete Vorgehensweise zur Abschätzung der Größe des belasteten Gebiets wird in Kap. 4.2.3 dargestellt.

Eine „Grundbelastung“ mit NO₂ ist flächendeckend vorhanden, jedoch mit großen Konzentrationsunterschieden. Während z.B. an der Messstation am Kleinen Feldberg 2019 ein Jahresmittelwert von lediglich 6,1 µg/m³ NO₂ gemessen wurde, liegt die Belastung im städtischen Hintergrund mit 29 bis 34 µg/m³ (Jahresmittelwerte 2019 der Messstationen Frankfurt-Ost und Frankfurt-Höchst) bereits deutlich höher, generell am höchsten in verkehrsbelasteten Straßen. Untersuchungen belegen, dass im Gegensatz zu Feinstaub sich die Konzentration von Stickstoffdioxid sehr schnell mit zunehmendem Abstand zur Quelle verringert. Das gilt aber nur für den Fall, dass eine freie Abströmung gewährleistet ist.

Bei einer beidseitig weitgehend geschlossenen Bebauung können sich die Stickoxide aus den Verkehrsabgasen anreichern und führen zu teils hohen NO₂-Konzentrationen im betroffenen Straßenzug. Dort, wo der Abstand der Bebauung im Straßenquerschnitt zunimmt, verteilen sich die Abgase besser und die Konzentrationen liegen trotz des gleichen Verkehrsaufkommens niedriger.

Für die räumliche Verteilung bzw. Ausbreitung der Luftschadstoffe gilt, dass bereits die hinter den Häusern liegenden Bereiche den NO₂-Immissionsgrenzwert unterschreiten. Wände (Bauwerke, Lärmschutzwände u.ä.m.) wirken dabei abschirmend gegenüber den dahinterliegenden Bereichen.

Dieser Effekt kann mittels einer kleinräumigen Berechnung der Ausbreitung der NO₂-Belastung veranschaulicht werden wie in der Abb. 23 am Beispiel der Friedberger Landstraße dargestellt.

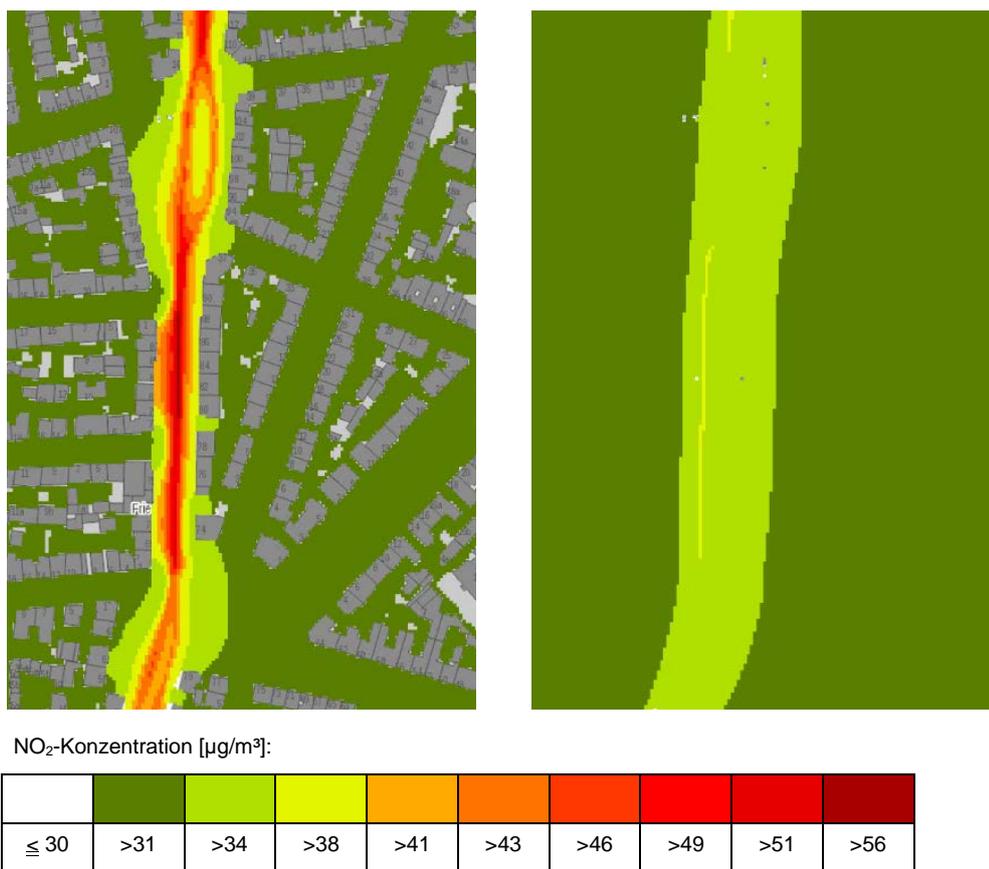


Abb. 23: Kleinräumige Berechnung der räumlichen Verteilung der NO₂-Belastung in der Friedberger Landstraße in Höhe der Luftmessstation, links mit Bebauung, rechts simuliert ohne Bebauung

Die Berechnungen belegen die stark abschirmende Wirkung von Gebäuden und den schnellen NO₂-Konzentrationsrückgang mit zunehmender Entfernung zur Quelle (Straßenverkehr). Obwohl damit belegt wird, dass die hohen Luftschadstoffkonzentrationen häufig nicht bis an die Bebauungsfront heranreichen, werden zur Ermittlung der Anzahl von Grenzwertüberschreitungen betroffener Personen alle Personen berücksichtigt, die in erster Bebauungsreihe an dem Straßenabschnitt wohnen, für den Grenzwertüberschreitungen entweder gemessen oder berechnet wurden.

Von Überschreitungen des NO₂-Grenzwertes waren demnach im Analysejahr 2019 in Frankfurt am Main ca. 1.700 Personen betroffen.

2.3 Klima und Topografie

Topographie und Klima spielen für die Luftqualität eines Ballungsraumes und dessen Kommunen eine wesentliche Rolle.

2.3.1 Das Klima in Frankfurt am Main

Der Ballungsraum Rhein-Main gehört zum warmgemäßigten Regenklima der mittleren Breiten. Mit überwiegend westlichen Winden werden das ganze Jahr über relativ feuchte Luftmassen vom Atlantik herangeführt.

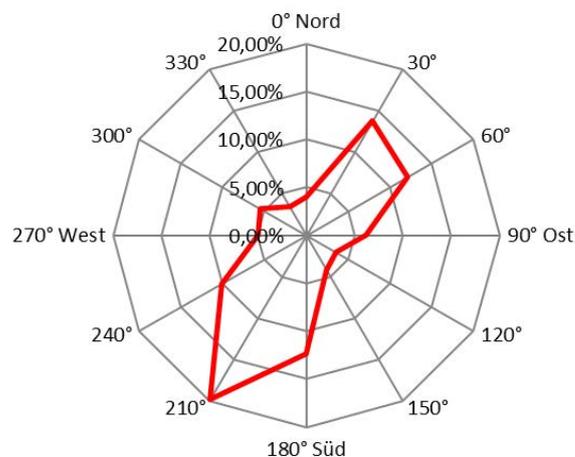


Abb. 24: Windrichtungsverteilung an der Messstation des Deutschen Wetterdienstes in Frankfurt am Standort Flughafen in 10 m Höhe für den Zeitraum Januar bis Dezember 2019

Wie Abb. 24 zeigt, kommt der Wind in Frankfurt am Main ganz überwiegend aus südsüdwestlicher und nordöstlicher Richtung.

Die einzelnen Klimatelemente sind hier vor allem von der Lage und Geländehöhe des untersuchten Gebietes abhängig. Die Niederungen mit Höhenlagen zwischen 130 m und 300 m über NN sind gekennzeichnet durch vergleichsweise niedrige Windgeschwindigkeiten, relativ hohe Lufttemperaturen und geringe Niederschlagshöhen, deren Hauptanteile in die Sommermonate fallen, wenn durch die hohe Einstrahlung verstärkt Schauer und Gewitter auftreten. In den Flusstälern und Talauen kommt es vor allem im Herbst und Winter zur Nebelbildung.

Bioklimatisch kann der Ballungsraum Rhein-Main und damit auch die Stadt Frankfurt am Main als „belasteter“ Verdichtungsraum ausgewiesen werden. Dieser ist gekennzeichnet durch folgende klimatische Eigenschaften:

- Wärmebelastung durch Schwüle und hohe Lufttemperaturen im Sommer,
- stagnierende Luft, verbunden mit geschlossener Wolkendecke, hoher Feuchtigkeit und Temperaturen um 0° C im Winter,
- verminderte Strahlungsintensität durch Niederschlags- bzw. Industriedunst und Nebel,
- niedrige Windgeschwindigkeit mit erhöhtem Risiko zur Anreicherung von Luftschadstoffen

Die Zunahme der Wärmebelastung lässt sich sehr deutlich am Anstieg der mittleren Jahrestemperatur beobachten, siehe Abb. 25.

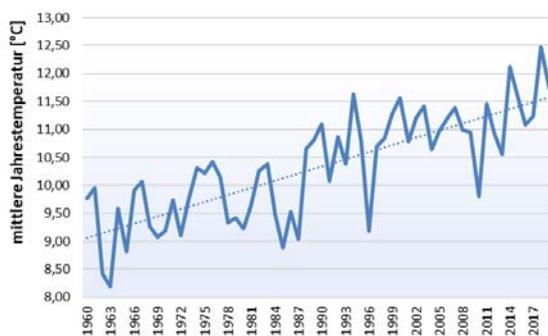


Abb. 25: Entwicklung der mittleren Jahrestemperatur an der Station Frankfurt/Main von 1960 bis 2019; Quelle DWD

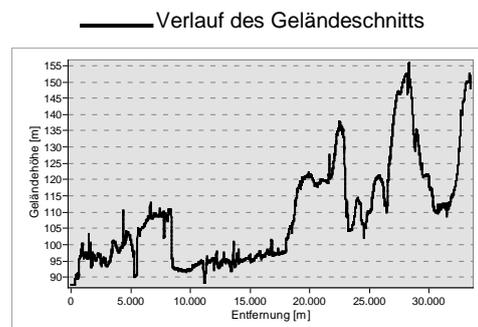
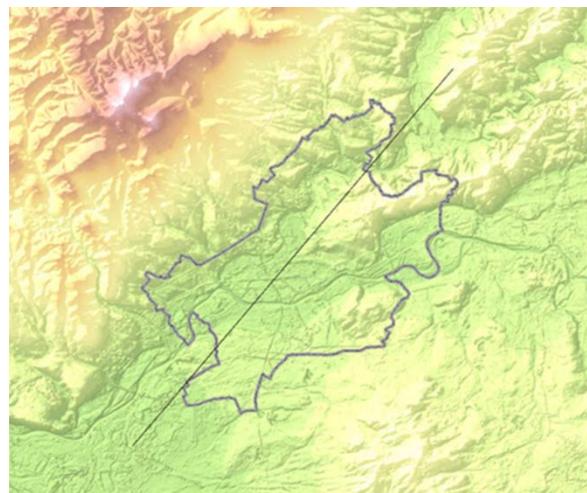
Aus lufthygienischer Sicht sind vor allem die vergleichsweise niedrigen Windgeschwindigkeiten und die damit im Zusammenhang stehende Häufigkeit von Zeiten mit ungünstigem Luftaustausch (austauscharme Wetterlagen) charakteristisch.

Im Jahr 2019 lag die Windgeschwindigkeit in Frankfurt am Main selbst in 10 m Höhe zu 17% der Zeit bei 1,5 m/s oder niedriger.

2.3.2 Topografie des Gebietes

Aus naturräumlicher Sicht gehört der Ballungsraum Rhein-Main zum „Rhein-Main-Tiefland“. Der Begriff „Tiefland“ verdeutlicht die einer Kessel- oder Beckenlage ähnliche Struktur.

Die Stadt Frankfurt am Main befindet sich in zentraler Lage der Untermainebene zwischen Taunus und Hessisch-Fränkischem Bergland, siehe auch Höhenschichtenkarte und Geländeschnitt in Abb. 26).



Höhenschichten bis			
80 m		400 m	
120 m		480 m	
160 m		560 m	
200 m		640 m	
240 m		720 m	
280 m		800 m	
320 m		880 m	
360 m		960 m	

Abb. 26: Frankfurt am Main mit Geländeschnitt

3 Zuständige Behörden

In Hessen ist das Hessische Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV) zuständige Behörde für die Aufstellung und Fortschreibung von Luftreinhalteplänen (§ 2 ImSchZuV [13]).

Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz
Mainzer Straße 80
65189 Wiesbaden

Grundlage der Luftreinhalteplanung ist die regelmäßige Untersuchung der Luftqualität, über die auch die Öffentlichkeit zu unterrichten ist. Diese Aufgaben liegen in der Zuständigkeit des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (§ 3 ImSchZuV).

Hessisches Landesamt für Naturschutz,
Umwelt und Geologie
Rheingaustraße 186
65203 Wiesbaden

Für Maßnahmen im Straßenverkehr ist das Einvernehmen mit den zuständigen Straßenbau- und Straßenverkehrsbehörden erforderlich (§ 47 Abs. 4 BImSchG). Das Einvernehmen wird durch die oberste Straßenbau- und Straßenverkehrsbehörde, das Hessische Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen erteilt.

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie,
Verkehr und Wohnen
Kaiser-Friedrich-Ring 75
65185 Wiesbaden

Die Maßnahmen in Luftreinhalteplänen sind durch Anordnung oder sonstige Entscheidung der zuständigen Träger öffentlicher Verwaltung durchzusetzen (§ 47 Abs. 6 BImSchG). In erster Linie sind das die Behörden der jeweils betroffenen Kommune sowie für Maßnahmen im Straßenverkehr das Regierungspräsidium Darmstadt bzw. Hessen Mobil.

Magistrat der Stadt Frankfurt am Main
Römerberg 23
60311 Frankfurt am Main

Regierungspräsidium Darmstadt
Abteilung III 33.1 – Verkehrsinfrastruktur Straße
und Schiene
Wilhelminenstraße 1-3
64283 Darmstadt

Hessen Mobil
Straßen- und Verkehrsmanagement
Wilhelmstraße 10
65185 Wiesbaden

4 Art und Beurteilung der Verschmutzung

4.1 Entwicklung der Luftqualität in Frankfurt am Main

Die Messung der Luftqualität in Frankfurt am Main erfolgt bereits seit vielen Jahrzehnten. Die Luftmessstation an der Friedberger Landstraße gehörte mit zu den ersten verkehrsnahen Messstandorten in Hessen überhaupt. In Höchst wurden erste Messungen im Jahr 1979 durchgeführt und der Standort Frankfurt-Ost wird kontinuierlich seit dem Jahr 1984 betrieben. Darüber hinaus wurden weitere Messstationen in Bockenheim (1977-1998), Griesheim (1984-1998), Niederrad (1977-1998), Sindlingen (2007-2015) und in der Höhenstraße (1992-1999) betrieben, die aber aufgrund der Umstrukturierung des Messnetzes und der im Vergleich zu den anderen Messstellen gleichlaufenden Entwicklung der Luftqualität aufgegeben wurden.

4.1.1 Entwicklung der Feinstaubbelastung

Hohe Feinstaubkonzentrationen (PM_{10}) stellten eine Zeit lang das gravierendste Gesundheitsproblem durch Luftschadstoffe dar. In Frankfurt am Main wurden hessenweit mit die höchsten Feinstaubkonzentrationen gemessen.

Stand lange Zeit die gröbere Feinstaubfraktion PM_{10} im Blickpunkt, ergaben Gesundheitsstudien eine höhere Gefährdung durch die feinere Fraktion $PM_{2,5}$. Für sie gibt es die meisten Studien im Hinblick auf gesundheitliche Auswirkungen von Feinstaub.

Neu hinzugekommen, jedoch bisher ohne festgelegtem Ziel- oder Grenzwert, ist der Ultrafeinstaub mit einer Größe kleiner 100 Nanometern. Seine Messung ist sehr aufwändig und bisher gibt es auch noch keine festgelegten Messverfahren. Durch mehrere EU-Projekte und inzwischen auch langjährigen Erfahrungen haben sich die verlässlichen Messmethoden inzwischen herauskristallisiert. Dabei ist jedoch zu beachten, in welchem Größenbereich die Messmethode arbeitet, da die Ergebnisse ansonsten nur bedingt vergleichbar sind.

4.1.1.1 Feinstaub PM_{10}

Der Immissionsgrenzwert für die grobe Feinstaubfraktion PM_{10} trat zum 1. Januar 2005

in Kraft. Für PM_{10} sind zwei Immissionsgrenzwerte festgesetzt. Ein Langzeit- sowie ein Kurzzeitwert.

In Frankfurt am Main kam es trotz hoher Feinstaubkonzentrationen nie zu einer Überschreitung des Langzeitgrenzwertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

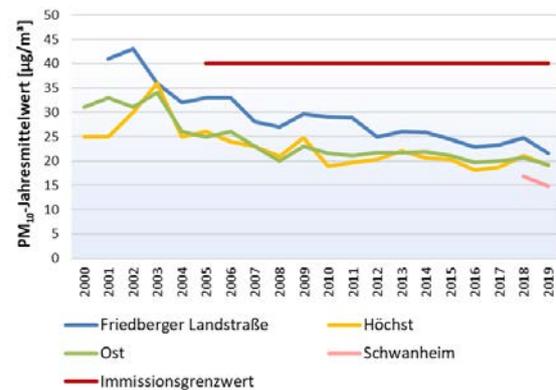


Abb. 27: Entwicklung der PM_{10} -Belastung seit Aufnahme der Feinstaubmessungen

Anders verhält es sich dagegen mit dem Kurzzeitgrenzwert für PM_{10} . Die pro Jahr zulässige Anzahl von 35 Überschreitungen des Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde in den Jahren 2005 bis 2011 immer wieder einmal überschritten.

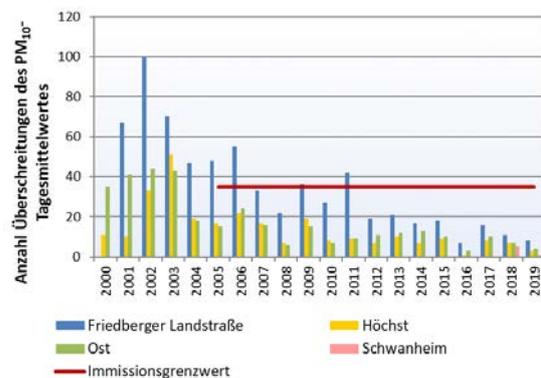


Abb. 28: Anzahl der jährlichen Überschreitungen des Tagesmittelwertes von PM_{10}

Seit 2012 wird aber auch der Kurzzeitgrenzwert für PM_{10} sicher eingehalten. Die unterschiedliche Höhe der jährlichen Überschreitungsanzahl ist vor allem meteorologisch bedingt.

4.1.1.2 Feinstaub $PM_{2,5}$

Seit 2008 erfolgen an ausgewählten Stationen des städtischen Hintergrunds und seit 2010 auch

verkehrsnahe Messungen der kleineren Feinstaubfraktion $PM_{2,5}$. Der dafür seit 2015 geltende Immissionsgrenzwert in Höhe von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wurde weder in Frankfurt am Main noch an einer anderen Stelle in Hessen jemals seit Aufnahme der Messungen überschritten.

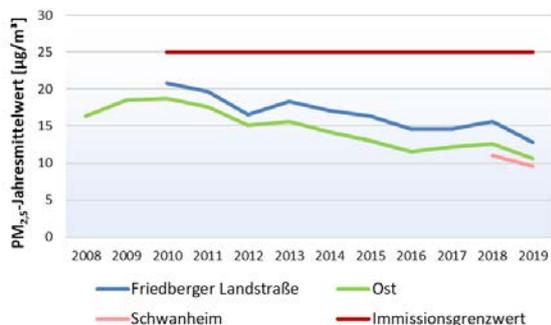


Abb. 29: Entwicklung der $PM_{2,5}$ -Belastung

4.1.1.3 Ultrafeinstaub

Bei Ultrafeinstaub handelt es sich um den Anteil am Feinstaub, der eine Partikelgröße von weniger als 100 nm aufweist. Die Teilchen sind so klein, dass eine Massebestimmung wie bei den größeren Feinstaubfraktionen hier wenig Sinn machen würde. Daher wird Ultrafeinstaub als Partikelanzahl pro Kubikzentimeter gemessen.

Bisher gibt es für Ultrafeinstaub weder einen Ziel- noch einen Grenzwert, noch eine Messverpflichtung. Dies beruht vor allem darauf, dass die Messung von Ultrafeinstaub sehr anspruchsvoll ist und lange Zeit über die am besten geeigneten Messmethoden geforscht wurde. Infolge der fehlenden Messverpflichtung existiert auch noch kein Referenzverfahren, das die Vergleichbarkeit der Messungen gewährleisten könnte. Daher sind Messergebnisse unterschiedlicher Institutionen auch nicht unbedingt miteinander vergleichbar, was vor allem auch damit zusammenhängt, ab welcher Partikelgröße gemessen wird.

Die Messung von Ultrafeinstaub in Hessen wurde durch Berichte in der Fachliteratur befördert, dass auffällig hohe Konzentrationen davon noch im weitem Umfeld von Flughäfen gefunden wurden.

Hessen hat daraufhin erste Ultrafeinstaubmessungen im September 2015 an der Station in Raunheim zusammen mit dem Umweltbundesamt aufgenommen. Seitdem wurde die Anzahl der Messstationen sukzessive ausgedehnt.

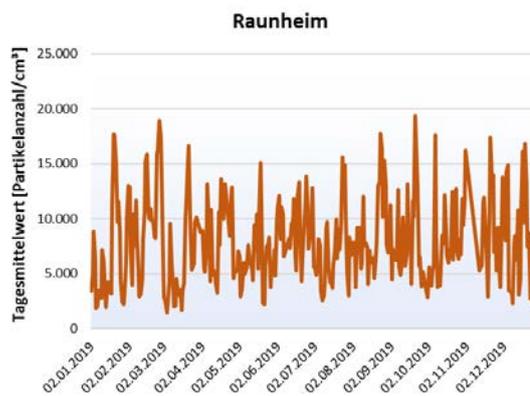


Abb. 30: Entwicklung der Tagesmittelwerte der Ultrafeinstaubbelastung der Größenordnung 10-100 nm an der Messstation Raunheim im Jahr 2019

Die Messstation in Raunheim wurde aufgrund ihrer Nähe zum Flughafen Frankfurt am Main und ihrer Lage unterhalb der Grundlinie für Landungen bei Ostwindwetterlagen ausgesucht.

Um die durch den Flughafen verursachte Belastung mit ultrafeinen Partikeln besser beurteilen zu können, wurde im August 2017 die Messstation an Frankfurt-Schwanheim eingerichtet, die in Hauptwindrichtung zum Flughafen Frankfurt liegt.

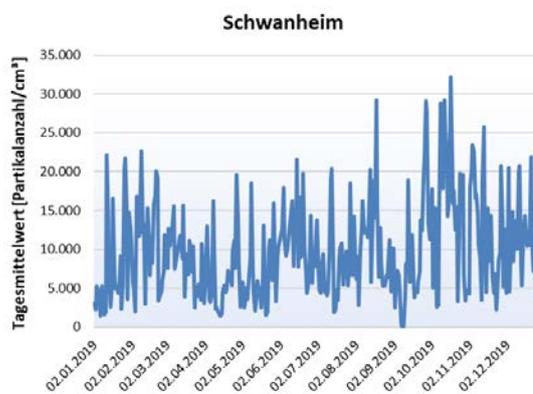


Abb. 31: Entwicklung der Tagesmittelwerte der Ultrafeinstaubbelastung der Größenordnung 10-100 nm an der Messstation Frankfurt-Schwanheim im Jahr 2019

Auffällig ist die durchschnittlich höhere Belastung mit ultrafeinen Partikeln trotz der größeren Entfernung zum Flughafen.

Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie wertet die Ultrafeinstaubbelastung regelmäßig aus und veröffentlicht dazu entsprechende Berichte, die auf der Internetseite des HLNUG abgerufen werden können.

4.1.2 Entwicklung der Schwefeldioxid- und Benzolbelastung

Schwefeldioxid gehörte in den 80er Jahren zu den Hauptverursachern der berüchtigten Wintersmogepisoden. Durch den Einbau von Entschwefelungsanlagen insbesondere bei den Industriebetrieben konnte die Immissionsbelastung soweit reduziert werden, dass nicht nur der Grenzwert seit langem sicher eingehalten, sondern bereits so weit unterschritten wird, dass sich Messungen vielerorts inzwischen erübrigen. Die zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Immissionsgrenzwerte für Schwefeldioxid betragen $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Stunde bei 24 zulässigen Überschreitungen pro Jahr bzw. $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Tag bei zulässigen drei Überschreitungen pro Jahr. Schwefeldioxid wurde nur an den Messstationen im ländlichen Raum sowie im städtischen Hintergrund gemessen.

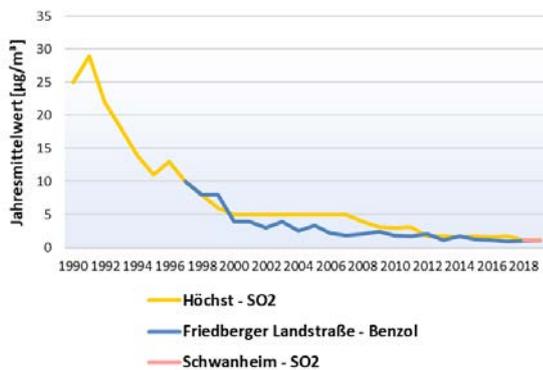


Abb. 32: Entwicklung der Schwefeldioxid- (SO_2) und Benzolbelastung

Der Immissionsgrenzwert für Benzol beträgt $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel. Benzol wurde bis Ende der 90er Jahre dem Kraftstoff zur Erhöhung der Klopfestigkeit zugesetzt. Aufgrund seiner krebserregenden Eigenschaften wurde ab dem Jahr 2000 die Konzentration von Benzol im Kraftstoff begrenzt. Der insbesondere aus Abgasemissionen freigesetzte Luftschadstoff wird daher nur an verkehrsbezogenen Standorten gemessen.

4.1.3 Entwicklung der Ozonbelastung

Die Konzentration von bodennahem Ozon wird im Wesentlichen durch die Intensität der Sonneneinstrahlung bedingt. Im Gegensatz zu stratosphärischem Ozon, das in großen Höhen ein Schutzschild gegen UV-Strahlung bildet, beeinträchtigt bodennahes Ozon die physische Leistungsfähigkeit und kann zu Atemwegsproblemen führen. Für Ozon existieren bisher lediglich Zielwerte.

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ozon beträgt $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als höchster Achtstundenmittelwert bei zulässigen 25 Überschreitungen pro Jahr.

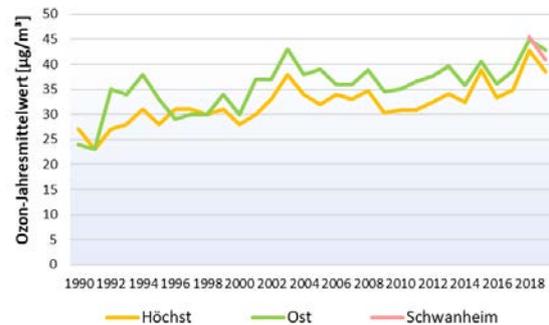


Abb. 33: Entwicklung der Ozonbelastung

Da Ozon durch Stickoxide aus dem Verkehr teilweise zerstört wird, wird Ozon nicht verkehrsnah gemessen. Hohe Ozonkonzentrationen findet man aus diesem Grund am ehesten in ländlichen Regionen. Der Zielwert wurde in Frankfurt am Main nur in den Jahren 2003 bis 2005 an der Luftmessstation Frankfurt-Ost überschritten.

4.1.4 Entwicklung der Stickoxidbelastung (NO_x und NO_2)

Stickoxide, d.h. Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO_2) entstehen im Wesentlichen bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe. Direkt nach der Verbrennungseinrichtung werden die Stickoxide überwiegend in Form von NO emittiert und nur zum geringem Anteil direkt in Form von NO_2 . Das NO wird an der Luft relativ schnell zu NO_2 oxidiert, weshalb vor allem an emissionsfernen Standorten, wie den Luftmessstationen des ländlichen Raums, fast nur noch NO_2 gemessen wird.

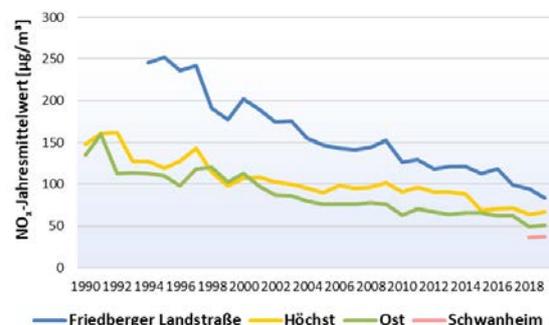


Abb. 34: Entwicklung der NO_x -Konzentrationen

Um die Gesamtemissionen der Stickoxide besser einschätzen zu können, wird die gemessene

Konzentration des Stickstoffmonoxids so umgerechnet, als wenn es sich bereits zu Stickstoffdioxid umgewandelt hätte. Zusammen mit der gemessenen Konzentration von Stickstoffdioxid erhält man eine Gesamtstickoxidkonzentration (NO_x). Diese Gesamtstickoxidkonzentration ist auch deshalb von Bedeutung, weil z.B. Emissionsgrenzwerte bei Fahrzeugen und Industrieanlagen ausschließlich auf NO_x bezogen sind.

Die Reduzierung der Gesamtkonzentration von Stickstoffoxiden (NO_x) ist zwar erfreulich, zeigt sie doch, dass emissionsmindernde Maßnahmen greifen. Insgesamt reichte es aber trotz eines ebenfalls positiven Trends bisher nicht aus, um das Problem gesundheitsgefährdend hoher Stickstoffdioxidkonzentrationen (NO₂) ganz zu lösen.

Die Entwicklung der NO₂-Belastung an den langjährigen Messstandorten zeigt Abb. 35.

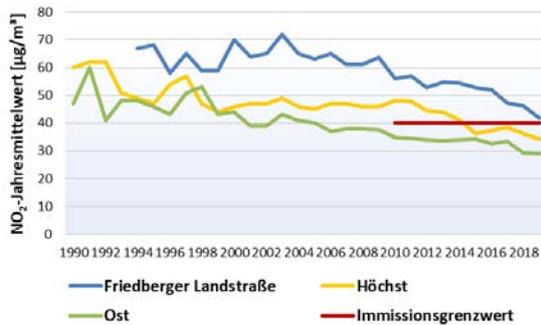
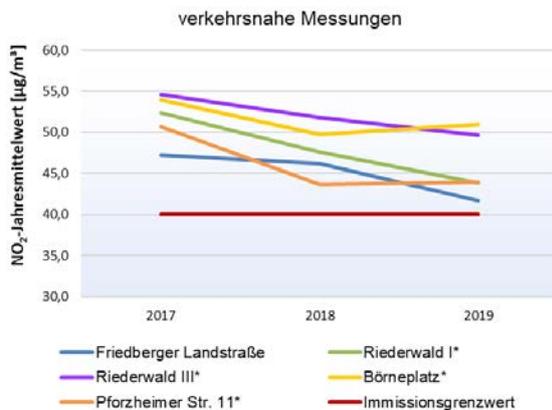


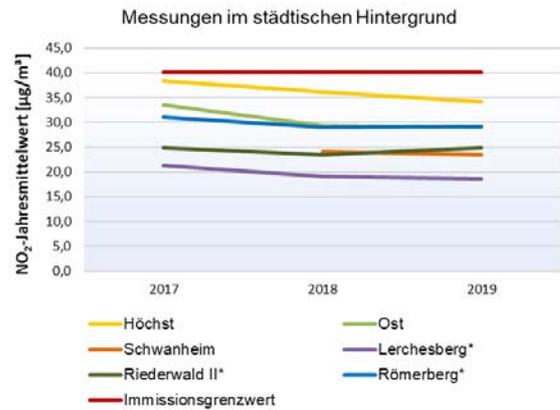
Abb. 35: Entwicklung der NO₂-Belastung an den langjährigen Messstandorten

Auch wenn der NO₂-Jahresmittelwert an der langjährigen Messstelle in der Friedberger Landstraße eine Grenzwerteinhaltung schon fast vermuten lässt, liegen doch die Werte anderer, neuer Messstandorte teilweise deutlich darüber wie Abb. 36 zeigt.



*Passivsammlerstandort

Abb. 36: Entwicklung der NO₂-Belastung an den verkehrsnahen Messstandorten



*Passivsammlerstandort

Abb. 37: Entwicklung der NO₂-Belastung an den Messstandorten im städtischen Hintergrund

Die Annäherung der Werte der Messstandorte im städtischen Hintergrund der verkehrsnahen Standorte zeigt, dass langsam auch die Fahrzeuge weniger statt immer mehr NO_x emittieren, was allerdings erst seit Einführung des neuen Typprüfverfahrens (siehe auch Kap. 6.1.1) der Fall ist.

Der Kurzzeitgrenzwert für NO₂ in Höhe von 200 µg/m³ als Stundenmittelwert, der zulässigerweise bis zu 18 Mal im Jahr überschritten werden darf, wurde bisher immer in Frankfurt am Main eingehalten.



Abb. 38: Entwicklung der Anzahl von Überschreitungen des NO₂-Stundenmittelwertes

4.1.5 Belastungssituation 2019

In Tab. 22 werden die Messergebnisse des Jahres 2019 dargestellt. Sie umfassen sowohl die Ergebnisse der ortsfesten Messstationen als auch die der Passivsammler. Die neu eingerichtete Messstation Frankfurt-Niedwald lieferte noch

keine Jahresmittelwerte, da sie erst Ende April 2019 eingerichtet wurde.

Die Ergebnisse der Messungen zeigen zum einen, dass die Hintergrundbelastung in Frankfurt vergleichsweise hoch ist und im Durchschnitt bereits gut 40% des Immissionsgrenzwertes aus-

schöpft. Dennoch trägt der Verkehr ganz wesentlich zur Belastung bei, wie die hohen Überschreitungen z.B. in der Battonnstraße (Messstandort Börneplatz/Battonnstraße) oder im Riederwald belegen.

Nicht dargestellt werden die Messwerte für ultrafeine Partikel.

Komponente	PM _{2,5}	PM ₁₀		NO ₂		SO ₂			C ₆ H ₆
	JM	24-h	JM	1-h	JM	1-h	24-h	JM	JM
Grenzwert	25	50	40	200	40	350	125	20	5
zulässige Überschreitungen / a		35		18		24	3		
Einheit	µg/m ³	Anz.	µg/m ³	Anz.	µg/m ³	Anz.	Anz.	µg/m ³	µg/m ³
Börneplatz/Battonnstraße*	-	-	-	-	51,0	-	-	-	-
Friedberger Landstraße	12,8	8	21,6	0	41,7	-	-	-	0,99
Höchst	-	3	19,1	0	34,2	0	0	1,2	-
Lerchesberg *	-	-	-	-	18,6	-	-	-	-
Mainkai*	-	-	-	-	41,5	-	-	-	-
Ost	10,6	4	19,2	0	29,0	-	-	-	-
Pforzheimer Straße*	-	-	-	-	44,0	-	-	-	-
Riederwald I*	-	-	-	-	43,9	-	-	-	-
Riederwald II*	-	-	-	-	24,9	-	-	-	-
Riederwald III*	-	-	-	-	49,7	-	-	-	-
Römerberg*	-	-	-	-	29,2	-	-	-	-
Schwanheim	9,6	1	14,8	0	23,4	0	0	1,1	-
Lerchesberg *	-	-	-	-	18,6	-	-	-	-

*NO₂-Passivsammler

Tab. 22: NO₂-Messergebnisse für das Jahr 2019 in Frankfurt am Main

4.2 Angewandte Beurteilungstechnik

Die Beurteilung der Luftqualität eines Gebiets oder Ballungsraums kann entweder durch ortsfeste Messungen, Modellrechnungen oder eine Kombination aus beiden erfolgen. Wann ortsfeste Messungen erfolgen müssen und wann Modellrechnungen ausreichen, ist durch die 39. BIm-SchV geregelt. Die Verordnung macht dabei konkrete Vorgaben, ab welchen Schadstoffkonzentrationen ortsfeste Messungen vorzunehmen sind sowie zu deren Anzahl, Standorten und Methode der Probenahme.

Für die Beurteilung der Luftqualität in Frankfurt am Main wurde eine Kombination aus beiden Möglichkeiten gewählt. Neben den ortsfesten Messungen (siehe Kapitel 1.3) wurden Modellrechnungen zur Beurteilung der Luftqualität auf

allen Hauptverkehrsstraßen in Frankfurt am Main vorgenommen.

4.2.1 Beiträge zur Gesamtbelastung

Die höchsten Immissionskonzentrationen werden regelmäßig an den verkehrsbezogenen Messstationen registriert. Die dort gemessene Luftschadstoffbelastung (Gesamtbelastung) setzt sich aus verschiedenen Beiträgen zusammen, deren Anteile nicht separat gemessen werden können.

Die Gesamtbelastung in einem Straßenzug setzt sich zusammen aus:

- dem grenzüberschreitenden Ferneintrag, d.h. der Luftschadstoffkonzentration, die durch Emissionen außerhalb von Hessen verursacht wurde und mit der freien Luftströmung eingetragen wird,

- der regionalen Hintergrundbelastung, d.h. der Luftschadstoffkonzentration wie sie abseits größerer Emissionsquellen wie Industrieanlagen, Städten oder Straßen gemessen wird. Hier kommen vermehrt auch andere Schadstoffquellen wie Emissionen aus der Landwirtschaft oder aus natürlichen Quellen zum Tragen. Die regionale Hintergrundbelastung wird zusammen mit dem Ferneintrag an den Messstationen im ländlichen Raum gemessen,
- der Zusatzbelastung städtischer Hintergrund, d.h. der Luftschadstoffkonzentration, die durch die Emissionen aus Industrieanlagen, Gewerbebetrieben, Verkehr und Gebäudeheizung innerhalb einer Kommune verursacht wird. Die gesamte städtische Hintergrundbelastung wird zusammen mit der regionalen Hintergrundbelastung an den Messstationen des städtischen Hintergrunds gemessen sowie
- der Zusatzbelastung aus dem lokalen Verkehr, d.h. der Luftschadstoffkonzentration, die durch den lokalen Verkehr in einer Straße verursacht wird. Zusammen mit der städtischen Hintergrundbelastung addiert sich die verkehrsbedingte Zusatzbelastung zur Gesamtbelastung. Diese wird an den verkehrsbezogenen Messstationen registriert.

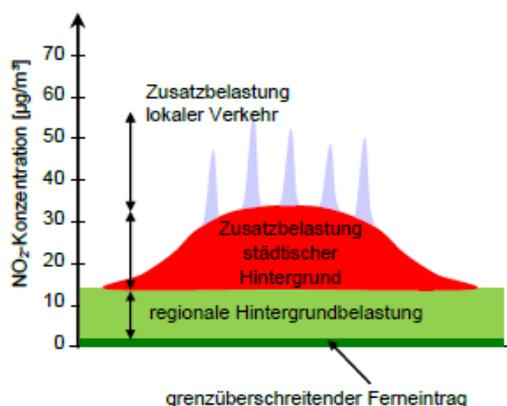


Abb. 39: Zusammensetzung der Einzelbeiträge zur Schadstoffbelastung

4.2.2 Modellrechnungen zur Ermittlung der Verursacheranteile

Zur Ermittlung der Verursacheranteile werden in regelmäßigen Abständen Ausbreitungsrechnun-

gen beauftragt. Sie stützen sich auf die Emissionsbeiträge der Industrie, der Gebäudeheizung, des Verkehrs und anderer Quellen, die sich im Wesentlichen ergeben aus

- den alle vier Jahre erhobenen Emissionserklärungen nach der Verordnung über Emissionserklärungen (11. BImSchV, [14]) und
- den alle fünf Jahre erhobenen Verkehrszählungen des Bundes, die für die jeweiligen Kommunen mit den Abgasemissionen nach dem Handbuch der Emissionsfaktoren für den Straßenverkehr (HBEFA, [15]) verschnitten werden.

Bei der Erhebung zur Emittentengruppe Gebäudeheizung werden die Emissionen aus Feuerungsanlagen erfasst, für die keine immissionschutzrechtliche Genehmigung nach der 4. BImSchV benötigt wird. Die Feuerungsanlagen dienen überwiegend der Heizung und Warmwasserbereitung in privaten und öffentlichen Gebäuden, aber auch der Wärmeerzeugung im Industrie- und Gewerbebereich. Darüber hinaus werden je nach festgelegtem Bezugsjahr die Daten der Bahn (Emissionen von Dieselloks) und biogener und nicht gefasster Quellen berücksichtigt. Aufgrund der Erhebungszeiträume werden Ausbreitungsrechnungen immer nur dann beauftragt und durchgeführt, wenn sich in den verschiedenen Bereichen eine neue Datenlage ergeben hat.

Die letzte, für das Jahr 2013, durchgeführte Ausbreitungsberechnung für das Land Hessen macht sowohl Aussagen z.B. über den Ferneintrag von Luftschadstoffen mit der in die Ballungsräume bzw. Gebiete einströmenden Luft als auch über die Immissionsanteile aus der Industrie, den Gebäudeheizungen und dem Kfz-Verkehr. Die Modellrechnungen wurden dabei für Hauptbelastungspunkte in den Städten durchgeführt. Der Bericht [16] kann auf der Homepage des Hessischen Umweltministeriums eingesehen werden

Die rechnerische Bestimmung der Beiträge von bestimmten Emittentengruppen erfordert die Anwendung eines chemischen Transportmodells, da Stickstoffdioxid überwiegend über chemische Prozesse gebildet wird. Zur Anwendung kam das chemische Transportmodell REM-CALGRID (RCG), das an der FU Berlin entwickelt wurde. Das RCG-Modell berechnet die Konzentration von Schadstoffen an einem Ort in Abhängigkeit von der Emission, von physikalischen und chemischen Prozessen während des Transportvorgangs in der Atmosphäre sowie von meteorologischen und topographischen Einflüssen.

4.2.3 Berechnung der Immissionsbelastung

Da nur an einzelnen Stellen in der Stadt Frankfurt am Main die Schadstoffbelastung konkret durch Messungen ermittelt wird, erfolgt die Beurteilung der Luftqualität im übrigen Stadtgebiet anhand von Modellrechnungen. Dazu wurde ein Immissionsgutachten [12] beauftragt, welches die Berechnung des Analysenullfalls 2019, des Prognoseullfalls 2021 sowie die Wirkung der untersuchten Einzelmaßnahmen und ihrer Gesamtwirkung untersuchte. Die „Immissionsseitige Wirkungsanalyse von Luftreinhalte-Maßnahmen in Frankfurt am Main durch Modellrechnungen“ ist auf der Homepage des Umweltministeriums eingestellt.

Grundlage der Berechnungen ist das Verkehrsaufkommen in und um die Stadt Frankfurt am Main nach dem aktuellen Verkehrsmodell.

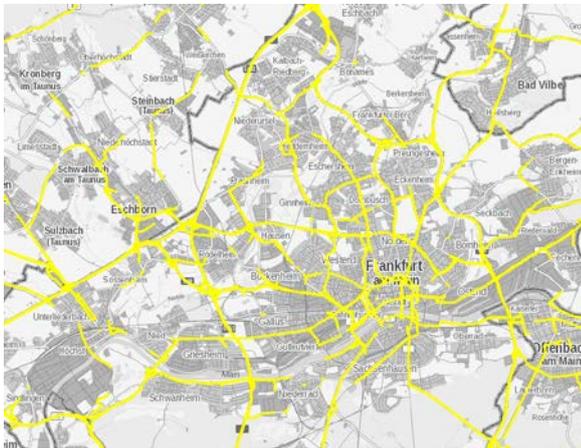


Abb. 40: Hauptverkehrsstraßen in und um Frankfurt am Main mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 6.000-7.000 Fahrzeugen

Zur Ermittlung der Belastungssituation wurden alle Hauptverkehrsstraßen mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 6.000-7.000 Fahrzeugen in Frankfurt am Main (siehe Abb. 40) untersucht, da nach den vorliegenden Erfahrungen selbst bei ungünstiger Bebauungssituation das Verkehrsaufkommen nicht ausreicht, um zu einer Grenzwertüberschreitung zu führen.

Das konkrete Ergebnis der Berechnungen ist in den Kap. 6.3 dargestellt.

Um die Minderungswirkung der verkehrsbedingten Maßnahmen berechnen zu können, wurde ein Verkehrsgutachten [16] „Verkehrsgutachten zur Ermittlung der verkehrlichen Auswirkungen der Maßnahmen zur Luftreinhaltung in Frankfurt am Main“ beauftragt, das sowohl die Auswirkungen der Einzelmaßnahmen als auch in ihrer Gesamtheit auf das Verkehrsaufkommen untersucht hat. Auch das Verkehrsgutachten ist auf der Homepage des Hessischen Umweltministeriums eingestellt.

5 Ursprung der Verschmutzung

5.1 Liste der wichtigsten Emissionsquellen

Luftschadstoffe sind sowohl anthropogenen (vom Menschen geschaffen) als auch biogenen (von Lebewesen geschaffen) oder geogenen (von der Erde geschaffen) Ursprungs. Dies trifft insbesondere für Feinstaub zu, der in manchen Teilen Europas in nicht unerheblichem Maß aus Quellen (z. B. Meersalzaerosole) stammt, die nicht mit Maßnahmen zu beeinflussen sind.

Im Gegensatz dazu gehören Stickstoffdioxid oder die Stickstoffoxide insgesamt zu den ganz überwiegend anthropogen verursachten Luftschadstoffen. Es existieren zwar auch hierfür natürliche Quellen wie z. B. Waldbrände, Vulkanausbrüche, mikrobiologische Reaktionen in Böden oder ähnliches mehr, sie sind jedoch nur in sehr untergeordnetem Maß für die hohen Stickstoffdioxidkonzentrationen in unseren Städten verantwortlich.

Stickoxide entstehen in erster Linie bei Verbrennungsvorgängen. Wesentliche Emissionsverursacher sind der Verkehr, Industrieanlagen – hier vor allem Kraftwerke – sowie die Gebäudeheizung. Einen Überblick über die Entwicklung der wesentlichen Emittenten gibt das hessische Emissionskataster. Es wird für das Bundesland Hessen vom HLNUG geführt [18].

Von den sechs Emittentengruppen

- biogene und nicht gefasste Quellen,
- Gebäudeheizung,
- Industrie,
- Verkehr (Kfz-, Schienen- und Schiffsverkehr sowie Flugverkehr bis 300 m über Grund),
- Kleingewerbe und
- privater Verbrauch und Handwerk

haben der Kfz-Verkehr, die Industrie und die Gebäudeheizung im Hinblick auf die Einhaltung der Grenzwerte der 39. BImSchV die größte Relevanz für die Luftreinhalteplanung.

Nach § 46 Bundes-Immissionsschutzgesetz stellen die zuständigen Behörden Emissionskataster auf, soweit es zur Erfüllung von bindenden Rechtsakten der Europäischen Gemeinschaft oder der Europäischen Union erforderlich ist. Die Schadstoffemissionen von Industrieanlagen sind

nach Vorgabe der Verordnung über Emissionserklärungen – 11. BImSchV [14] – alle vier Jahre mitzuteilen.

Auf freiwilliger Basis wird das Emissionskataster für die Gebäudeheizung/Hausbrand aufgestellt.

5.1.1 Industrieemissionen

Das Emissionskataster Industrie erfasst die Emissionen der im Anhang der 4. BImSchV [19] genannten genehmigungsbedürftigen Anlagen. Die seitens der Industrie berichteten Emissionen bilden die Grundlage des Industrie-Emissionskatasters.

In Frankfurt am Main wurden mit Stand 2016 110 genehmigungsbedürftige Anlagen betrieben, die der Emissionserklärungspflicht unterliegen.

Hauptgruppe	Beschreibung	Anzahl	NO _x -Emissionen [t/a]
1	Wärmeerzeugung, Bergbau und Energie	24	1.464,6
2	Steine und Erden, Glas, Keramik, Baustoffe	5	14,6
3	Stahl, Eisen und sonstige Metalle einschließlich Verarbeitung	2	0,0
4	Chemische Erzeugnisse, Arzneimittel, Mineralölraffination und Weiterverarbeitung	61	34,4
5	Oberflächenbehandlung mit organischen Stoffen, Herstellung von bahnenförmigen Materialien aus Kunststoffen, sonstige Verarbeitung von Harzen und Kunststoffen	4	0,3
6	Holz, Zellstoff	0	0,0
7	Nahrungs-, Genuss- und Futtermittel, landwirtschaftliche Erzeugnisse	3	7,7
8	Verwertung und Beseitigung von Abfällen und sonstigen Stoffen	9	1.152,7
9	Lagerung, Be- und Entladen von Stoffen und Gemischen	2	0,0
10	Sonstige Anlagen	0	0,0
Summe		110	2.674,3

Tab. 23: Unterteilung der Industrieemissionen in Frankfurt am Main nach Hauptgruppen der 4. BImSchV (Bezugsjahr 2016)

Die zeitliche Entwicklung von Anzahl und Emissionen der Frankfurter Industrieanlagen zeigt Abb. 41.



Abb. 41: Entwicklung der NO_x-Emissionen erklärungs- und anlagenpflichtiger Industrieanlagen in Frankfurt am Main

Eine Begrenzung der Emissionen von Industrieanlagen durch Maßnahmen in einem Luftreinhalteplan ist nicht möglich. Die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft, [20]) enthält Emissionsgrenzwerte für genehmigungsbedürftige Anlagen, die dem Stand der Technik entsprechen. Diese Emissionsgrenzwerte bieten nicht nur Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen, sondern dienen darüber hinaus der Vorsorge vor schädlichen Umwelteinwirkungen.

5.1.2 Gebäudeheizungsemissionen

Das Emissionskataster Gebäudeheizung enthält die Daten der nicht genehmigungsbedürftigen kleinen und mittleren Feuerungsanlagen, deren Emissionen in der Verordnung für kleine und mittlere Feuerungsanlagen [21] bundesweit geregelt sind.

Im Emissionskataster werden alle Feuerungsanlagen für die Beheizung von Wohneinheiten und für die Warmwasserbereitung sowie Feuerungsanlagen zur Erzeugung von Heiz- und Prozesswärme sonstiger Kleinverbraucher in Gewerbe, Industrie und öffentlichen Einrichtungen zusammengefasst, die nicht genehmigungspflichtig nach dem BImSchG sind. Die Anforderungen an die Emissionen dieser Anlagen liegen deutlich niedriger im Vergleich zu den genehmigungsbedürftigen Anlagen. Die Emittentengruppe Gebäudeheizung setzt sich aus den Bereichen „private Haushalte“ und „sonstige Kleinverbraucher“ zusammen.

Immissionsseitig ist zu beachten, dass die Emissionen aus dem Bereich Gebäudeheizung hauptsächlich in der kalten Jahreszeit freigesetzt werden. Die Freisetzung der Emissionen erfolgt über die Schornsteine auf den Dächern und damit

i.d.R. oberhalb der Straßenschluchten. Die vorgegebene Schornsteinhöhe von Wohngebäuden soll eine weitgehend freie Abströmung der Abgase gewährleisten. Allerdings sind die vorhandenen Schornsteine an Wohnhäusern teilweise nicht hoch genug, um eine ungestörte Abströmung mit der freien Luftströmung zu gewährleisten.

Da die Anforderungen an die Gebäudeheizung abschließend in der 1. BImSchV geregelt sind, können Anforderungen an die Emissionsbegrenzung dieser Anlagen nicht über Maßnahmen in einem Luftreinhalteplan verringert werden.

Für die Emissionen wesentlich sind sowohl der eingesetzte Brennstoff wie auch die Qualität der Verbrennung (Verbrennungstechnik). In Tab. 24 sind für einige Energieträger die Emissionsfaktoren von NO_x aufgelistet, d.h. die Menge an Emissionen, die pro Mega-Joule (MJ \pm 10⁶ oder 1 Million Joule) aus der Verbrennung des Brennstoffs resultiert.

Energieträger	Heizwert [MJ/kg]	NO _x [mg/MJ]
Heizöl EL	42,7	42
Erdgas	48,9	21
Flüssiggas	46	36
Holz, natur luftgetrocknet	15,0	74
Holz, Pellets	17,6	114
Stroh	15,3	55
Braunkohlebrikett Lausitz	18,9	89
Braunkohlebrikett Rheinland	19,7	85
Koks (Steinkohle)	28,7	40
Anthrazit (Steinkohle)	32,1	61

Tab. 24: Beispiele für Emissionsfaktoren der Emittentengruppe Gebäudeheizung

Bisher wurden die Emissionen der Gebäudeheizung in zwei Schritten ermittelt. Dazu wurden in einem ersten Arbeitsschritt der Endenergieeinsatz sowie seine Differenzierung nach einzelnen Energieträgern erhoben. In die Berechnungen gingen dabei eine Reihe statistischer Daten ein, wozu u. a. Strukturgrößen wie Gebäudegröße, Einwohnerzahl, Beheizungsart und die Mengenangaben zu den Energieträgern gehörten. In einem zweiten Arbeitsschritt wurden die Emissionen, die durch den Einsatz der Brennstoffe Heizöl, Erdgas, Kohle und Holz in Feuerungsanlagen entstehen, aus dem Endenergieeinsatz

mittels energieträgerspezifischer Emissionsfaktoren errechnet.

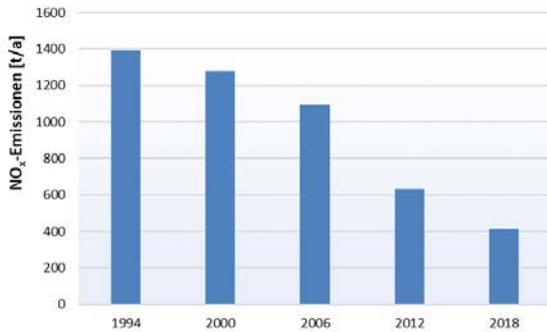


Abb. 42: Entwicklung der NO_x-Emissionen aus der Gebäudeheizung

Für das Gebäudeheizungskataster 2018 wurden zur Erhöhung der Genauigkeit erstmalig die konkreten Daten des Schornsteinfegerwesens her-

angezogen. Das neue Kataster wird jedoch erst Ende 2020 verfügbar sein.

5.1.3 Verkehrsemissionen

Das Emissionskataster Verkehr umfasst die aus dem Straßenverkehr resultierenden Emissionen des gesamten hessischen Straßennetzes und wird für jede Gemeinde einzeln erhoben.

Dazu wird das Straßennetz zunächst in fünf Straßenarten und außerdem noch nach innerorts bzw. außerorts untergliedert: Autobahnen, Bundesstraßen, Landesstraßen, Kreisstraßen und Gemeindestraßen.

Die Daten zu den jeweiligen Verkehrsmengen stammen von Hessen Mobil aus den im Turnus von fünf Jahren stattfindenden deutschlandweiten Verkehrszählungen (siehe auch Abb. 43).

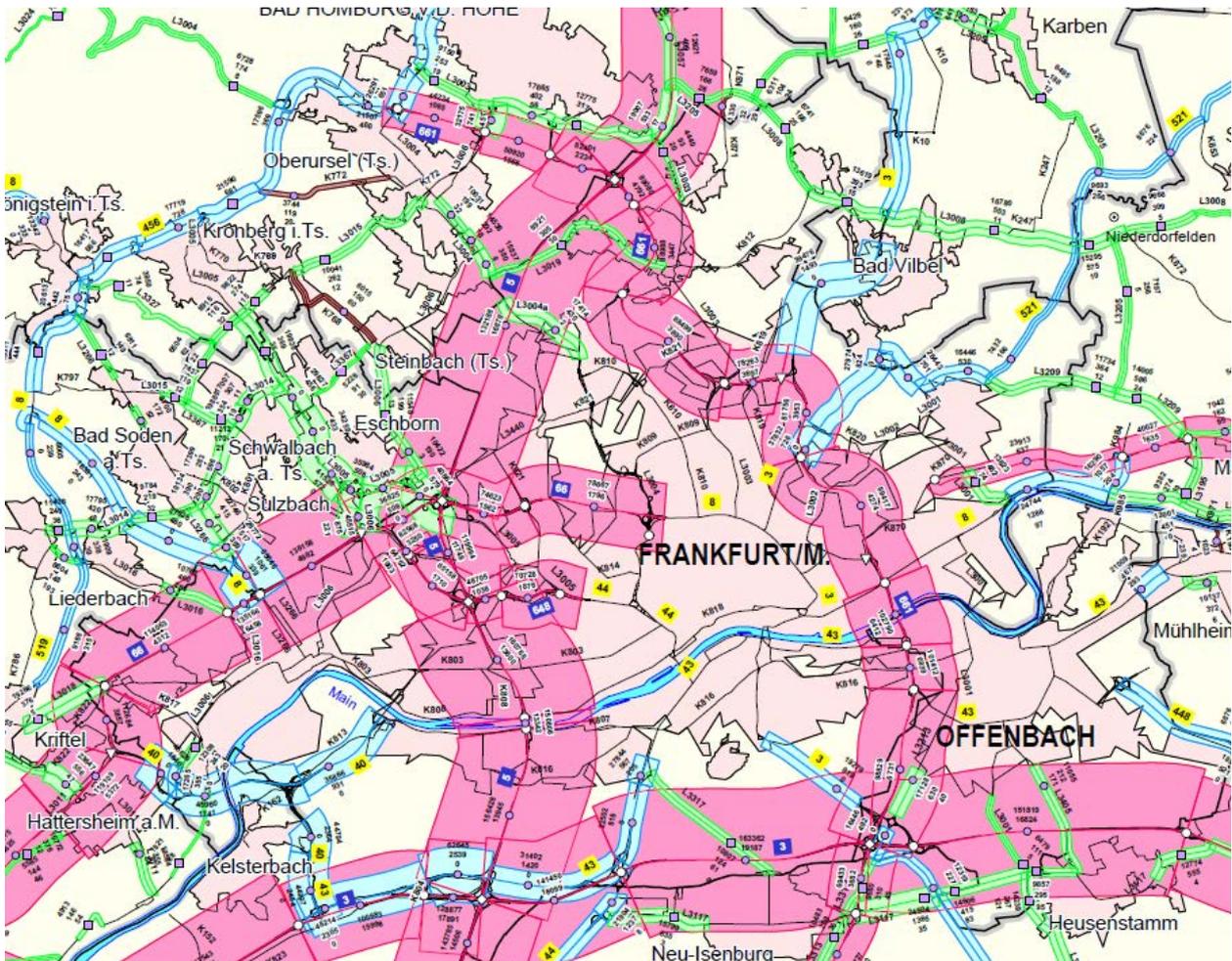


Abb. 43: Auszug aus der Verkehrsmengenkarte 2015, Ausschnitt Gießen_RheinMain_Darmstadt [22]

Da Hessen Mobil nur den Verkehr auf Bundes-, Landes- und Kreisstraßen erhebt, wird das Verkehrsaufkommen auf den Straßen ohne Zählraten mit einem Modell für die Fahrleistung (gefährte Kilometer) bestimmt. Der Anteil des modellierten Verkehrs beträgt etwa ein Fünftel an der Gesamtfahrleistung in Hessen.

Die so ermittelten Verkehrsmengen werden gutachterlich mit den Emissionsfaktoren des Handbuchs der Emissionsfaktoren für den Straßenverkehr (HBEFA) verknüpft, um so die Emissionen des Straßenverkehrs für die Gemeinden in Hessen zu erhalten.

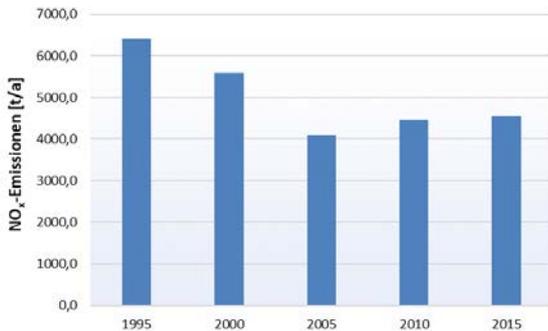


Abb. 44: Entwicklung der NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs in Frankfurt am Main; Quelle HLNUG, Verkehrskataster

5.2 Gesamtstädtische NO_x-Emissionen

Tab. 25 zeigt die Emissionsbilanz der Hauptemittenten für Stickoxide in Frankfurt am Main.

Emittenten- gruppe	Erhebungs- jahr	Frankfurt a.M.	
		t/a	%
Gebäudeheizung	2018	411,1	3,9
Industrie	2016	2.674,3	25,2
<i>davon Großfeuerungsanlagen [23]</i>	2016	1.321,2	12,4
Kfz-Verkehr ¹	2015	4.554,8	42,9
Flughafen Frankfurt am Main ²	2018	2.975	28,0
(Summe)		10.615,2	

¹ nach HBEFA 3.3

² Luftverkehr bis 300 m Höhe + durchschnittliche Emissionen des Flughafenbetriebs [24]

Tab. 25: NO_x-Emissionsbilanz von Frankfurt am Main

Eine Summenbildung ist nur bedingt möglich, da die Beiträge zu teilweise unterschiedlichen Zeiten erhoben wurden. Dennoch gibt die Darstellung einen guten Überblick über die maßgeblichen Verursacher der Belastung.

5.3 Eintrag von Stickoxiden aus anderen Gebieten

Zur Gesamtbelastung der Stadt Frankfurt am Main tragen nicht nur die innerhalb der Stadt emittierten Luftschadstoffmengen bei. Mit seiner Lage inmitten des Ballungsraums Rhein-Main wirken sich die dort aufgrund der hohen Wohn-, Industrie- und Verkehrsdichte freigesetzten Schadstoffemissionen merklich auf die Hintergrundbelastung aus.

Wo der Schwerpunkt der Emissionen im gesamten Ballungsraum liegt, zeigt Abb. 45.

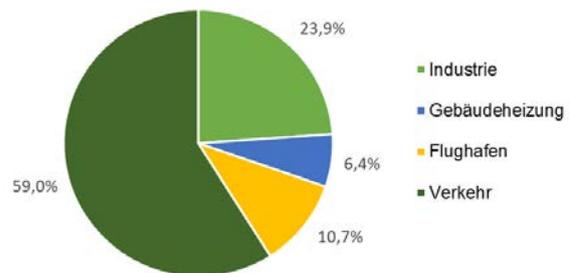


Abb. 45: Anteile durchschnittlicher jährlicher NO_x-Emissionen der Hauptemittenten im Ballungsraum Rhein-Main

Der Schadstoffeintrag aus Gebieten außerhalb von Hessen wurde letztmalig mit den Ausbreitungsberechnungen für das Bezugsjahr 2013 erhoben. Auch hier bildeten die Emissionskataster sowohl des Landes Hessen als auch der benachbarten Bundesländer sowie von Deutschland und auch europaweit die Grundlage der Erhebung. Da die verschiedenen Emissionskataster jeweils unterschiedliche Erhebungszeiträume umfassen, werden diese aufwändigen Berechnungen nur im Abstand von mehreren Jahren durchgeführt.

6 Analyse der Lage

6.1 Einzelheiten über Faktoren, die zu den Überschreitungen geführt haben

Wie bereits die Emissionsanteile an den Gesamt-NO_x-Emissionen in Frankfurt am Main, aber auch im gesamten Ballungsraum Rhein-Main gezeigt haben, ist der Straßenverkehr mit deutlichem Abstand Hauptverursacher der Belastung. Während die Emissionen in den Bereichen Industrie und Gebäudeheizungen immer weiter zurückgingen, liegen die Emissionen des Verkehrsbereichs noch auf gleicher Höhe wie 2005. Auf die Gründe, warum es trotz rückläufiger Abgasgrenzwerte zu teils ansteigenden oder zumindest gleichbleibenden Emissionen kam, wird nachstehend eingegangen.

6.1.1 Abgasgrenzwertfestsetzung

Bei der Zulassung neuer Motoren müssen die Vorgaben der entsprechenden EU-Verordnungen eingehalten werden. Sie legen EU-weit Abgasgrenzwerte für die verschiedenen Fahrzeugkategorien – Pkw, leichte und schwere Nutzfahrzeuge, Linien- und Reisebusse sowie Motorräder – fest. Von diesen Emissionsbegrenzungen dürfen die Mitgliedstaaten zum Schutz des Binnenmarktes nicht abweichen, d.h., ein Mitgliedstaat darf für sein Hoheitsgebiet keine schärferen oder schwächeren Grenzwertfestsetzungen vornehmen.

Abgasgrenzwerte, bekannt als Euronormen, werden seit Beginn der 90er Jahre festgelegt und in einem Turnus von ca. 5 Jahren sukzessive verschärft. Für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge gab es allerdings erst ab der Euro-3-Norm einen eigenen NO_x-Abgasgrenzwert, davor war ein Abgasgrenzwert nur für die Summe aus Kohlenwasserstoffen und Stickoxiden (HC + NO_x) festgelegt.

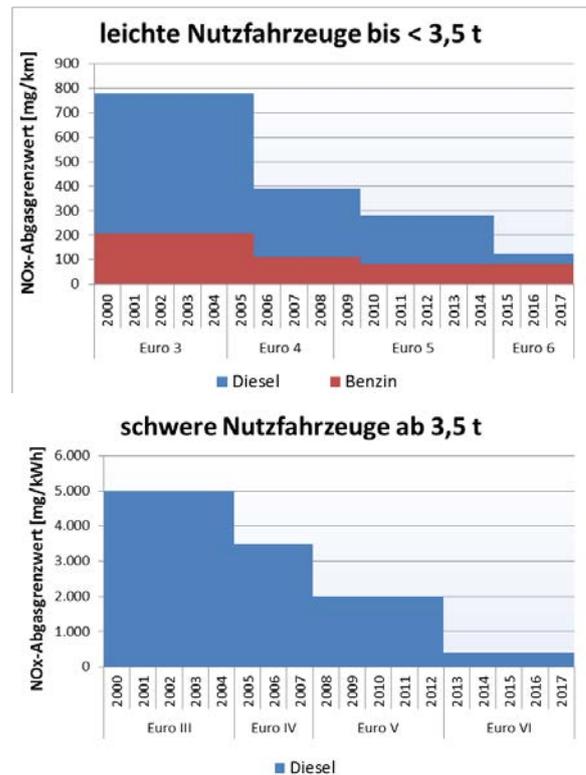
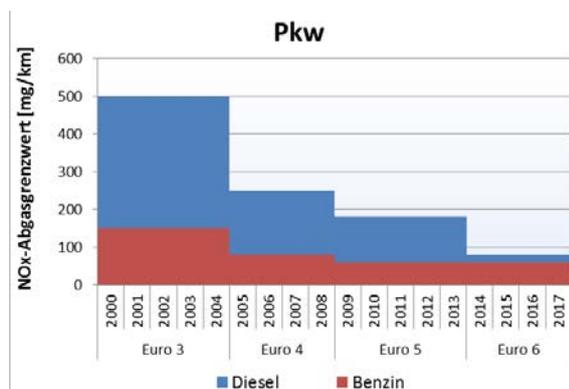


Abb. 46: Entwicklung der NO_x-Abgasgrenzwerte für Straßenfahrzeuge (Euronormen)

Als im Jahr 1999 mit der 1. Tochterrichtlinie zur Luftqualitätsrahmenrichtlinie [25] der geltende Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid festgelegt wurde, war man davon ausgegangen, dass mit den sinkenden Emissionen der Fahrzeuge auch der NO₂-Grenzwert im Jahr 2010 problemlos eingehalten werden könnte.

6.1.2 Typprüfzyklus

Der zum Nachweis der Einhaltung der Abgasgrenzwerte erforderliche Prüfstandstest war für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge der „new european driving cycle“ (NEDC).

Dieser reine Rollenprüfstandstest wurde noch bis Ende August 2017 bei der Zulassung neuer Modelle eingesetzt. Seine Vorgaben zu Geschwindigkeit und Beschleunigungsverhalten bildeten jedoch nicht das reale Fahrverhalten ab. Darüber hinaus durften zulässigerweise noch eine Reihe von Modifikationen am Fahrzeug vorgenommen werden. Dazu gehörten z.B. die Nutzung von Leichtlaufreifen und besonderen Leichtlaufölen, Öffnungen durften zur Verminderung des Luftwiderstands abgeklebt werden, es erfolgte keine Nachladung der Fahrzeugbatterie während des

Tests u.ä.m. Der ungeeignete Typprüfzyklus führte dazu, dass das Emissionsverhalten der Fahrzeuge im realen Fahrbetrieb deutlich von dem Prüfstandstest abwich.

6.1.3 Ermittlung realitätsnaher Fahrzeugemissionen

Um die Emissionen von Fahrzeugen besser beurteilen zu können, wurden seit 1995 Emissionsfaktoren für die verschiedenen Fahrzeugkategorien in unterschiedlichen Verkehrssituationen durch ein Konsortium aus mehreren Ländern in Form eines Handbuchs der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) zur Verfügung gestellt [15]. Das Handbuch wurde ursprünglich im Auftrag der Umweltbundesämter von Deutschland, der Schweiz und Österreich erstellt. Inzwischen wird das HBEFA von weiteren Ländern (Schweden, Norwegen, Frankreich) wie auch von JRC (Joint Research Center der Europäischen Kommission) unterstützt. Dabei erfolgte die Ermittlung der Fahrzeugemissionen zunächst vornehmlich anhand des von der Universität Graz vom Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik entwickelten PHEM-Modells (Passenger car und Heavy duty Emission Modell). Die so erhaltenen Daten wurden dann mit einzelnen Messungen des Abgasverhaltens kalibriert. Im Turnus von vier bis sechs Jahren wurde das Modell anhand neuer Erkenntnisse und Daten aktualisiert. Im Januar 2005 traten die ersten Immissionsgrenzwerte in Kraft. Bereits das damals geltende HBEFA 2.1 (Stand 2004) zeigte deutliche Abweichungen der Emissionen neuer Diesel-Fahrzeuge der Euro-4-Norm von den Abgasgrenzwerten.

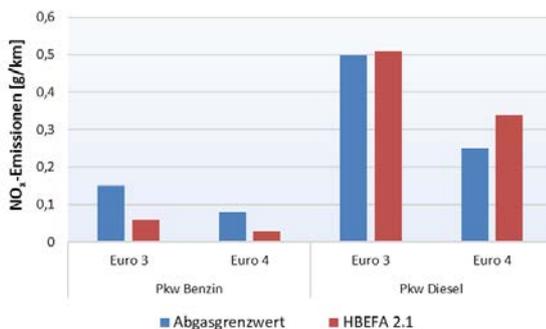


Abb. 47: Vergleich der Abgasgrenzwerte und der Emissionsfaktoren nach HBEFA 2.1 für Pkw, Bezugsjahr 2005

Nach dieser Erkenntnis sollte der geltende NEDC-Prüfzyklus zwar angepasst werden, es dauerte jedoch noch weitere 10 Jahre, bis die

ersten Regelungen für die neuen Typprüfverfahren, der Rollenprüfstandstest WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedure) und RDE (Real Driving Emissions, [26] und [27]) verabschiedet wurden. Sie traten im September 2017 für die Zulassung neuer Modelle in Kraft.

Neue Fahrzeugmodelle, für die ab September 2017 eine Zulassung beantragt wurde, durften im realen Fahrbetrieb den Abgasgrenzwert um maximal das 2,1-fache überschreiten, um eine Zulassung zu erhalten. Seit Januar 2020 wurde dieser Faktor bei der Zulassung neuer Fahrzeugmodelle auf das 1,5-fache reduziert.

Bei den schweren Nutzfahrzeugen wurde bereits 2011 ein neuer Typprüfzyklus festgelegt, der neben einem Prüfstandstest auch die Abgasmessung im realen Fahrbetrieb als Testbestandteil beinhaltet. Der neue Typprüfzyklus wurde bereits vor Inkrafttreten der Euro-VI-Norm festgelegt. Ein direkter Vergleich zwischen Realemissionen und Abgasgrenzwert ist bei den schweren Nutzfahrzeugen nicht möglich, da deren Abgasgrenzwert nicht auf die Menge der Emissionen pro Kilometer (mg/km), sondern auf die Menge der Emissionen pro Kilowattstunde (mg/kWh) festgelegt ist. D.h., es kommt auf die Leistung des jeweiligen Lkw an.

6.1.4 Vergleich HBEFA 3.3 und 4.1

Die Emissionsfaktoren nach dem HBEFA wiesen bereits auf eine deutliche Überschreitung der Abgasgrenzwerte vor allem bei Dieselfahrzeugen hin, unterschätzten die tatsächlichen Emissionen jedoch noch teilweise deutlich. Mit Einführung des RDE-Testverfahrens wurde bei der Zulassung der Fahrzeuge jedoch eine Messung der Emissionen im Realbetrieb erforderlich, die auch zu veröffentlichen ist. Daher konnte die neueste Version 4.1 des HBEFA die Datengrundlage deutlich verbessern. Vor allem mit dem Dieselskandal und den neuen Entwicklungen im Bereich Elektromobilität ergaben sich grundlegend neue Erkenntnisse.

Die Emissionsfaktoren des HBEFA werden seit vielen Jahren als Grundlage der Berechnung der Emissionen im Straßenverkehr im Rahmen der Luftreinhalteplanung genutzt. Trotz aller Bemühungen, die Modelle noch besser der Realität anzupassen, unterschätzten die Modelle in der Vergangenheit die Immissionsbelastung, die auf der Grundlage der berechneten Emissionen des Straßenverkehrs unter Berücksichtigung der baulichen und meteorologischen Gegebenheiten be-

rechnet wurden. Das führte zu fehlerhaften Prognosen der Entwicklung der Immissionsituation, was seitens der Gerichte als Prognosemängel scharf verurteilt wurde.

Mit dem im September 2019 veröffentlichten HBEFA 4.1 wurde dieses Problem deutlich entschärft. Den Unterschied zwischen den Emissionsfaktoren des HBEFA 3.3 und des HBEFA 4.1 verdeutlicht Abb. 48.

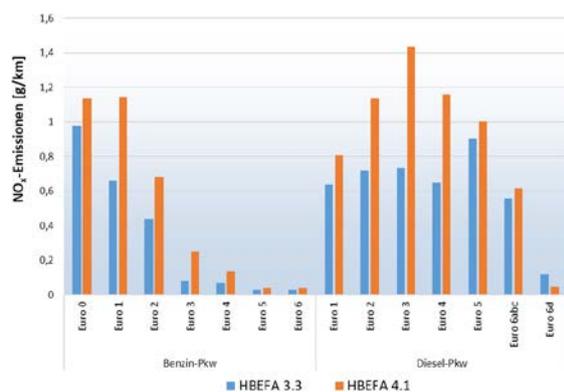


Abb. 48: Vergleich der NO_x-Emissionsfaktoren für Diesel- und Benzin-Pkw nach HBEFA 3.3. und HBEFA 4.1; innerorts, Bezugsjahr 2021

Doch bereits jetzt ist bekannt, dass auch HBEFA 4.1 die Realität nicht optimal berücksichtigt, da die Wirkung der in den letzten Jahren bei Diesel-Pkw verpflichtend oder freiwillig durchgeführten Software-Updates nur zum Teil enthalten sind.

Der Vergleich der Abgasgrenzwerte mit den Emissionsfaktoren des HBEFA 4.1 (siehe Abb. 50) verdeutlicht anschaulich das Problem zu hoher NO₂-Konzentrationen in unseren Städten.

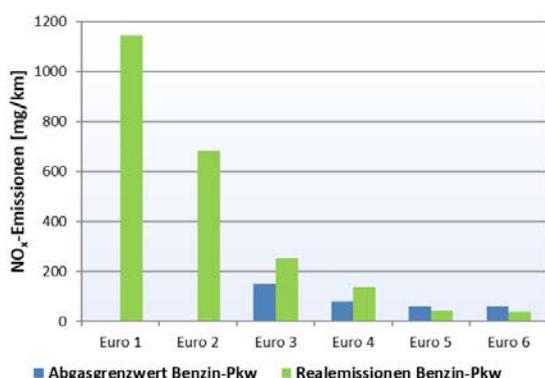


Abb. 49: Vergleich der NO_x-Emissionen von Benzin-Pkw zwischen Abgasgrenzwert und Realemissionen; Innenstadt, Bezugsjahr 2021, HBEFA 4.1

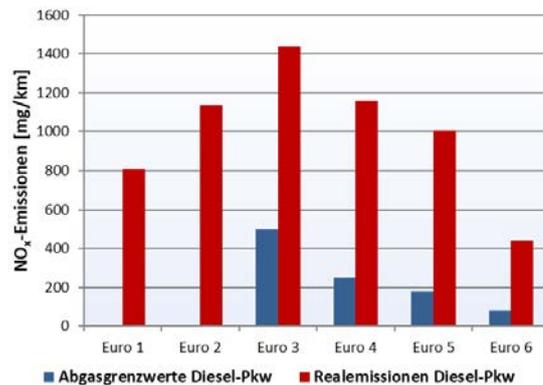


Abb. 50: Vergleich der NO_x-Emissionen von Diesel-Pkw zwischen Abgasgrenzwert und Realemissionen; Innenstadt, Bezugsjahr 2021, HBEFA 4.1

Während Benzin-Pkw die festgelegten Abgasgrenzwerte nur geringfügig überschritten und seit Einführung der Euro-5-Norm sicher einhalten, zeigen sich bei Diesel-Pkw erhebliche Abweichungen zu den bereits deutlich höheren Abgasgrenzwerten (im Vergleich zu Benzin-Pkw) für NO_x. Selbst vergleichsweise moderne Euro-6-Diesel-Pkw (Euro 6a-d) stoßen durchschnittlich noch ca. das Siebenfache des Abgasgrenzwertes für NO_x von 80 mg/km aus. Erst die nach dem neuen Typprüfverfahren zugelassenen Euro-6d (temp)-Diesel-Pkw halten den vorgegebenen Abgasgrenzwert ein.

6.2 Emissionen der Fahrzeuge in Frankfurt am Main

6.2.1 Zusammensetzung der Kfz-Flotte

Wie zuvor dargestellt, ist für die Immissionsbelastung mit Stickstoffdioxid der Anteil an Dieselfahrzeugen von Bedeutung. Aufgrund der geringeren Kraftstoffkosten und eines etwas geringeren Kraftstoffverbrauchs fiel die Entscheidung beim Neuwagenkauf zunehmend zugunsten von Dieselfahrzeugen. Allerdings gingen die Zulassungszahlen nach Bekanntwerden des Dieselskandals und möglicher Fahrverbote zwischenzeitlich deutlich zurück, steigen aber mit den nachweislich emissionsarmen Dieselfahrzeugen nach Euro-6d-Norm wieder an.

Der Fahrzeugbestand nach Emissionsklassen in den Zulassungsbezirken wird vom Kraftfahrt-Bundesamt jedes Frühjahr veröffentlicht. Für den Zulassungsbezirk Frankfurt am Main zeigt Abb. 51 die Entwicklung.

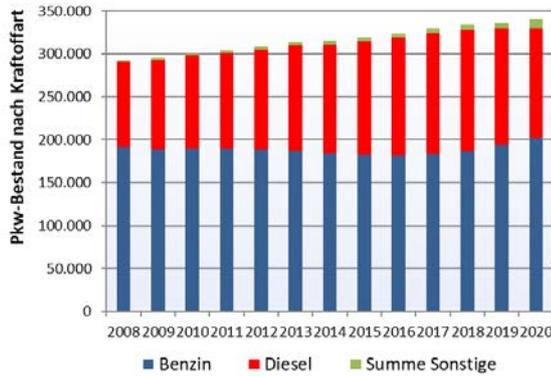


Abb. 51: Bestand an Personenkraftwagen in Frankfurt am Main nach Kraftstoffarten jeweils zum 1. Januar eines Jahres (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)

So stieg der Anteil von Diesel-Pkw im Bestand von 34% im Jahr 2008 zunächst auf 43% im Jahr 2017 an und fiel dann kontinuierlich auf 37,6% mit Stand 1. Januar 2020 ab. Damit übertrifft er den deutschlandweiten Anteil im Bestand von knapp 32% Diesel-Pkw noch immer deutlich.

Allerdings weisen die in Frankfurt am Main zugelassenen Diesel-Pkw einen insgesamt moderneren Emissionsstandard im Vergleich zu anderen hessischen Großstädten auf.

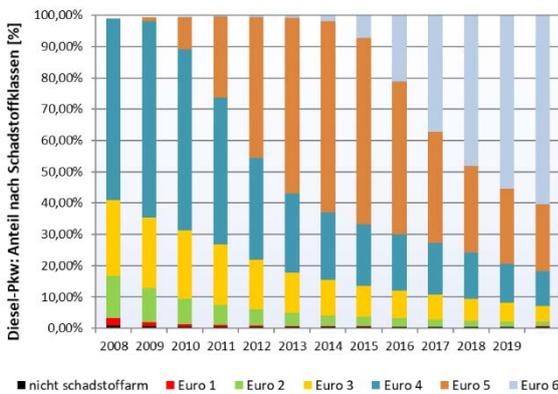


Abb. 52: Verteilung der in Frankfurt am Main zugelassenen Diesel-Pkw auf die Emissionsklassen (Euronormen)

Mit Stand 1. Januar 2020 betrug der Anteil der Euro-6-Diesel-Pkw in Frankfurt bereits 60,3% an der Gesamtheit der in Frankfurt zugelassenen Diesel-Pkw und lag damit deutlich über dem bundesweiten Durchschnitt von 36,7%

Da die neue Euro-6d-temp/Euro-6d-Norm maßgeblich dazu beitragen wird, dass die Emissionen von Dieselfahrzeugen in der Zukunft nicht die Hauptverursacher der NO₂-Belastung sind, ist der Anteil dieser Fahrzeuge am Bestand von Bedeutung, der mit Stand 1. Januar 2020 bei bereits 16,1% in Frankfurt am Main lag.

6.2.2 Pendlerstatistik Frankfurt am Main

Die verkehrsbedingten Emissionen sind nicht nur vom Emissionsstandard der in Frankfurt am Main gefahrenen Fahrzeuge abhängig, sondern auch vom Emissionsverhalten der Fahrzeuge der Einpendler.

Eine detaillierte Zusammenstellung der Anzahl von Einpendlern aus den benachbarten Kreisen und Städten nach Frankfurt am Main hat die Industrie- und Handelskammer Frankfurt am Main zusammen mit der PERFORM – Zukunftsregion FrankfurtRheinMain für den Stand 2016 in der Studie „Stau- und Pendlerstudie 2018“ [23] veröffentlicht. Sie bezieht sich auf die Summe der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten der Stadt Frankfurt am Main. Eine aktuellere (Stand Juni 2019), allerdings weniger detaillierte Pendlerstatistik bietet die Bundesagentur für Arbeit [24] an. Obwohl der Stand des Pendleratlas der Bundesagentur für Arbeit deutlich aktueller ist, haben sich gegenüber den in der Stau- und Pendlerstudie angegebenen Anteilen nur geringfügige Änderungen ergeben.

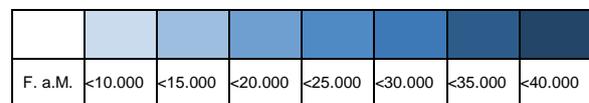
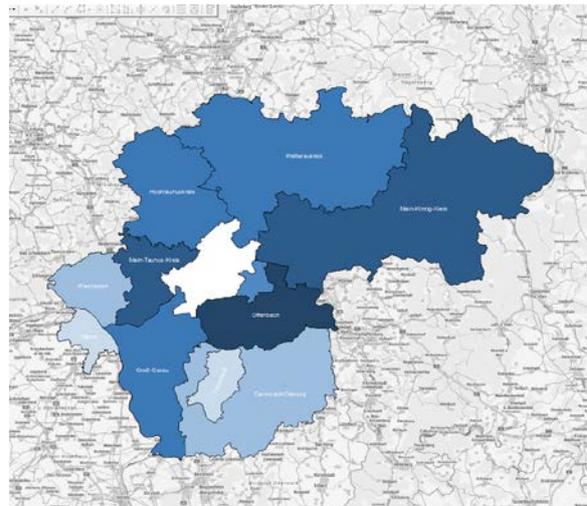


Abb. 53: Sozialversicherungspflichtige Einpendler nach Frankfurt am Main, Quelle Bundesagentur für Arbeit, Stand Juni 2019

Nach der Statistik der Bundesagentur für Arbeit pendeln 64,4% der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Frankfurt am Main aus der näheren und weiteren Umgebung ein.

6.2.3 Einfluss des Verkehrs auf die Immissionsbelastung

An der stationären Luftmessstation Friedberger Landstraße kann der Verlauf der NO₂-Konzentration halbstündlich verfolgt werden. Um den Einfluss der Meteorologie auf die Werte zu minimieren, wird aus den Messwerten, die über ein Jahr erhoben wurden, ein Mittelwert für jeweils die gleiche Uhrzeit des gleichen Wochentages berechnet.

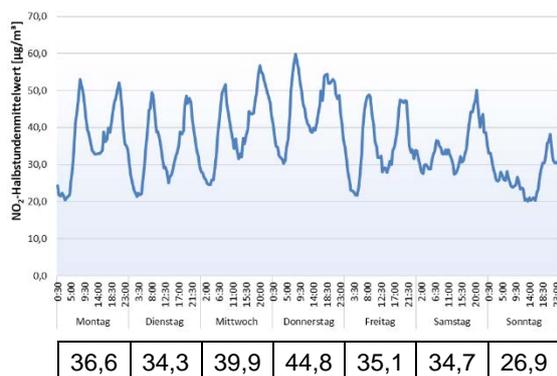


Abb. 54: Wochengang und mittlere Wochentagskonzentration der NO₂-Belastung an der Messstation Friedberger Landstraße im Jahr 2019

Wie Abb. 54 zeigt, lässt sich das Verkehrsaufkommen an der Friedberger Landstraße direkt am Wochengang der Stickstoffdioxidkonzentration ablesen. Der Verlauf der NO₂-Konzentration bildet die morgendliche und abendlichen werktäglichen Verkehrsspitzen durch den Berufsverkehr genauso ab wie das Freizeitverhalten am Samstagnachmittag und -abend. Mittwoch und Donnerstag stellen die Tage mit dem höchsten Verkehrsaufkommen dar, während mit dem deutlich geringeren Verkehrsaufkommen sonntags auch die NO₂-Konzentration in erheblichem Maß sinkt. Auch dies ist ein Beleg für den erheblichen Einfluss des Straßenverkehrs auf die NO₂-Belastung.

6.3 Modellrechnungen zur Ermittlung der Zusatzbelastung durch den lokalen Verkehr

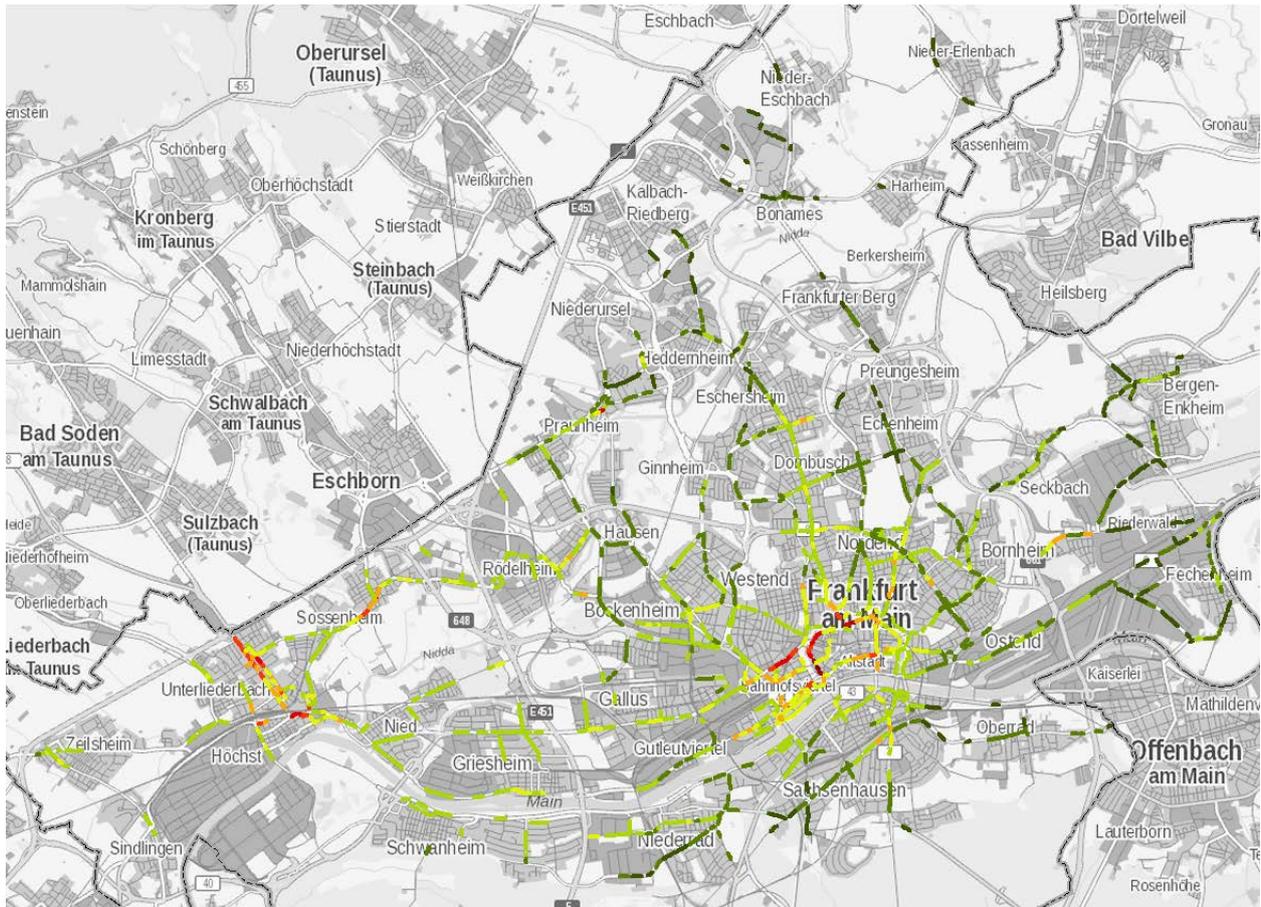
Da nur für eine Reihe von Straßen in Frankfurt am Main die Immissionsbelastung gemessen werden kann, wurde die verkehrsbedingte Zusatzbelastung in den anderen Straßenzügen mit Hilfe entsprechender Modelle berechnet (siehe

auch Kap.4.2.3). Das Ergebnis der Modellrechnungen zeigt Abb. 55 sowie eine höher aufgelöste Karte in Anhang 12.2.1.1.

Untersucht wurden 1.125 Straßenabschnitte. Nachdem auf fünf Straßenabschnitten bereits messtechnisch eine Überschreitung des Immissionsgrenzwertes nachgewiesen wurde, wird der Wert von 40 µg/m³ auf insgesamt 119 Straßenabschnitten überschritten. Eine Übersicht der betroffenen Streckenabschnitte befindet sich in Anhang 12.2.2. Die teilweise deutlichen Konzentrationsunterschiede von einzelnen Straßenabschnitten im Verlauf einer Straße sind im Wesentlichen auf die unterschiedlichen Bebauungssituationen und Straßenquerschnitte in den einzelnen Straßenabschnitten zurückzuführen. I.d.R. ändert sich die Verkehrsbelastung nur geringfügig. Eine direkt an der Straße anliegende geschlossene Bebauung verringert die Durchlüftung deutlich stärker als eine etwas zurückweichende Bebauung. Kommen Bebauungslücken hinzu, verbessert sich die Durchlüftung zusätzlich und die Emissionen aus dem Straßenverkehr können sich nicht so gut anreichern. Daher kann der NO₂-Immissionsgrenzwert auf direkt aufeinanderfolgenden Straßenabschnitten einmal überschritten werden und einmal eingehalten sein.

Die Überschreitungen am Messstandort Pforzheimer Straße konnten nicht modelliert werden, da die verkehrlichen Besonderheiten eines Busbahnhofs mit ständigem An- und Abfahrtsverkehr, Wartephase mit laufenden Motoren u.ä.m. modelltechnisch nicht adäquat abgebildet werden können. Auch die Bautätigkeiten insbesondere am Abschnitt Riederwald III konnten nicht durch ein durchschnittliches Verkehrsaufkommen im Jahresmittel beschrieben werden, weshalb die Berechnungsergebnisse die Messwerte deutlich unterschreiten.

Eine weitere Besonderheit ist der Messstandort Börneplatz/Battonstraße. Während das Prognosemodell die Belastung links und rechts am jeweiligen Straßenrand berechnet, befindet sich der Passivsammler auf Höhe der Haltestelle Börneplatz, die deutlich näher zum Verkehr liegt. Daher liegen die Messwerte höher als die berechneten Werte. Nähere Angaben zu Besonderheiten der Berechnungen und der Vergleich zwischen Berechnungs- und Messergebnissen sind im Immissionsgutachten [12] angegeben.



NO₂-Konzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

≤ 30	> 30	> 33	> 37	> 40	> 42	> 45	> 48	> 50
------	------	------	------	------	------	------	------	------

Abb. 55: Berechnete NO₂-Immissionsbelastung der Hauptverkehrsstraßen in Frankfurt am Main, Bezugsjahr 2019, ohne Berücksichtigung der Autobahnen, HBEFA 4.1

7 Angaben zu bereits durchgeführten oder laufenden Maßnahmen

7.1 Europaweite, nationale und regionale Maßnahmen

7.1.1 Emittentengruppe Industrie

Die Emissionen genehmigungsbedürftiger Industrieanlagen sind seit der Einführung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft [20] im Jahr 1964 durch die fortwährenden verpflichtenden Anpassungen an den Stand der Technik flächendeckend verringert worden.

Mit Umsetzung der Industrieemissionsrichtlinie [30] im Mai 2013 wurden die Schlussfolgerungen der Merkblätter zur Besten Verfügbaren Technik (BVT-Merkblätter) für die Mitgliedstaaten der Europäischen Union verbindlich. Die Schlussfolgerungen beschreiben die besten verfügbaren Emissionsminderungstechniken für bestimmte Industriebranchen (Abfallbehandlungsanlagen, Eisen- und Stahlerzeugung, Glasherstellung, Raffinerien etc.). Damit wird eine Bandbreite maximaler Emissionen vorgegeben, die nur noch in speziellen Sonderfällen überschritten werden darf. Vor Inkrafttreten der Industrieemissionsrichtlinie waren diese Techniken und ihre Emissionsgrenzwerte nur als Orientierungshilfe bei der Genehmigung von den entsprechenden Industrieanlagen zu nutzen. Durch die Umsetzung der BVT-Schlussfolgerungen wird sich der insbesondere bei Feinstaub merkbliche Ferneintrag voraussichtlich verringern.

BVT-Merkblätter werden im Schnitt alle acht Jahre an den aktuellen Stand der Technik angepasst. Da die damit vorgegebenen maximalen Emissionsgrenzwerte nicht überschritten werden dürfen, wird gewährleistet, dass eine kontinuierliche Verringerung der industriellen Emissionen erfolgt.

Diejenigen Industrie- und Abfallanlagen sowie Industriekläranlagen, die der Industrieemissionsrichtlinie 2010/75/EU unterliegen, sind von der mit der Umsetzung in bundesdeutsches Recht verbundenen Verschärfung der Emissionsgrenzwerte und Planung der Anlagenüberwachung betroffen. Diese Anlagen unterliegen dem [Überwachungsplan Hessen](#) sowie dem landesweiten [Überwachungsprogramm](#). Dadurch werden besondere Anforderungen an die systematische umweltbezogene Einstufung und Regelüberwachung der Anlagen gestellt.

7.1.1.1 Großfeuerungsanlagen

Großfeuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung > 50 MW unterliegen den spezifischen Anforderungen der Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotorenanlagen – 13. BImSchV [23]. Sie haben einen Anteil von zwei Dritteln an der durch Industrieanlagen verursachten NO_x-Belastung im Ballungsraum Rhein-Main.

Mit Umsetzung der Industrieemissions-Richtlinie 2010/75/EU in deutsches Recht am 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021, 1023) wurden die NO_x-Emissionsgrenzwerte (Tageswerte) für große Verbrennungsanlagen (Feuerungswärmeleistung > 300 MW) um 25 %, d.h. von 200 mg/m³ auf 150 mg/m³, verschärft. Die Anforderungen gelten für neue Anlagen seit Inkrafttreten der Verordnung und für Altanlagen seit dem 1. Januar 2016.

7.1.1.2 Abfall(mit)verbrennungsanlagen

Analog zur 13. BImSchV wurden die Anforderungen an Abfall(mit)verbrennungsanlagen, die der 17. BImSchV [31] unterliegen, ebenfalls durch die Umsetzung der IE-RL erhöht. Für Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung > 50 MW wurde der NO_x-Tagesmittelwert von 200 mg/m³ auf 150 mg/m³ herabgesetzt.

Noch schärfer wurden die Anforderungen an die Mitverbrennung von Abfällen in Zementwerken und Kalkbrennanlagen gefasst. Hier wurde der NO_x-Tagesgrenzwert von 500 mg/m³ auf 200 mg/m³ in Zementwerken und von 500 mg/m³ auf 350 mg/m³ NO_x in Kalkbrennanlagen gesenkt. Die Anforderungen gelten für Neuanlagen seit dem 2. Mai 2013 und für Altanlagen seit dem 1. Januar 2019.

7.1.2 Emittentengruppe Gebäudeheizung

Die Emissionen aus der Gruppe der Gebäudeheizung werden durch kleine und mittlere Feuerungsanlagen verursacht, die den Anforderungen der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV [21] unterliegen.

Seit der letzten Neufassung der Verordnung im Jahr 2010 erfolgte keine Verschärfung der Emissionsgrenzwerte für Stickoxide. Da es sich bei der Verordnung um eine Bundesverordnung handelt, können durch die Luftreinhalteplanung keine

schärferen Anforderungen an die NO_x-Emissionen aus kleinen und mittleren Feuerungsanlagen gestellt werden.

7.1.3 Emittentengruppe Kfz-Verkehr

7.1.3.1 Ausweitung der Lkw-Maut

Zur Vermeidung von Mautausweichverkehr wurden zum 1. Januar 2007 erste Streckenabschnitte bestimmter Bundesstraßen ebenfalls mautpflichtig. Das betraf vor allem Bundesstraßen außerorts mit direktem Anschluss an das Autobahnnetz. In den Folgejahren wurde die Mautpflicht auf weitere Bundesstraßen ausgedehnt. Seit Juli 2018 sind nahezu alle Bundesstraßen mautpflichtig.

Betraf die Mautpflicht lange Zeit nur Lkw ab einem zulässigen Gesamtgewicht von mehr als 12 t, wurde die Mautpflichtgrenze seit dem 1. Oktober 2015 auf Fahrzeuge ab 7,5 t zulässigem Gesamtgewicht abgesenkt. Hintergrund sind die hohen Belastungen der Straßen durch schwere Lkw. Sie verursachen aufgrund ihres hohen Gewichts ein Vielfaches an Straßenschäden im Vergleich zu Pkw. Daher sollten Lkw verursachergerecht an den Kosten für Bau und Instandhaltung der Infrastruktur beteiligt werden. Um einen Anreiz für emissionsarme Fahrzeuge zu setzen,

wurde die Höhe der Mautgebühren nach den Euronormen gestaffelt.

Nähere Informationen zur Lkw-Maut sind auf der Homepage des Bundesministeriums für Verkehr und Infrastruktur (BMVI) nachzulesen.

7.1.3.2 Einführung neuer Typprüfverfahren zur Zulassung von Fahrzeugen

Wie bereits ausführlich in den vorausgegangenen Kapiteln dargestellt, traten im September 2017 neue Typprüfverfahren für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge in Kraft, die die Einhaltung der Abgasgrenzwerte auch im Realbetrieb sicherstellen sollen. Dass dies auch zum ersten Mal erreicht wird, zeigt Abb. 30, wo die NO_x-Emissionen von Diesel-Pkw der Euronorm 6d (temp) auch bei Messungen im Realbetrieb den Abgasgrenzwert nachweislich unterschreiten.

7.2 Lokale Maßnahmen der Stadt Frankfurt am Main

Die bisher in vier Luftreinhalte- und Aktionsplänen festgelegten Maßnahmen sind so umfangreich, dass auf eine Aufzählung der einzelnen Maßnahmen hier verzichtet werden soll. Sie können bei Bedarf den bisher aufgestellten Luftreinhalte- und Aktionsplänen entnommen werden [32].

8 Maßnahmen-Gesamtkonzept

8.1 Einleitung

Nach § 47 Abs. 4 Satz 1 BImSchG sind Maßnahmen entsprechend des Verursacheranteils unter Beachtung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit gegen alle Emittenten zu richten, die zum Überschreiten des Immissionsgrenzwertes beitragen. Verwaltungsgerichtliche Urteile stellen dabei klar, dass dem Schutz der menschlichen Gesundheit bei der Bewertung der Verhältnismäßigkeit von Maßnahmen gegenüber ggf. wirtschaftlichen Nachteilen eine besonders hohe Bedeutung beizumessen ist. Nur wenn der finanzielle Aufwand und die Wirkung von Maßnahmen in einem sehr ungünstigen Verhältnis stehen, darf von der Umsetzung geeigneter Maßnahmen abgesehen werden.

Wie in den vorausgegangenen Kapiteln dargestellt, ist der Verkehr Hauptverursacher der Belastung. Während die Emissionen der Industrieanlagen und der Gebäudeheizung sukzessive rückläufig sind, trifft das auf den Verkehrsbereich in diesem Maße nicht zu. Da die Emissionsbegrenzungen sowohl für Industrieanlagen als auch für kleine Feuerungsanlagen im Wesentlichen in Bundes-Verordnungen festgelegt sind, können sie darüber hinaus nicht mit Maßnahmen eines Luftreinhalteplans verschärft werden. Für Industrieanlagen gilt auch die rechtliche Vorgabe, dass die Anlagen regelmäßig entsprechend dem Stand der Technik anzupassen sind, was in den letzten Jahrzehnten zu erheblichen Minderungen der Industrieemissionen geführt hat. D.h. Anlagen, die u.a. im Hinblick auf ihre Emissionen keine modernen Abgasreinigungsanlagen einsetzen, müssen nach einer kurzen Übergangsfrist entweder den Betrieb einstellen oder die Anlage entsprechend modernisieren. Aufgrund des geringen Anteils von Industrieanlagen an der Schadstoffbelastung wären daher Betriebseinschränkungen weder besonders wirksam, noch verhältnismäßig. Das gilt auch für die Gebäudeheizung. Heizungsanlagen werden überwiegend nur im Winterhalbjahr betrieben. Da es i.d.R. zur eigenen Heizungsanlage keine Alternative gibt, wäre eine Nutzungseinschränkung unverhältnismäßig.

Um eine Grenzwerteinhaltung zu erreichen, ist es nach Vorgabe des § 47 Abs. 4 BImSchG erforderlich, vor allem die Emissionen des Straßenverkehrs mit Maßnahmen zu begrenzen.

Es ist vor allem der Diesel-Pkw-Verkehr, der für die maßgeblichen NO_x -Emissionen verantwortlich ist (siehe auch Abb. 48). Aber auch im Verkehrsbereich gilt, dass die durch EU-Verordnung festgelegten Emissionsgrenzwerte nicht durch Maßnahmen eines Luftreinhalteplans verschärft werden können. Daher bleiben nur verkehrsvermeidende oder -beschränkende Maßnahmen, um die Emissionen des Straßenverkehrs möglichst dauerhaft zu verringern.

Maßnahmen müssen aber auch verhältnismäßig sein. Daher wird bei allen Maßnahmen, die eine bestimmte Zielgruppe neu belasten, abgewogen, ob es mildere Mittel zur Zielerreichung gibt. Das gilt insbesondere für Verkehrsbeschränkungen.

Die Rechtmäßigkeit von Fahrverboten auch für neuere Dieselfahrzeuge stand eine Zeitlang in Zweifel. Dazu hat das Bundesverwaltungsgericht am 27. Februar 2018 ein wegweisendes Urteil gefällt [33]. Danach ist es zulässig, Fahrverbote auch für neuere Fahrzeuge sowohl strecken- als auch zonenbezogen festzulegen, wenn nicht mit mildereren Maßnahmen eine Grenzwerteinhaltung bis spätestens 2020 erzielt werden kann.

Daran ändert auch der von der Bundesregierung neu eingeführte § 47 Abs. 4a BImSchG nichts, wonach Fahrverbote i.d.R. als nicht verhältnismäßig angesehen werden, wenn der NO_2 -Jahresmittelwert $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ unterschreitet. Auch hier gilt, dass ohne Maßnahmen, mit denen eine schnellstmögliche Einhaltung des Grenzwertes erreicht werden kann, auch Fahrverbote zulässig sind, wenn der Jahresmittelwert unterhalb von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt.

Mit Urteil vom 10. Dezember 2019 hat der Hessische Verwaltungsgerichtshof das Land Hessen verurteilt [34], den Luftreinhalteplan für die Stadt Frankfurt am Main unter Beachtung der Rechtsauffassung des Senats so fortzuschreiben, dass dieser die erforderlichen Maßnahmen enthält, um die Überschreitung des über ein Kalenderjahr gemittelten Immissionsgrenzwertes in Höhe von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Stadtgebiet der Stadt Frankfurt am Main so kurz wie möglich zu halten. Dabei sind neben den bereits vorgesehenen Maßnahmen auch Verkehrsverbote zu prüfen. Eine Anordnung von streckenbezogenen oder kleinräumig-zonalen Verkehrsverboten kommt nach Auffassung des Gerichts für diejenigen Strecken oder Bereiche in Frage, bei den der Grenzwert auch im Jahr 2020 überschritten wird bzw. es kann davon abgesehen werden, wenn aufgrund der aktualisierten

Prognose im Jahr 2021 auch ohne deren Anordnung die Einhaltung oder Unterschreitung des Grenzwertes zu erwarten ist. Die Verkehrsverbote betreffen Kraftfahrzeuge mit benzin- oder gasgetriebenen Ottomotoren unterhalb der Abgasnorm Euro 3 sowie alle Kraftfahrzeuge mit Dieselmotoren unterhalb der Abgasnorm Euro 6/VI mit gewissen Ausnahmen. Ein vollständiges Absehen von Fahrverboten und damit eine wesentliche Verlängerung des Zeitraums mit Grenzwertüberschreitungen ist nach Auffassung des Gerichts weder mit dem Hinweis darauf, dass die anderen Maßnahmen jedenfalls ein Stück zur Verbesserung der Luftqualität beitragen, noch unter Anwendung des Grundsatzes der Verhältnismäßigkeit vertretbar.

8.2 Prognosenullfälle

Die flächendeckende Berechnung der NO₂-Belastung in Frankfurt am Main für das Analysenulljahr 2019 hat gezeigt, in welchen Straßenzügen / -abschnitten Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität erforderlich sind. Von den 1.125 untersuchten Straßenabschnitten wurden 119 Straßenabschnitte identifiziert, die rechnerisch in 2019 den Wert von 40 µg/m³ überschritten haben.

Aus Erfahrung ist bekannt, dass i.d.R. die Schadstoffbelastung bei ansonsten gleichbleibenden Voraussetzungen auch ohne weitere Maßnahmen sukzessive abnimmt. Das hängt damit zusammen, dass bereits gesetzlich festgelegte und beschlossene Minderungsmaßnahmen bei der Industrie und der Gebäudeheizung (Klimaschutzprogramm) weiter umgesetzt werden. Aber auch der neue Typprüfzyklus, mit dem die neuen Euro-6d-(temp) und Euro-6d-Dieselfahrzeuge zugelassen wurden und werden, führt im Bereich Verkehr zu einer kontinuierlichen Verringerung der Emissionen des Straßenverkehrs.

Um die Minderungswirkung der vorgesehenen Maßnahmen bzw. Maßnahmenpakete einschätzen zu können, ist es erforderlich, die wahrscheinliche Entwicklung der NO₂-Belastung der nächsten Jahre für den Fall zu berechnen, wenn keine weiteren Maßnahmen im Straßenverkehr umgesetzt würden, die so genannten Prognosenullfälle.

8.2.1 Prognosenullfall 2020

Aufgrund der Corona-Krise mit ihren deutlichen Auswirkungen auf Verkehrsaufkommen und Industrietätigkeiten stellt sich eine valide Berechnung der NO₂-Entwicklung für das Jahr 2020 als unmöglich dar. Vor allem das durchschnittliche jährliche Verkehrsaufkommen (DTV) in der Stadt Frankfurt am Main, das die Grundlage der Berechnung der Emissionen des Straßenverkehrs bildet, kann nicht valide abgeschätzt werden. Die Verringerung des Verkehrsaufkommens um bis zu 40% während des Lockdown und der allmähliche Wiederanstieg nach der sukzessiven Lockerung der Kontakteinschränkungen macht eine Abschätzung des DTV für das Jahr 2020 praktisch unmöglich. U.U. nähert sich das Verkehrsaufkommen sehr schnell wieder dem vorherigen Ausmaß an oder übertrifft es sogar, da mit der Infektionsgefahr viele Nutzer öffentlicher Verkehrsmittel wieder auf das eigene Fahrzeug umgestiegen sind.

Die Corona-Pandemie hatte auch sinkende Immissionskonzentrationen zur Folge, die sich im Jahresmittelwert 2020 niederschlagen werden. Der Jahresmittelwert 2020 kann jedoch nicht zur Bewertung der Entwicklung der Luftschadstoffbelastung herangezogen werden, da es sich dabei um eine absolute Ausnahmesituation handelt, die wahrscheinlich keine dauerhafte Schadstoffverringerung bewirkt.

8.2.2 Prognosenullfall 2021

Da es erklärtes Ziel aller Beteiligten ist, schnellstmöglich das Wirtschaftsleben, aber auch die privaten Kontakte wieder zu normalisieren, wird für das Jahr 2021 wieder von einer normalen, d.h. im Vergleich zu 2019 unveränderten Verkehrssituation ausgegangen.

Die Grundlage der in Abb. 56 für den Prognosenullfall 2021 dargestellten Berechnungen bilden die Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs nach dem HBEFA 4.1 für das Bezugsjahr 2021 sowie die Verkehrsmenge und -zusammensetzung entsprechend dem aktuellen Verkehrsmodell der Stadt Frankfurt am Main. Die Hintergrundbelastung wurde entsprechend einem konservativen Ansatz unverändert gelassen wie im Immissionsgutachten dargelegt.

Eine entsprechend höher aufgelöste Karte der nachstehenden Abbildung befindet sich in Anhang 12.2.1.2.



NO₂-Konzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

≤ 30	> 30	> 33	> 37	> 40	> 42	> 45	> 48	> 50
------	------	------	------	------	------	------	------	------

Abb. 56: Berechnete Entwicklung der NO₂-Belastung in Frankfurt am Main im Prognosefall 2021

Unter diesen Voraussetzungen bleiben im Prognosefall 2021 88 Straßenabschnitte übrig, die 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Immissionsgrenzwert NO₂) voraussichtlich noch überschreiten. Die konkreten Werte sind in der Liste betroffener Straßenabschnitte in Anhang 12.2.2 aufgeführt.

8.3 Vorgehen bei der Bewertung der Minderungswirkung von Maßnahmen

Eine Quantifizierung der Wirksamkeit von Maßnahmen noch vor ihrer Umsetzung oder auch Prognosen für die weitere Entwicklung der Schadstoffbelastung sind nur mit Hilfe von Rechenmodellen möglich. Um in den Modellen die Belastung so konkret wie möglich abbilden zu können, werden die Daten jeder einzelnen Straße in Bezug auf Verkehrsaufkommen, Anteile der Fahrzeugtypen, Verkehrsfluss, Steigung, Ge-

schwindigkeitsbegrenzungen, Bebauungssituation (Höhe der Gebäude, Entfernung der Gebäude über die Straße hinweg, Porosität), Lage zur Hauptwindrichtung, meteorologische Parametern etc. eingegeben. Der Berechnung der Verkehrsemissionen liegen die spezifischen für das jeweilige Bezugsjahr festgelegten Emissionsfaktoren des Handbuchs der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) zugrunde, die in Bezug auf die Emissionen der Linienbusflotte entsprechend der konkreten Verteilung der Frankfurter Busflotte nach Emissionsstandards angepasst wurden. Mittels der eingesetzten Modelle werden daraus die Immissionskonzentrationen berechnet. Zunächst für die Analyse- und Prognosefälle, danach für jede Einzelmaßnahme als auch für die Summe aller Maßnahmen.

Die jeweils angegebenen Minderungswirkungen basieren auf konkreten Änderungen einzelner Parameter der verschiedenen Straßenab-

schnitte. Das sind im Wesentlichen der Verkehrsfluss, die Verkehrsmenge sowie die Zusammensetzung des Verkehrs, d.h. die Anteile der verschiedenen Fahrzeugtypen (Pkw, Lkw, Busse, leichte Nutzfahrzeuge) an der Fahrzeugflotte.

Im Folgenden wird für jedes Maßnahmenpaket, teilweise auch für Einzelmaßnahmen, angegeben, welche Parameter gegenüber dem Prognosefall zur Berechnung der Wirksamkeit geändert wurden. Dass die Maßnahmen in den unterschiedlichen Straßenabschnitten unterschiedliche Wirkungen erzielen, hängt zum einen damit zusammen, dass Maßnahmen nicht überall gleich wirksam werden – so spielt z.B. die Elektrifizierung der Busflotte in Straßenabschnitten ohne Busverkehr keine Rolle –, wie auch mit den unterschiedlichen Verkehrsbelastungen und der jeweiligen Bebauungssituationen. Der besseren Übersicht halber wird die Maßnahmenwirkung nur noch für die Straßenabschnitte konkret aufgeführt, die nach den Berechnungen des Analysenullfalls 2019 von Grenzwertüberschreitungen betroffen sind.

8.4 Europaweite, nationale und regionale Maßnahmen

8.4.1 Industrieanlagen

Maßnahmen zur Emissionsminderung bei Industrieanlagen werden vornehmlich auf europäischer Ebene festgelegt. Die entsprechenden Richtlinien oder BVT-Schlussfolgerungen müssen zwar im Anschluss daran noch in deutsches Recht umgesetzt werden, doch auch im Falle einer Nichtumsetzung gelten die Vorgaben nach Ablauf der Umsetzungsfrist direkt.

Der Vorteil dieser Maßnahmen ist ihre flächendeckende Wirkung, da die Vorgaben auf alle entsprechenden Industrieanlagen anzuwenden sind und nicht nur auf Industrieanlagen in Bereichen mit Überschreitungen von Immissionsgrenzwerten.

Folgende BVT-Schlussfolgerungen wurden noch nicht in deutsches Recht umgesetzt, werden jedoch in den nächsten Jahren wirksam:

- Durchführungsbeschluss (EU) 2017/1442 der Kommission vom 31.07.2017 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für Großfeuerungsanlagen,
- Durchführungsbeschluss (EU) 2017/2117 der Kommission vom 21. November 2017 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates über Industrieemissionen in Bezug auf die Herstellung von organischen Grundchemikalien (OGC-VwV),
- Durchführungsbeschluss (EU) 2019/2010 der Kommission vom 12.11.2019 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Abfallverbrennung,
- Durchführungsbeschluss (EU) 2018/1147 der Kommission vom 10.08.2018 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für die Abfallbehandlung,
- Durchführungsbeschluss (EU) 2015/2119 der Kommission vom 20.11.2015 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Holzwerkstoffherzeugung,
- Durchführungsbeschluss (EU) 2017/302 der Kommission vom 15. Februar 2017 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Intensivhaltung oder -aufzucht von Geflügel oder Schweinen,
- Durchführungsbeschluss (EU) 2016/1032 der Kommission vom 13. Juni 2016 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für die Nichteisenmetallindustrie,
- Durchführungsbeschluss (EU) 2019/2031 der Kommission vom 12. November 2019 über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates für die Nahrungsmittel-, Getränke- und Milchindustrie.

8.4.1.1 Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Industrie

Da eine genaue Festlegung der Emissionsgrenzwerte erst im Rahmen der Umsetzung in deutsches Recht erfolgt, ist eine Berechnung der Minderungswirkung nicht möglich. Maßgeblich für die Emissionsminderung von Industrieanlagen in Frankfurt am Main sind vor allem die Durchführungsbeschlüsse zu Großfeuerungsanlagen, der Herstellung von organischen Grundchemikalien sowie der Abfallverbrennung und -behandlung, da eine Reihe dieser Anlagen in Frankfurt am Main betrieben wird.

8.4.2 Gebäudeheizung

Bei den Maßnahmen zur Emissionsminderung im Bereich Gebäudeheizung ist zu unterscheiden zwischen den Anforderungen an die Feuerungsanlagen zur Emissionsminderung bzw. Emissionsbegrenzung und den Anforderungen an die Gebäude hinsichtlich Wärmedämmung.

Die Anforderungen an die Emissionen von kleinen und teilweise auch mittleren Feuerungsanlagen, wie sie zu Heizzwecken in Privathäusern und Bürogebäuden genutzt werden, sind in der 1. BImSchV [21] abschließend geregelt. Eine Verschärfung dieser Anforderungen ist derzeit nicht vorgesehen.

Gute Wärmedämmung führt zu einer Minderung des Heizwärmebedarfes und damit zur Vermeidung von Emissionen. Die Mindestanforderungen zur Energieeinsparung bei Gebäuden werden im Wesentlichen durch das Energieeinsparungsgesetz – EnEG [35] und die Energieeinsparverordnung – EnEV [36] festgelegt. Das EnEG setzt vor allem bei Neubauten auf höhere energetische Standards, d.h., ab 2021 gilt dann für Neubauten der Niedrigstenergie-Gebäudestandard. Damit darf nahezu keine Wärme aus dem Gebäude mehr verloren gehen, was dazu führt, dass kaum noch geheizt werden muss.

Umfangreiche Förderprogramme bieten weitere Anreize für Wohneigentümer, energetische Sanierungen vorzunehmen. Für die Umrüstung alter Heizungsanlagen und zur Unterstützung der energetischen Sanierung von Bestandsgebäuden insgesamt stellt der Bund Fördermittel zur Verfügung. Da die Förderkonditionen regelmäßig angepasst werden, wird an dieser Stelle auf weitere detaillierte Ausführungen verzichtet und auf die angegebenen Internetseiten für Informationen verwiesen.

Eigentümer können sich zuerst mithilfe eines bezuschussten individuellen Sanierungsfahrplans (BAFA Energieberatung Wohngebäude bzw. Mittelstand) einen Überblick über sinnvolle Maßnahmen zur Gebäudesanierung und deren Wirtschaftlichkeit verschaffen.

Um sich zunächst einen Überblick über die sinnvollen Maßnahmen und deren Kosten zu verschaffen, bezuschusst das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) einen individuellen Sanierungsfahrplan:

- Energieberatung Wohngebäude
https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Energieberatung_Wohngebäude/energieberatung_wohngebäude_node.html
- Energieberatung Mittelstand
https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Energieberatung_Mittelstand/energieberatung_mittelstand_node.html

Die Umsetzung der Maßnahmen selbst wird durch Förderprogramme der KfW-Bank bezuschusst und mit zinsgünstigen Krediten unterstützt, wobei seit 2020 verbesserte Konditionen gelten:

- „Wir investieren lieber ins Haus als in die Heizkosten.“ KfW-Förderung energieeffizientes Sanieren für Privatpersonen: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Privatpersonen/Bestandsimmobilie/Energieeffizient-Sanieren/Foerderratgeber>
- Energiekosten im Gewerbegebäude senken - KfW-Förderung energieeffizientes Sanieren für Unternehmen: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Foerderprodukte/EE-Bauen-und-Sanieren-Unternehmen-276-277-278/>

Zusätzlich können private Wohneigentümer einen KfW-Zuschuss für die Baubegleitung durch einen Energieeffizienz-Experten in Anspruch nehmen:

- KfW-Zuschuss Baubegleitung für Privatpersonen: www.kfw.de/431
- Verzeichnis der zugelassenen Energieeffizienz-Experten für die Förderprogramme des Bundes: <https://www.energie-effizienz-experten.de/>

Auch das Land Hessen bietet über die Hessische Landesenergieagentur (LEA) zusätzliche Unterstützung durch die Angebote Fördermittelberatung und Hessische Energiespar-Aktion (HESA). Hier können unabhängige Sachinformationen für

Energiesparmaßnahmen in Alt- und Neubauten und persönliche Beratungsangebote zu Sanierungsmaßnahmen, Dämmung, Heiztechnik und Stromsparmöglichkeiten in Anspruch genommen werden. Auch eine Online-Fördermittelauskunft steht zur Verfügung.

- Online-Fördermittelauskunft der Hessischen LandesEnergieAgentur (LEA): <https://landesenergieagentur-hessen.de/angebote/foerdermittelberatung-13314>
- Für die Modernisierung zum besonders energieeffizienten Passivhaus im Bestand gibt es eine Zuschussförderung: <https://www.energieland.hessen.de/dynasite.cfm?dsmid=502687>

8.4.2.1 Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Gebäudeheizung

Die Wirkung dieser Maßnahmen kann aufgrund der fehlenden Datengrundlage für ihre konkrete Umsetzung nicht berechnet werden. Ihre kontinuierliche Umsetzung trägt jedoch zu der rückläufigen Hintergrundbelastung bei.

8.4.3 Verkehr

Wie bereits mehrfach dargestellt, ist der Verkehr mit Abstand Hauptverursacher der NO₂-Belastung.

Am wirkungsvollsten zur Verbesserung der Luftqualität sind Minderungsmaßnahmen, die direkt an der Quelle ansetzen, d.h. die Emissionen der Fahrzeuge verringern. Dazu gehören wirksame Abgasreinigungsanlagen oder der Umstieg auf (weitgehend) emissionsfreie Fahrzeuge.

Hilfreich sind auch Anreize zum Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel oder das Rad. Sofern dazu keine Möglichkeiten bestehen oder diese nicht ausreichen, kommen in letzter Konsequenz Verkehrsbeschränkungen oder Verkehrsverbote zur Anwendung.

8.4.3.1 Software-Updates bei Diesel-Pkw

Nachdem bereits seit langer Zeit bekannt war, dass vor allem die Emissionen von Dieselfahrzeugen die Abgasgrenzwerte im Realbetrieb bei weitem überschreiten, waren die Automobilhersteller gehalten, die Fahrzeuge mit neuer Technik ab September 2009 an die Anforderungen von

Euro 5 (180 mg/km NO_x) und später an die Anforderungen von Euro 6 (80 mg/km NO_x) anzupassen. Die Euro-6-Norm trat für Pkw am 1. September 2014 in Kraft.

Vor allem von den deutlich abgesenkten Abgasgrenzwerten für Euro-6-Diesel-Pkw war eine signifikante Verbesserung der NO₂-Belastung in den Städten erwartet worden. Sie blieb jedoch aus.

Im September 2015 wurde bekannt, dass ein bekannter Automobilhersteller bei seinen Diesel-Pkw eine illegale Abschaltvorrichtung nutzt, der die Abgasreinigungseinrichtung praktisch nur im Prüfstandstest aktivierte. Ähnliche „Softwarelösungen“ wurden auch bei anderen Herstellern gefunden.

Das Kraftfahrt-Bundesamt als zuständige Typgenehmigungs- und Marktüberwachungsbehörde im Automobilbereich hat danach teils verpflichtende, teils freiwillige Software-Updates gefordert, um zumindest eine funktionierende Abgasreinigungseinrichtung auch weitgehend im Realbetrieb zu erreichen.

Die Wirkung dieser Software-Updates war von Anfang an umstritten. Während das Bundesverkehrsministerium als die dem Kraftfahrt-Bundesamt vorgesetzte Behörde die NO_x-Minderung offiziell mit 25 bis 30% bezifferte, wiesen die Testergebnisse, die unterschiedliche Organisationen bei der Messung einzelner Fahrzeuge im Vorher-/Nachher-Betrieb erhalten hatten, sehr unterschiedliche Ergebnisse auf. Danach ist die Wirkung von Software-Updates je nach Fahrzeughersteller offensichtlich unterschiedlich.

Für das neue HBEFA 4.1 wurden die Daten vom Kraftfahrt-Bundesamt für die verpflichtend nachzurüstenden Motoren VW EA 189, die immerhin ca. ein Drittel aller nachgerüsteten Fahrzeuge ausmachen, berücksichtigt. Im Januar 2020 veröffentlichte das Kraftfahrt-Bundesamt dann einen Bericht „Wirksamkeit von Software-Updates zur Reduzierung von Stickoxiden bei Dieselmotoren“, der eine durchschnittliche Wirkung der Software-Updates zur NO_x-Minderung zwischen 41 und 61% (Temperaturbereich zwischen 5°C und 15°C) angibt [37].

Für die weiteren Berechnungen werden ausschließlich die im HBEFA 4.1 enthaltenen Wirkungen des Software-Updates bei VW EA 189-Motoren genutzt. Damit kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, dass die neuen Emissionsfaktoren die tatsächlichen Emissionen überschätzen, was aber als konservativer Ansatz bei den Berechnungen verstanden werden kann.

8.4.3.2 Förderungen durch die Bundesregierung

Die Bundesregierung hat im Rahmen des Diesel-Abgasskandals mit dem Sofortprogramm Saubere Luft 2017 – 2020 eine Reihe von Förderprogrammen aufgelegt, um die betroffenen Kommunen bei ihren Anstrengungen zur Verbesserung der Luftqualität zu unterstützen. Gefördert werden

- die Elektrifizierung des Verkehrs unter Einbeziehung des Ausbaus der Infrastruktur,
- die Hardware-Nachrüstung von Dieselsebussen,
- die Hardware-Nachrüstung kommunaler schwerer Nutzfahrzeuge sowie von Handwerker- und Lieferfahrzeugen,
- die Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme,
- der Radverkehr sowie
- die Verbesserung von Logistikkonzepten und die Bündelung von Verkehrsströmen.

Umfang und Dauer der Förderprogramme können den detaillierten Angaben der Homepage des Bundesverkehrsministeriums entnommen werden.

Die Fördersätze sind vergleichsweise hoch. Dennoch sind zur Umsetzung der Maßnahmen immer noch erhebliche eigene Investitionen der Städte erforderlich.

8.4.3.3 Maßnahmen des Landes Hessen

Das Land Hessen hat sowohl diverse landeseigene Förderprogramme aufgelegt, als auch Maßnahmen zur Verringerung des motorisierten Individualverkehrs umgesetzt wie auch in Planung.

Als äußerst wirksam hat sich die Einführung des Schüler- und Auszubildendentickets zum Beginn des Schuljahres 2017/2018 gezeigt. Das Ticket, das 365 Euro im Jahr kostet, erlaubt die Nutzung von Bussen, Straßenbahnen, U-Bahnen, S-Bahnen sowie Regionalzügen in ganz Hessen. Ca. 60% mehr Fahrkarten wurden damit verkauft.

Analog dem Schülerticket startete am 1. Januar 2020 ein Seniorenticket Hessen. Das Seniorenticket Hessen kostet ebenfalls 365 Euro im Jahr und erlaubt eine Nutzung aller hessischen Busse, Straßenbahnen, U-Bahnen, S-Bahnen sowie Regionalzüge werktags ab 9 Uhr morgens und an Wochenenden und Feiertagen ganztägig. Das

Angebot richtet sich an die ca. 1,3 Millionen Rentner in Hessen

Weiterhin gehören dazu Projekte zur Förderung der Elektromobilität, aber auch eine ganze Reihe von Projekten zur Förderung der Nahmobilität über die bereits genannten 365-Euro-Tickets hinaus. Im Bereich des Radverkehrs betrifft das u.a.

- die Unterstützung von Kommunen bei der Planung und dem Bau von Radschnellverbindungen,
- die Bereitstellung von 160 Pedelecs, Lastenrädern und E-Bikes, die sich die Bürgerinnen und Bürger der teilnehmenden Kommunen kostenlos zum Probefahren ausleihen können,
- einen Nahmobilitäts-Check, der Kommunen ein stringentes und vorformuliertes Instrumentarium bietet, um strukturiert einen Nahmobilitätsplan zu entwickeln,
- das schulische Mobilitätsmanagement,
- einen Radroutenplaner u.ä.m.

Aber auch die Schaffung besserer Bedingungen für Fußgänger hat sich die AG Nahmobilität des Hessischen Verkehrsministeriums als Aufgabe gestellt. Um die Landkreise, Städte und Gemeinden dabei zu unterstützen, wurde 2016 die Arbeitsgemeinschaft Nahmobilität Hessen (AGNH) gegründet mit dem Ziel, den Anteil des Fuß- und Radverkehrs auf Wegen innerhalb von Städten und Gemeinden deutlich zu erhöhen. In der AGNH tauschen sich über 165 hessische Gemeinden, Städte und Landkreise aus und machen sich durch vielfältige Maßnahmen und Aktionen für die Nahmobilität stark.

8.4.3.4 Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Verkehr

Mit Ausnahme des Software-Updates können die Maßnahmen nur schwer quantifiziert werden, da es sich vor allem um Förderprogramme handelt, bei denen nicht bekannt ist, in welchem Umfang sie genutzt werden.

8.5 Lokale Maßnahmen der Stadt Frankfurt

Die zur Umsetzung geplanten Minderungsmaßnahmen lassen sich in folgende Teilbereiche gliedern:

- Ausbau und Förderung der Elektromobilität

- Erneuerung der Busflotte
- Ausbau und Förderung von ÖPNV und Radverkehr
- Parkraummanagement
- Verkehrsmanagement

8.5.1 Ausbau und Förderungen der Elektromobilität

8.5.1.1 Beschaffung von Elektrofahrzeugen in der Stadtverwaltung Frankfurt am Main

Der Fuhrpark der Stadt Frankfurt am Main soll Schritt für Schritt auf lokal emissionsfreie Fahrzeuge umgestellt werden. Dieses Ziel ist in der Neufassung der Richtlinien zur Fahrzeugbeschaffung vorgesehen, die der Magistrat am 20. September 2019 beschlossen hat.

Laut den neuen Beschaffungsrichtlinien ist es nur noch in begründeten Ausnahmen zulässig, Fahrzeuge mit herkömmlichen Antrieben zu kaufen oder zu leasen. Die bisher gültigen Richtlinien von 2005 entsprachen nicht mehr den Anforderungen an eine praktikable Nutzung. So war zum Beispiel der Einsatz von Erdgasfahrzeugen vorgesehen, was aber wegen der geringen Tankstellendichte zunehmend schwierig wurde. Ziel ist es, den städtischen Fuhrpark – auch mit Hilfe von Zuschüssen aus Bundes- und Landesförderprogrammen – nach und nach auf Fahrzeuge umzustellen, die im Betrieb keine lokalen Emissionen erzeugen. Diese Bedingung wird derzeit vor allem von Elektrofahrzeugen erfüllt. In den neuen Richtlinien wird aber keine bestimmte Antriebstechnik vorgegeben. Da die Entwicklung rasant voranschreitet, soll der Einsatz neuer Technik ermöglicht werden.

Bei Neubeschaffungen wird im Regelfall ein Fahrzeug der Kleinwagenklasse als ausreichend angesehen. Zuvor müssen die betreffenden Dienststellen prüfen, ob es alternative Lösungen wie die Nutzung von Carsharing und Fuhrparkpooling gibt, oder ob die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter dienstliche Wege auch mit öffentlichen Verkehrsmitteln oder mit dem Fahrrad zurücklegen können.

8.5.1.2 „Kommunales Elektromobilitätskonzept – logistische Transporte (Straßenbahn/Lastenfahrräder)“

Nachdem die Deutsche Post / DHL und UPS bereits eine ganze Reihe von Elektrofahrzeugen zur

Belieferung einsetzen, davon u.a. drei Elektro-Lastenräder, erarbeitet die Wirtschaftsförderung der Stadt Frankfurt am Main derzeit mit dem House of Logistics and Mobility (HOLM), den Stadtwerken Verkehrsgesellschaft Frankfurt am Main (VGF), der Frankfurt University of Applied Sciences (FRA-AUS) sowie weiteren Partnern an einem Konzept, logistische Transporte innerhalb des Stadtgebietes per Straßenbahn und Lastenfahrrad umzusetzen. Dadurch sollen Paket-Transporte per LKW im Stadtgebiet ersetzt werden. Ziel dieser Methodik ist es, das Frankfurter Straßennetz mit Blick auf die Zustellverkehre auf der letzten Meile zu entlasten. Gleichzeitig soll durch Nutzung der elektromobilen Zustellmethoden (Straßenbahn / Lastenfahrrad) ein Beitrag zu Minderung der Schadstoffemissionen geleistet werden. In einem ersten Pilotprojekt sollen (ausgediente) Personenwagen zum Transport von Paketen in Form eines Microdepots als Zustellbasis für Lastenfahrräder genutzt werden.

8.5.1.3 Kommunales Elektromobilitätskonzept – Strategiepapier

Das aus dem Jahr 2010 stammende Strategiepapier „Elektromobilität im Jahre 2025 in Frankfurt am Main“ hat sich durch die Weiterentwicklung der Produkte/Technologien/Bedarfe im Bereich der E-Mobilität überholt. Im Rahmen der Überarbeitung des Strategiepapiers sind folgende Themenschwerpunkte vorgesehen:

- Ladeinfrastruktur (insbesondere in Quartieren)
- ÖPNV
- Potentielle Nutzergruppen
- Rahmenbedingung Stadt FFM

Im Ergebnis wird das Elektromobilitätskonzept Handlungsempfehlungen und notwendige Aktivitäten aufzeigen, welche in Frankfurt am Main umgesetzt werden müssen, damit die mit dem Konzept verbundenen Ziele erreicht werden können. Des Weiteren werden politische Ziele wie beispielsweise „Das Gesamtkonzept für den Umgang mit Car-Sharing-Angeboten in der Stadt Frankfurt“ in diesem Strategiepapier Berücksichtigung finden. Das Ziel dieses Konzepts ist, dass die in Frankfurt am Main eingesetzte Fahrzeugflotte über einen Mindestanteil emissionsfreier Fahrzeuge verfügen muss. Dabei ist der Anteil von mindestens 50% ab 2019, von 75% ab 2022 und von 100% ab 2024 zu gewährleisten. Alle Maßnahmen, Konzepte und Ziele werden mittels

Projektsteckbriefen aufbereitet und in dem Strategiepapier eingearbeitet.

8.5.1.4 E-Taxiprojekt Frankfurt am Main

Ziel des Projektes „E-Taxi Frankfurt am Main“ ist die langfristige Umstellung der Frankfurter Taxiflotte auf den Elektroantrieb. Bestehende Vorbehalte, dass Elektro-Antriebe für den Taxibetrieb nicht geeignet seien, sollen durch das Pilotprojekt abgebaut und die Alltagstauglichkeit nachgewiesen werden. Das Projekt soll langfristig einen spürbaren Beitrag zur NO_x- und CO₂-Einsparung in Frankfurt am Main leisten.

In Frankfurt am Main soll erstmals eine Flotte von 50 E-Taxis unter Realbedingungen eingesetzt werden. Die Realisierung der 50 E-Taxis würde einem Anteil von knapp 3% am Gesamtbestand von rund 1.700 Taxen im Frankfurter Stadtgebiet entsprechen. Neben den fahrzeugseitigen Investitionen wird das Projekt durch den Aufbau der zum Betrieb benötigten Schnellladeinfrastruktur unterstützt.

Das Projekt ist als F&E-Projekt geplant. Die wissenschaftliche Begleitforschung zielt darauf ab, sowohl Erkenntnisse in Sachen NO_x- und CO₂-Einsparung zu gewinnen als auch die wirtschaftliche Tragfähigkeit sowie die Alltagstauglichkeit im Realbetrieb von E-Fahrzeugen im Taxigewerbe zu untersuchen.

Das Projekt besteht aus zwei Phasen

1. Test-/ Mobilisierungsphase

Bereitstellung eines E-Taxis für die Erprobung durch Frankfurter Taxibetriebe, Bestellung von bis zu 50 E-Taxi-Fahrzeugen durch Frankfurter Taxibetriebe

2. Umsetzungsphase

36-monatiger Einsatz der E-Taxis mit wissenschaftlicher Begleitforschung.

Aufgrund der hohen Fahrleistung von Taxis wird fälschlicherweise angenommen, dass hier eine besonders effektive Möglichkeit der Emissionsminderung besteht. Dies ist jedoch nicht der Fall.

Rechtsgrundlage für die Erteilung von Taxi-Konzessionen ist das Personenbeförderungsgesetz (PBefG, [38]). Weitere Anforderungen werden durch die Verordnung über den Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr (BOKraft, [39]) geregelt. Geprüft werden dabei vornehmlich Aspekte wie beispielsweise die Eignung und Zuverlässigkeit (Führungszeugnisse etc.) des Fahrers

und die Ausstattung des Fahrzeugs im Hinblick auf Wegstreckenzähler, Fahrpreisanzeiger u. ä. m. Immissionsschutzrechtliche Anforderungen an das Fahrzeug werden nicht gestellt.

Taxikonzessionen werden in Frankfurt am Main für die Dauer von fünf Jahren vergeben. Bereits dieser Umstand würde selbst im Falle einer kurzfristigen Gesetzes- / Ordnungsänderung eine sofortige Umstellung der Taxiflotte ausschließen.

Die durchschnittliche Kilometerleistung der ca. 1.700 in Frankfurt am Main zugelassenen Taxis liegt nach Angaben der Taxi-Vereinigung-Frankfurt bei ca. 60.000 km/a. Vornehmlich handelt es sich dabei um Dieselfahrzeuge. Damit kommen die Taxis auf eine jährliche Laufleistung von 102,7 Mio. km und damit auf gerade einmal 1,7% der jährlichen Fahrleistung in der Stadt Frankfurt am Main.

Auch wenn die Minderungswirkung gering ist, soll dennoch diese Chance genutzt werden, um eine Verringerung der Belastung zu erreichen. Da eine gesetzliche Regelung weiter auf sich warten lässt, soll in Frankfurt am Main ein Projekt mit Elektrotaxis umgesetzt werden.

8.5.1.5 Leitfaden Ausbau Ladeinfrastruktur E-Mobilität

Um die E-Mobilität auch für Privatpersonen und Gewerbebetriebe attraktiv zu machen, muss ein deutlicher Ausbau der Ladeinfrastruktur erfolgen. Derzeit verfügt die Stadt über 49 öffentlich zugängliche Ladestandorte mit etwas mehr als 100 Ladepunkten. Daher wurde ein Leitfaden für das Errichten von Ladeinfrastruktur im öffentlichen Raum für das Stadtgebiet Frankfurt am Main erarbeitet und mit Stadtverordnetenbeschluss verabschiedet.

Die Stadt Frankfurt am Main hat sich dabei zum Ziel gesetzt, einen bedarfsgerechten Ausbau der Ladeinfrastruktur zu erreichen. Ein flächendeckender Ausbau wird nicht angestrebt. Der Leitfaden richtet sich in erster Linie an die künftigen Betreiber der Ladeinfrastruktur, denen ein abgestimmtes Verfahren und eine Zusammenstellung der erforderlichen Materialien für die Beantragung von Lademöglichkeiten an die Hand gegeben werden sollen. Aus Gründen des Klimaschutzes sind die Elektroladestationen mit Strom zu beliefern, der unter Nutzung regenerativer Energieträger erzeugt wurde.

Nachstehend wird nur ein Auszug aus dem Leitfaden dargestellt. Der komplette Leitfaden mit weiteren Einzelheiten zu Kontakten, Gebühren,

technischen Standards und Vertragsbeziehungen können dem Parlamentsinformationssystem der Stadt Frankfurt am Main unter https://www.stvv.frankfurt.de/parlis-obj/M_140_2019_ANLeitfaden.pdf entnommen werden.

Standortauswahl/-vergabe bzw. Beschränkungen

Nach Antrag des Ladesäulen-Betreibers entscheidet die Stadt Frankfurt am Main über die Eignung der Standorte. Das Amt für Straßenbau und Erschließung (ASE) prüft die Belange der öffentlichen Verkehrsfläche nach dem Hessischen Straßengesetz in Verbindung mit den städtischen Vorgaben, der Sondernutzungsatzung. Grundsätzlich sind Ladesäulen an vorhandenen Parkplätzen zu errichten. Bei der Standortplanung sind u.a. folgende Vorgaben zu berücksichtigen:

- Gute Sichtbarkeit des Lade-Standortes
- Ladesäulen nur an Parkplätzen ohne spezifische Nutzungszuweisung, wie z. B. Behindertenparkplatz oder eingeschränktes Haltverbot
- Sicherstellung der Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs (auch Fuß- und Radverkehr)
- Festlegung der Ladeparkstände, Entwurfskizzen

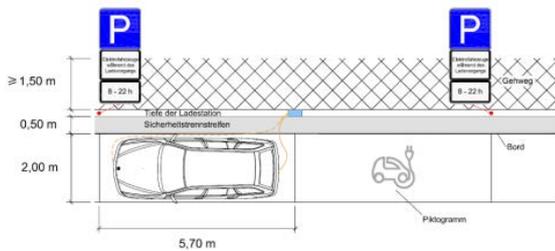


Abb. 57: Verkehrstechnische Entwurfsskizze – Längsaufstellung

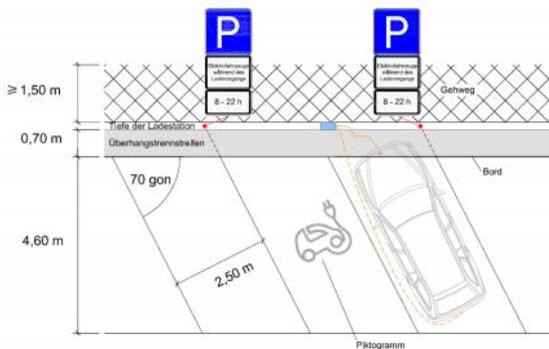


Abb. 58: Verkehrstechnische Entwurfsskizze – Schrägaufstellung

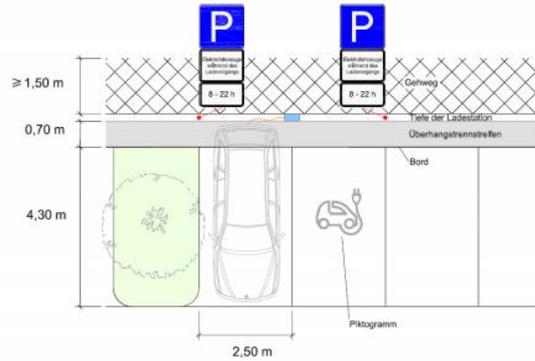


Abb. 59: Verkehrstechnische Entwurfsskizze – Senkrechtaufstellung

Die Ladeinfrastruktur sollte so installiert sein, dass sie für Parkplätze am Anfang oder Ende des Seitenstreifens nutzbar ist (sofern es sich um einen baulichen Seitenstreifen handelt).

Die Stadt Frankfurt am Main selbst führt keine Analyse durch, um geeignete Standorte für Ladesäulen zu definieren. In der Nähe von Parkhäusern bevorzugt die Stadt Frankfurt am Main die Errichtung von Ladeinfrastruktur in Parkhäusern.

Antragsverfahren

Der Antragsteller wendet sich mit seinem Vorhaben an das Amt für Straßenbau und Erschließung und reicht einen Antrag mit Standort, Gestattungsnehmer, Lageplan, Foto/Skizze der E-Säule selbst und Zeitrahmen ein. Nach Abstimmung des geplanten Vorhabens schließen Antragsteller und ASE einen Gestattungsvertrag ab. Bestandteil des Gestattungsvertrages ist eine Auflistung aller geplanten Standorte zum Zeitpunkt der Vertragsunterzeichnung. Der Antragsteller beantragt den Netzanschluss beim jeweiligen Netzbetreiber entsprechend den geplanten Standorten.

Gestaltung und Designvorgaben

Das Logo „Frankfurtemobil“ ist auf jeder Ladesäule gut sichtbar und wahrnehmbar aufzubringen, um die Wahrnehmung der Ladesäulen im Stadtbild zu verbessern.



Abb. 60: Logo „Frankfurtemobil“ zur Verbesserung der Wahrnehmung von Ladesäulen

8.5.1.6 Prognostizierte Minderungswirkung

Die Maßnahmen sollen dazu führen, dass anstelle von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor mehr emissionsfreie batterieelektrisch betriebene Fahrzeuge insbesondere für die städtischen Fahrten genutzt werden.

In der Vorgängerversion des Handbuchs der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) waren noch keine Fahrleistungsanteile für Elektro-, Hybrid- oder Gasfahrzeuge berücksichtigt. In den jahresspezifischen Bezugsflotten des neuen HBEFA 4.1 finden sich inzwischen jährlich steigende Anteile von Elektro- und Hybridfahrzeugen.

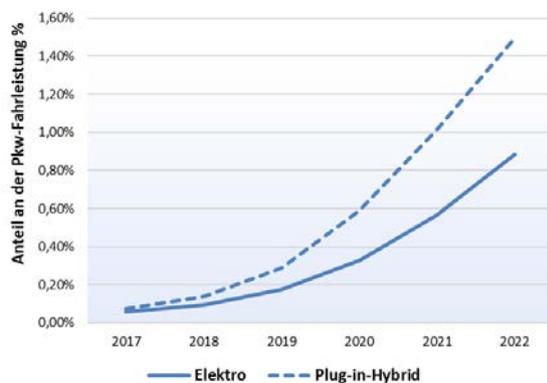


Abb. 61: Anteil von reinen Elektro-Pkw und Plug-in-Hybriden an der jährlichen Fahrleistung nach HBEFA 4.1

Die im HBEFA enthaltenen Fahrleistungsanteile entsprechen jedoch nicht den zugelassenen Bestandszahlen. Sie berücksichtigen zwar auch den durchschnittlichen Fahrzeugbestand in einem Jahr, aber zusätzlich noch die Neufahrzeugentwicklung, die spezifische Fahrleistung je nach Kraftstofftyp, das Fahrzeugalter, die Straßenkategorie u.ä.m., so dass ein direkter Vergleich mit Bestandsdaten nicht zielführend ist.

Um dennoch bewerten zu können, ob der Anteil der in Frankfurt am Main zugelassenen Elektrofahrzeuge und Plug-in-Hybride deutlich höher liegt und damit eine größere Minderungswirkung als durch das HBEFA abgebildet besitzt, kann in erster Näherung ein Vergleich der Bestandsentwicklung von E-Fahrzeugen und Hybriden im Zulassungsbezirk Frankfurt am Main mit den deutschen Durchschnittswerten vorgenommen werden, die als Eingangsgrößen für die HBEFA-Fahrleistungsanteile genutzt wurden.

Danach lag der Anteil von reinen E-Fahrzeugen im Zulassungsbezirk Frankfurt am Main zwischen 2017 und 2020 immer deutlich über dem deutschlandweiten Durchschnitt.

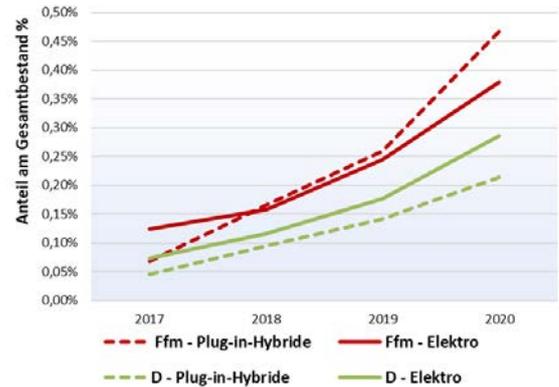


Abb. 62: Vergleich der Anteile reiner E-Fahrzeuge und von Plug-in-Hybriden (Pkw) in Deutschland und in Frankfurt am Main

Dennoch macht sich der um ca. ein Drittel höhere Anteil an E-Fahrzeugen und die doppelte Anzahl an Plug-in-Hybriden, die in Frankfurt am Main im Vergleich zum deutschen Gesamtdurchschnitt mehr zugelassen sind, in der Minderungswirkung nur in der 2. Nachkommastelle bemerkbar, da die Fahrleistungsanteile von E-Fahrzeugen und Plug-in-Hybriden immer noch vergleichsweise gering sind.

Die Minderungswirkung des Ausbaus der E-Mobilität wird somit bereits bei der Berechnung aller Maßnahmen mit HBEFA 4.1 berücksichtigt.

8.5.2 Verbesserung des Emissionsstandards der Busflotte

Obwohl drei Viertel des ÖPNV in Frankfurt am Main durch schienengebundene Fahrzeuge (S-/U-Bahn, Straßenbahnen) erfolgt, können Linienbusse durchaus einen nennenswerten Emissionsbeitrag liefern. Dieser hängt in erster Linie vom Emissionsstandard der eingesetzten Busse ab. Wie Abb. 63 zeigt, sind die NO_x-Emissionen von Linienbussen mit Einführung der Euro-VI-Norm drastisch gesunken.

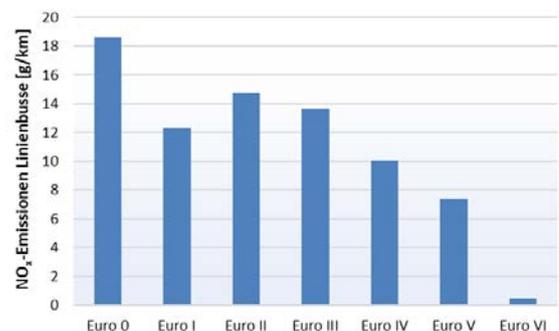


Abb. 63: NO_x-Emissionen von Linienbussen nach Emissionsstandard (Euronorm) im innerstädtischen Betrieb; HBEFA 4.1

Daher sind moderne Euro-VI-Dieselmotoren als Ersatz für Busse älterer Emissionsstandards durchaus empfehlenswert, wenn es um die Verbesserung der Luftqualität geht. Durchschnittlich emittiert ein Euro-VI-Bus sogar weniger NO_x als ein Euro-6-Diesel-Pkw, der noch nicht nach dem neuen Typprüfverfahren zugelassen ist.

Auch die Nachrüstung von Dieselmotoren mit SCR-Technik mindert nach Untersuchungsergebnissen des ADAC [40] die NO_x -Emissionen der Busse um bis zu 95%. Sie entsprechen dann in etwa dem Euro-VI-Standard.

Nur Elektrobusse können noch mehr Emissionen einsparen, erfordern aber große finanzielle Anstrengungen bei der Beschaffung, da sie fast doppelt so teuer sind wie ein Euro-VI-Diesel-Bus. Darüber hinaus erfordern sie einen entsprechenden Ausbau der Ladeinfrastruktur, damit ein ungehinderter Betrieb möglich wird.

Nachdem bereits im Dezember 2018 die ersten E-Busse auf der Linie 75 (Bockenheimer Warte → Westend Bremer Straße → Uni Campus Westend → Bockenheimer Warte) eingesetzt wurden, erfolgt eine sukzessive Verbesserung des Emissionsstandards der Linienbusflotte in Frankfurt am Main. Bestand die Busflotte im Jahr 2019 noch zu fast zwei Dritteln aus EEV-Bussen, reduziert sich dieser Anteil 2020 durch Nachrüstung von 25 Bussen und zusätzliche E-Busse auf die Hälfte. Die größte Verbesserung ist für das Jahr 2021 zu erwarten, wo zum Fahrplanwechsel im Dezember 2020 nicht nur weitere EEV-Busse nachgerüstet und ersetzt werden, sondern auch bereits 29 E-Busse zum Einsatz kommen sollen. Folglich sinkt der EEV-Anteil im Jahr 2021 auf 19%. 2022 soll der EEV-Anteil auf knapp 3% reduziert werden.

8.5.2.1 Prognostizierte Minderungswirkung

Auf die jährliche Laufleistung der Frankfurter Busflotte bezogen, reduzieren sich die NO_x -Emissionen bis 2022 um 86% gegenüber dem Jahr 2019. Abb. 64 zeigt die jährliche Verringerung der Emissionen nach geplantem Austausch der Fahrzeuge.

Bei der Berechnung der immissionsseitigen Minderungswirkung dieser Maßnahme wird im Gegensatz zum allgemeinen Fahrzeugaufkommen die spezifische Zusammensetzung der Busflotte in Frankfurt am Main angesetzt.

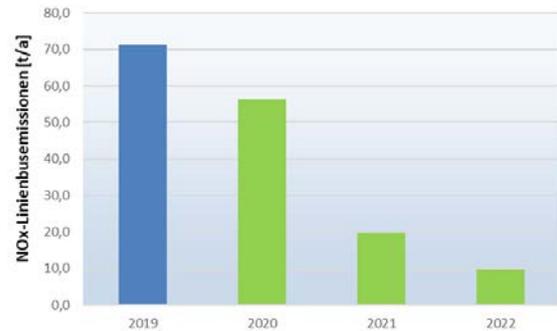


Abb. 64: Entwicklung der NO_x -Emissionen der Linienbusflotte im Rahmen der geplanten Erneuerung

Um den besonders belasteten Innenstadtbereich zusätzlich zu entlasten, werden in der Innenstadt – Bereich zwischen Alleenring und Hauptbahnhof und das nördliche Sachsenhausen mit der Textor- und der Dreieichstraße – seit Dezember 2019 nur Euro-VI- oder Elektrobusse eingesetzt.

Die geplante Erneuerung der Busflotte wirkt sich auf 91 der 119 Straßenabschnitte immissionsmindernd aus. Dabei ist gegenüber dem Prognosenullfall 2021 eine Minderung von bis zu $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu erreichen. Dass sich die Minderung nicht in allen Straßen zeigt, liegt an dem unterschiedlichen Anteil, den der Linienbusverkehr am Verkehrsaufkommen einer Straße hat. Die jeweilige Minderungswirkung in den einzelnen Straßenabschnitten gegenüber dem Prognosenullfall 2021 ist in Anhang 12.2.2.2.1 dargestellt.

8.5.3 Ausbau und Förderung von ÖPNV und Radverkehr

Speziell die Förderung des Öffentlichen Personennahverkehrs und die des Radverkehrs zielen auf eine stärkere Nutzung dieser Verkehrsmittel anstelle des Privatfahrzeugs ab. Um dieses Ziel zu erreichen, sollte das Infrastruktur- und Informationsangebot bei diesen Verkehrsmitteln als vorteilhaft im Vergleich zur Nutzung des eigenen Pkw wahrgenommen werden. Dazu gehören u.a. ein gutes ÖPNV- und Radwegenetz-Angebot, die schnelle Erreichbarkeit des Ziels, z.B. durch eigene Busspuren und/oder eine signaltechnische Beschleunigung des ÖPNV, komfortable Warte- und Ein-/ bzw. Ausstiegsmöglichkeiten, gute Mobilitätsinformation, ausreichende Abstellmöglichkeiten für Fahrräder, unkomplizierte und flächendeckend vorhandene Fahrradverleihsysteme, sichere Radwege u.ä.m.

Die Stadt Frankfurt am Main hat seit vielen Jahren stark in den Ausbau und die Attraktivitätsstei-

gerung des Öffentlichen Nahverkehrs sowie in die Radverkehrsförderung investiert.

Wie sich die Verkehrsmittelwahl in Frankfurt am Main seit dem Jahr 2003 entwickelt hat, lässt sich anhand der regelmäßig im Abstand von 5 Jahren von der Technischen Universität Dresden - im Auftrag der Stadt Frankfurt - durchgeführten

Haushaltsbefragungen zum Verkehrsverhalten (Mobilität in Städten – SrV) ablesen.

Weitere Informationen zum SrV finden sich auf der Homepage der Stadt Frankfurt am Main und der TU Dresden.

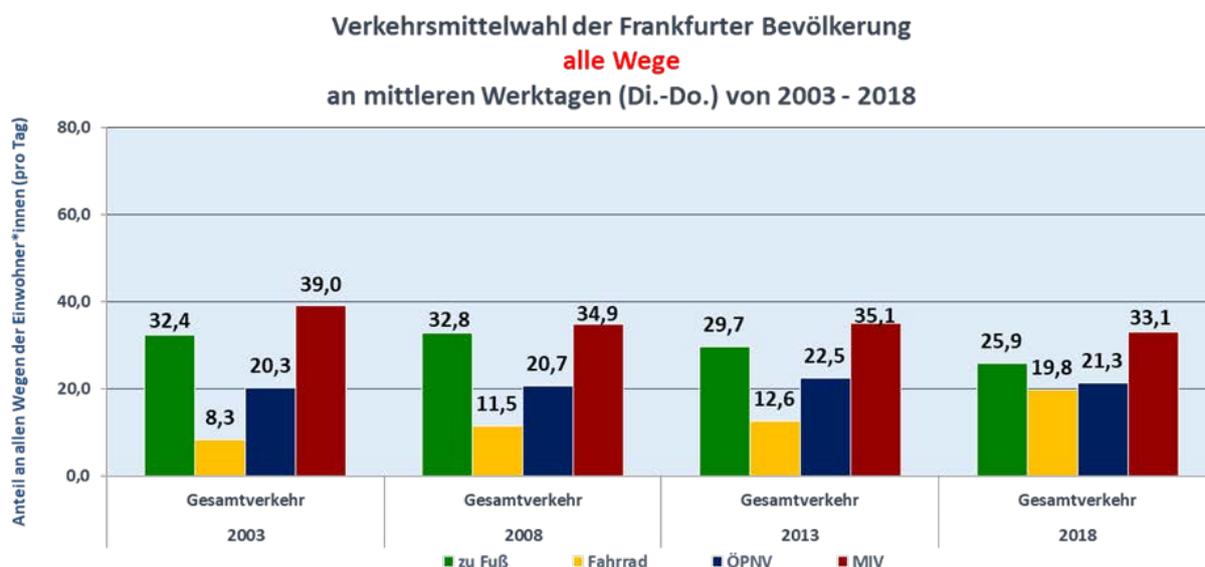


Abb. 65: Verkehrsmittelwahl nach Wegen, Wege der Frankfurter Bevölkerung innerhalb der Stadt Frankfurt, ins Umland und außerhalb Frankfurts

Abb. 65 zeigt, dass der Anteil am motorisierten Individualverkehr (MIV) gerade in den letzten Jahren durch den erfolgten Ausbau des ÖPNV und des Radwegenetzes deutlich gemindert werden konnte, während die Anteile der ÖPNV zumindest stabil blieben und vor allem der Anteil des Radverkehrs erheblich gesteigert werden konnte. Allein in der letzten Fünf-Jahres-Periode, zwischen SrV 2013 und 2018 hat sich die Verkehrsleistung (Personenkilometer pro mittlerem Werktag) des Verkehrsträgers Rad von 6% auf 11% nahezu verdoppelt. Im selben Zeitraum stieg die Verkehrsleistung des ÖPNV um 3%, von 24 auf 27% und zeitgleich sank die Verkehrsleistung im MIV von 66 auf 57%.

Alle o. g. Daten beziehen sich aber ausschließlich auf die Frankfurter Bevölkerung und nicht auf diejenigen, die aus beruflichen oder privaten Gründen von außerhalb nach Frankfurt kommen.

Diese Ergebnisse für den ÖPNV werden durch die Geschäftsberichte der Frankfurter Nahverkehrsgesellschaft traffiQ untermauert, die im Jahr 2018 eine um 6% gesteigerte Fahrgastnutzung des ÖPNV gegenüber 2017 ermittelt hatte.

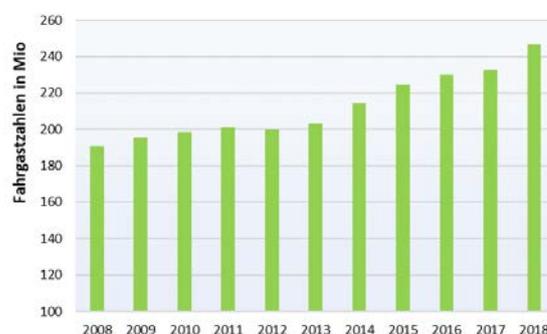


Abb. 66: Entwicklung der Fahrgastzahlen im lokalen ÖPNV in Frankfurt am Main, Quelle traffiQ Frankfurt

Dieser positive Trend soll weiter gefördert werden, um noch mehr Pendler zum Umstieg auf den ÖPNV / das Rad zu bewegen und auch bei anderen Wegen, insbesondere im Bereich bis 5 km, die Kraftfahrzeugnutzung weiter zurückzudrängen.

8.5.3.1 Ausbau und Förderung im ÖPNV

Wie Abb. 66 zeigt, wurden Ausbau und Förderung des ÖPNV bereits in den letzten Jahren

sehr forciert. Mit weiteren Maßnahmen soll dieses Engagement fortgesetzt werden. Dazu zählen nicht nur die Ausweitung des Angebots, sondern auch Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität. Insbesondere soll für die Nutzer ein Vorteil gegenüber dem Individualverkehr deutlich werden. Dies kann z.B. durch eigene Busspuren und individuelle Ampelschaltungen erfolgen, die ein schnelleres Fortkommen ermöglichen.

Im Busbetrieb:

Zum Fahrplanwechsel 2019 wurden zum einen die Taktzeiten der Fahrten erhöht und darüber hinaus auf 15 bisher reinen Tageslinien abschnittsweise auch ein nächtlicher Busverkehr eingerichtet.

Einführung eines 30-Minuten-Taktes in den frühen Morgenstunden samstags und sonntags

- Linie 28: Hopfenbrunnen – Kalbach
- Linie 29: Nieder-Eschbach – Nieder-Erlenbach Hohe Brück
- Linie 39: Preungesheim – Berkersheim Mitte
- Linie 60: Bernadottestraße – Heddernheim
- Linie 63: Eschersheimer Weißer Stein – Preungesheim
- Linie 72: Industriehof – Nordwestzentrum

Ausweitung des 60-Minuten- auf einen 30-Minuten-Takt in den frühen Morgenstunden samstags und sonntags

- Linie 27: Nieder-Eschbach – Am Neuenberg – Preungesheim
- Linie 28: Kalbach – Harheim Tempelhof
- Linie 50: Friedhof Höchst – Bockenheimer Warte
- Linie 55: Rödelheim Bahnhof – Höchst Bahnhof
- Linie 59: Cheruskerweg – Bolongaropalast/Zuckschwerdtstraße

Weitere Taktverdichtungen

- Linie 24: Kalbach – Kalbach Frischezentrum, samstags zwischen 13 und 18 Uhr im 30-Minuten-Takt
- Linie 25: Berkersheim Bahnhof – Nieder Erlenbach – Berkersheim Bahnhof, zwei zusätzliche Fahrten ab 6:30 Uhr
- Linie 29: Nordwestzentrum – Riedberg – Kalbach – Nieder-Eschbach – Nieder-

Erlenbach Hohe Brück, zusätzliche Fahrt an Schultagen

- Linie 32: Westbahnhof – Bockenheimer Warte – Miquel-/Adickesallee – Höhenstraße – Ostbahnhof, Taktverdichtung an Wochentagen zwischen 9:30 Uhr und 13 Uhr von einem 15-Minuten- auf einen 10-Minuten-Takt
- Linie 34: Gallus Mönchhofstraße – Rödelheim Bahnhof – Industriehof – Dornbusch – Friedberger Warte – Bornheim Mitte, Umstellung auf Gelenkbusse von Montag bis Freitag in der Zeit von 6 bis 21 Uhr
- Linie 36: Eschenheimer Tor – Sachsenhausen Hainer Weg, Taktverdichtung samstags zwischen 20:30 Uhr und 0 Uhr von einem 15-Minuten- auf einen 10-Minuten-Takt
- Linie 43: Bergen Ost – Seckbach – Bornheim Mitte, Verlängerung des 5-Minuten-Taktes bis 10 Uhr in der morgendlichen Hauptverkehrszeit, Verdichtung von einem 7,5-Minuten- auf einen 5-Minuten-Takt in der nachmittäglichen Hauptverkehrszeit an Schultagen, Angebot eines 10-Minuten-Taktes in der Zeit von 20 bis 21 Uhr von Montag bis Freitag und samstags bis 21 Uhr
- Linie 45: Sachsenhausen Deutschherrnbrücke – Lokalbahnhof – Südbahnhof – Sachsenhauser Großer Hasenpfad – Südbahnhof, Verstärkung um zusätzliche Fahrten an Schultagen in der morgendlichen Hauptverkehrszeit
- Linie 46: Hauptbahnhof – Europaviertel – Römerhof/Rebstockbad, Taktverdichtung auf einen 5/10-Minuten-Takt in der Verkehrsspitze am Morgen
- Linie 55: Rödelheim Bahnhof – Höchst Bahnhof, Verlängerung des 15-Minuten-Taktes am Samstagabend bis 22 Uhr
- Linie 57: Siedlung Taunusblick – Zeilsheim Bahnhof – Sindlingen Bahnhof – Industriepark Höchst Tor West, Verstärkung um zusätzliche Fahrten an Schultagen zwischen 7 und 9 Uhr
- Linie 58: Bolongaropalast – Bingelsweg, Taktverdichtung von einem 30-Minuten- auf einen 15-Minuten-Takt samstags in der Zeit von 12 bis 19 Uhr

- Linie 60: Rödelheim Bahnhof – Stadtbahnzentralwerkstatt, zusätzliche Fahrten zwischen 14 und 19 Uhr
- Linie 66: Weißer Stein – Berkersheim Am Neuenberg, Erweiterung der Betriebszeit täglich um eine Stunde bis 22:30 Uhr durch zusätzliche Fahrten im 30-Minuten-Takt
- Linie 77: Gateway Gardens (S) – Flughafen Terminal 3 – Cargo City Süd, neue Linienverbindung zwischen S-Bahnstation, Terminal 3 und Cargo City Süd täglich von 4 bis 1 Uhr im 30-Minuten-Takt
- Linie 78: Südbahnhof – Lyoner Straße, morgendliche Taktverdichtung von einem 15-Minuten-Takt auf einen 10-Minuten-Takt auch während der Schulferien
- Linie 79: Niederrad Bahnhof – Lyoner Straße – Niederrad Bahnhof, Erweiterung der Betriebszeit um zwei zusätzliche Fahrten im 15-Minuten-Takt nach 9:30 Uhr
- Linie 84: Niederräder Landstraße – Haardt-waldplatz – Niederrad Bahnhof – Oberforsthaus, neue Quartierbuslinie im 30-Minuten-Takt.

Im schienengebundenen Betrieb:

- Linie U2: Bad Homburg Gonzenheim - Frankfurt Südbahnhof, Einsatz von Drei-Wagenanstelle von Zwei-Wagen-Zügen sonntags von 11 bis 21 Uhr
- Linie U4: Bockenheimer Warte – Enkheim, Ausweitung Drei-Wagen-Betrieb von bisher 21 Uhr auf 1 Uhr
- Linie 12: Fechenheim Hugo-Junkers-Straße - Schwanheim Rheinlandstraße, Taktverdichtung an Samstagen zwischen 9 und 21 Uhr von einem 15- Minuten- auf einen 10-Minuten-Takt
- Linie 14: Gallus Mönchhofstraße - Bornheim Ernst-May-Platz, Verlängerung der Linie bis zu neuen Endhaltestelle Mönchhofstraße
- Linie 17: Rebstockbad - Neu-Isenburg Stadtgrenze, Taktverdichtung an Samstagen zwischen 9 und 21 Uhr von einem 15-Minuten- auf einen 10-Minuten-Takt

- Linie 18: Preungesheim Gravensteiner-Platz - Louisa Bahnhof, Taktverdichtung an Samstagen zwischen 9 und 21 Uhr von einem 15-Minuten- auf einen 10-Minuten-Takt

- Linie 21: Nied Kirche – Stadion, Verlängerung der Linienführung bis Nied Kirche

ÖPNV-Beschleunigung

Die Beschleunigung des ÖPNV bringt Reisezeitgewinne für die Fahrgäste, dient der Fahrplanstabilität und steigert damit die Attraktivität des ÖPNV gegenüber dem motorisierten Individualverkehr.

Eine Beschleunigung kann durch die Einrichtung eigener Busspuren und/oder die technische Aufrüstung und verkehrstechnische Optimierung der Lichtsignalsteuerung erfolgen. In Frankfurt am Main werden beide Möglichkeiten genutzt.

Einrichtung von Busspuren

An sechs Straßenabschnitten ist die Einrichtung von weiteren Busspuren geplant:

- Bockenheimer Landstraße Richtung Westen zwischen Zeppelinallee und Bockenheimer Warte: Wegfall einer MIV-Fahrspur auf 160 Metern Länge (Realisierung im 4. Quartal 2020)

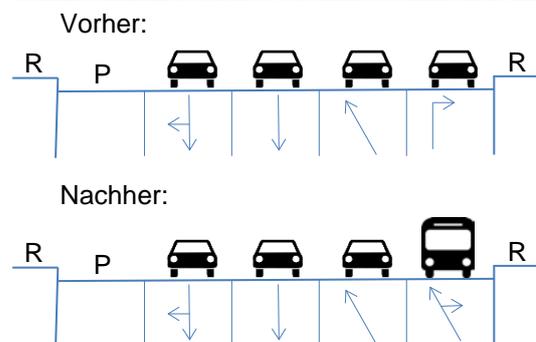
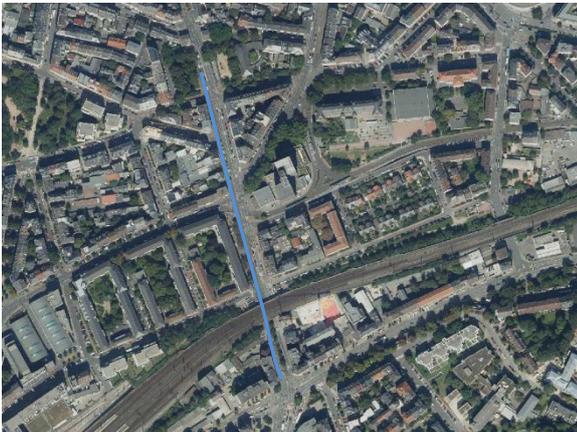
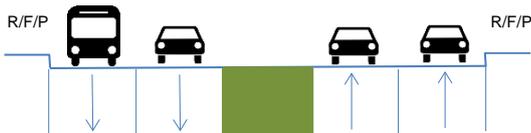


Abb. 67: Busspur Bockenheimer Landstraße

- Darmstädter Landstraße Richtung Süden zwischen Affentorplatz und Wendelsplatz. Entfall einer MIV-Fahrspur auf 400 m, zukünftig in beiden Fahrrichtungen Einspurigkeit für den MIV auf Elisabethenstraße, Paradiesgasse, Affentorplatz, Darmstädter Landstraße (bis Wendelsplatz) (Realisierung in 2021)



Vorher:



Nachher:

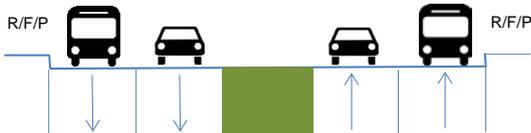


Abb. 68: Busspur Darmstädter Landstraße

- B521/Friedberger Landstraße Richtung Süden zwischen Friedberger Landstraße und bestehendem Sonderfahrstreifen (Wegfall einer MIV-Fahrspur auf 250 Metern Länge) (Realisierung im 3. Quartal 2020)

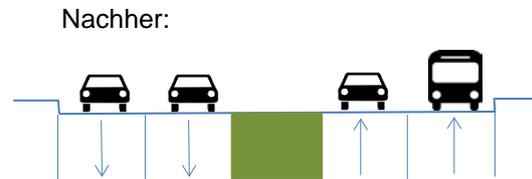
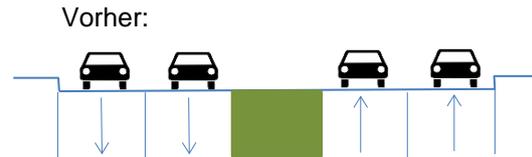


Abb. 69: Busspur B521/Friedberger Landstraße

- Friedberger Landstraße Richtung Norden zwischen Bodenweg und BGU (Wegfall einer MIV-Fahrspur auf 330 Metern Länge) (Realisierung im 2. Quartal 2021)

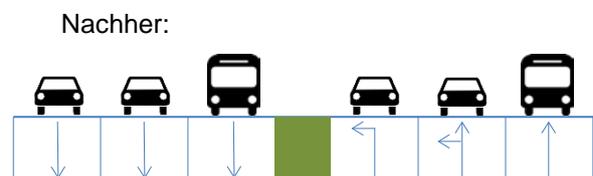
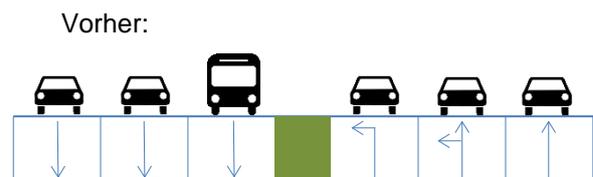


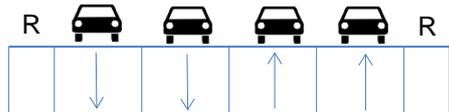
Abb. 70: Busspur Friedberger Landstraße

- Kurt-Schumacher-Straße Richtung Norden zwischen Schöne Aussicht und Börneplatz: Einrichtung einer so genannten Umweltspur, d.h. eine Kombination aus Busspur und Rad-

weg, auf einer Länge von 170 m. Dafür entfällt eine der Fahrbahnen, die damit einspurig wird (Realisierung in 2019)



Vorher:



Nachher:

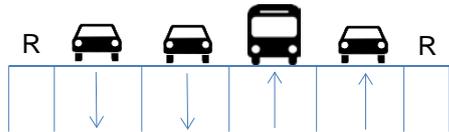
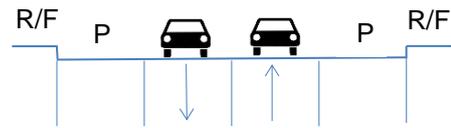


Abb. 71: Busspur Kurt-Schuhmacher-Straße

- Westerbachstraße Richtung Westen zwischen Gaugrafen- und Wilhelm-Fay- Straße (Wegfall bestehender Parkstände) (Realisierung in 2020)



Vorher:



Nachher:

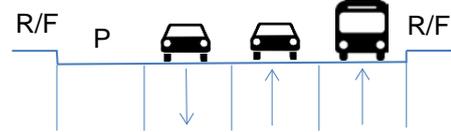
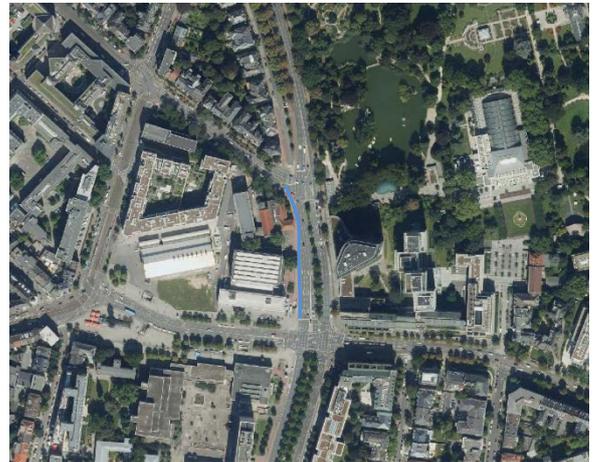
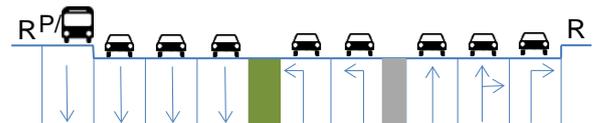


Abb. 72: Busspur Westerbachstraße

- Zeppelinallee Richtung Süden zwischen Sophienstraße und Bockenheimer Landstraße (Wegfall einer MIV-Fahrspur auf 120 Metern Länge) (Realisierung im 4. Quartal 2020)



Vorher:



Nachher:

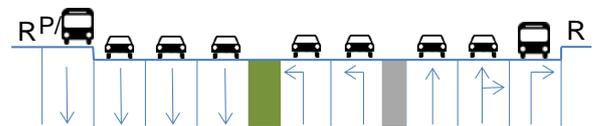


Abb. 73: Busspur Zeppelinallee

Abb. 74 verdeutlicht nochmals die Lage der neuen Busspuren im Stadtgebiet Frankfurt am Main. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich hierbei nicht um die einzigen Busspuren, sondern lediglich um eine Ergänzung bereits vorhandener Busspuren handelt.



Abb. 74: Geplante Busspuren im Stadtgebiet Frankfurt am Main

Lichtsignalsteuerung

Um eine Busbeschleunigung durch den Einsatz von Signaltechnik zu erreichen, sollen zunächst die Verlustzeiten für Fahrzeuge des ÖPNV an wichtigen Knotenpunkten ermittelt werden. Anschließend ist vorgesehen, die entsprechende Infrastruktur soweit auszurüsten, dass eine Kommunikation mit der Integrierten Verkehrsleitzentrale (IGLZ) ermöglicht wird.

Dabei sollen Signalanlagen im Zuge von ÖV-Linien betrachtet werden, die bislang noch keine Bevorrechtigung auf dem gesamten Linienweg erhalten haben. Dabei ist der Umbau bzw. eine Anpassung von 31 Lichtsignalanlagen vorgesehen, wobei der Umbau bei 14 Anlagen bis Ende 2019 bereits abgeschlossen sein soll.

Barrierefreier Neu- und Ausbau von Stationen und Haltestellen

Folgende Straßenbahnhaltestellen werden barrierefrei umgebaut:

- Brücken- / Textorstraße
- Lokalbahnhof / Textorstraße
- Stresemannallee / Gartenstraße

- Hessendenkmal
- Bornheim Mitte

Die Nachrüstung folgender Stadtbahnstationen ist geplant:

- Westend; Nachrüstung von Aufzügen
- Römerstadt; Nachrüstung von Aufzügen sowie Absenkung der Gleise
- Niddapark; Nachrüstung von Aufzügen sowie Absenkung der Gleise

Aufstellung interaktiver Fahrkartenautomaten

Viele Personen haben noch immer Vorbehalte bezüglich der Nutzung des ÖPNV. Dazu tragen u. a. der teils als kompliziert empfundene Fahrkartenaufkauf und die Routenführung sowie das Fehlen einer Unterstützung bei Problemen wie einem Fahrtausfall bei. Die Maßnahme „Video-Automaten“ ist in diesem Sinne dafür geeignet, Zugangsbarrieren zum ÖPNV abzubauen.

Bei den Video-Automaten handelt es sich dabei um interaktive Fahrkartenautomaten, d. h. mit einem Bildschirm und einer Kamera samt Mikrofon

ausgestattete Fahrkartenautomaten. Damit können die Fahrgäste jederzeit per Video-Telefonie ein Call-Center (RMV-Service-Telefon), das mit geschultem Personal besetzt ist, erreichen. Dieses Call-Center ist täglich und rund um die Uhr erreichbar, sodass sich die Fahrgäste zur Beratung oder für Hilfestellungen aller Art jederzeit an einen Ansprechpartner wenden können. Bspw. sind eine Unterstützung beim Ticketkauf oder eine Beratung zur schnellsten Route zum Ziel mögliche Serviceleistungen der Video-Automaten. Darüber hinaus sollen die Videoautomaten das Sicherheitsgefühl bei den Fahrgästen fördern und bei Beschwerden, Unklarheiten oder Problemen helfen. Ziel der Maßnahme ist somit, durch den Abbau der Zugangsbarrieren neue Fahrgäste zu gewinnen und eine dauerhafte Kundenbindung zu erzielen.

Die Implementierung der Video-Automaten soll zunächst an stark frequentierten Orten, die mit dem Auto angefahren werden (Shoppingcenter, Konzerthallen) erfolgen. Im Rahmen der Umsetzung der Maßnahme sollen dafür in drei Schritten insgesamt 205 der Video-Automaten im Verkehrsgebiet aufgestellt werden.

Funktionserweiterung des Fahrplanprogramms

Grundbestandteil der Digitalisierung des Verkehrssystems im ÖPNV ist die kontinuierliche Weiterentwicklung des gesamten Datenflusses auf Basis einer möglichst einheitlichen Datenstruktur. Hierbei ist es u.a. notwendig, die relevanten Hintergrundsysteme entsprechend der Anforderungen an eine Digitalisierung des Verkehrs anzupassen. Wesentlicher Bestandteil der Hintergrundsysteme im ÖPNV ist ein Fahrplanungssystem, in dem die Fahr-, Umlauf- und Dienstplanung erstellt werden. Durch dieses Fahrplanungssystem sollen vorrangig die folgenden Ziele erreicht werden:

Verbesserung der Soll-Daten zur Verbesserung der Echtzeitdaten

In Bezug auf die Bereitstellung von Verkehrsdaten und insbesondere Echtzeitdaten ist eine konsequente Planung in einem Fahrplanungssystem essentiell. Gegenwärtig lassen sich jedoch nicht alle Maßnahmen (wie z. B. die Vielzahl kleinerer Umleitungen, die jedoch nicht fahrplanrelevant sind) vollständig im Fahrplanungssystem (DIVA 3) abbilden. Zielsetzung ist es, eine Verbesserung der Qualität der Fahrplan-SOLL-Daten zu erreichen, um in der Folge die Echtzeitdaten –

insbesondere die der Auskunftssysteme – zu verbessern.

Unterstützung bei der Umlaufplanung besonders für Fahrzeuge mit alternativen Antriebstechnologien

Der Einsatz von Fahrzeugen mit alternativen Antriebstechnologien macht je nach Antriebstechnologie zusätzliche Systeme zur Energiebedarfsberechnung notwendig. Diese Informationen werden zur Unterstützung bei der Fahrplankonzeption und Umlaufplanung – insbesondere bei Baumaßnahmen – im Fahrplanungssystem benötigt. Des Weiteren ist durch die geringere Reichweite der Fahrzeuge eine neue Berechnung des maximalen Fahrzeugbedarfs notwendig. Diese Informationen sowie Berechnungen werden als (optionaler) Bestandteil im Anforderungsprofil berücksichtigt.

Datenbereitstellung für Drittsysteme im Rahmen von freien Datenlizenzen

Die Fahrplandaten eines neuen Fahrplanungssystems sollen – sofern keine Rechte Dritter betroffen sind (z. B. Umlaufplanung der Verkehrsunternehmen) – für Drittsysteme im Rahmen von ausgewählten freien Datenlizenzen bereitgestellt werden.

Weitere Vergünstigung des Jobtickets für städtische Angestellte

Um noch mehr Mitarbeiter der Stadt Frankfurt am Main zum Umstieg auf den ÖPNV zu bewegen, wurde zum 1. Januar 2020 ein kostenfreies Jobticket für die städtischen Angestellten beschlossen. Es gilt für das gesamte RMV-Gebiet und enthält auch eine so genannte „Mitnahmeregelung“ nach 19:00 Uhr bzw. an Wochenenden und Feiertagen. Insgesamt sind gut 13.000 städtische Bedienstete anspruchsberechtigt.

8.5.3.2 Ausbau und Förderungen im Radverkehr

Schließung von Radverkehrslücken

Die im Jahr 2018 geplante Schließung folgender Radverkehrs-Lücken

- Offenbacher Landstraße
- Eschersheimer Landstraße
- Querung „Am Martinszehnten“
- Querung Marie-Curie-Straße
- Am Dornbusch
- Elisabethenstraße

- Gutleutstraße, Radschutzstreifen
- Radwegbefestigung ab Altenhöfer Allee bis Stadtgrenze Oberursel (A5)

konnte inzwischen bis auf die Querung der Marie-Curie-Straße abgeschlossen werden.

Neuschaffung von Radverkehrsanlagen

Der Magistrat ist per Beschluss beauftragt worden, bis 2023 mindestens 45 km an Radverkehrsanlagen neu zu bauen bzw. umzugestalten. Des Weiteren wird die Stadt Frankfurt am Main in den nächsten Jahren weitere Nebenstraßen für den Radverkehr attraktiv umgestalten. Ebenso wird die Planung zur Schaffung innerstädtischer Fahrradtrassen vorangetrieben. Bis 2025 soll ein Bündel an Maßnahmen umgesetzt werden, das sowohl die Einrichtung der Radschnellwegverbindungen in die Region als auch innerstädtische Trassen entlang des Anlagen- und Cityrings, wie auch die Verbesserung der Fahrradachse am Main als bedeutende Ost/Westverbindung, mit einbezieht.

Konkret bis 2021 ist geplant:

- Konrad-Adenauer-Straße und Kurt-Schumacher-Straße
Zwischen Battonnstraße/Berliner Straße und Friedberger Tor wird in beide Fahrtrichtungen ein Radfahrstreifen eingerichtet. Es ist eine Absicherung durch provisorische bauliche Elemente erfolgt, außer dort, wo zwingende straßenrechtliche Gründe dagegensprechen. Die Maßnahme wurde in 2020 umgesetzt.
- Friedberger Landstraße
Zwischen Friedberger Tor und Friedberger Platz wird in beide Fahrtrichtungen ein Radfahrstreifen eingerichtet. Es soll eine Absicherung durch provisorische bauliche Elemente erfolgen, außer dort, wo zwingende Gründe dagegensprechen. Zwischen Friedberger Platz und Egenolffstraße wird eine sichere Führung des Radverkehrs über die Rotlintstraße eingerichtet. Die Umsetzung der Maßnahme ist für 2020 vorgesehen. Die Einrichtung auf der Friedberger Landstraße erfolgte im Juli/August 2020.
- Mörfelder Landstraße / Offenbacher Landstraße
Die betroffenen Abschnitte ohne Radverkehrsanlagen zwischen Auf dem Mühlberg und Breslauer Straße erhalten, unter Entfall der dritten Fahrspur, ein Angebot für den

Radverkehr in beide Richtungen. Abhängig vom Querschnitt ist zum Teil nur ein Schutzstreifen möglich. Es soll eine Absicherung durch provisorische bauliche Elemente erfolgen, außer dort, wo zwingende Gründe dagegensprechen. Umsetzung in 2021/2022

- Hanauer Landstraße

1. Teil

Zwischen Ostbahnhof und Ratsweg-Kreisel werden die Bestandsradwege in beide Richtungen optimiert. Auf der Südseite soll auf die Stellplätze auf dem Bord verzichtet werden, dafür entsteht ein breiter Rad- und Fußweg. Auf der Nordseite soll der vorhandene Rad- und Fußweg durch bestandsnahe Lösungen (bauliche Absicherungen, Verzicht einzelner Stellplätze) verbessert werden. Die Umsetzung erfolgte in 2019.

2. Teil

Zwischen Anlagenring und Ostbahnhof wird in beide Richtungen eine Markierungslösung mit baulicher Absicherung angestrebt. Der Radfahrstreifen soll durch den Verzicht der Stellplätze auf der rechten nicht mehr genutzten Fahrspur eingerichtet werden. Umsetzung in 2020

Ferner soll die sichere Führung auf Parallelrouten ernsthaft als Alternative geprüft werden.

- Mainzer Landstraße

Die bestehenden Lücken entlang der Mainzer Landstraße im Bereich Galluswarte bis Mönchhofstraße sollen in beiden Fahrtrichtungen durch eine Markierungslösung geschlossen werden; es soll eine Absicherung durch provisorische bauliche Elemente erfolgen, außer dort, wo zwingende Gründe dagegensprechen. Ferner soll die sichere Führung auf Parallelrouten ernsthaft als Alternative geprüft werden.

- Hauptbahnhof

Zwischen Baseler Platz und Platz der Republik wird in Fahrtrichtung Norden eine provisorische Radverkehrsanlage geschaffen, die baulich abgesichert wird, außer dort, wo zwingende Gründe dagegensprechen. Die Einrichtung der Radverkehrsführung findet zu Lasten von Stellplätzen bzw. Fahrspuren statt. Ein Entfall von Fahrspuren setzt eine positive Kapazitätsprüfung voraus. In Fahrtrichtung Süden soll ebenfalls eine Radfahrstreifenlösung erarbeitet werden und -

vorbehaltlich etwaiger Baustelleneinrichtungsflächen der DB-Maßnahme zur Umgestaltung der B-Ebene - als provisorische Lösung ermöglicht werden.

Aufgrund der Komplexität wird der Beginn der Maßnahme für das Jahr 2021 avisiert, mit dem Abschluss der Maßnahme ist 2022 zu rechnen.

- **Schöne Aussicht**

Nach Öffnung des nördlichen Mainufers für den Rad- und Fußverkehr wird, mindestens bis zum Ende der Sperrung des nördlichen Mainufers für den Autoverkehr, in der Schönen Aussicht eine Radverkehrsanlage in beide Fahrrichtungen geschaffen. Dies wird durch den Entfall der zweiten Fahrspur in östliche Richtung ermöglicht. Mit dieser Maßnahme wird eine wichtige Radverkehrslücke im innerstädtischen Bereich in Ost/West-Richtung geschlossen. Die Umsetzung erfolgte in 2019.

Verbesserungen im Radverkehr

- Ertüchtigung defizitärer Radverkehrsanlagen mit hohem Verkehrsaufkommen in der Bockenheimer Landstraße
- Kontinuierlicher Ausbau gesicherter Fahrradabstellmöglichkeiten durch flächenhafte Aufstellung von Fahrradbügeln im öffentlichen Straßenraum, überdachte Fahrradbügel bzw. Doppelstockparker an Nachfrageschwerpunkten sowie Aufbau von Fahrradboxen.
- Sicherung von Kreuzungen für Fuß- und Fahrradverkehr
- Errichtung von 2.000 Fahrradparkplätzen pro Jahr

Projekte des Radfahrbüros:

- Aufbau einer flächenhaften Radwegweisung
- Weiterentwicklung der Radverkehrsstrategie mit einer Neudefinition von Haupt- und Nebenstrecken
- Weitere Realisierung von Lückenschlüssen zwischen vorhandenen Verbindungen
- Überprüfung der Benutzungspflicht von Radwegen

- Bearbeitung von Mängelmeldungen, die Bürgerinnen und Bürger über die Meldeplattform Radverkehr mitteilen
- Ausbau des Service-Netzwerks, das Radlern im Stadtgebiet Hilfe zur Selbsthilfe bietet
- Öffentlichkeitsarbeit, um Neuerungen im Radverkehrsnetz bekannt zu machen
- Aufklärung über sicheres Radfahren
- Bürgernahe Aktionen, um Impulse für ein positives Radfahr-Klima zu geben.

Planung und Bau von Radschnellverbindungen

- Frankfurt – Maintal – Hanau; Machbarkeitsstudie in Bearbeitung
- Frankfurt – Vordertaunus; Machbarkeitsstudie in Bearbeitung
- Frankfurt – Darmstadt; erste Abschnitte bereits fertiggestellt
- Frankfurt – Flughafen; Machbarkeitsstudie im Rahmen eines Forschungsprojekts in Bearbeitung

8.5.3.3 Prognostizierte Minderungswirkung

Durch das Maßnahmenpaket „Ausbau und Förderung von ÖPNV und Radverkehr“ wird sich der Anteil von Fahrten im Individualverkehr (MIV) weiter zugunsten von Fahrten im ÖPNV bzw. mit dem Rad reduzieren. Allein in der letzten Fünf-Jahres-Periode, zwischen SrV (System repräsentativer Verkehrsbefragungen) 2013 und 2018, hat sich die Verkehrsleistung (Personenkilometer pro mittlerem Werktag) des Verkehrsträgers Rad von 6% auf 11% nahezu verdoppelt. Im selben Zeitraum stieg die Verkehrsleistung des ÖPNV um 3 %, von 24 auf 27 % und zeitgleich sank die Verkehrsleistung im MIV von 66 auf 57 %. Für die Zeit bis 2021 wird eine weitere Verringerung der MIV Verkehrsleistung um 2% angenommen.

Darüber hinaus wirkt sich die Einrichtung von Bus- und Radspuren zu Lasten von Fahrspuren ebenfalls deutlich verkehrsverringend in den jeweiligen Straßen aus. Damit ist aber auch eine gewisse Verkehrsverlagerung verbunden, die in Summe auch zu einer Erhöhung der Belastung in anderen Straßen führt. So kommt es in 24 Straßenabschnitten zu einer Erhöhung der Belastung und auf 95 Straßenabschnitte wird die Belastung um bis zu 1,5 µg/m³ gesenkt. Die konkreten Werte sind in Anhang 12.2.2.2.1 aufgelistet.

8.5.4 Parkraummanagement

Lange Zeit standen dem Verkehr in den Städten kostenfrei Flächen zum Parken zur Verfügung. Dabei nehmen Parkflächen überproportional viel Raum pro Fahrzeug ein, der für andere Zwecke nicht mehr genutzt werden kann. Und das, obwohl die Fahrzeuge im Schnitt nur für eine kurze Zeitspanne am Tag bewegt werden.

Hohes Verkehrsaufkommen, ständiger Park-Suchverkehr und ein durch die Nachverdichtung der Bebauung geringeres Flächenangebot machen eine Neuaufteilung dieser Flächen erforderlich, um eine stadtverträgliche Mobilität zu erreichen, aber auch notwendige Erholungsflächen vorzusehen. Die neue städtische Mobilität begünstigt nicht mehr einseitig den motorisierten Individualverkehr, sondern räumt Radfahrern und Fußgängern sowie Erholungssuchenden den ihnen zustehenden Raum ein. Gleichzeitig wird der ÖPNV und das Radwegenetz ausgebaut, damit Mobilitätsalternativen zur Verfügung stehen. Damit steigt aber auch die Aufenthaltsqualität in den Städten und vor allem die Sicherheit der schwächeren Verkehrsteilnehmer.

Parkraummanagement bietet auch Vorteile für den Einzelhandel, der auf geschäftsnahen Parkplätze angewiesen ist. Durch eine effiziente Bewirtschaftung der Parkplätze finden Kurzzeitparker schneller einen Parkplatz, da diese nicht durch Pendler über den ganzen Tag belegt sind. Die höhere Aufenthaltsqualität lädt auch Fußgänger zu längeren Verweildauern ein, was sich ebenfalls positiv auf die Anzahl und Dauer von Geschäftsbesuchen auswirkt. Das haben Erfahrungen anderer Städte gezeigt. So hat u.a. die in der Stadt Wien eingeführte Parkraumbewirtschaftung zu weniger Verkehr, leichterer Parkplatzsuche und einem Anstieg der Lebensqualität geführt. Falschparken hat um 80% abgenommen, der Parkplatzsuchverkehr reduzierte sich um 20% und auch für Unternehmen hat es sich bewährt. So gab es in Bezirken mit Parkraumbewirtschaftung doppelt so viele Unternehmensgründungen wie in den anderen [44].

Pendler, die trotz des Ausbaus von ÖPNV und Radwegenetz auf das eigene Fahrzeug angewiesen sind, müssen sich bewusstwerden, dass die Herstellung und die Unterhaltung von Parkflächen auch für die Städte mit Kosten verbunden sind, an denen sie sich beteiligen müssen. Ansonsten kann eine Kombination des Parkens auf Pendlerparkplätzen am Stadtrand und die Nutzung des ÖPNV eine kostengünstige Alternative darstellen.

8.5.4.1 Ausbau der Bewirtschaftung der Bewohnerparkzonen

Im Stadtteil Bornheim, in dem bislang noch keine Bewohnerparkzonen eingerichtet waren, werden drei Bewohnerparkzonen eingerichtet. Diese drei Bewohnerparkzonen werden direkt mit Einrichtung nach unten beschriebenen Modell monetär bewirtschaftet. Die drei Zonen werden in 2020 eingerichtet.

In einer weiteren Stufe ist die Einführung der Bewirtschaftung der Bewohnerparkzonen in den bestehenden 37 Zonen geplant.

Dabei soll zunächst die bestehende Einteilung der Flächen - eine Seite zu bestimmten Zeiten reserviert für Bewohnerinnen und Bewohner mit Bewohnerparkausweis, eine Seite freies Parken für alle - so umgestellt werden, dass die Parkstände, auf denen bislang ganztägig von jedermann kostenfrei geparkt werden konnte, tagsüber monetär bewirtschaftet werden. Die für Bewohnerinnen und Bewohner reservierten Parkstände bleiben aber in den definierten Zeiten weiterhin reserviert. Bewohnerinnen und Bewohner mit Bewohnerparkausweis dürfen an den bewirtschafteten Parkständen kostenfrei parken.

Konkret wird mit einer Bewohnerparkzone im Westend (1), siehe Abb. 75, pilothaft begonnen, danach werden alle anderen Zonen abgearbeitet. Die Priorisierung erfolgt aufgrund der NO_x -Belastung und dem Parkdruck. Die Änderung der Bewohnerparkregelung in den bestehenden Bewohnerparkzonen kann bei Vorliegen der Voraussetzungen jeweils kurzfristig durch Anordnung des Straßenverkehrsamtes erfolgen.

In der zweiten Stufe soll das Bewohnerparken um ca. 20 Zonen, hauptsächlich um den Alleenring herum, eingeführt werden. Vorgesehen ist grundsätzlich die Umstellung auf eine Vollbewirtschaftung der Bereiche durch Parkscheinpflicht bei Beibehaltung der flächigen und zeitlichen Reservierungen für Bewohner*innen.

Die Bewirtschaftung wird zeitlich begrenzt auf die Wochentage sowie den Anfang des ersten Zeitfensters Bewohnerparken und das Ende des letzten Zeitfensters Bewohnerparken (Beispiel: Im Plakettenbereich 18 gilt derzeit die Flächenreservierung Bewohnerparken Mo-Fr, 7-10 & 16-22 h. Mit der Umstellung des Bereichs gilt die Bewirtschaftung von Mo-Fr, 7-22h).

Die Umsetzung erfolgt grundsätzlich über die Einrichtung von Parkraumbewirtschaftungszonen mit den Verkehrszeichen 314.1 und 314.2 mit Zusatzzeichen, die sich weitestgehend an bestehenden Tempo-30-Zonen orientieren.

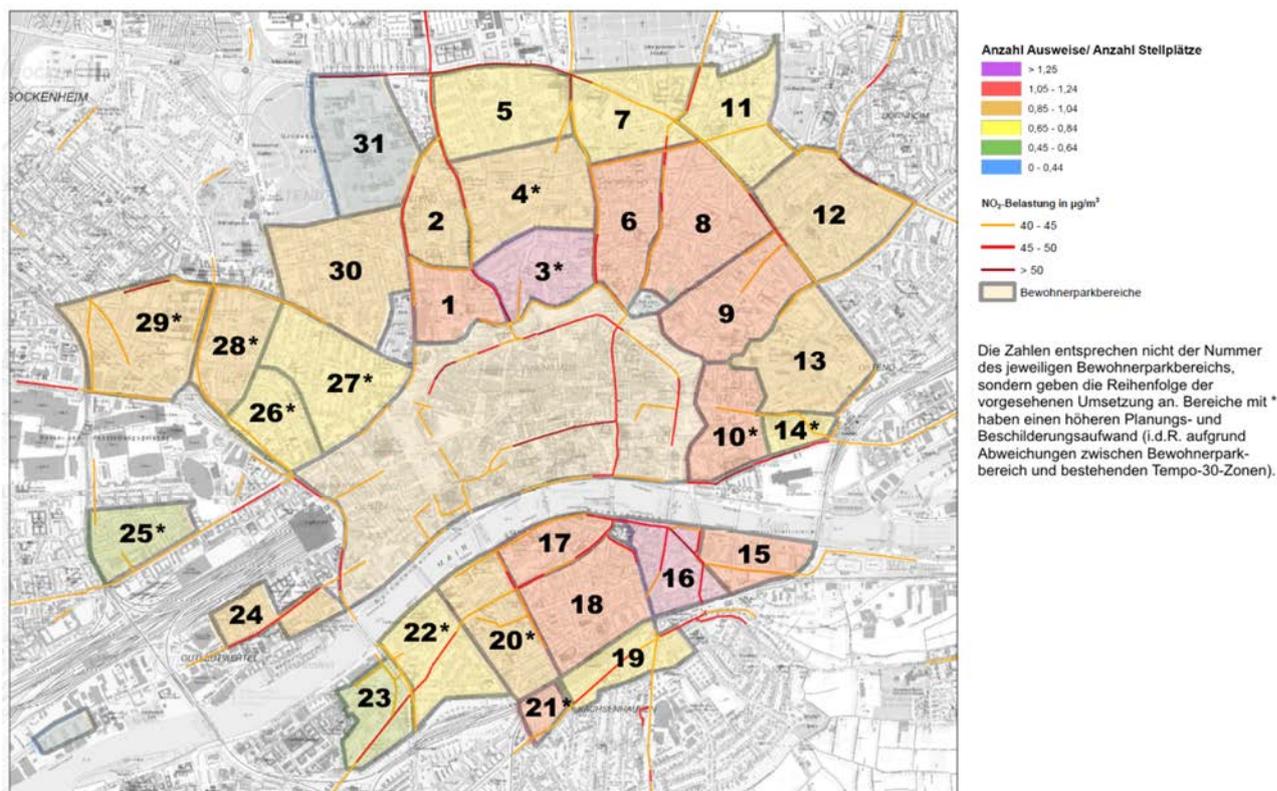


Abb. 75: Abgrenzung der Bewohnerparkbereiche

Es wird im Einzelfall geprüft, ob sich besonderer Handlungsbedarf in den die jeweilige Tempo-30-Zone umgrenzenden Randstraßen ergibt.

Beispielhaft sieht die zur Verwendung vorgesehene Verkehrszeichen-Kombination wie in Abb. 76 aus, wobei noch zu prüfen ist, ob auf den zeitlichen Zusatz hier verzichtet werden kann und diese Information am Parkscheinautomaten selbst ausreichend ist.



Abb. 76: Beispielhafte Kennzeichnung der Bewohnerparkzonen

Ferner wird geprüft, ob neben dem sog. „Handyparken“ die Möglichkeit besteht, ggf. auf Parkscheinautomaten zu verzichten.

Die Umstellung bedeutet für folgende Fallgruppen:

- **Bewohner*innen:** Die räumliche und zeitliche Reservierung eines Teils der zur Verfügung stehenden Parkstände bleibt aufrechterhalten, über den Bewohnerparkausweis wird von der Parkscheinplicht ausgenommen. Es entsteht ferner ein spürbarer Anreiz, auf eventuelle Zweitfahrzeuge zu verzichten, da für diese heute schon kein Bewohnerparkausweis erteilt wird und sie somit der Bewirtschaftung unterliegen. Durch den zu erwartenden Entfall von geparkten Pendlerfahrzeugen finden Bewohner leichter einen Parkplatz.
- **Pendler- und Besucherverkehr:** Für diese Fallgruppe, insbesondere regelmäßige Einpendler*innen, wird durch die Bewirtschaftung der Anreiz ganz erheblich erhöht, die Verkehrsmittelwahl zu verändern. An der physischen Verfügbarkeit von Parkraum ändert sich für diese Gruppen hingegen nichts. Auch ist die Begrenzung der Bewirtschaftung auf Mo-Fr besucher- und familienfreundlich, da Wochenenden von der Bewirtschaftung

ausgenommen sind. Die Begrenzung auf eine Höchstparkdauer entfällt.

- Handwerker- und Lieferverkehre: Für Handwerksfahrzeuge mit Handwerkerparkausweis ändert sich nichts. Lieferfahrzeuge unterliegen bei Be- und Entladevorgängen ebenfalls nicht der Bewirtschaftung. Da der regionale Handwerkerparkausweis ein Parken im Umkreis des Firmensitzes nicht gestattet, wird Handwerksbetrieben, die ihren Sitz in einer Parkraumbewirtschaftungszone haben und im Besitz eines regionalen Handwerkerparkausweises sind, die Möglichkeit gegeben, für zwei Fahrzeuge eine Ausnahmegenehmigung zu beantragen, die das Parken am Firmensitz gestattet. Mit dieser Regelung soll das örtliche Handwerk unterstützt werden.
- Taxiverkehre und Personenbeförderung: Keine Veränderung. Das Halten zum Ein- und Aussteigen unterliegt nicht der Bewirtschaftung (§ 13 (4) 1. StVO).

8.5.4.2 Bewirtschaftung von Reisebusparkplätzen

Einführung einer Bewirtschaftung der Busparkplätze in den Bereichen, in denen sich mehrere Busparkplätze befinden

- an der Paulskirche,
- am Theodor-Stern-Kai und
- in der Gutleutstraße

im Jahr 2020. Weitere bleiben unbewirtschaftet.

Theodor-Stern-Kai: Zwischen Friedensbrücke und Carl von Noorden Platz.

Gutleutstraße: Im Bereich zwischen Wurzelstraße und Erntestraße wird das Busparken untersagt. Es wird durch Poller sichergestellt, dass in diesem Bereich nur Pkw parken können.

Die Busparkplätze sollen wie folgt bewirtschaftet werden:

Busparkplatz Berliner Straße/Paulskirche (bis 15 Minuten nur zum Ein- und Aussteigen): 5 €. Die Gebühr soll über einen Parkschein/Handyparken sicherstellen, dass kein missbräuchlich langes Parken erfolgt und ist eine Art Schutzgebühr.

Für die anderen genannten Busparkplätze gilt: 10 € pro Stunde, höchstens 50 € pro Tag.

Die Dauer, in der die Straßen bewirtschaftet werden, wird durch die Straßenverkehrsbehörde

festgelegt. Die Neuordnung der Busplätze soll umgehend umgesetzt werden.

8.5.4.3 Erhöhung der Parkgebühren

Die Satzung über die Gebühren an Parkzeituhren und Parkscheinautomaten in Frankfurt am Main wurde durch Beschluss der Stadtverordnetenversammlung geändert.

Im Straßenraum

So erhöht sich die Parkgebühr an den Parkzeituhren und Parkscheinautomaten in der Innenstadt (Friedensbrücke / Speicherstraße / Hafestraße / Hafenstraßentunnel / Mainzer Landstraße / Taunusanlage / Reuterweg / Bockenheimer Anlage / Eschenheimer Anlage / Friedberger Anlage / Obermainanlage / Flößerbrücke / Flussmitte des Mains nach Osten / Deutschherrnbrücke / Bahnlinie der Deutsche Bahn AG in Sachsenhausen / Stresemannallee) um 25%. Waren bisher 1,00 € pro 20 Minuten fällig, verkürzt sich die Parkdauer auf 15 Minuten.

Eine Gebühr von 0,50 € für 15 Minuten statt bisher 20 Minuten Parkzeit ist an allen anderen Parkzeituhren und Parkscheinautomaten im restlichen Stadtgebiet zu entrichten.

Car-Sharing-Fahrzeuge

Für das Parken von gekennzeichneten Carsharing-Fahrzeugen kann die Zahlung der Parkgebühren in Form einer Jahrespauschale je Fahrzeug erfolgen. Die zu zahlende Jahrespauschale beträgt 900,- € pro Fahrzeug. Voraussetzung für die Zahlung der Parkgebühren in Form einer Jahrespauschale für Carsharing-Fahrzeuge ist der Nachweis über einen Flottenanteil von E-Fahrzeugen des Anbieters, ab dem Jahr 2019 von 50%, ab dem Jahr 2020 von 75% und ab dem Jahr 2024 von 100%.

Elektrofahrzeuge

Elektrofahrzeuge, die nach dem Elektromobilitätsgesetz (EmoG, [45]) gekennzeichnet sind, sind bei Ziehung eines Parkscheins oder der Nutzung des Handyparkens für die ersten 2 Stunden, höchstens jedoch bis zur jeweils zulässigen Höchstparkdauer, von der Parkgebühr befreit.

Parkhäuser

Die Preise für Dauermieter in den städtischen Parkhäusern sollen um 20% angehoben werden.

8.5.4.4 Prognostizierte Minderungswirkung

Um die Minderungswirkung dieser Maßnahme bewerten zu können, wurden im Verkehrsmodell zusätzliche „Widerstände“ entsprechend der Höhe der Parkgebühren eingestellt. Das bedeutet, dass alle Verkehrsbeziehungen mit Ziel Innenstadt einen zeitlichen Zuschlag von 2 Minuten erhielten, während die Beziehungen in das restliche Stadtgebiet nur mit einer Minute beaufschlagt wurden. Damit ergibt sich für das gesamte Stadtgebiet eine leichte Verkehrsabnahme von bis zu 200 Kfz/Tag. Die Fahrleistung reduziert sich im Innenstadtbereich um 1,3% und im übrigen Stadtgebiet um ca. 0,5%. Aber auch durch diese Maßnahme kommt es an einigen Straßenabschnitten zu einer geringfügigen Erhöhung der NO₂-Belastung, während sich auf 111 Straßenabschnitten die Belastung um bis zu 0,4 µg/m³ verringert. Die konkreten Ergebnisse sind in Anhang 12.2.2.2 aufgelistet.

8.5.5 Verkehrsmanagement

8.5.5.1 Maßnahmen zur Verbesserung des Verkehrsflusses

Um Verkehr möglichst emissionsarm abzuwickeln, sollte er nach Möglichkeit verflüssigt werden. Dass ein guter Verkehrsfluss bei gleichem Verkehrsaufkommen zu deutlich geringeren Emissionen führt, zeigen die für das Handbuch der Emissionen des Straßenverkehrs ermittelten Emissionen der verschiedenen Fahrzeugkategorien je nach Verkehrsfluss.

Dabei wird nach den Kategorien unterschieden:

- flüssig,
- dicht,
- gesättigt,
- stop&go und
- stop&go 2.

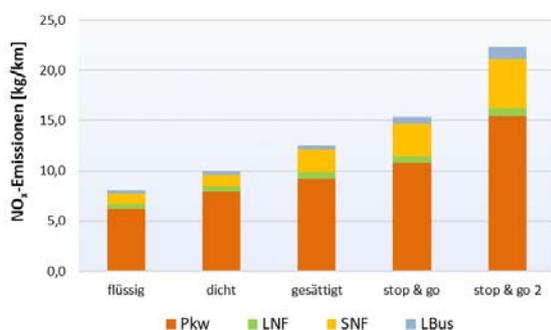


Abb. 77: NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs je nach Verkehrsfluss am Beispiel des Verkehrsaufkommens in der Friedberger Landstraße, HBEFA 4.1; Bezugsjahr 2021

Wie Abb. 77 zeigt, liegen die verkehrsbedingten NO_x-Emissionen bei ansonsten gleichen Voraussetzungen im Hinblick auf Verkehrsaufkommen und -zusammensetzung im Falle eines gesättigten Verkehrs bereits um 56% höher als bei flüssigem Verkehr. Extreme Stausituationen, hier mit stop&go 2 bezeichnet, verursachen sogar fast doppelt so hohe Emissionen. Allerdings kann ein guter Verkehrsfluss auch mehr Verkehr „anziehen“, da sich die Verkehrsteilnehmer davon ein zügigeres Vorankommen versprechen.

Diese unter dem Stichwort „Grüne Welle“ bekannte Maßnahme ist nicht ganz einfach umzusetzen. So kann die Schaltung der Lichtsignalanlagen den Verkehr bei einer bestimmten Geschwindigkeit relativ flüssig ableiten, aber nur dann, wenn

- die Straßenkapazität ausreicht, um die Verkehrsmenge auch in den Hauptverkehrszeiten aufzunehmen,
- keine weiteren Hauptverkehrsstraßen kreuzen und
- der ÖPNV nicht bevorzugt wird.

Um auch in Städten wie Frankfurt am Main diese Maßnahme nach Möglichkeit nutzen zu können, müssen sehr aufwändige Untersuchungen erfolgen.

8.5.5.1.1 Wirkungsanalyse von Maßnahmen des Verkehrsmanagements auf Basis von Verkehrs-, Umwelt- und Wetterdaten

Die Stadt Frankfurt am Main plant Maßnahmen des Verkehrsmanagements und setzt diese operativ um. Damit sollen zeitliche, räumlich und modale Verlagerungen des Verkehrs erzielt und somit verkehrsbedingte Emissionen und die allgemeine Immissionsbelastung verringert werden. Als Entscheidungs- und Planungsgrundlage für Steuerungsentscheidungen und verkehrsbeeinflussende Maßnahmen stehen sowohl verkehrliche Mess- und Kennwerte als auch Umwelt- und Wetterdaten zur Verfügung, die aus unterschiedlichen Datenquellen bezogen werden.

Um implementierte Maßnahmen des Verkehrsmanagements hinsichtlich verkehrlicher und umweltspezifischer Auswirkungen kontinuierlich überwachen und evaluieren zu können, bedarf es der Durchführung entsprechender Wirkungsermittlungen. Durch Betrachtung historischer und aktueller Verkehrs- und Umweltdaten für den je-

weiligen zeitlich-räumlichen Wirkungsbereich einer Maßnahme können Erkenntnisse zum Nutzen und zur Verhältnismäßigkeit durchgeführter Maßnahmen gewonnen werden. Dadurch werden zukünftige Planungen wesentlich unterstützt und können effizienter auf intendierte verkehrliche und umweltorientierte Ziele ausgerichtet werden.

Im Rahmen der Maßnahme zur „Wirkungsanalyse von Strategien des Verkehrsmanagements auf Basis von Verkehrs-, Umwelt-, und Wetterdaten“ soll eine technische Lösung entwickelt werden, welche die flexible und schnelle Wirkungsermittlung von Maßnahmen des Verkehrsmanagements ohne technisches Expertenwissen und vorangehende Einarbeitungszeit ermöglicht. Als Folge sollen Maßnahmen des Verkehrsmanagements zielgerichteter zur Reduktion von Feinstaub, Stickoxid, Lärm und Staus und somit zur Erhöhung der Lebensqualität im städtischen Raum beitragen.

Folgende Umsetzungsschritte sind vorgesehen:

1. Anforderungsdefinition (Auswertungs- und Analyseanforderungen) an die Analyse-Software
2. Erstellung des Gesamtsystemkonzepts (technisch und inhaltlich-funktional)
3. Entwicklung der Software (Aufbau Analyse-Datenbank, Entwicklung von Analyse-Algorithmen, Datenschnittstellen, Datenintegration, Benutzeroberfläche...)
4. Test und Implementierung durch Integration in die Integrierte Gesamtverkehrsleitzentrale (IGLZ)
5. Abnahme
6. Einsatz im operativen Betrieb

Das Projektende mit Umsetzung ist für das erste Quartal 2021 festgelegt.

8.5.5.1.2 Stadtweite Schaltzeitprognose an Lichtsignalanlagen

Die geplante Maßnahme umfasst die Entwicklung und Bereitstellung einer Smartphone-App, die auf der Basis von Schaltzeitprognosen der Lichtsignalanlagen (LSA) der Stadt Frankfurt am Main Fahrempfehlungen für die PKW- und Fahrradfahrer an signalisierten Knotenpunkten generiert.

Das Vorhaben soll zur Verstärkung des Verkehrsflusses und der Minimierung von Anfahr- und Beschleunigungsvorgängen beitragen.

Diese Fahrempfehlungen in Form eines Ampelphasenassistenten (APHA) spiegeln sich in drei Anwendungen wieder:

1. Grüne-Welle-Assistent

Der Grüne-Welle-Assistent zeigt die Empfehlung der richtigen Geschwindigkeit an, um die Ampeln ohne Halt bei Grün zu durchfahren. Dadurch werden unnötige Halte- und Beschleunigungsvorgänge vermieden.

2. Verzögerungs-Assistent

Der Verzögerungs-Assistent informiert den Fahrer, dass die Grünphase an der nächsten Ampel nicht mehr erreichbar ist. Dadurch werden unnötige Brems- und Beschleunigungsvorgänge vermieden.

3. Restrotanzeige

Die Restrotanzeige zeigt dem vor der Ampel stehenden Fahrzeug an, wann es Grün wird.

Durch diese Assistenten wird versucht das Fahrverhalten der Verkehrsteilnehmer im Sinne eines gleichmäßigen und flüssigen Verkehrsflusses zu beeinflussen:

- Reduktion der Anzahl der Halte sowie der Beschleunigungs- und Bremsvorgänge an Lichtsignalanlagen
- Verringerung des Kraftstoffverbrauchs
- Erhöhung des Fahrkomforts
- Verbesserung der Verkehrseffizienz und der Qualität des Verkehrsablaufs.

Im Rahmen dieses Vorhabens soll in der IGLZ eine stadtweite Schaltzeitprognose für alle an die IGLZ angeschlossenen Lichtsignalanlagen errechnet werden.

Diese Prognose (wann schaltet die Ampel auf Grün, wann auf Rot) dient dann zum einen als Grundlage für den oben beschriebenen Ampelphasenassistenten, kann aber auch für weitere Applikationen (z.B. der Automobilhersteller) zur Verfügung gestellt werden.

Das Projektende mit Umsetzung ist für das erste Quartal 2021 festgelegt.

8.5.5.1.3 Bereitstellung von innovativen, digitalen Mobilitätsservices

Durch die Entwicklung von innovativen, digitalen Mobilitätsservices soll eine nachfrageorientierte Beeinflussung des Verkehrsverhaltens erzielt

werden. Diese soll in der Folge zur Förderung einer stadt- und umweltverträglichen Mobilität führen. Durch zielgerichtete, personalisierte Informations- und Auskunftssysteme für Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer soll die Nutzung entsprechender Verkehrsträger, insbesondere des Radverkehrs, gegenüber dem MIV attraktiver gestaltet werden.

Damit durch den Einsatz von digitalen Mobilitäts-services messbare verkehrs- und umweltrelevante Effekte erzielt werden können, muss ein ausreichender Nutzungs- und Verbreitungsgrad gegeben sein. Um dies zu erreichen, sollen die zu entwickelnden Mobilitätsservices folgende Charakteristika aufweisen:

- Informationsgewinn durch Zusammenführung und Veredelung vielfältiger verkehrsbezogener Datengrundlagen
- Personalisierung, um den individuellen Mobilitätsbedürfnissen gerecht zu werden
- Motivation durch Feedback zu den ökologischen und gesundheitsbezogenen Wirkungen des Mobilitätsverhaltens
- Bewusstseinsbildung durch Information und innovative Kommunikationsformen
- Verbreitung durch Nutzung etablierter Kommunikationskanäle

Als potenzielle Zielgruppe sollen ganz allgemein alle Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer adressiert werden. Denen sollen konkret folgende Services angeboten werden:

Personalisierter Push-Dienst

Es soll ein personalisierter Push-Dienst entwickelt werden, der sowohl bei der Reiseplanung als auch während der Reisebegleitung Informationen übermittelt, die auf die Mobilitätsanforderungen des individuellen Verkehrsteilnehmers zugeschnitten sind. Dabei sollen Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer u.a. bei ihrer Verkehrsmittelwahl unterstützt werden, sowie relevante Informationen zu Verkehrsmeldungen, Wetter, Veranstaltungen mit erwarteten Verkehrswirkungen, öffentlichen Strategien sowie zur Barrierefreiheit im ÖPNV erhalten. Die Erarbeitung einer geeigneten Kommunikationsstrategie, die Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmer effizient und zielgerichtet informiert und unterstützt, ist dabei ein besonderer Fokus und wichtiger Innovationsbaustein des Projekts.

Erweiterung der Webanwendung mainZiel

Die Webanwendung mainZiel ist um einen Radroutingservice sowie radverkehrsrelevante Informationen wie z. B. Regenradar, Bike-Sharing erweitert worden. Die dadurch erzielte verbesserte Informationslage für Radfahrer soll zu einer weiteren Steigerung der Attraktivität des Radverkehrs führen und dessen Anteil am städtischen Modal Split begünstigen.

Incentivierung

Die Verkehrsteilnehmenden sollen zu einem umwelt- und stadtverträglicheren Mobilitätsverhalten motiviert werden. Eine entsprechende Incentivierung soll durch die Entwicklung und Bereitstellung eines spielerischen, personalisierten Feedbacksystems erfolgen. Durch eine ansprechende grafische Darstellung, etwa in einer personalisierten Weboberfläche wie mainMap oder in einer Smartphone-Applikation, können Verkehrsteilnehmende die Wirkungen ihrer Mobilitätsentscheidungen bewusstgemacht werden.

Das Projektende mit Umsetzung ist für das erste Quartal 2021 festgelegt. Die Umsetzung erfolgt sukzessive in Bausteinen. Der Radverkehrsanteil wird bereits bis Ende 2020 umgesetzt.

8.5.5.1.4 Städtisches VerkehrsLeitInformationSystems (VLIS)

Innovative digitale Mobilitätsservices gelten als nachfrageorientierter Ansatz zur Beeinflussung des Verkehrsverhaltens und der Förderung einer stadtverträglichen Mobilität. Für die Wirksamkeit und die Akzeptanz umgesetzter Verkehrssteuerungsstrategien ist es erforderlich, den Verkehrsteilnehmenden Mobilitätsinformationen zu aktuellen Verkehrs-, Parkraum- und Umweltsituationen sowie zum strategiekonformen Verhalten (z. B. Empfehlungen zu Routenwahl und P&R-Nutzung) über ein Verkehrsleit- und Informationssystem bereitzustellen.

Die Stadt Frankfurt am Main beabsichtigt daher die Beschaffung eines dynamischen städtischen Verkehrsleit-, Informations- und Parkleitsystems. Das neue VLIS soll nachhaltig zur Entlastung des umliegenden Straßennetzes beitragen. Mögliche Anzeigeninhalte könnten z. B. Umleitungshinweise, Baustellen, Verkehrsmeldungen, Reisezeitinformationen, Straßensperrungen, Umwelt- und Veranstaltungshinweise sowie Parkhausinformationen über freie Plätze sein. Insbesondere wird durch ein integriertes Verkehrsmanagement auch ermöglicht, öffentliche Strategien an den Verkehrsteilnehmer zu bringen. (z.B. Umleitungs-

strategien, Fahrverbote etc.). Durch die Realisierung eines dynamisch frei programmierbaren Schilderinhalt soll eine Verbesserung der Verkehrssicherheit und eine Optimierung des Verkehrsflusses erreicht werden. Durch die Flexibilität der Schilderinhalt besteht die Möglichkeit auf heutige und zukünftige Situationen (z.B. Neubau eines Parkhauses, Fahrverbote etc.) in der Stadt reagieren zu können.

Das geplante städtische VerkehrsLeitInformationsSystem ist eine Zusammenführung bzw. ein Ersatz des bestehenden Parkleitsystems und des Verkehrsinformationssystems, das derzeit über 18 Verkehrsinformationstafeln im Stadtgebiet betrieben wird. Zukünftig soll ein flexibel nutzbares Verkehrsleit- und Verkehrsinformationssystem den Verkehrsteilnehmerinnen und Verkehrsteilnehmern zur Verfügung gestellt werden.

Die Verbreitung fahrzeuginterner Navigationssysteme nimmt weiterhin zu. Diese Systeme beinhalten bereits statische Informationen über Parkmöglichkeiten in den Städten und vereinzelt dynamische Informationen über die Verkehrslage, Baustellen etc. Die neue Generation von Navigationssystemen, die ihre Parkinformationen dynamisch und zeitnah liefern, ist ebenfalls schon in Fahrzeugen integriert. Das bedeutet, dass die Relevanz von „physischen Schildern“ im Straßenraum in den kommenden Jahren eher zurückgehen wird und „virtuelle Schilder“ an Bedeutung gewinnen werden.

Neben den physischen Informationstafeln, die im Stadtgebiet aufgestellt werden, sollen zusätzlich auch „virtuelle Verkehrsinformationstafeln“ mit einem Hintergrundsystem versorgt werden. Alle Verkehrsinformationen werden über den Mobilitäts-Daten-Marktplatz (MDM) der Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach (BASt), zur Verfügung gestellt und können so in Fahrzeugen und über weitere Services (Apps, Web-Portale) abgerufen werden.

Das Projektende mit Erstellung der Projektstudie ist für das erste Quartal 2021 festgelegt.

Die Maßnahme steht in engem Zusammenhang mit den Maßnahmen des Forschungsprojektes „**S**trategiewech**ch**sel durch **O**pen Data **o**rientierte **L**ösungen“ „school“. Ziel ist es, die in der IGLZ aktivierten Verkehrsleit- und Lenkungsstrategien über unterschiedliche Kanäle an die Verkehrsteilnehmenden weiterzuleiten. Dies schafft einen Mehrwert für die „umweltsensitive Verkehrssteuerung“, da über physische und virtuelle Informationstafeln und die Verteilung über den MDM eine große Verbreitung von Steuerungsstrategien erreicht wird.

Die Stadt Frankfurt am Main setzt im Rahmen eines Forschungsprojektes „school“ Maßnahmen des Verkehrsmanagements operativ um. Damit sollen zeitliche, räumlich und modale Verlagerungen des Verkehrs erzielt und somit verkehrsbedingte Emissionen und die allgemeine Immissionsbelastung verringert werden. Als Entscheidungs- und Planungsgrundlage für Steuerungsentscheidungen und verkehrsbeeinflussende Maßnahmen stehen sowohl verkehrliche Mess- und Kennwerte als auch Umwelt- und Wetterdaten zur Verfügung, die aus unterschiedlichen Datenquellen bezogen werden.

Die im Rahmen des Forschungsprojektes school eingerichtete Teststrecke (Friedberger Landstraße) wird im September 2020 in den Dauerbetrieb überführt.

8.5.5.1.5 Prognostizierte Minderungswirkung

Mit der Umsetzung der Projekte wird es möglich sein, zukünftig den Verkehr situationsgerecht zu lenken und die verkehrsbedingten Emissionen zu verringern. Wie sich die situationsabhängige Veränderung der Signalschaltungen auf den einzelnen Straßenabschnitten in der Stadt auswirken werden, kann jedoch nicht konkret berechnet werden.

8.5.5.2 Änderung des Tempolimits innerhalb des Anlagenrings

8.5.5.2.1 Emissionsseitige Auswirkungen

Die Wirkung einer Beschränkung des innerörtlichen Tempolimits von üblicherweise 50 km/h auf 30 oder 40 km/h auf Hauptverkehrsstraßen konnte bisher nicht berechnet werden, da im Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) dazu keine spezifischen Emissionen der Fahrzeuge genannt waren. Dort, wo in Städten Tempo 30 km/h z.B. aus Gründen des Lärmschutzes auf Hauptverkehrsstraßen festgesetzt wurde, ergaben sich unterschiedliche Ergebnisse zur Wirksamkeit dieser Maßnahme. Einig waren sich die Fachleute darin, dass eine Minderungswirkung erfolgt, wenn damit eine Verkehrsverflüssigung bewirkt werden kann. Zum Teil kamen positive Wirkungen auf die Luftqualität auch durch die damit verbundene Verdrängungswirkung zustande, da insbesondere eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf Tempo 30 km/h Autofahrer nach einer schnelleren Alternativstrecke suchen lässt, was zusätzlich das Verkehrsaufkommen verringert.

Mit dem neuen HBEFA 4.1 ist es nun möglich, die Wirkung von Tempo 30 km/h oder Tempo 40 km/h auf Hauptverkehrsstraßen rechnerisch zu ermitteln.

Abb. 78 zeigt die Emissionen der Fahrzeuge bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten, aber gleichem Verkehrsaufkommen, d.h. ohne Berücksichtigung von u.U. hierdurch induzierten Verkehrsverlagerungen. Dabei zeigen sich zwei wesentliche Effekte. Bei schweren Nutzfahrzeugen führt insbesondere Tempo 30 km/h zu einer deutlichen Erhöhung der Abgasemissionen auf gleicher Strecke, während sich bei den Pkw nur geringfügige Unterschiede zeigen. Dies resultiert aus der Abkühlung der SCR-Katalysatoren der Lkw bei geringen Geschwindigkeiten. Da die SCR-Katalysatoren für die Abgasreinigung insbesondere von NO_x zuständig sind, kommt es zu einer beträchtlichen Erhöhung der NO_x-Emissionen.

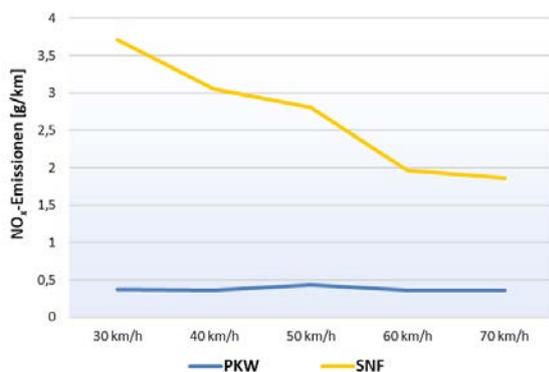


Abb. 78: NO_x-Emissionen von Pkw und schweren Nutzfahrzeugen (SNF) bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten auf Hauptverkehrsstraßen; HBEFA 4.1, Bezugsjahr 2021

Das bedeutet, dass sich Geschwindigkeitsbeschränkungen auf Straßen mit hohem Lkw-Anteil u.U. kontraproduktiv auf die Immissionsbelastung auswirken können.

Aufgrund des überwiegenden Anteils von Pkw am Verkehrsaufkommen sind deren Emissionen natürlich ebenfalls in Betracht zu ziehen. Wie Abb. 79 zeigt, stellt sich Tempo 40 km/h in praktisch allen Verkehrszuständen als die günstigste Geschwindigkeit dar, um die NO_x-Emissionen von Pkw gering zu halten; auch hier wieder ohne Berücksichtigung möglicher Verlagerungseffekte.

Wie Abb. 79 zeigt, ist Tempo 30 km/h geringfügig emissionsärmer als Tempo 50 km/h mit Ausnahme eines „gesättigten“ Verkehrsflusses.

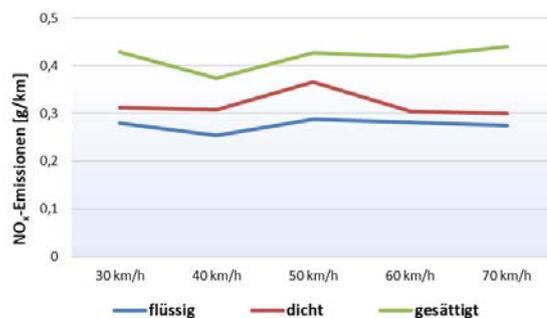


Abb. 79: NO_x-Emissionen von Pkw bei unterschiedlichen Verkehrszuständen; HBEFA 4.1, Bezugsjahr 2021

Im Verlauf eines Tages ergeben sich jedoch unterschiedliche Verkehrszustände. Während in den Hauptverkehrszeiten der Verkehr im Wesentlichen dicht bzw. gesättigt ist und größere Anteile von stop&go aufweist, liegen in den Randzeiten höhere Anteile flüssigen Verkehrs vor, insbesondere in den Nachtstunden. Daher kann eine belastbare Aussage zur Wirkung eines Tempolimits nur unter Berücksichtigung der konkreten Lkw-Anteile und den Anteilen der unterschiedlichen Verkehrszustände in einem Straßenabschnitt erfolgen.

Welche verkehrsbedingten NO_x-Emissionen eine Änderung des Tempolimits auf die Hauptverkehrsstraßen innerhalb des Anlagenrings zur Folge hätte, wird an einigen Beispielen in Abb. 80 dargestellt. Dabei bleiben Verkehrsverlagerungen unberücksichtigt.

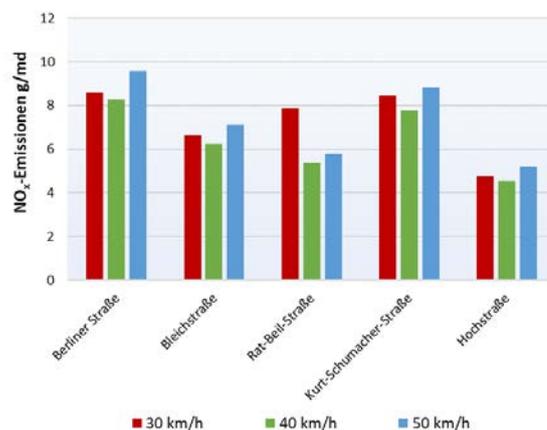


Abb. 80: NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs bei verschiedenen Geschwindigkeiten, HBEFA 4.1, Bezugsjahr 2021

Auf allen untersuchten Straßen innerhalb des Anlagenrings – Berliner Straße, Bleichstraße, Hochstraße und Kurt-Schumacher-Straße – zeigt sich ein Tempolimit von 40 km/h als die emissionsärmste Variante. Die Rat-Beil-Straße wurde zur Veranschaulichung des Einflusses eines hohen

Lkw-Anteils auf die NO_x-Emissionen bei den unterschiedlichen Geschwindigkeiten zusätzlich in die Abbildung mit aufgenommen.

Der hohe Anteil schwerer Nutzfahrzeuge wie Lkw ab 3,5t und Busse von 8,3% in der Rat-Beil-Straße führt im Falle eines Tempolimits von 30 km/h zu einer deutlichen Erhöhung des Stickoxidausstoßes. Mit abnehmendem Schwerverkehrsanteil (Kurt-Schumacher-Straße 5,3%, Bleichstraße 3,4%, Hochstraße 2,1%, Berliner Straße 1,5%) nehmen auch die Emissionen ab. Bei gleichartigen Lkw-Anteilen kommen dann die Verkehrszustände zum Tragen, deren NO_x-Emissionen umso niedriger liegen, je flüssiger der Verkehrsablauf ist.

8.5.5.2.2 Verdrängungswirkung

Ob eine Geschwindigkeitsbeschränkung zur Verringerung der NO_x-Emissionen des Verkehrs dient und damit eine sinnvolle Maßnahme zur Verbesserung der Luftqualität ist, ist zusätzlich noch davon abhängig,

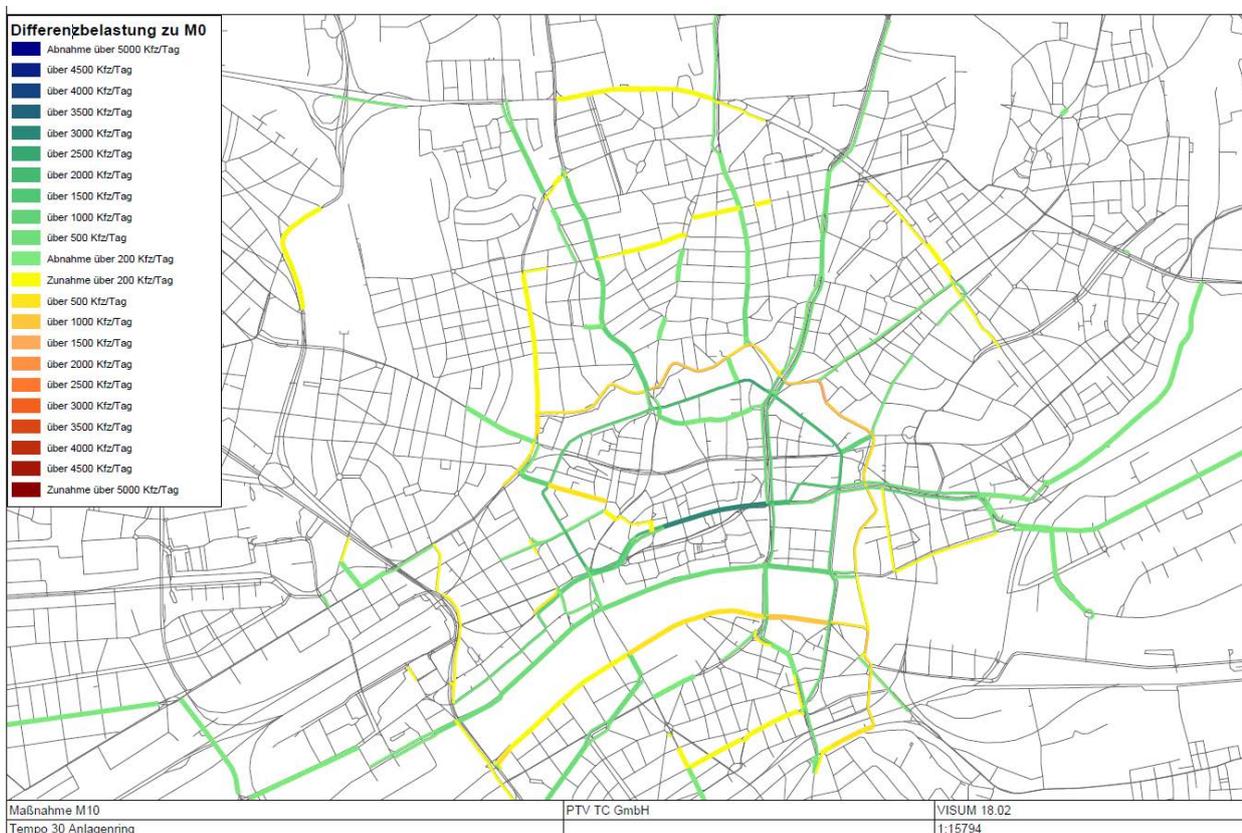
- wie hoch der Verdrängungsverkehr durch die Temporeduzierung ist,
- ob die neu belasteten Straßen diesen Verkehr überhaupt aufnehmen können bzw.

- ob es überhaupt sinnvoll ist, diese Straßen – z.B. Wohnstraßen – damit zu belasten.

Um die Wirksamkeit der Maßnahme einschätzen zu können, wurde sowohl eine Reduzierung der Höchstgeschwindigkeit innerhalb des Anlagenrings auf 30 km/h als auch auf 40 km/h in Bezug auf die Verdrängungswirkung untersucht. Dabei zeigte sich, dass eine Tempoverringerung auf 30 oder 40 km/h auf den Hauptverkehrsstraßen innerhalb des Anlagenrings teilweise deutliche Verkehrsverlagerungseffekte mit sich bringt.

Die verkehrsgutachterliche Untersuchung zeigt, dass sich z.B. das Verkehrsaufkommen in der Battonnstraße von 26.640 Fahrzeugen pro Tag auf 23.299 Fahrzeugen pro Tag bei Tempo 40 km/h und auf 21.635 Fahrzeugen pro Tag bei einer Temporeduzierung auf 30 km/h verringern würde. Gleichzeitig käme es z.B. bei Tempo 30 km/h auf dem Deutschherrnufer zu einer Zusatzbelastung von 1.672 Fahrzeugen pro Tag, während sich die Zusatzbelastung bei Tempo 40 km/h auf weniger als 500 Fahrzeuge pro Tag beschränken würde.

Die Differenz des Verkehrsaufkommens zum Prognosenullfall für den Fall einer Verringerung des Tempolimits auf 30 km/h und 40 km/h zeigt Abb. 78.



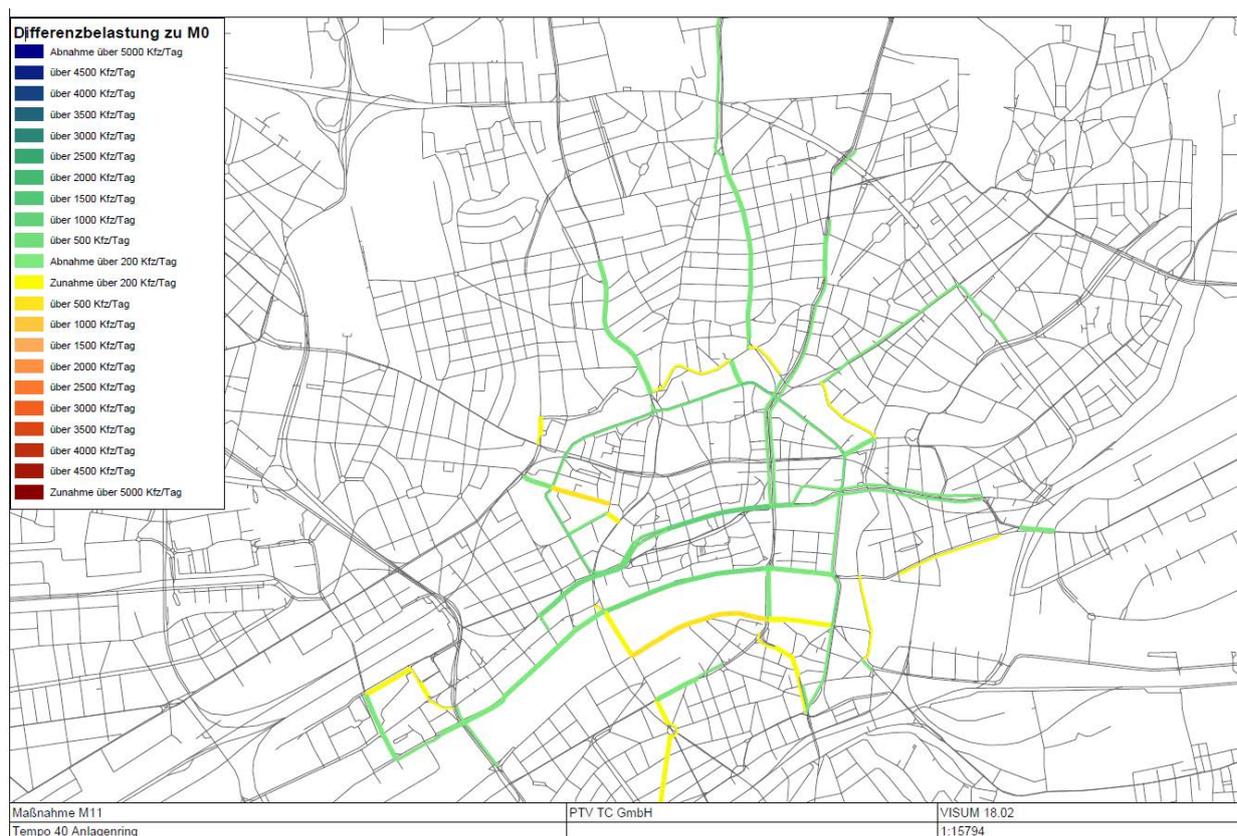


Abb. 81: Verkehrsdifferenz zwischen Prognosenullfall ohne Mainkaisperrung und Einführung eines Tempolimits von 30 km/h (Abbildung oben) bzw. 40 km/h (Abbildung unten) innerhalb des Anlagenrings

Das Verkehrsaufkommen wird durch die Maßnahme insbesondere auf dem Anlagerring und dem südlichen Mainufer erhöht, ohne dort aber zu neuen Grenzwertüberschreitungen zu führen. Kritisch ist die zusätzliche Verkehrsbelastung auf einem Teil der Mainzer Landstraße zu bewerten, da dort bereits hohe berechnete Grenzwertüberschreitungen zu verzeichnen sind.

In Abwägung zwischen

- der mit Umsetzung der Maßnahme erzielbaren Minderungswirkung auf den belasteten Straßenabschnitten,
- der damit verbundenen Zusatzbelastung auf anderen Straßen und
- dem damit verbundenen Eingriff in den Verkehr

wird die erlaubte Höchstgeschwindigkeit auf den Hauptverkehrsstraßen innerhalb des Anlagenrings auf 40 km/h begrenzt. Um zu vermeiden, dass sich Verkehr innerhalb des Anlagenrings auf bisher keiner Geschwindigkeitsbeschränkung unterliegende Straßen verlagert, sollen alle Straßen innerhalb des Anlagenrings, für die bisher keine Geschwindigkeitsbeschränkungen galt, ebenfalls auf das Tempolimit für die Hauptverkehrsstraßen

begrenzt werden. Für alle anderen Straßen innerhalb des Anlagenrings gelten die bereits schon bisher festgelegten Tempolimits weiter.

8.5.5.2.3 Prognostizierte Minderungswirkung

Die Wirkung einer Geschwindigkeitsreduzierung innerhalb des Anlagenrings im Vergleich zum Prognosenullfall, d.h. unter Berücksichtigung der Mainkaisperrung, wird detailliert in Anhang 12.2.2.2.2 aufgeführt.

8.5.5.3 Maßnahmen Pforzheimer Straße

Auch wenn die Immissionsentwicklung bzw. Maßnahmenwirkung in der Pforzheimer Straße modelltechnisch nicht berechnet werden kann, müssen dennoch Maßnahmen zur Verringerung der Belastung ergriffen werden.

Im April 2019 nahm der neue Fernbusbahnhof in der Pforzheimer Straße in Frankfurt am Main offiziell seinen Betrieb auf. Die Fernbusse, die sich bis dahin Stellplätze rund um den Hauptbahnhof gesucht hatten, sollten so an einer Stelle gebündelt werden, um Umstiege zwischen Bus und

Bahn zu erleichtern. Die ersten Bussteige wurden bereits 2016 in Betrieb genommen.

Pkw-Parkraum, der ursprünglich auf dem Gelände zwischen Mannheimer Straße und Pforzheimer Straße bestand, wurde in ein neu errichtetes Parkhaus inkl. Fahrradparkhaus und -werkstatt verlagert.

Seit Mitte Oktober 2016 misst ein Passivsammler an der Pforzheimer Straße die NO₂-Belastung (siehe auch Kap. 1.3.3.13). Auffällig dabei ist dabei die hohe Schwankungsbreite der gemessenen Monatsmittelwerte.

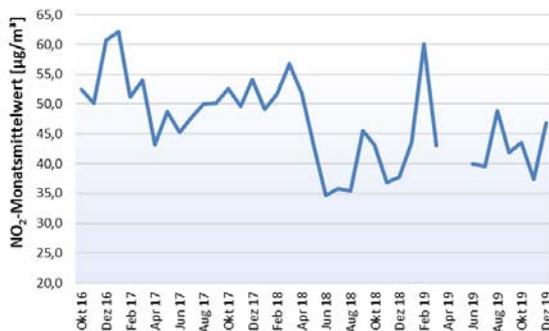


Abb. 82: NO₂-Monatsmittelwerte des Passivsammlers an der Pforzheimer Straße

Lassen sich die Schwankungen bis zur offiziellen Eröffnung des Fernbusbahnhofs noch durch Bauarbeiten und wechselnde Buspositionen erklären, sind Unterschiede von bis zu 10 µg/m³, wie sie z.B. zwischen Juli und August 2019 aufgetreten sind, kaum nachvollziehbar. Dies vor allem auch deshalb, weil das Fahrtenaufkommen in den Sommermonaten relativ konstant geblieben ist.

Ursache der Belastung könnten jedoch unzulässige Halte der Fernbusse am Straßenrand der Pforzheimer Straße anstelle der Busbuchten bzw. das Laufenlassen von Motoren zum Weiterbetrieb von Heizung bzw. Klimaanlage sein.



Abb. 83: Hinweisschild am Fernbusbahnhof zur Vermeidung unnötiger Abgasemissionen

Die Stadt Frankfurt am Main ist diesbezüglich bereits an den Betreiber des Fernbusbahnhofs herangetreten. Die in Abb. 83 gezeigte Beschilderung des Fernbusbahnhofs soll dazu beitragen, dass die Fahrer ihre Motoren abstellen.

Um das Parken von Bussen am südlichen Fahrbahnrand der Pforzheimer Straße zu vermeiden, soll das Parken dort nur noch für Pkw gestattet werden. Diesbezüglich wird die Beschilderung wie folgt geändert.



Abb. 84: Beschilderung der Pforzheimer Straße

Darüber hinaus werden jeweils nach zwei Parkplätzen eine Sperrfläche und ein Sperrpfosten angeordnet, damit rein technisch das Parken von Bussen ausgeschlossen ist.

8.5.5.3.1 Prognostizierte Minderungswirkung

Da das Berechnungsmodell die Besonderheiten des Bereichs am Busbahnhof nicht adäquat abbilden kann, kann auch keine Minderungswirkung von Maßnahmen berechnet werden.

Pandemiebedingt ist die Belastung an der Pforzheimer Straße deutlich zurückgegangen. Der gemessene NO₂-Mittelwert lag für die Zeit von Januar bis einschließlich September 2020 bei 31,8 µg/m³ (ungeprüfte Werte). Nach Auskunft des Betreibers des Busbahnhofs erholte sich das Fernbusaufkommen nach dem totalen Lockdown zwischen Ende März und Ende Mai 2020 auf 57% im Juli 2020. Infolge des im Herbst 2020 wieder deutlich steigenden Infektionsgeschehens und der damit einhergehenden weiteren Beschränkungen wird für 2020 mit einem weiteren Rückgang des Fernbusverkehrs gerechnet. Das insgesamt deutlich reduzierte Busverkehrsaufkommen wird voraussichtlich auch noch bis weit ins Jahr 2021 anhalten.

8.6 Verkehrsbeschränkungen

Bereits seit dem 1. Oktober 2008 wurden mit Einführung einer Umweltzone in Frankfurt am Main Verkehrsbeschränkungen für hoch emittierende Fahrzeuge angeordnet. Die Anforderungen zur Einfahrt in die Umweltzone wurden sukzessive verschärft, so dass seit dem 1. Januar 2012 nur noch Fahrzeuge mit grüner Plakette, gesetzlich von einer Kennzeichnung ausgenommene Fahrzeuge oder Fahrzeuge mit einer Ausnahme genehmigung die Zone befahren dürfen. Diese Regelungen bleiben auch weiterhin bestehen, da sie weiterhin zur NO₂-Minderung – wenn auch nur noch in geringem Ausmaß – beitragen. Aufgrund der Belastungssituation sind jedoch weitergehende Verkehrsbeschränkungen u.U. erforderlich.

8.6.1 Veranlassung

Der Hessische Verwaltungsgerichtshof hat in seinem Berufungsurteil vom 10. Dezember 2019 entschieden, dass für alle Straßenabschnitte, die ohne Berücksichtigung von Maßnahmen 40 µg/m³ im Prognosenullfall 2020 überschreiten, streckenbezogene oder kleinräumig-zonale Fahrverbote zu untersuchen sind. Das gilt für Kraftfahrzeuge mit benzin- oder gasbetriebenen Ottomotoren unterhalb der Abgasnorm Euro 3 sowie für alle Kraftfahrzeuge mit Dieselmotoren unterhalb der Abgasnorm Euro 6. Die entsprechende Aussage dazu im Urteil:

„Für deren Anordnung (Fahrverbote) kommen diejenigen Strecken bzw. Bereiche in Frage, in denen der Grenzwert von 40 µg/m³ nach der aktualisierten Ermittlung und Berechnung auf der Grundlage eines aktuellen Verkehrsmodells und der aktualisierten Emissionsdaten ohne Berücksichtigung weiterer Maßnahmen (Prognosenullfall) auch im Jahr 2020 überschritten werden wird.“

Aufgrund des deutlich veränderten Verkehrsaufkommens infolge der Corona-Pandemie wurde auf die Berechnung eines Prognosenullfalls 2020 verzichtet (siehe dazu die Ausführungen in der Einleitung). Damit im Falle einer Normalisierung des Verkehrs eine flächendeckende Grenzwerteinhaltung gewährleistet werden kann, wurde zur Umsetzung der Vorgaben des Gerichts zunächst der Prognosenullfall 2021 untersucht (siehe Abb. 56). Danach überschreiten 88 Straßenabschnitte einen Wert von 40 µg/m³, davon 49 Abschnitte mit mehr als 41 µg/m³.

Diese 88 Straßenabschnitte kommen demnach grundsätzlich für eine Anordnung von Fahrverboten in Frage. Ob an diesen Abschnitten bzw. in bestimmten Bereichen ein Verkehrsverbot anzuordnen ist, hängt von dem Ergebnis einer Verhältnismäßigkeitsprüfung im Einzelfall ab. Dabei ist nach den Vorgaben des Gerichts zu berücksichtigen, dass *„... die Minderung der Grenzwertüberschreitungen durch Fahrverbote die ultima ratio darstellt und hier nur in Betracht kommen könnte, wenn die [...] Ermittlungen und Berechnungen [...] ergeben, dass sich alle anderen Maßnahmen der Reduktion von Emissionen an der Quelle oder der Verkehrsreduktion durch ausreichende Angebote des öffentlichen Verkehrs nicht als geeignet zur Einhaltung der Grenzwerte erweisen.“*

Damit wird deutlich, dass Fahrverbote dort nicht angeordnet werden müssen bzw. dürfen, wo vorgesehene bzw. inzwischen bereits ergriffene Minderungsmaßnahmen zur Grenzwerteinhaltung beitragen. Darüber hinaus lässt das Gericht auch zu, dass aufgrund besonderer Umstände von Verkehrsverboten ganz abgesehen werden kann.

„Zwar kann es nach den oben dargestellten Grundsätzen geboten sein, auch bei Grenzwertüberschreitungen von zonalen oder streckenbezogenen Verkehrsverboten im Einzelfall aus Gründen der Verhältnismäßigkeit im engeren Sinne ganz abzusehen. Dies setzt aber eine besondere Rechtfertigung anhand der konkreten Umstände des Einzelfalles voraus ...“

Das Bundesverwaltungsgericht hat sich in seinem Urteil vom 27. Februar 2020 [46] zur Fortschreibung des Luftreinhalteplans Reutlingen erneut zur Verhältnismäßigkeit von Fahrverboten geäußert. Dazu hat es ausgeführt:

„Bei einer – ungeachtet etwaiger Prognosemängel – ... Überschreitung des Grenzwertes um nur noch 1 µg/m³ im Folgejahr nach Inkrafttreten des Luftreinhalteplanes und gleichzeitig prognostizierter (deutlicher) Unterschreitung des Grenzwertes im übernächsten Jahr ist die Anordnung von Verkehrsverboten regelmäßig nicht geboten.“

In Würdigung dieser Vorgaben wurde zunächst untersucht, wie sich die Belastungssituation bei Berücksichtigung der von der Stadt Frankfurt am Main festgelegten Maßnahmen entwickeln würde. Dazu gehören

- die Verbesserung des Emissionsstandards der Busflotte (Kap. 8.5.2),
- der Ausbau und die Förderung von ÖPNV und Radverkehr (Kap. 8.5.3),

- das Parkraummanagement (Kap. 8.5.4) sowie
- Verkehrsmanagementmaßnahmen
 - die Festlegung einer Höchstgeschwindigkeit von 40 km/h auf den Straßen innerhalb des Anlagenrings, die bisher noch keiner Geschwindigkeitsbeschränkung unterliegen (Kap. 8.5.5.2),
 - Maßnahmen in der Pforzheimer Straße (Kap. 8.5.5.3).

Diese Maßnahmenkombination, im Folgenden als Masterplanfall bezeichnet, kann die Immissi-

onsbelastung jedoch nicht in allen Straßenabschnitten soweit reduzieren, dass der Immissionsgrenzwert eingehalten wird, wie Abb. 85 deutlich macht (eine entsprechend hoch aufgelöste Karte befindet sich in Anhang 12.2.1.3).

Die für jeden einzelnen Straßenabschnitt berechnete Gesamtwirkung des Masterplanfalls ist in Anhang 12.2.2.3.1 dargestellt.

Die vorgesehenen Maßnahmen tragen an vielen Stellen zu einer Entlastung bei. Es bleiben jedoch noch 62 Abschnitte übrig, die eine höhere NO₂-Belastung als 40 µg/m³ aufweisen und davon 36 Abschnitte, die über 41 µg/m³ liegen.

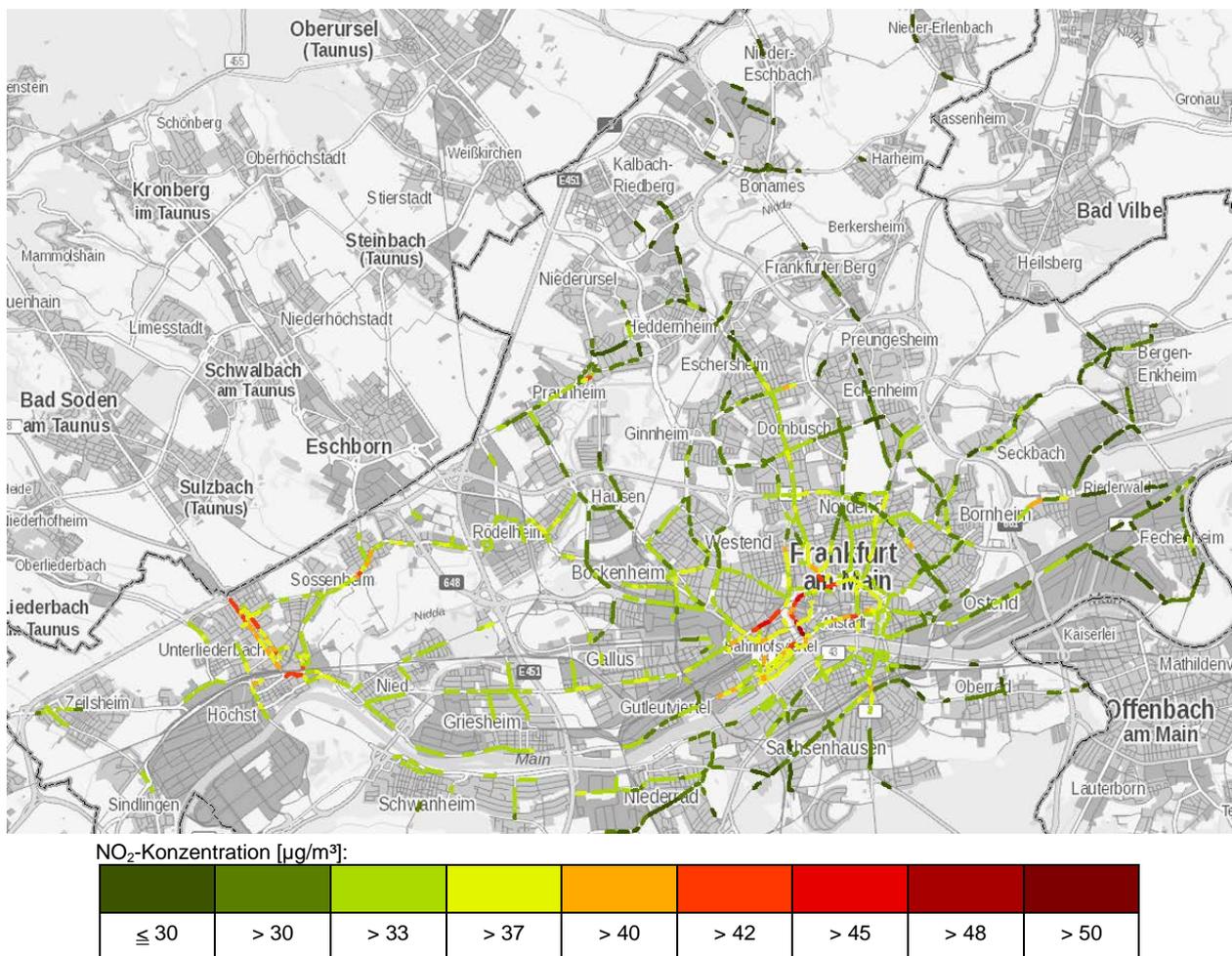


Abb. 85: Berechnete NO₂-Immissionsbelastung bei Berücksichtigung der geplanten Maßnahmen (Masterplanfall), HBEFA 4.1, Bezugsjahr 2021

8.6.2 Untersuchte Fahrverbotsvarianten

Entsprechend den Ausführungen des Gerichts wurden sowohl streckenbezogene Fahrverbote als auch Fahrverbotszonen untersucht. Dazu wurden im Verkehrsmodell die entsprechenden

Strecken für die nicht zugelassenen Fahrzeuge gesperrt, was zu einer Zusatzbelastung auf nicht gesperrten Strecken führt.

Für die Fahrverbote wurde eine Zufahrtsbeschränkung für folgende Fahrzeugkategorien angesetzt:

- Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (bis 3,5 t) mit Ottomotor bis einschließlich Euronorm 2,
- Pkw und leichte Nutzfahrzeuge (bis 3,5 t) mit Dieselmotor bis einschließlich Euronorm 5 und
- schwere Nutzfahrzeuge (Lkw und Busse ab 3,5 t) bis einschließlich Euronorm V.

Im Rahmen der Berechnungen der Wirksamkeit der Fahrverbote wurden jeweils 20% Ausnahmen berücksichtigt.

Wie Abb. 85 zeigt, wechseln sich zum Teil hoch belastete Straßenabschnitte mit weniger belasteten ab. Teilweise handelt es sich bei den hoch

belasteten Straßenabschnitten auch um Einbahnstraßen. Aus Sicht der Verkehrsführung ist eine isolierte Sperrung der betroffenen Abschnitte dann nicht möglich oder sinnvoll. Daher wurden vom Verkehrsgutachter die Streckenabschnitte für ein streckenbezogenes Fahrverbot so festgelegt, dass eine ordnungsgemäße Abwicklung des Verkehrs möglich erscheint (siehe Abb. 86). Dabei können die gesperrten Abschnitte deutlich länger sein, d.h. mehr Straßenabschnitte umfassen, als tatsächlich von Grenzwertüberschreitungen betroffen sind.

Abb. 87 zeigt die Abgrenzung der beiden untersuchten Fahrverbotszonen.

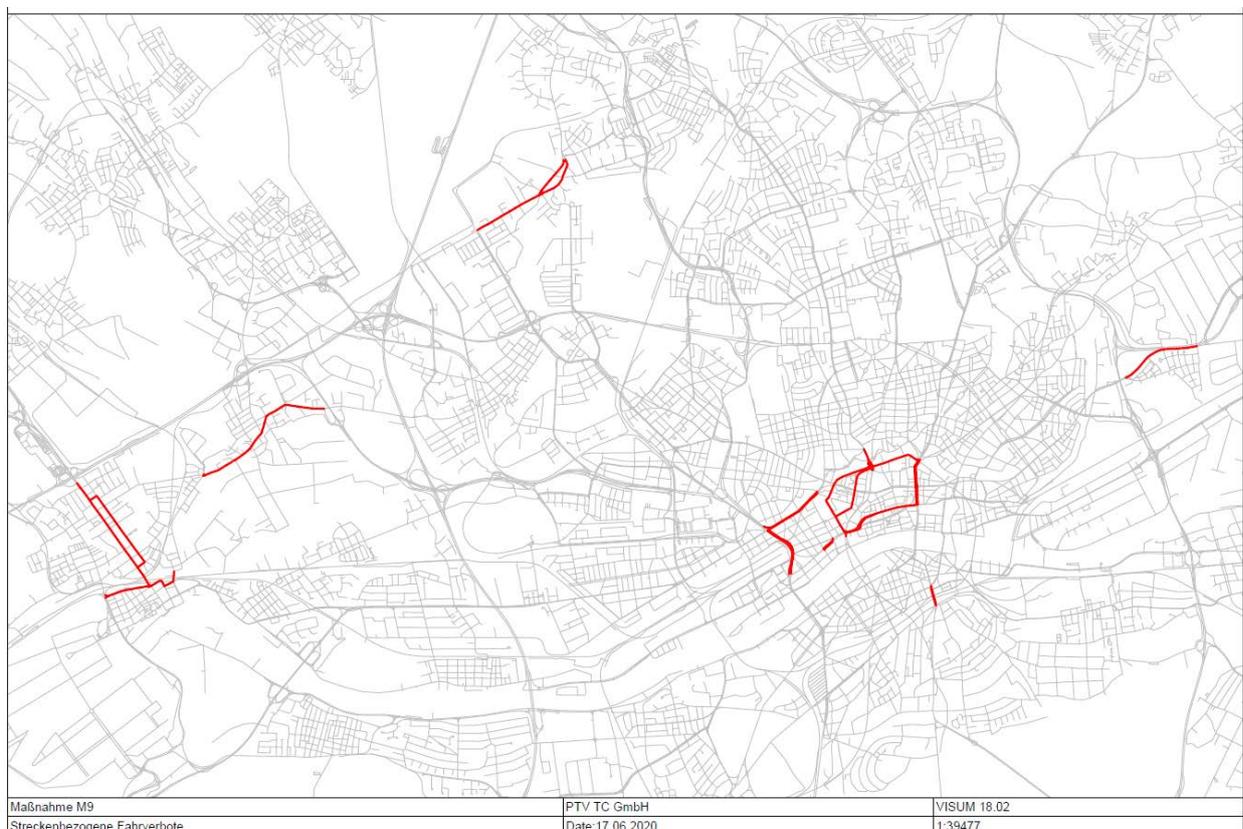


Abb. 86: Für streckenbezogene Fahrverbote untersuchte Straßenabschnitte (rote Markierung)



Abb. 87: Abgrenzungen der untersuchten Fahrverbotszonen ( innerhalb des Alleerings;  innerhalb des Anlagenrings)

Alle Fahrverbotszenarien führen ähnlich wie eine Verringerung des Tempolimits zu Verdrängungsverkehr, was in benachbarten Straßen zum Teil eine höhere Verkehrsbelastung zur Folge hat. Gleichzeitig können an anderer Stelle jedoch auch Verkehrsverringerungen entstehen.

8.6.2.1 Prognostizierte Minderungswirkung

Die mancherorts auftretende Zunahme des Verkehrs spiegelt sich entsprechend in einer Zunahme der Immissionsbelastung wieder.

Im Falle der streckenbezogenen Fahrverbote kommt es auf zwei Straßenabschnitten zu erneuten Grenzwertüberschreitungen im Vergleich zum Prognosenullfall 2021. Das betrifft einen Abschnitt der Gutleutstraße (+1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sowie einen Abschnitt der Nauheimer Straße (+3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Bei vier Abschnitten würde die bestehende Grenzwertüberschreitung noch erhöht, wovon vor allem ebenfalls die Gutleutstraße betroffen wäre. Die max. Erhöhung liegt bei 3,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Immissionsmindernd wirken sich die streckenbezogenen Fahrverbote auf 111 Straßenabschnitte aus mit einer max. Minderungswirkung auf einem

Abschnitt der Neuen Mainzer Straße mit 6,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Anzahl der verbleibenden Straßenabschnitte mit mehr als 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ reduziert sich damit gegenüber dem Prognosenullfall 2021 von 88 auf 29.

Im Falle einer Fahrverbotszone innerhalb des Alleerings kommt es auf einem Abschnitt der Nauheimer Straße zu einer erneuten Grenzwertüberschreitung (+0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) und bei sieben Abschnitten würde die bestehende Grenzwertüberschreitung noch erhöht. Auf einer Strecke kommt es zu einer Zusatzbelastung, die jedoch nicht zu einer Überschreitung von 40,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ führt. Die max. Erhöhung liegt bei 2,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dementsprechend wirken sich die streckenbezogenen Fahrverbote immissionsmindernd auf 111 Straßenabschnitte aus mit einer max. Minderungswirkung auf einem Abschnitt der Neuen Mainzer Straße mit 5,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Anzahl der verbleibenden Straßenabschnitte mit mehr als 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ reduziert sich damit gegenüber dem Prognosenullfall 2021 von 88 auf 41.

Im Falle einer Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings kommt es auf dem Straßenabschnitt

der Nauheimer Straße zu einer erneuten Grenzwertüberschreitung ($+0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), bei sieben Abschnitten würde die bestehende Grenzwertüberschreitung noch erhöht und bei einem Abschnitt kommt es zu einer Zusatzbelastung, die jedoch nicht zu einer Überschreitung führt. Die max. Erhöhung der Belastung liegt jedoch bei nur $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dementsprechend wirken sich die streckenbezogenen Fahrverbote immissionsmindernd auf 110 Straßenabschnitte aus mit einer max. Minderungswirkung auf einem Abschnitt der Neuen Mainzer Straße mit $6,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Anzahl der verbleibenden Straßenabschnitte mit mehr als $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ reduziert sich damit gegenüber dem Prognoseullfall 2021 von 88 auf 44.

Die genauen Ergebnisse sind in einer Tabelle im Anhang 12.2.2.2.3 aufgelistet.

Die Anzahl der von Fahrverboten betroffenen Straßen liegt im Falle einer Fahrverbotszone innerhalb des Alleerings am höchsten, wenngleich eine Vielzahl dieser Straßen selbst keine Überschreitung aufweist (siehe auch Abb. 77).

Dagegen führen die streckenbezogenen Fahrverbote im Bereich des Anlagenrings automatisch zu einer kleinen Zone, da nahezu alle Hauptverkehrsstraßen innerhalb des Anlagenrings eine hohe Belastung aufweisen und es aus Verkehrsgründen nicht möglich wäre, kurze Streckenabschnitte von dem Fahrverbot auszunehmen (siehe auch Abb. 85 und Abb. 86).

8.6.3 Untersuchte Maßnahmenkombinationen

Fahrverbote, selbst wenn sie nur für hoch emittierende Fahrzeuge gelten, stellen einen erheblichen Eingriff in die Rechte von Verkehrsteilnehmern dar, insbesondere in die grundgesetzlich gewährleistete Berufs- und Eigentumsfreiheit. Daher wurde eine einzelfallbezogene Abwägung zwischen den mit der Überschreitung der geltenden NO_2 -Grenzwerte verbundenen Risiken für die menschliche Gesundheit und den Belastungen und Einschränkungen vorgenommen, die mit einem Verkehrsverbot insbesondere für die betroffenen Fahrzeugeigentümer, Fahrzeughalter und Fahrzeugnutzer – und darüber hinaus auch für die Versorgung der Bevölkerung und der Wirtschaft als Belange des allgemeinen Wohls – verbunden sind.

Um an allen betroffenen Straßenabschnitten eine Grenzwerteinhaltung zu erzielen, kommt unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeits-

grundsatzes nur eine Kombination der untersuchten Verkehrsbeschränkungen mit weiteren Maßnahmen sowie den von der Stadt Frankfurt am Main vorgesehenen Maßnahmen in Frage. Dazu wurden insgesamt 18 Kombinationen von Maßnahmen des Masterplanfalls, streckenbezogener und kleinräumig-zonaler Fahrverbote sowie unterschiedlicher Tempolimits auf ihre Wirksamkeit zur Belastungsminderung hin untersucht.

Mit Hilfe des Verkehrsmodells erfolgte zunächst die Ermittlung der verkehrlichen Auswirkungen der Maßnahmen. Die hierdurch festgestellten Änderungen der Verkehrsmengen bildeten die Grundlage für die nachfolgende Berechnung der Immissionsbelastung. Die Differenzbelastungen des Verkehrsaufkommens sowie die konkrete Wirkung auf die Belastungssituation aller untersuchten Maßnahmenkombinationen können in dem [Verkehrs-](#) und [Immissionsgutachten](#) nachgelesen werden.

Die Prüfung der untersuchten Maßnahmenkombinationen erfolgte dann unter dem Gesichtspunkt der Verhältnismäßigkeit.

Viele Kombinationen zeigten keine ausreichende Minderungswirkung, weshalb auf sie im vorliegenden Luftreinhalteplan auch nicht näher eingegangen wird. Aber auch Varianten, die einzelne Maßnahmen der Stadt Frankfurt am Main mit Verkehrsbeschränkungen kombinierten, wurden aus Verhältnismäßigkeitsgründen nicht weiterverfolgt. Fahrverbote kommen erst dann in Betracht, wenn keine anderen, verhältnismäßigeren Maßnahmen zur kurzfristigen Minderung der Belastung zur Verfügung stehen. Die Untersuchungen zeigten aber sehr deutlich, dass es sehr umfassender sonstiger Maßnahmen bedurft hätte, um ohne Verkehrsbeschränkungen eine schnellstmögliche Grenzwerteinhaltung zu erzielen.

8.6.3.1 Kombination Masterplanfallmaßnahmen und Fahrverbotszone innerhalb des Alleerings

Im Falle einer Kombination der Maßnahmen der Stadt Frankfurt am Main und einer Fahrverbotszone innerhalb des Alleerings würden noch 31 Straßenabschnitte einen Wert $> 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweisen, davon 21 Abschnitte über $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Diese 21 Abschnitte betreffen im Wesentlichen Straßenabschnitte innerhalb der Fahrverbotszone wie z.B. die Neue Mainzer Straße, aber auch die belasteten Bereiche in Höchst. Die durchschnittliche Wirkung der Maßnahmenkombination liegt bei $-2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In zwei Straßenabschnitten

kommt es zu einer Erhöhung der Belastung: Am Baseler Platz um $+2,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und in der Nauheimer Straße um $+0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Am Baseler Platz würde damit der Immissionsgrenzwert deutlich überschritten.

Dagegen würde die verkehrsmindernde Wirkung durch die Einrichtung einer Fahrverbotszone innerhalb des Alleenrings ausreichen, um z.B. den Immissionsgrenzwert auf der Darmstädter Landstraße einzuhalten und rein rechnerisch auch im Bereich Riederwald, wobei das Berechnungsergebnis im Straßenabschnitt Am Erlenbruch im Analysenullfall jedoch nicht die gemessene Belastung abbilden konnte. Eine deutliche Minderungswirkung ergibt sich auch auf den Straßenabschnitten Alt-Praunheim, Alt-Sossenheim und sogar in Höchst. Eine Grenzwerteinhaltung ist damit jedoch nicht möglich.

Das Fahrverbot würde allerdings viele Straßenabschnitte umfassen, die selbst keine Grenzwertüberschreitungen aufweisen.

8.6.3.2 Kombination Masterplanfallmaßnahmen und Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings

Eine vergleichbare Wirkung im Hinblick auf die Belastungsminderung der von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Straßenabschnitte wie die Kombination aus Masterplanfallmaßnahmen und einer Fahrverbotszone innerhalb des Alleenrings entfaltet die Kombination aus Masterplanfall und einer Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings. Es verbleiben 32 Straßenabschnitte mit einer NO_2 -Belastung $> 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, davon 20 Abschnitte mit einem Wert $> 41 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die durchschnittliche Minderungswirkung liegt bei $-2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Auch hier käme es an den beiden gleichen Straßenabschnitten zu einer Erhöhung der Belastung. In der Nauheimer Straße um $+0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und am Baseler Platz um $+0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mit dann $40,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bliebe der Baseler Platz damit allerdings unter der kritischen Belastungsgrenze von $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

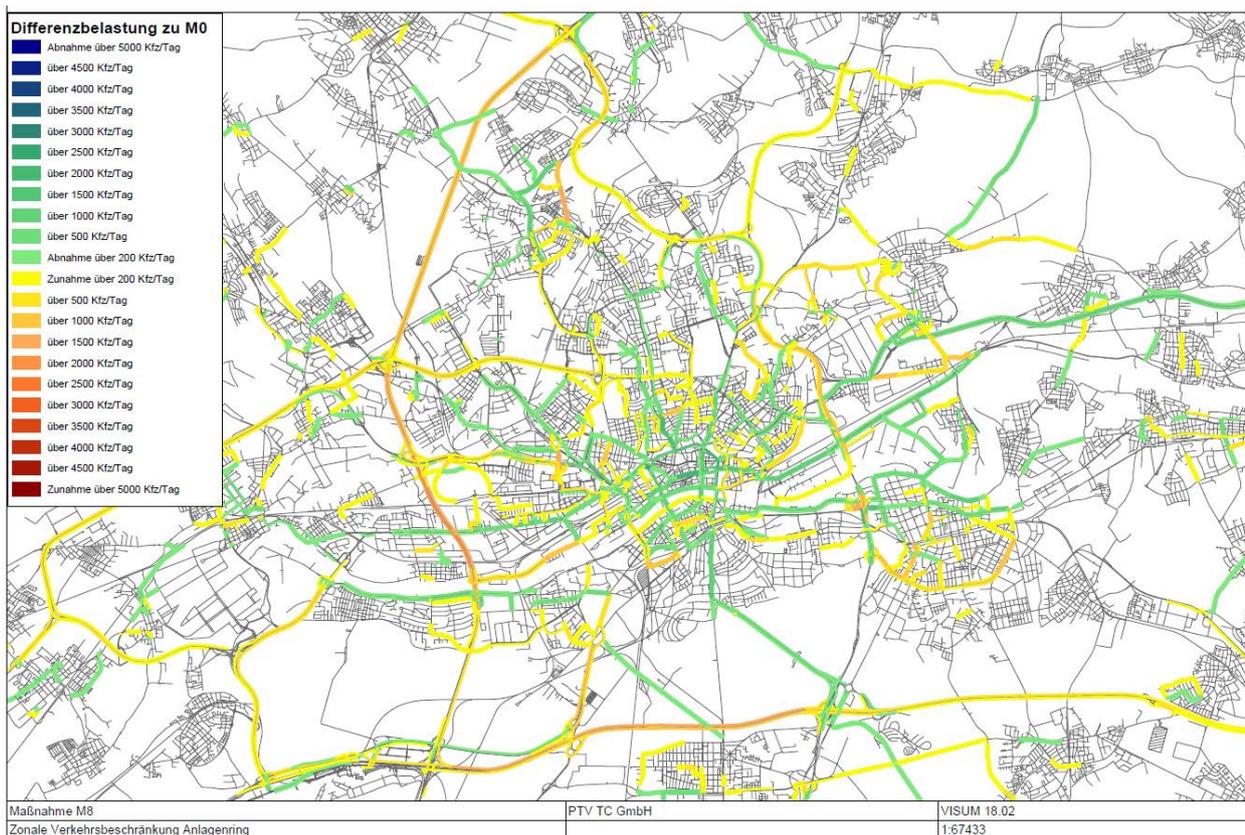
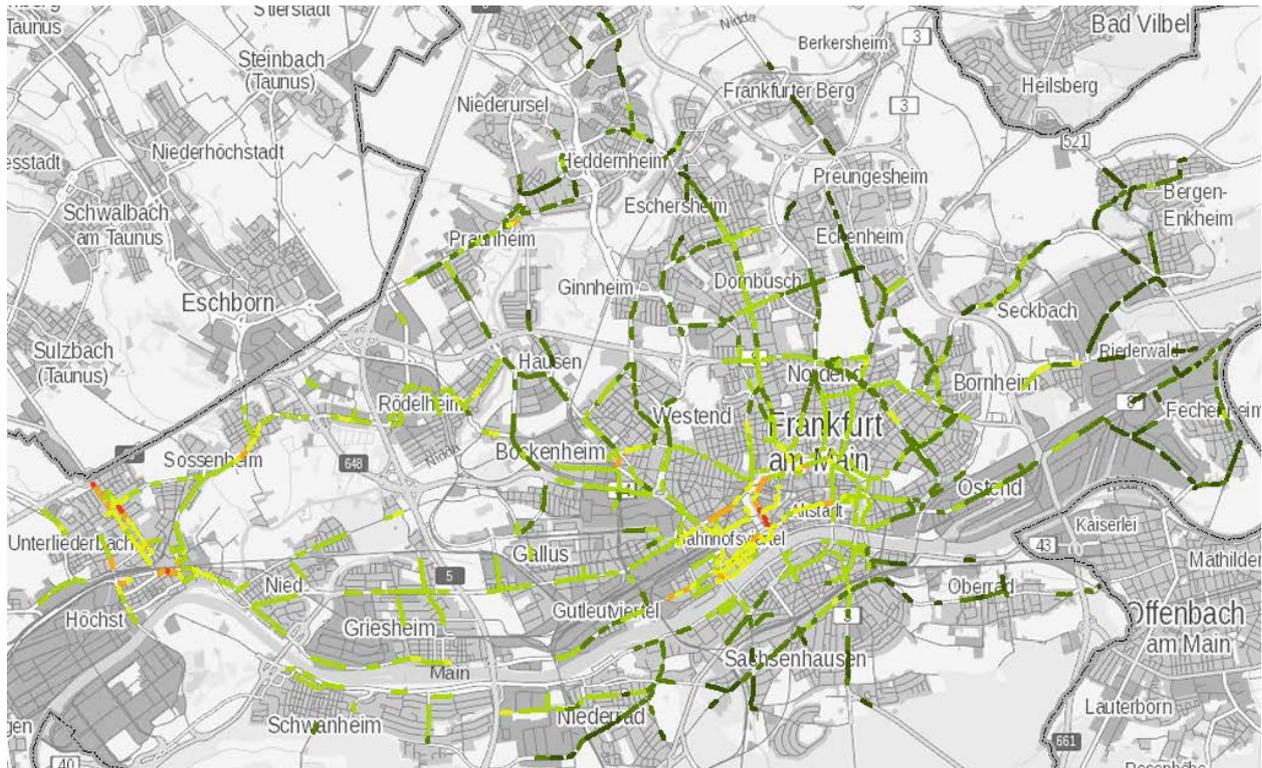


Abb. 88: Verkehrsdifferenz zwischen dem Prognosenullfall 2021 ohne Mainkaisperrung und einer Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings

Wie Abb. 88 zeigt, liegt auch die verkehrsmindernde Wirkung dieser Maßnahmenkombination auf den belasteten Abschnitten in der Darmstädter Landstraße, dem Riederwald sowie in Praunheim und Sossenheim in vergleichbarer Höhe wie

bei einer Fahrverbotszone innerhalb des Alleenrings. Die immissionsmindernde Wirkung dieses Planfalls (Masterplanfall und Fahrverbot innerhalb des Anlagenrings) wird in Abb. 89 dargestellt. Eine höher aufgelöste Karte befindet sich in Anhang 12.2.1.4.



NO₂-Konzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]:

≤ 30	> 30	> 33	> 37	> 40	> 42	> 45	> 48	> 50

Abb. 89: NO₂-Immissionssituation im Prognoseplanfall 2021: Masterplanfall und Einrichtung eines zonalen Fahrverbots innerhalb des Anlagenrings

Auch bei Einrichtung einer Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings blieben in den Bereichen Riederwald, Praunheim, Alt-Sossenheim und Höchst/Unterliederbach jedoch noch eine Reihe teils hoch belasteter Straßenabschnitte übrig, für die weitere Minderungsmaßnahmen ergriffen werden müssten.

8.6.3.3 Kombination Masterplanfallmaßnahmen und streckenbezogene Fahrverbote

Mit der Variante Masterplanfall und streckenbezogene Fahrverbote könnte eine Grenzwerteinhaltung in den meisten der betroffenen Straßenabschnitte erreicht werden. Dabei ist zu beachten, dass die streckenbezogenen Fahrverbote im Bereich Anlagenring ebenfalls praktisch zu einer kleinräumigen Zone führen (siehe Abb. 86). In dieser Kombination verbleiben nur noch 20 Straßenabschnitte mit einer Belastung von mehr als $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, davon acht Abschnitte mit Werten $> 41 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Im Wesentlichen liegen die Straßenabschnitte $> 41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in den von Fahrverboten betroffenen Bereichen, wo trotz Fahrverboten keine

Grenzwerteinhaltung erreicht werden kann. Die durchschnittliche Minderungswirkung dieser Maßnahmenkombination beträgt $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nur an der Nauheimer Straße steigt die Belastung um $+0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auf dann $40,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ an.

Allerdings würden bei Umsetzung der streckenbezogenen Fahrverbote auch solche Streckenabschnitte gesperrt, wo aufgrund der verkehrsmindernden Wirkung z.B. einer Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings keine weiteren Maßnahmen mehr zur Grenzwerteinhaltung erforderlich wären. Das betrifft z.B. den Straßenabschnitt der Darmstädter Landstraße (siehe Abb. 88).

Die streckenbezogenen Fahrverbote stellen sich aber auch auf anderen Streckenabschnitte unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes zum Teil als problematisch dar. Dies betrifft die aus verkehrlichen Gründen erforderliche Ausdehnung einiger streckenbezogenen Fahrverbote auf längere Streckenabschnitte im Falle der Streckenabschnitte in Praunheim und Sossenheim (siehe auch Abb. 86).

So müsste in Praunheim das Fahrverbot auf einem gut 2 km langen Straßenabschnitt angeordnet werden, obwohl die berechnete hohe Belastung nur auf einem ca. 70 m langen Abschnitt besteht.

Ähnliches gilt für Sossenheim, wo sich die Grenzwertüberschreitung auf einen 53 m und einen 60 m langen Straßenabschnitt beschränkt. Auch hier wäre das Fahrverbot aus verkehrlichen Gründen auf einem gut 2 km langen Abschnitt zwischen Wiesbadener Straße im Osten und Dunantring im Westen anzuordnen.

8.6.3.4 Festzulegende Maßnahmenkombination

Wie in den Kapiteln 8.6.3.3, 8.6.3.1 und 8.6.3.2 dargelegt, besitzen alle untersuchten Maßnahmenkombinationen ihre Schwächen, entweder in Bezug auf die erforderliche Wirkung und/oder auf ihre Verhältnismäßigkeit. Den geringsten Eingriff in die Rechte Dritter stellt die Maßnahmenkombination aus Masterplanfallmaßnahmen und einer Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings dar. Sie reicht jedoch nicht aus, um eine vergleichbare Wirkung zu erreichen, wie sie die Variante Masterplanfallmaßnahmen und streckenbezogene Fahrverbote bietet (Kap.8.6.3.2).

Daher wurden nach einer Kombination von Maßnahmen gesucht, die unter Berücksichtigung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes zu einer schnellstmöglichen Grenzwerteinhaltung führt. Geprüft wurden Kombinationen aus Masterplanfall, einer Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings, einzelnen streckenbezogenen Fahrverboten sowie ergänzenden Maßnahmen.

Wie in Kap. 8.6.3.2 dargelegt, kann ein streckenbezogenes Fahrverbot in Alt-Praunheim und Alt-Sossenheim aus Gründen der Verhältnismäßigkeit nicht angeordnet werden. Eine Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings wirkt sich (siehe auch Kap. 8.6.3.2) mit $-3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Alt-Praunheim und mit $-1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $-2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verkehrsmindernd auf den betroffenen Straßenabschnitten in Alt-Sossenheim aus. Das reicht jedoch nicht aus, um den Grenzwert einhalten zu können. Daher wurde als Alternative zu einem streckenbezogenen Fahrverbot eine Änderung des Tempolimits auf den von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Straßenabschnitten in Praunheim (Alt-Praunheim) und Sossenheim (Alt-Sossenheim) untersucht.

Sowohl in Praunheim als auch in Sossenheim besteht auf den betroffenen Streckenabschnitten

bereits eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf Tempo 30 km/h, die ursprünglich auf Wunsch der Ortsbeiräte eingerichtet wurde.

Im Hinblick auf die geringeren Emissionen aus dem Straßenverkehr bei bestimmten Geschwindigkeiten (siehe auch Kap. 8.5.5.2) wurde geprüft, wie sich eine Erhöhung der Geschwindigkeit auf die Belastungssituation auswirken würde. Aufgrund des bereits niedrig liegenden Tempolimits ist bei einer Erhöhung der Geschwindigkeit nicht mit einer zusätzlichen Verkehrsverlagerung zu rechnen.

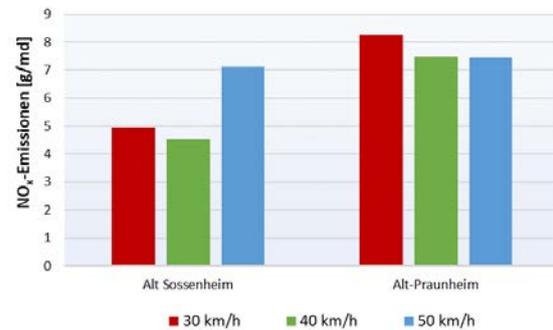


Abb. 90: NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs bei verschiedenen Geschwindigkeiten; HBEFA 4.1; Bezugsjahr 2021

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass sich im Falle des Straßenabschnitts Alt-Praunheim ein Tempolimit von 30 km/h als die aus lufthygienischer Sicht ungünstigste Variante darstellt, während Tempo 40 km/h und Tempo 50 km/h praktisch Emissionen in gleicher Höhe verursachen. Da in diesem Bereich kein Unfallschwerpunkt vorliegt und auch keine sensiblen Einrichtungen wie Kindergärten, Schulen, Krankenhäuser etc. angrenzen, kann eine Erhöhung des Tempolimits erfolgen. Unter Verkehrssicherheitsgesichtspunkten und im Hinblick auf die lärmindernde Wirkung käme jedoch nur eine Erhöhung auf 40 km/h in Frage. Damit könnte die NO₂-Konzentration auf diesem Straßenabschnitt um weitere $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gesenkt werden, so dass der Grenzwert eingehalten werden kann.

Auf dem Streckenabschnitt Alt-Sossenheim zwischen Robert-Dißmann- und Thomestraße verursacht das bestehende Tempolimit von 30 km/h bereits deutlich geringere Emissionen als ein Tempolimit von 50 km/h. Doch auch hier führt eine leichte Erhöhung der Geschwindigkeit auf ein Tempolimit von 40 km/h zu einer Verbesserung der Emissions- und damit auch Immissions-situation zwischen $0,5$ und $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Auch in Sossenheim wurde das bestehende Tempolimit auf Wunsch des Ortsbeirats einge-

richtet. Da sich hier ein Verkehrsunfall mit Todesfolge ereignet hat, soll das bestehende Tempolimit auch weiterhin bei 30 km/h bleiben. Der verbleibende Straßenabschnitt, der dann noch eine Belastung von mehr als $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aufweist, ist jedoch auf eine Länge von 53 m beschränkt, weshalb ein Fahrverbot auf der Länge von mehr als 2 km hier als unverhältnismäßig angesehen wird.

Theoretisch würde die berechnete Verkehrsminderung durch die Umsetzung einer Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings auch im Riederwald ausreichen, um die Belastung unter den Wert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zu senken. Wie zuvor dargelegt, entspricht die berechnete Belastung auf diesem Straßenabschnitt (Am Erlenbruch) nicht den Messergebnissen. Es ist davon auszugehen, dass die mit dieser Maßnahmenkombination erzielbare Minderung von gut $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ u.U. nicht

ausreicht, um den Grenzwert einhalten zu können. Daher wird ein streckenbezogenes Fahrverbot auf diesem Abschnitt weiterverfolgt.

Wie in Kap. 8.6.3.3 dargelegt, würden bei Umsetzung aller untersuchten streckenbezogenen Fahrverbote auch Streckenabschnitte gesperrt, für die aufgrund der verkehrsmindernden Wirkung z.B. einer Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings keine weiteren Maßnahmen mehr zur Grenzwerteinhaltung erforderlich wären (z.B. für den Straßenabschnitt der Darmstädter Landstraße). Für diese Straßenabschnitte wird ein streckenbezogenes Fahrverbot nicht weiterverfolgt.

Unter Verhältnismäßigkeitsgesichtspunkten werden danach die in Abb. 91 dargestellten Verkehrsbeschränkungen in Kombination mit den Maßnahmen des Masterplanfalls festgelegt.

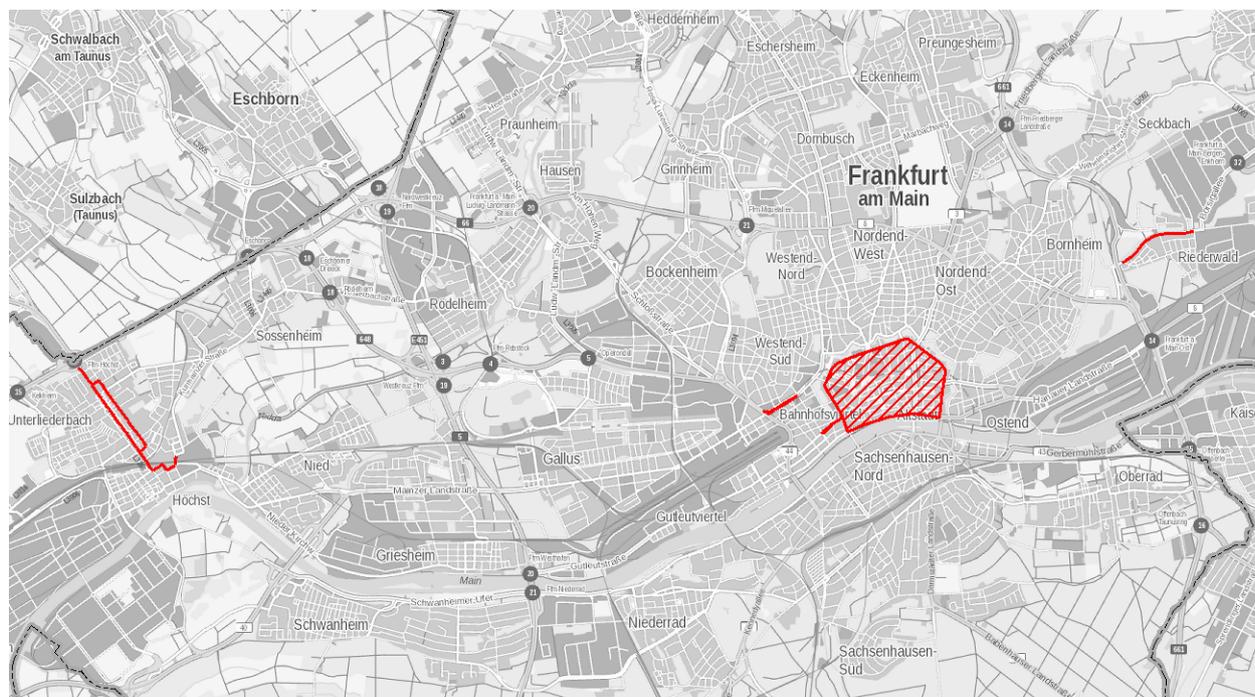


Abb. 91: Umfang der festgelegten Fahrverbote, streckenbezogen sowie kleinräumig-zonal innerhalb des Anlagenrings (rote Markierung)

Konkret wird festgelegt:

- Anordnung von Tempo 40 km/h in Alt-Praunheim.
- Anordnung einer Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings in der Abgrenzung Neue Mainzer Straße, Hochstraße, Bleichstraße, Seilerstraße, Lange Straße, Schöne Aussicht und Mainkai zwischen Schöner Aussicht und Neue Mainzer Straße, wobei diese Strecken vom Fahrverbot betroffen sind.

- Anordnung von streckenbezogenen Fahrverboten
 - im Bereich Höchst/Unterliederbach (Königsteiner Straße zwischen der Anschlussstelle Frankfurt am Main – Höchst und Dalbergplatz; Gotenstraße zwischen Gerlachstraße und Burgunderweg einschließlich derjenigen Abschnitte der vorgenannten Straßen, die die Verbindung zur Königsteiner Straße herstellen; Stra-

ßenverlauf Zuckschwerdtstraße zwischen Kurmainzer Straße und Emmerich-Josef-Straße; Emmerich-Josef-Straße zwischen Zuckschwerdtstraße und Andreasplatz; Kasinostraße zwischen Andreasplatz bis Dalbergplatz

- Am Erlenbruch zwischen Lahmeyerstraße und Johanna-Tesch-Platz
- Mainzer Landstraße zwischen Platz der Republik und Taunusanlage
- Gutleutstraße zwischen Mainluststraße und Untermainanlage.

8.6.3.5 Prognostizierte Minderungswirkung

Auch mit Berücksichtigung der vorgesehenen Fahrverbote wird rechnerisch ein Wert von 40,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ noch auf 25 Straßenabschnitten überschritten. Die NO_2 -Belastung auf 19 dieser Abschnitte liegt zwischen 40 und 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ und auf sechs Straßenabschnitten bei mehr als 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Fünf der Straßenabschnitte, die einen Wert von 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreiten, liegen im Bereich der festgelegten Fahrverbote – drei auf der Neuen Mainzer Straße und zwei auf der Mainzer Landstraße. Nach dem Urteil des Bundesverwaltungsgerichts vom 28. Februar 2018 [33] ist zu unterscheiden zwischen streckenbezogenen Fahrverboten, deren Einschränkungen ihrer Intensität nach nicht über sonstige straßenverkehrsrechtlich begründete Durchfahrts- und Halteverbote hinausgehen und zonalen Verboten. Während im Falle streckenbezogener Fahrverbote – sofern erforderlich – auch Euro-6-Diesel-Pkw und -leichte Nutzfahrzeuge in das Fahrverbot mitaufgenommen werden können, ist das bei einer Fahrverbotszone unverhältnismäßig.

Der sechste Abschnitt mit mehr als 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ist der 53 m lange Straßenabschnitt in Sossenheim, für den die Anordnung eines Fahrverbots – wie zuvor dargelegt – als unverhältnismäßig eingestuft wird.

Die konkrete Minderungswirkung der festgelegten Maßnahmenkombination ist in Anhang 12.2.2.3.3 aufgeführt.

8.6.4 Zeitpunkt der Umsetzung der Fahrverbote

Nach den Vorgaben des Gerichts sind Fahrverbote sechs Monate nach Inkrafttreten des fortgeschriebenen Luftreinhalteplans anzuordnen, so

weit nicht auch ohne deren Anordnung die Einhaltung oder Unterschreitung des Grenzwertes 2021 zu erwarten ist. Eine Planaufstellung soll bis spätestens zum 31. Dezember 2020 erfolgen. Demnach müssen Fahrverbote – soweit erforderlich – zum 1. Juli 2021 in Kraft treten.

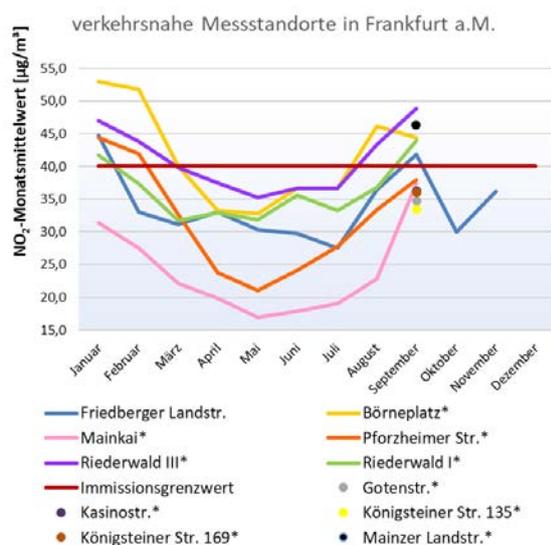
Die festgelegten Fahrverbote resultieren zu großen Teilen aus Grenzwertüberschreitungen, die auf der Grundlage eines Verkehrsmodells durch Immissionsprognoserechnungen ermittelt wurden. Diese mit großer Sorgfalt, hohem Aufwand sowie nach den neuesten Erkenntnissen durchgeführten Prognosen basieren auf dem in den Straßen vorhandenen Verkehrsaufkommen nach Verkehrsmodell, wobei leichte Schwankungen der Verkehrsmengen dabei nicht zu gravierenden Unterschieden in den Ergebnissen führen.

Das den Berechnungen zugrundeliegenden Verkehrsmodell der Stadt Frankfurt am Main wurde auf Grundlage aktueller Verkehrserhebungen Ende 2019 neu aufgestellt. Mit der Corona-Pandemie kam es jedoch zu einer maßgeblichen Änderung des Verkehrsgeschehens, die sich bereits während der noch laufenden Gutachten abzeichnete. [Untersuchungen](#) des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie, u.a. an der Frankfurter Höhenstraße, zeigten im Zeitraum ab dem 16. März (Lockdown) bis Ende April 2020 einen 30- bis 40%igen Rückgang des Verkehrsaufkommens (siehe auch Abb. 95). Auch wenn sich bis zur Aufstellung des Planentwurfs die Verkehrsmenge wieder erhöht hatte, war die weitere Entwicklung jedoch nicht absehbar. Viele Arbeitgeber ziehen zwischenzeitlich ein positives Fazit bezüglich der Arbeit im Homeoffice. Selbst wenn das Arbeiten von zu Hause aus in einer Reihe von Tätigkeitsbereichen nicht möglich ist, könnte sich der Trend dahin doch verstärken und sich die Verkehrsbelastung in den Städten dauerhaft verringern. Allerdings gibt es auch einen gegenläufigen Trend, denn viele Nutzer von öffentlichen Verkehrsmitteln sind wieder auf das eigene Auto umgestiegen, um die Ansteckungsgefahr zu verringern. Mit den deutlich steigenden Infektionszahlen im Herbst 2020 gingen auch wieder weitergehende Restriktionen einher, die das Verkehrsaufkommen zwar nicht in dem Umfang wie Anfang des Jahres beeinträchtigte, aber dennoch zu merklichen Verringerungen führte. Damit wurde deutlich, dass die aufgestellten Prognosen mit einer erhöhten Unsicherheit verbunden sind.

Um zu verhindern, dass derart tiefgreifende Eingriffe wie Fahrverbote angeordnet werden, ohne dass in dem Bereich bzw. Straßenabschnitt tatsächlich eine Grenzwertüberschreitung – wie

prognostiziert – existiert, wird ihre Einführung an eine messtechnisch belegte Grenzwertüberschreitungen geknüpft. Hierdurch wird die mit der Prognose für das Jahr 2021 verbundene erhöhte Unsicherheit korrigiert.

Analog zum Verkehrsaufkommen entwickelte sich die NO₂-Konzentrationen in Frankfurt am Main, dargestellt in Abb. 92. Während die Messwerte der Monate Januar und Februar 2020 noch auf dem Niveau von 2019 lagen, kam es zu einem drastischen Rückgang mit dem Lockdown ab Mitte März 2020.



*Passivsammlerstandorte

Abb. 92: Entwicklung der NO₂-Belastung an den verkehrsnahen Messstandorten in Frankfurt am Main im Laufe des Jahres 2020

Nach einem deutlichen Rückgang in den Monaten März bis Mai 2020 nahmen die Belastungen bis September wieder zu, was an den Passivsammlerstandorten der aktuellste vorliegende Messwert ist. Für den im September 2020 neu eingerichteten Messstandort in der Hochstraße liegen noch keine Messwerte vor.

An der Messstation Friedberger Landstraße zeigen sich jedoch auch wieder die Auswirkungen der stärkeren Einschränkungen im Herbst. Während die Verkehrszahlen im November wieder rückläufig waren (siehe auch Abb. 95), stieg die Belastung etwas an, was auf die Inversionswetterlage zurückzuführen ist. Das zeigt aber auch, wie schwierig eine Abschätzung der infolge der Corona-Pandemie veränderten Verkehrsentwicklung ist. Daher ist es umso wichtiger, mögliche Fahrverbote nicht von Berechnungsergebnissen, sondern von der tatsächlichen Belastung abhängig zu machen.

Belegen die Messergebnisse an den verschiedenen Messstandorten die Notwendigkeit von Fahrverboten, müssen diese auch angeordnet werden. Um den messtechnischen Nachweis von Grenzwertüberschreitungen in Höchst und auf der Mainzer Landstraße zu erhalten, wurden weitere Passivsammlerstandorte eingerichtet, die ab September 2020 auch hier Messwerte der Belastung liefern (siehe auch Kap 1.3.3). Damit befinden sich in allen von Fahrverboten betroffenen Bereichen Messeinrichtungen, deren Ergebnisse – auch unabhängig voneinander – entscheidend für die Umsetzung der jeweiligen Fahrverbote sind (≙ relevanter Messstandorte):

- Messstandorte Börneplatz/Battonnstraße, Hochstraße (neu) und Mainkai für die Umsetzung der Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings sowie auf der Gutleutstraße im Abschnitt zwischen Untermainanlage und Mainluststraße.
- Messstandort Mainzer Landstraße für die Umsetzung des streckenbezogenen Fahrverbots auf der Mainzer Landstraße.
- Messstandorte Königsteiner Straße 1 und 2, Gotenstraße und Kasinostraße in Höchst für die Umsetzung der streckenbezogenen Fahrverbote in Höchst.
- Messstandorte Riederwald I und Riederwald III für die Umsetzung des streckenbezogenen Fahrverbots im Riederwald.

Der Messstandort Mainkai wurde aufgrund der Wiedereröffnung des Straßenabschnitts für den Verkehr am 1. September 2020 als relevanter Messstandort mit aufgenommen, da er bis zur Sperrung dieser Straße im Juli 2019 ebenfalls hohe Überschreitungen aufwies. Werden also entweder am Passivsammlerstandort Börneplatz/Battonnstraße, in der Hochstraße oder am Mainkai nicht nur geringfügige Grenzwertüberschreitungen gemessen, ist die Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings umzusetzen. Die Fahrverbotszone ist auch bei einer entsprechenden Überschreitung nur an einem der relevanten Messstandorte anzuordnen, weil eine isolierte Sperrung einzelner Strecken innerhalb der Fahrverbotszone Anlagenring nach verkehrsgutachterlichen Untersuchungen zu deutlichen Verkehrsverlagerungen innerhalb des Anlagenrings führt, was die Belastung und damit ggf. Grenzwertüberschreitungen auf den übrigen Streckenabschnitten dort zusätzlich erhöhen würde.

Auch in Höchst ist keine isolierte Sperrung einzelner Streckenabschnitte möglich, da die Königsteiner Straße und die Gotenstraße als Einbahnstraßensystem ausgelegt sind.

Notwendige Fahrverbote sind nach den Vorgaben des Gerichts ab dem 1. Juli 2021 anzuordnen. Damit durch die Maßnahmen eine dauerhafte Verminderung der Luftschadstoffbelastung gewährleistet werden kann, sieht das Gericht darüber hinaus vor: *„Dabei ist auch eine Evaluierung zu dem Zwecke vorzusehen, ob die aktuellen Messwerte diese Entwicklung weiter bestätigt, und der Beklagte hat einen Vorbehalt aufzunehmen, der im Fall unerwarteter Grenzwertüberschreitung zusätzliche Verkehrsverbote ermöglicht bzw. im Fall der schneller erreichten Grenzwerteinhaltung deren Aufhebung vorsieht.“*

Wie zuvor dargelegt, wird die mit der Immissionsprognose für das Jahr 2021 verbundene erhöhte Unsicherheit dadurch korrigiert, dass als Anlass für die Anordnung von Fahrverboten nicht die Berechnungsergebnisse herangezogen werden, sondern NO₂-Messwerte eine tatsächliche Grenzwertüberschreitungen belegen müssen.

Der zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegte Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid gilt dann als überschritten, wenn die über ein Kalenderjahr gemittelten Messwerte einen Wert von 40 µg/m³ überschreiten. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Fahrverbote bei nur noch geringfügigen Überschreitungen (< 41 µg/m³) als unverhältnismäßig gelten, wird als Schwelle für die Anordnung von Fahrverboten ein Wert von 41 µg/m³ angesetzt.

Bei den für eine Einrichtung von Fahrverboten relevanten Messstandorten handelt es sich ausschließlich um NO₂-Passivsammler. Deren Messergebnisse liegen durch die im Anschluss an die Messung erforderlichen Laboranalysen immer erst zeitversetzt vor. Um entscheiden zu können, ob zum 1. Juli 2021 – oder einem späteren Zeitpunkt – Fahrverbote erforderlich werden, wird jeweils die aktuellste Entwicklung der Belastungssituation vor Ort herangezogen.

Der gemessene NO₂-Jahresmittelwert 2020 kann dabei für die Auslösung von Fahrverboten nicht maßgeblich sein, da er aufgrund der vorgenannten Gründe nicht die „normale“ Entwicklung der lufthygienischen Situation widerspiegelt. Wie die seit März 2020 gemessenen NO₂-Monatsmittelwerte zeigen, trägt auch diese untypische Situation in gewissem Umfang zur Verringerung der Belastung bei. Um zu gewährleisten, dass es im Falle einer Normalisierung des Verkehrsaufkom-

mens nicht zu ähnlichen Grenzwertüberschreitungen wie in den Prognosen berechnet kommt, wird die gemessene Entwicklung der NO₂-Belastung durch eine regelmäßige Ermittlung so genannter gleitender Jahresmittelwerte überwacht. Diese gleitenden Jahresmittelwerte umfassen wie der herkömmliche Jahresmittelwert 12 Monate, allerdings nicht die 12 Monate eines Kalenderjahres, sondern i.d.R. die aktuellsten vorliegenden Messwerte der vergangenen 12 Monate. Damit steht eine belastbare Grundlage für die Beurteilung der Notwendigkeit von Fahrverboten zur Verfügung und es kann verhindert werden, dass es doch noch zu gesundheitsrelevanten Grenzwertüberschreitungen kommt.

Da relevante Messstandorte in Höchst, an der Mainzer Landstraße und an der Hochstraße erst Ende August bzw. Ende September 2020 eingerichtet wurden, liegen für diese Standorte erste Messwerte erstmalig für September bzw. Oktober 2020 vor. Somit ist es dort nicht möglich, bis zum 1. Juli 2021 die Notwendigkeit eines Fahrverbots auf der Grundlage eines gleitenden Jahresmittelwertes zu beurteilen. Um zu ermitteln, ob auch auf der Grundlage eines Sieben-Monatsmittelwertes (September bis einschließlich März) bzw. Zehn-Monatsmittelwertes (September bis einschließlich Juni) eine belastbare Einschätzung zur Immissionsbelastung getroffen werden kann, wurden die monatlichen NO₂-Messwerte an den verkehrsbezogenen Messstandorten Alte Oper, Börneplatz/Battonnstraße, Friedberger Landstraße, Reuterweg, Riederwald I und III in Frankfurt am Main im Zeitraum Januar 2016 bis Dezember 2019 herangezogen (siehe Abb. 93).

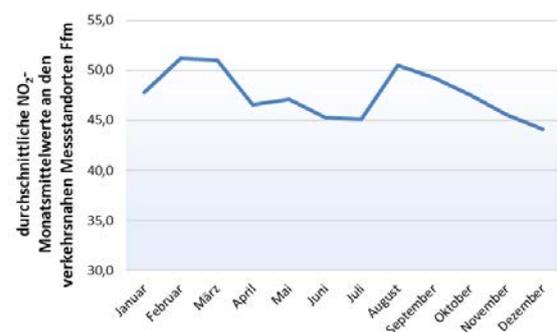


Abb. 93: Durchschnittliche NO₂-Monatsmittelwerte der verkehrsnahen Messstandorte in Frankfurt am Main im Zeitraum Januar 2016 bis Dezember 2019

Demnach weicht der Mittelwert des Zeitraums September bis einschließlich März im Durchschnitt nur um 1,9% vom Jahresmittelwert ab. Noch deutlich geringer ist die Abweichung beim Mittelwert über den Zeitraum September bis einschließlich Juni vom Jahresmittelwert. Sie liegt

bei lediglich 0,3%. Vor diesem Hintergrund ist festzustellen, dass sowohl die Verwendung eines Zehn-Monatsmittelwerts als auch die Verwendung eines Sieben-Monatsmittelwertes für die Passivsammler in Höchst und der Mainzer Landstraße mangels längerer Messzeiträume aus fachlicher Sicht geeignet ist.

Für die Anordnung von Fahrverboten wird daher festgelegt:

1. Die Fahrverbotszone und die einzelnen streckenbezogenen Fahrverbote werden separat betrachtet und können unabhängig voneinander angeordnet werden.
2. Zur Beurteilung der Notwendigkeit von Fahrverboten erfolgt quartalsweise die Ermittlung eines gleitenden Jahresmittelwertes an den relevanten Messstandorten durch das HLNUG, erstmalig im 2. Quartal 2021 auf Grundlage eines Beurteilungszeitraums vom April 2020 bis einschließlich März 2021, der sich danach um jeweils drei Monate verschiebt.
3. Eine Anordnung von Fahrverboten hat dort zu erfolgen, wo der an den relevanten Messstandorten gemessene gleitende NO_2 -Jahresmittelwert einen Wert von $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreitet.
4. Sofern notwendig, erfolgt eine Anordnung von Fahrverboten frühestens zum 1. Juli 2021 bzw. jeweils zum 1. eines Quartals (1. Oktober, 1. Januar, 1. April)
5. Bis ein vollständiger gleitender Jahresmittelwert an den Messstandorten Königsteiner Straße 1, Königsteiner Straße 2, Gotenstraße, Hochstraße, Kasinostraße und Mainzer Landstraße vorliegt, ist übergangsweise der bis einschließlich März 2021 bzw. Juni 2021 dann vorliegende Mittelwert zur Beurteilung der Notwendigkeit eines Fahrverbots heranzuziehen.

Das HLNUG veröffentlicht zeitnah nach der Auswertung die vorläufigen Messwerte der Passivsammler unter

<https://www.hlnug.de/messwerte/luft/luftschadstoffe/stickstoffdioxid#c44278>

So besteht für alle Betroffenen die Möglichkeit, sich laufend über die Entwicklung der Belastung zu informieren. Um erkennen zu können, ob der gleitende Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ überschreitet, bietet das HLNUG ab Januar 2021 eine zusätzliche Spalte an, in der dann der Mittelwert der letzten 12 Monate dargestellt wird.

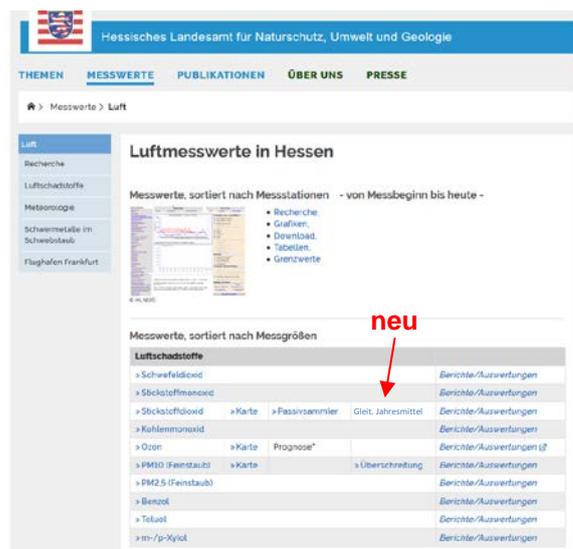


Abb. 94: Berechnung eines gleitenden Jahresmittelwertes auf der Internetseite des HLNUG (<https://www.hlnug.de/messwerte/luft>)

Aufgrund der nur zeitverzögert vorliegenden Passivsammlermessergebnisse hat diese Tabelle einen zeitlichen Verzug von drei Monaten, so dass sichergestellt ist, dass alle relevanten Passivsammlermessergebnisse mit eingeflossen sind.

8.6.5 Geltung der über die Umweltzonenregelung hinaus erforderlichen Fahrverbote

Die Fahrverbote nach § 40 Abs. 1 Satz 1 BImSchG gelten für

- Pkw und leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht mit Ottomotor bis einschließlich Euronorm 2,
- Pkw und leichte Nutzfahrzeuge bis 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht mit Dieselmotor bis einschließlich Euronorm 5
- Schwere Nutzfahrzeuge (Lkw und Busse ab 3,5 t und Reisebusse mit Dieselmotor bis einschließlich Euronorm V sowie der EEV-Norm).

8.6.5.1 Gesetzlich festgelegte Ausnahmen

Von einem Fahrverbot ausgenommen sind Kraftfahrzeuge nach § 47 Abs. 4a BImSchG:

1. „Kraftfahrzeuge der Schadstoffklasse Euro 6,
2. Kraftfahrzeuge der Schadstoffklassen Euro 4 und Euro 5, sofern diese im praktischen Fahrbetrieb in entsprechender Anwendung des

Artikels 2 Nummer 41 in Verbindung mit Anhang IIIa der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission vom 18. Juli 2008 zur Durchführung und Änderung der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformationen für Fahrzeuge (ABl. L 199 vom 28.7.2008, S. 1), die zuletzt durch die Verordnung (EU) 2017/1221 (ABl. L 174 vom 7.7.2017, S. 3) geändert worden ist, weniger als 270 Milligramm Stickstoffoxide pro Kilometer ausstoßen,

3. Kraftomnibusse mit einer Allgemeinen Betriebserlaubnis für ein Stickstoffoxid-Minderungssystem mit erhöhter Minderungsleistung, sofern die Nachrüstung finanziell aus einem öffentlichen Titel des Bundes gefördert worden ist, oder die die technischen Anforderungen erfüllen, die für diese Förderung erforderlich gewesen wären,
4. schwere Kommunalfahrzeuge mit einer Allgemeinen Betriebserlaubnis für ein Stickstoffoxid-Minderungssystem mit erhöhter Minderungsleistung, sofern die Nachrüstung finanziell aus einem öffentlichen Titel des Bundes gefördert worden ist, oder die die technischen Anforderungen erfüllen, die für diese Förderung erforderlich gewesen wären, sowie Fahrzeuge der privaten Entsorgungswirtschaft von mehr als 3,5 Tonnen mit einer Allgemeinen Betriebserlaubnis für ein Stickstoffoxid-Minderungssystem mit erhöhter Minderungsleistung, die die technischen Anforderungen erfüllen, die für diese Förderung erforderlich gewesen wären,
5. Handwerker- und Lieferfahrzeuge zwischen 2,8 und 7,5 Tonnen mit einer Allgemeinen Betriebserlaubnis für ein Stickstoffoxid-Minderungssystem mit erhöhter Minderungsleistung, sofern die Nachrüstung finanziell aus einem öffentlichen Titel des Bundes gefördert worden ist, oder die die technischen Anforderungen erfüllen, die für diese Förderung erforderlich gewesen wären,
6. Kraftfahrzeuge der Schadstoffklasse Euro VI und
7. Kraftfahrzeuge im Sinne von Anhang 3 Nummer 5, 6 und 7 der Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung vom 10. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2218), die zuletzt

durch Artikel 85 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474) geändert worden ist.“

8.6.5.2 Generelle Ausnahmen

Vom Fahrverbot generell ausgenommen sind:

- mobile Maschinen und Geräte,
- Arbeitsmaschinen,
- land- und forstwirtschaftliche Zugmaschinen,
- zwei- und dreirädrige Kraftfahrzeuge,
- Krankenwagen, Arztwagen mit entsprechender Kennzeichnung „Arzt Notfalleinsatz“ (gemäß § 52 Abs. 6 der Straßenverkehrs-Zulassungsordnung),
- Kraftfahrzeuge, mit denen Personen fahren oder gefahren werden, die außergewöhnlich gehbehindert, hilflos oder blind sind und dies durch die im Schwerbehindertenausweis eingetragenen Merkzeichen „aG“, „H“ der „Bl“ nachweisen,
- Fahrzeuge, mit denen Personen fahren oder gefahren werden, die über einen orangefarbenen Parkausweis für besondere Gruppen schwerbehinderter Personen nach § 46 Abs. 1 Nr. 11 StVO verfügen und diesen gut sichtbar hinter der Windschutzscheibe auslegen
- Fahrzeuge, für die Sonderrechte nach § 35 der Straßenverkehrsordnung in Anspruch genommen werden können,
- Fahrzeuge nichtdeutscher Truppen von Nichtvertragsstaaten des Nordatlantikpaktes, die sich im Rahmen der militärischen Zusammenarbeit in Deutschland aufhalten, soweit sie für Fahrten aus dringenden militärischen Gründen genutzt werden,
- zivile Kraftfahrzeuge, die im Auftrag der Bundeswehr genutzt werden, soweit es sich um unaufschiebbare Fahrten zur Erfüllung hoheitlicher Aufgaben der Bundeswehr handelt,
- Fahrzeuge mit E-Kennzeichen,
- Fahrzeuge bei Prüfungs-, Probe- oder Überführungsfahrten
 - mit Kurzzeitkennzeichen,
 - mit roten Kennzeichen nach § 16 Fahrzeug-Zulassungs-Verordnung (FZV)
 - mit Ausfuhrkennzeichen nach § 19 FZV,

- Versuchs- und Erprobungsfahrzeuge nach § 70 Abs. 1a oder § 19 Abs. 6 der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung,
- Fahrzeuge, für die in den Spalten „J“ und „4“ der Zulassungsbescheinigung I oder der Spalte „zu 1“ des Fahrzeugscheins wahlweise die Schlüsselnummer 870000, 870100, 879900, 891000, 892000, 164600 oder 084600 eingetragen ist, wenn sie von Schaustellern, die § 55 Abs. 1 Nr. 2 Gewerbeordnung (GewO) unterfallen, eingesetzt werden für Fahrten zu und von innerhalb der Fahrverbotszone veranstalteten Volksfesten (§ 60b GewO) und Jahrmärkten (§ 68 Abs. 2 GewO), die nach § 69 GewO festgesetzt sind, oder für Fahrten von ihren innerhalb der Fahrverbotszone gelegenen Betriebshöfen und/oder Unternehmenssitzen zu außerhalb der Fahrverbotszone veranstalteten festgesetzten derartigen Märkten und zurück. Die Ausnahme gilt auch an den festgesetzten An- und Abbautagen.

8.6.5.3 Befristete Ausnahmen

Befristet bis zum 31. Dezember 2021 werden folgende Ausnahmen von den Verkehrsbeschränkungen gewährt:

1. Direkte Anwohner und Gewerbebetrieb mit Sitz an einem der von streckenbezogenen Fahrverboten betroffenen Straßenabschnitt
2. Bewohner und Gewerbebetriebe mit Sitz in der Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings

Entsprechend den Entscheidungen des Gerichts wird den direkt Betroffenen damit die Möglichkeit eröffnet, das eigene Fahrzeuge durch eine Hardware-Nachrüstung den Anforderungen anzupassen (siehe auch Kap. 8.6.5.7).

Befristet bis zum 30. Juni 2022 werden

1. direkten Anwohnern und Gewerbebetrieben mit Sitz an einem der von streckenbezogenen Fahrverboten betroffenen Straßenabschnitt sowie
2. Bewohnern und Gewerbebetrieben mit Sitz in der Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings

Ausnahmen von den Verkehrsbeschränkungen gewährt, wenn eine Nachrüstung des Fahrzeugs, mit der die für die Befahrung der mit Verkehrsbeschränkungen belegten Straßenabschnitte erforderlichen Kriterien erreicht werden können, technisch nicht möglich ist.

Derzeitigen Kriterien erreicht werden können, technisch nicht möglich ist. Durch die Bescheinigung eines amtlich anerkannten Sachverständigen einer Technischen Prüfstelle ist nachzuweisen, dass das Kraftfahrzeug nicht nachgerüstet werden kann. Zum Zeitpunkt der Antragstellung darf die Bescheinigung nicht älter als ein Jahr sein.

8.6.5.4 Individuelle Ausnahmen

Die zuständige Behörde kann den Verkehr mit Fahrzeugen zulassen, die eigentlich von Verkehrsbeschränkungen betroffen sind. Voraussetzung dafür ist, dass dies im öffentlichen Interesse liegt, insbesondere dann, wenn dies zur Versorgung der Bevölkerung mit lebensnotwendigen Gütern und Dienstleistungen notwendig ist, oder überwiegende und unaufschiebbare Interessen Einzelner dies erfordern.

Aus Gründen besonderer sozialer Härtefälle können für Anwohner sowie ansässige Gewerbebetriebe über die Fristen unter 8.6.5.3 hinaus individuelle Ausnahmen auf Antrag gewährt werden. Hierzu müssen sie die Voraussetzungen nach A 1.1 bis einschließlich A 1.4 erfüllen.

Fahrzeughalter und Gewerbebetriebe jenseits der von Fahrverboten betroffenen Bereiche müssen zum Erhalt einer Ausnahmegenehmigung neben den Voraussetzungen nach A 1.1 bis A 1.4 zusätzlich noch einen notwendigen Fahrzweck nach A 2. nachweisen.

A. Befreiungen auf Antrag

Ausnahmegenehmigungen in Fällen wirtschaftlicher und sozialer Härte können gewährt werden, wenn die nachfolgend, unter A.1 aufgeführten allgemeinen Voraussetzungen kumulativ (gemeinsam) und bei Fahrzeughaltern mit Wohn- oder Firmensitz jenseits der von Verkehrsbeschränkungen betroffenen Abschnitte zusätzlich mindestens eine der besonderen Voraussetzungen unter A.2 erfüllt sind. Die Dauer der Ausnahme ist auf das angemessene Maß zu beschränken und dem nachgewiesenen Bedarf anzupassen.

A.1 Allgemeine Voraussetzungen

- A.1.1 Das Kraftfahrzeug wurde vor dem 1. Januar 2020 auf den Fahrzeughalter zugelassen.
- A.1.2 Eine Nachrüstung des Fahrzeugs, mit der die für die Befahrung der mit Verkehrsbeschränkungen belegten Straßenabschnitte erforderlichen Kriterien erreicht werden können, ist technisch nicht möglich.

Durch die Bescheinigung eines amtlich anerkannten Sachverständigen einer Technischen Prüfstelle ist nachzuweisen, dass das Kraftfahrzeug nicht nachgerüstet werden kann. Zum Zeitpunkt der Antragstellung darf die Bescheinigung nicht älter als ein Jahr sein.

A.1.3 Dem Halter des Kraftfahrzeugs steht für den beantragten Fahrtzweck kein anderes auf ihn zugelassenes Kraftfahrzeug, das die erforderlichen Kriterien zur Befahrung der mit Verkehrsbeschränkungen belegten Straßenabschnitte erfüllt, zur Verfügung.

A.1.4 Eine Ersatzbeschaffung ist wirtschaftlich nicht zumutbar.

Bei der Prüfung der wirtschaftlichen Nichtzumutbarkeit werden die Pfändungsfreigrenzen aus dem Vollstreckungsrecht der Zivilprozessordnung (ZPO) angewendet, die anerkannte Einkommensgrenzen darstellen, mit denen ein Lebensunterhalt für eine Person nebst unterhaltspflichtigen Personen (inklusive Miete und allen anderen Kosten) bestritten werden kann. Sie werden vom Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz alle zwei Jahre neu festgelegt [47].

Bei Gewerbetreibenden ist durch eine begründete Stellungnahme eines Steuerberaters zu belegen, dass die Ersatzbeschaffung eines Fahrzeugs, das die erforderlichen Kriterien zur Befahrung der mit Verkehrsbeschränkungen belegten Straßenabschnitte erfüllt, zu einer Existenzgefährdung führen würde.

Im Rahmen der Prüfung auf eine Ersatzbeschaffung werden die Pfändungsfreigrenzen den aktuell geltenden Tabellen angepasst.

A.2 Besondere Voraussetzungen für bestimmte Fahrtzwecke mit Ziel oder Quelle in den betroffenen Abschnitten

Liegen die allgemeinen Voraussetzungen nach Nr. A.1 vor, kann für folgende Fahrtzwecke eine Ausnahme von Verkehrsbeschränkungen erteilt werden:

A.2.1 Private/gewerbliche Fahrtzwecke

A.2.1.1 Fahrten zum Erhalt und zur Reparatur von technischen Anlagen, zur Behebung von Gebäudeschäden einschließlich der

Beseitigung von Wasser-, Gas- und Elektroschäden,

A.2.1.2 Fahrten für soziale und pflegerische Hilfsdienste,

A.2.1.3 Fahrten für notwendige regelmäßige Arztbesuche,

A.2.1.4 Gewerbliche Fahrten zur Erreichung von Busparkplätzen innerhalb der Fahrverbotszone.

A.2.2 Öffentliche Fahrtzwecke

A.2.2.1 Fahrten zur Versorgung der Bevölkerung mit lebensnotwendigen Gütern des Lebensmitteleinzelhandels, von Apotheken, Altenheimen, Krankenhäusern und ähnlichen Einrichtungen; von Wochen- und Sondermärkten sowie

A.2.2.2 Fahrten für die Belieferung und Entsorgung von Baustellen, die Warenanlieferung zu Produktionsbetrieben und Versand von Gütern aus der Produktion, inkl. Werkverkehr, wenn Alternativen nicht zur Verfügung stehen.

8.6.5.5 Antrag auf Ausnahmegenehmigung

Für die genannten Ausnahmemöglichkeiten nach 8.6.5.4 A. ist grundsätzlich ein Antrag erforderlich. Anträge auf Ausnahmegenehmigungen können formlos schriftlich bei der

Straßenverkehrsamt
Gutleutstraße 191
60327 Frankfurt am Main
Service-Telefon:
A-D +49 69 212 42369
E-F +49 69 212 42678
G-L +49 69 212 42369
M-R +49 69 212 42520
S-Z +49 69 212 42678

E-Mail: ausnahmen.stvo@stadt-frankfurt.de

gestellt werden. Ein komfortables Online-Verfahren ist in Vorbereitung und wird, sofern Fahrverbote in Kraft treten müssen, nach Freischaltung auf den Internetseiten der Stadt Frankfurt am Main zu finden bzw. verlinkt sein.

Die Art der Genehmigung variiert von einer Einzelgenehmigung, gültig von einem Tag bis zu einem Monat bis zu einer Jahrgenehmigung.

Dem Antrag auf Erteilung einer Ausnahmegenehmigung sind folgende Unterlagen beizufügen:

1. Kopie des Fahrzeugscheins bzw. der Zulassungsbescheinigung I,
2. Bescheinigung, dass das Fahrzeug technisch nicht nachrüstbar ist,
3. Einkommensnachweis bzw. Bescheinigung eines Steuerberaters, dass der Kauf eines anderen Fahrzeugs wirtschaftlich nicht zumutbar ist,
4. ausführliche Begründung, warum der Straßenabschnitt mit verkehrsbeschränkenden Maßnahmen befahren werden muss.

Keine Ausnahmegenehmigungen gibt es bspw. für Fahrten

- von Touristen,
- zu Einkaufs- oder Besuchszwecken,
- zum Transport von Kindern zur Kindertagesstätte, Schule o. ä.,
- zum Besuch von Abendschulen,
- zur privaten Pflege von Angehörigen, die in dem Straßenabschnitt mit Verkehrsbeschränkungen leben, sofern die allgemeinen Voraussetzungen nicht eingehalten werden,
- von Arbeitnehmern mit ungünstigen Arbeitszeiten, deren Arbeitsstelle innerhalb eines Straßenabschnitts mit Verkehrsbeschränkungen liegt (hier ist der Fußweg zumutbar).

Zusätzliche Wegstrecken bzw. eine Zeitersparnis bei der Benutzung gesperrter Straßenabschnitte stellen keinen Grund für eine Ausnahmegenehmigung dar.

Außerdem erhält keine Ausnahmegenehmigung, wer die formalen Bedingungen bei Antragstellung nicht erfüllt und die erforderlichen Unterlagen nicht vorlegt.

8.6.5.6 Kosten für Ausnahmegenehmigungen

Die Kosten für Entscheidungen über eine Ausnahme von Fahrverboten nach § 40 Abs. 1 BImSchG sind in der Anlage zur Verwaltungskostenvorgabe für den Geschäftsbereich des Ministeriums für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz geregelt.

- 20 € für Genehmigungen mit einer Laufzeit von bis zu einem Monat.
- 50 € für Genehmigungen mit einer Laufzeit von sechs Monaten.
- 100 € für Genehmigungen mit einer Laufzeit von einem Jahr.

- 20 € für ablehnende Bescheide. In diesem Fall wird der Antragsteller vorher schriftlich informiert, damit er die Gelegenheit hat, den Antrag schriftlich zurückzuziehen.

8.6.5.7 Hardware-Nachrüstung

Das Bundesverkehrsministerium hat im Zuge des Dieselskandals großzügige Förderungen der Hardware-Nachrüstung von Dieselfahrzeugen ab Euronorm 4 auf den Weg gebracht. Dazu gehört u.a. eine Förderrichtlinie zur Nachrüstung von Handwerker- und Lieferfahrzeugen mit einer Förderquote bis zu 80 Prozent der förderfähigen Kosten. Genaue Informationen zu Voraussetzungen und Umfang der Förderung sind auf der Internetseite des Bundesverkehrsministeriums unter <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Hardware-Nachruetzung/hardware-nachruetzung-fuer-handwerker-und-lieferfahrzeuge.html> erhältlich.

Da die Stadt Frankfurt am Main zu den so genannten Intensivstädten gehört, werden die Kosten für eine Hardware-Nachrüstung von Pkw von zwei Automobilherstellern – VW und Daimler – bis zu einer Höhe von 3.000 Euro übernommen. Das gilt für die Bewohner von Frankfurt am Main und der direkt angrenzenden Landkreise.

Weitere Informationen zu diesem Thema sowie zu Umtauschprämien und Rabatten sind auf der Internetseite des Bundesverkehrsministeriums unter <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/konzept-FAQ.html> nachzulesen.

Infolge der geförderten Nachrüstung von Dieselfahrzeugen mit SCR-Technik erhöht sich die Verhältnismäßigkeit möglicher Fahrverbote, da die Nachrüstung eine dauerhafte Weiternutzung der Fahrzeuge auch in den Fahrverbotsbereichen bei vergleichsweise geringen Kosten ermöglicht.

8.6.5.8 Konzept zur Überwachung der Fahrverbotsregelungen

Die Überwachung der Einhaltung der Verkehrsbeschränkungen ist zur Gewährleistung der Wirksamkeit der Maßnahme erforderlich. Diese Kontrollen werden von der Landespolizei, aber insbesondere von der Städtischen Verkehrspolizei im fließenden und ruhenden Verkehr durchgeführt. Vor dem Hintergrund der prognostizierten Vielzahl von Ausnahmegenehmigungen muss in Ermangelung einer zentralen Datenbank zur Vermeidung zahlloser unberechtigter Anzeigen bei der Überwachung zumindest in der ersten Phase

eine Sichtkontrolle im Fahrzeug, respektive eine Prüfung im Rahmen einer Anhaltekontrolle vorgenommen werden. Die Überwachungstechniken werden daher zunächst auf Anhaltekontrollen und Kontrollen im ruhenden Verkehr zu beschränken sein. Erst nach Absenkung gültiger Ausnahmegenehmigungen unter einen Schwellenwert wird es möglich sein, die Kontrollaktivität auf den fließenden Verkehr ohne Anhaltekontrollen auszuweiten.

Der Kontrollschwerpunkt innerhalb der Fahrverbotszone, gekennzeichnet durch das Umweltzonenschild mit einem Zusatzzeichen entsprechend der Beschränkung liegt auf dem ruhenden Verkehr. Derartige Kontrollen gestalten sich im Vergleich zu Anhaltekontrollen unaufwändig und sie decken das Problemfeld umfassend ab, da der Durchfahrtsverkehr vernachlässigbar ist. Zur Vermeidung unzulässiger Doppelverwarnungen werden von der Landespolizei lageangepasste ergänzende Schwerpunktkontrollen (durch Anhaltekontrollen) nur vereinzelt durchgeführt.

Die Ausgestaltung der Kontrollen im ruhenden Verkehr sind abhängig von den technischen Realisierbarkeiten. Sofern über die mobilen Datenerfassungsgeräte des Außendienstes (entweder integriert in die bestehende Erfassungsoftware

oder als separates Programm) eine direkte Abfragemöglichkeit beim Zentralen Fahrzeugregister (ZRFR) besteht, erfolgen verdachtsabhängige und stichprobenhafte Prüfungen vor Ort. Alternativ erfolgen die Prüfungen der vom Außendienst verdachtsabhängig und stichprobenhaft erfassten Fahrzeuge im Innendienst.

Auf mittlere Sicht kommt auch eine Überwachung durch selbsttätig wirkende Geräte gemäß § 63c StVG in Frage. Da diese Geräte jedoch derzeit laut Krafftahrt-Bundesamt noch nicht im Einsatz sind, muss hierzu die weitere Entwicklung abgewartet werden. Alternativ können im Rahmen von Geschwindigkeitsmessungen stichprobenhaft Kontrollen durchgeführt werden, deren Prüfung vor Ort oder im Innendienst im Rahmen der Auswertung erfolgt.

Bei den streckenbezogenen Fahrverboten außerhalb des Anlagenrings, gekennzeichnet durch das allgemeine Fahrverbot mit einem Zusatzzeichen entsprechend der Beschränkung, liegen die Probleme beim Durchfahrtsverkehr. Die Landespolizei führt in eigener Zuständigkeit lageangepasste Kontrollmaßnahmen (Anhaltekontrollen) zur Einhaltung der Durchfahrtsverbote mit Unterstützung der Städtischen Verkehrspolizei durch.

9 Zusammenfassung

Mit den Maßnahmen des vorliegenden Luftreinhalteplanentwurfs wird die Stickstoffdioxidbelastung in Frankfurt am Main schnellstmöglich und unter Beachtung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes reduziert.

Als Grundlage für eine zielgerichtete Maßnahmenfestlegung wurden umfangreiche Untersuchungen durchgeführt, wozu auch ein Verkehrs- sowie ein Immissionsgutachten gehörten. Zweifelsfrei konnte dabei der Straßenverkehr als Hauptverursacher der Belastung identifiziert werden. Hier liegt der wirksamste Ansatz zu einer effektiven Minderung der Luftschadstoffbelastung.

Daher setzt die Stadt Frankfurt am Main mit ihren Maßnahmen vor allem auf eine Verringerung des motorisierten Individualverkehrs, indem sie Maßnahmen ergreift, die den Umstieg auf den ÖPNV und das Rad attraktiver machen. Dabei trägt die sukzessive weitere Verbesserung des Emissionsstandards der Linienbusflotte zu einer zusätzlichen Emissionsminderung bei. Unterstützt werden diese Maßnahmen durch ein umfassendes Konzept zur Parkraumbewirtschaftung. Zusammen mit den Maßnahmen im Verkehrsmanagement, die dazu beitragen, den Verkehr durch angepasste Tempolimits oder Ampelschaltungen möglichst emissionsarm abzuwickeln, kann die Belastung an vielen Stellen soweit verringert werden, dass der Grenzwert eingehalten werden kann.

Nach den Prognoserechnungen bleibt jedoch selbst im Jahr 2021 eine Reihe von Straßenabschnitten übrig, an denen der Immissionsgrenzwert teilweise noch deutlich überschritten wird. Um die gesetzlich vorgegebene schnellstmögliche Einhaltung des Grenzwertes zu erreichen, waren den Vorgaben des Urteils des Hessischen Verwaltungsgerichtshofs entsprechend auch Verkehrsbeschränkungen zu untersuchen und – sofern notwendig – auch festzulegen. Um trotz allem das mildeste Mittel zu wählen, wurden eine Vielzahl von verschiedenen Fahrverbotsvarianten im Zusammenhang mit den von der Stadt Frankfurt am Main vorgesehenen Maßnahmen untersucht. Dabei hat sich eine Kombination aus Masterplanfall (Maßnahmen der Stadt Frankfurt am Main), einer kleinen Fahrverbotszone inner-

halb des Anlagenrings, einzelnen streckenbezogenen Fahrverboten und einer Änderung der festgelegten Höchstgeschwindigkeit als die verhältnismäßigste Variante dargestellt.

Mit der Corona-Pandemie hat sich die Grundlage dieser Prognoserechnungen jedoch unverkennbar geändert. Die Höhe der berechneten Belastung basiert auf den Verkehrszahlen, wie sie vor der Corona-Krise in Frankfurt am Main üblich waren. Zwar erholte sich das Verkehrsaufkommen nach Ende des Lockdowns und erreichte im September 2020 wieder das ursprüngliche Niveau, verringerte sich dann aber im Zuge des zweiten „Lockdown light“ ab November 2020 wieder um ca. 15%. Ggf. trägt die zunehmende Akzeptanz von Homeoffice seitens der Arbeitgeber zu einer dauerhaft merklichen Verkehrsverringering bei. Auch kam es mit der Krise zu einem regelrechten Fahrrad-Boom. Andererseits sind viele wieder von öffentlichen Verkehrsmitteln auf das eigene Auto umgestiegen, um die Ansteckungsgefahr zu minimieren. Derzeit nicht absehbar sind u.U. auch wieder zunehmende Restriktionen in der Herbst- und Winterzeit, die infolge der höheren Ansteckungsgefahr beim überwiegenden Aufenthalt in geschlossenen Räumen drohen könnten.

Da die Immissionsprognose für das Jahr 2021 hierdurch mit erhöhten Unsicherheiten verbunden ist, wird sie für die Anordnung von Fahrverboten nicht herangezogen. Sie hat jedoch gezeigt, wo sich die unter normalen Umständen kritischen Bereiche hoher Belastung befinden. An diesen Stellen wurden – sofern nicht bereits vorhanden – neue Messstandorte installiert, um die tatsächliche Belastung zu messen. Mitte 2020 lag an allen verkehrsnahen Messstandorten in Frankfurt am Main die Stickstoffdioxidbelastung unterhalb des Immissionsgrenzwertes. Aber die Tendenz zeigt auch wieder ansteigende Werte. Um Fahrverbote, die einen erheblichen Eingriff in die Rechte der Fahrzeughalter darstellen, nur dann anzuordnen, wenn es die Belastungssituation erfordert, wird ihre Einführung von der tatsächlichen Entwicklung der Schadstoffbelastung, d.h. der Entwicklung der Messwerte an den relevanten Messstandorten, abhängig gemacht.

10 Behandlung der Einwendungen

Während des Zeitraums der Öffentlichkeitsbeteiligung gingen insgesamt 21 Schreiben zum Luftreinhalteplanentwurf ein. Davon fünf von Verbänden und 16 von Privatpersonen. Die angesprochenen Punkte sind nachstehend thematisch zusammengefasst:

- Fahrverbote bzw. Zulassung weiterer Ausnahmen
- Fehlende Kontrollen
- Verbesserung des Verkehrsflusses
- Tempolimit
- Ordnungsgemäße Beteiligung und Information
- Messung mit Passivsammlern
- Angewandte Beurteilungstechnik
- Konzentration der Maßnahmen auf den Straßenverkehr
- Fehlende Maßnahmen zur Feinstaubreduzierung
- Vorschläge für weitere Maßnahmen

Neben Kritikpunkten gab es auch viele Anregungen für weitere Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität in Frankfurt am Main. Sie wurden genauso auf ihre Umsetzbarkeit hin überprüft wie die eingegangenen Beschwerden.

Im Folgenden wird auf die einzelnen Punkte konkret eingegangen und dargestellt, ob und inwiefern sie zu einer Planänderung geführt haben oder aus welchen Gründen sie nicht berücksichtigt werden konnten.

10.1 Fahrverbote bzw. Zulassung weiterer Ausnahmen

10.1.1 Vorgehen bei der Anordnung von Fahrverboten

Der Zeitpunkt der Umsetzung möglicher Fahrverbote, ihr Ausmaß sowie die festgelegten Auslösebedingungen werden als nicht ausreichend und nicht den Vorgaben des Gerichtsurteils [34] entsprechend kritisiert.

10.1.1.1 Zeitpunkt der Umsetzung

Der vorgesehene Zeitpunkt der Anordnung von Fahrverboten frühestens ein halbes Jahr nach

Inkrafttreten des Luftreinhalteplans wird als nicht den Vorgaben des Gerichtsurteils entsprechend beurteilt.

Der Hessische Verwaltungsgerichtshof in Kassel hat in seiner Urteilsbegründung dazu ausgeführt:

„Für Kraftfahrzeuge mit Dieselmotoren der Abgasnorm Euro 5, die nicht durch Hardware-Nachrüstung verbesserte Emissionen im Sinne des § 47 Abs. 4a Satz 2 Nr. 2 BImSchG nachweisen können, wäre vom Beklagten für den zuvor genannten Bereich bzw. diese Strecken ein Verkehrsverbot sechs Monate nach Inkrafttreten der Fortschreibung in Betracht zu ziehen. Von diesen Maßnahmen kann abgesehen werden, soweit auf einzelnen Strecken oder in kleinräumigen Zonen aufgrund der aktualisierten Prognose im Jahr 2021 auch ohne deren Anordnung die Einhaltung oder Unterschreitung des Grenzwertes von 40 µg/m³ zu erwarten ist.“

Und weiter:

„Von der Aufnahme eines zwingend zu beachtenden Datums für den Erlass des Luftreinhalteplans in die Entscheidungsformel sieht der erkennende Senat wegen der noch ausstehenden Analysen und Gutachten und des noch durchzuführenden Beteiligungsverfahrens ab. Um dem Zügigkeitsgebot des Art. 23 Abs. 1 Unterabs. 2 der Richtlinie 2008/50/EG und § 47 Abs. 1 Satz 3 BImSchG zu genügen, ist der Beklagte jedoch verpflichtet, das Verfahren zur weiteren Fortschreibung unverzüglich, d. h. ohne schuldhaftes Zögern (vgl. § 121 Abs. 1 Satz 1 BGB) zu betreiben. Das Zügigkeitsgebot verbietet es deshalb entgegen der Ansicht des Beklagten (Schriftsatz vom 15.03.2019, Bl. IX/01382 ff. GA) aus den oben dargestellten Gründen, dafür erst einen Zeitpunkt nach dem Jahr 2020 in den Blick zu nehmen. Unter Beachtung dieser Grundsätze hat der Beklagte einen Abschluss des Verfahrens bis spätestens zum 31. Dezember 2020 anzustreben.“

Für die Aufstellung des Luftreinhalteplans waren – auch von Seiten des Gerichts gefordert – aufwändige Gutachten erforderlich sowie eine Berücksichtigung des aktuellsten Standes der Emissions- und Immissionsmodellierung. Wesentliche Grundlage dieser Gutachten war das aktuelle Verkehrsmodell der Stadt Frankfurt am Main, das für das Jahr 2019 neu erstellt und Ende 2019 vorgelegt wurde. Das beauftragte

Verkehrsgutachten hatte die Aufgabe, die verkehrlichen Auswirkungen der verschiedenen Maßnahmen und Maßnahmenkombinationen auf die Verkehrsbelastung in den einzelnen Straßenzügen der Stadt Frankfurt am Main zu untersuchen. Diese Verkehrszahlen bildeten eine der Grundlagen für die Immissionsberechnung. Die zweite wesentliche Grundlage der Immissionsberechnungen bildeten die neuen Emissionsfaktoren des Handbuchs der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA). Diese wurden zwar bereits im September 2019 veröffentlicht, es dauerte jedoch bis Anfang Februar 2020, bis sie in die entsprechende Modellierungssoftware umgesetzt waren. Trotz des Umfangs der durchgeführten Untersuchungen – vor allem der Immissionsmodellierung, welche Berechnungen für 1.125 einzelne Straßenabschnitte mit jeweils ca. 40 individuellen Angaben pro Straßenabschnitt und dies für 32 unterschiedliche Plan- und Prognosefälle enthält – konnten diese Gutachten in vergleichsweise kurzer Zeit bis Ende Juli abgeschlossen werden. Bei Berücksichtigung der erforderlichen Dauer für die Öffentlichkeitsbeteiligung, die sich bis Mitte November 2020 erstreckte und dem geplanten Inkrafttreten des Luftreinhalteplans Ende Dezember 2020 wurde dem Zügigkeitsgebot umfänglich Rechnung getragen. Demnach entspricht der früheste Zeitpunkt einer Anordnung von Fahrverboten zum 1. Juli 2021 exakt den Vorgaben des Gerichts.

10.1.1.2 Auslösekriterien für die Fahrverbote

Bemängelt wird, dass nicht die Berechnungsergebnisse, sondern Messungen als Auslösekriterien für die Fahrverbote genutzt werden sollen. Darüber hinaus wird kritisiert, dass die Passivsammlermessungen nicht an den Stellen der höchsten Belastung positioniert sind und dass die Auslösung von Fahrverboten innerhalb des Anlagenrings ausschließlich von den Messwerten der Passivsammler Börneplatz und Mainkai abhängig gemacht werden, obwohl an anderen Straßen innerhalb des Anlagenrings höhere Belastungen prognostiziert wurden.

Im Kap. 8.6.4 wurde ausführlich begründet, warum nicht die berechneten, sondern gemessene Belastungen als Auslösekriterium für die Fahrverbote festgelegt wurden. Diese Vorgehensweise entspricht auch den Vorgaben des Gerichts in der Urteilsbegründung:

„Denn nach den Vorgaben der RL 2008/50/EG und der 39. BImSchV für die Feststellung von

Grenzwertüberschreitungen kommt es entscheidend auf die Messergebnisse an, während modellierte Ausbreitungsberechnungen insbesondere für die zu treffende Prognose maßgeblich sind.“

Die Modellierungsergebnisse zeigen, wo sich aufgrund der Bebauungssituation Abgase besonders gut anreichern können und wie hoch die Belastungen bei der bisher üblichen Höhe des Verkehrsaufkommens sind. Für diese Bereiche wurden Fahrverbote untersucht und auch festgelegt, soweit die berechnete Belastung den Immissionsgrenzwert nicht nur geringfügig überschreitet.

Da das Verkehrsaufkommen in der Corona-Krise jedoch nicht den bisherigen Werten entspricht, können die Modellierungsergebnisse nur als Anhalt für die am höchsten belasteten Bereiche herangezogen werden, aber nicht für die konkrete Höhe der Belastung. Dass sich die Verkehrsbelastung während der Corona-Krise deutlich geändert hat, zeigen die kontinuierlichen Verkehrsmessungen in der Frankfurter Höhenstraße. Ab März 2020 kam es durch den Lockdown bis Mai 2020 zu einem ca. 35%igen Rückgang des Verkehrsaufkommens. Nach einer deutlichen Lockerung der Kontaktbeschränkungen kam es zu einem deutlichen Wiederanstieg des Verkehrs, der im September 2020 wieder die normale Höhe erreichte. Mit dem zweiten Lockdown-light November 2020 reduzierte sich auch das Verkehrsaufkommen wieder auf ca. 85% des Normalniveaus.

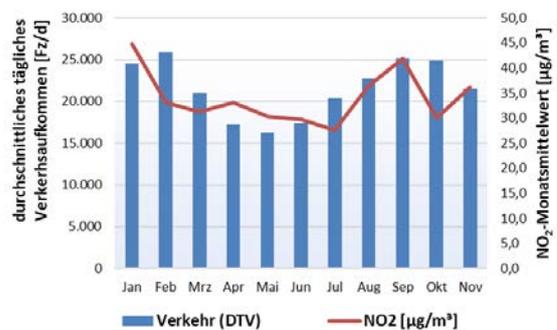


Abb. 95: Monatliches durchschnittliches Verkehrsaufkommen in der Frankfurter Höhenstraße und NO₂-Monatsmittelwerte an der Frankfurter Friedberger Landstraße im Jahr 2020.

Aufgrund der anhaltend hohen Infektionszahlen wurde dieser 2. Lockdown verlängert. Insofern ist und war die Prognose der Immissionsbelastung für das Jahr 2021 mit einer erhöhten Unsicherheit verbunden.

In Anbetracht dieser mit der Prognose verbundenen erhöhten Unsicherheiten, wird daher die

Anordnung von Fahrverboten nicht auf die berechneten Werte gestützt, ungeachtet des hohen Aufwands, der zur Qualitätssicherung der Gutachten betrieben wurde. Mit der jetzt festgelegten Vorgehensweise, dass Messwerte über die Anordnung von Fahrverboten entscheiden, wird den Vorgaben des Gesetzes entsprochen und der Gesundheitsschutz der Anwohner sichergestellt, ohne in unverhältnismäßiger Weise

in die Eigentumsverhältnisse und Freiheitsrechte Dritter einzugreifen. Um zu gewährleisten, dass dies auch innerhalb der hoch belasteten Bereiche innerhalb des Anlagenrings umfassend erfolgt, wurde Ende September 2020 ein weiterer Messstandort in der Hochstraße eingerichtet, der als relevanter Messstandort zur Beurteilung einer notwendigen Anordnung von Fahrverboten mit herangezogen wird.

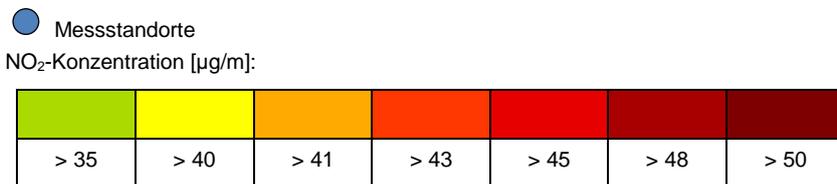
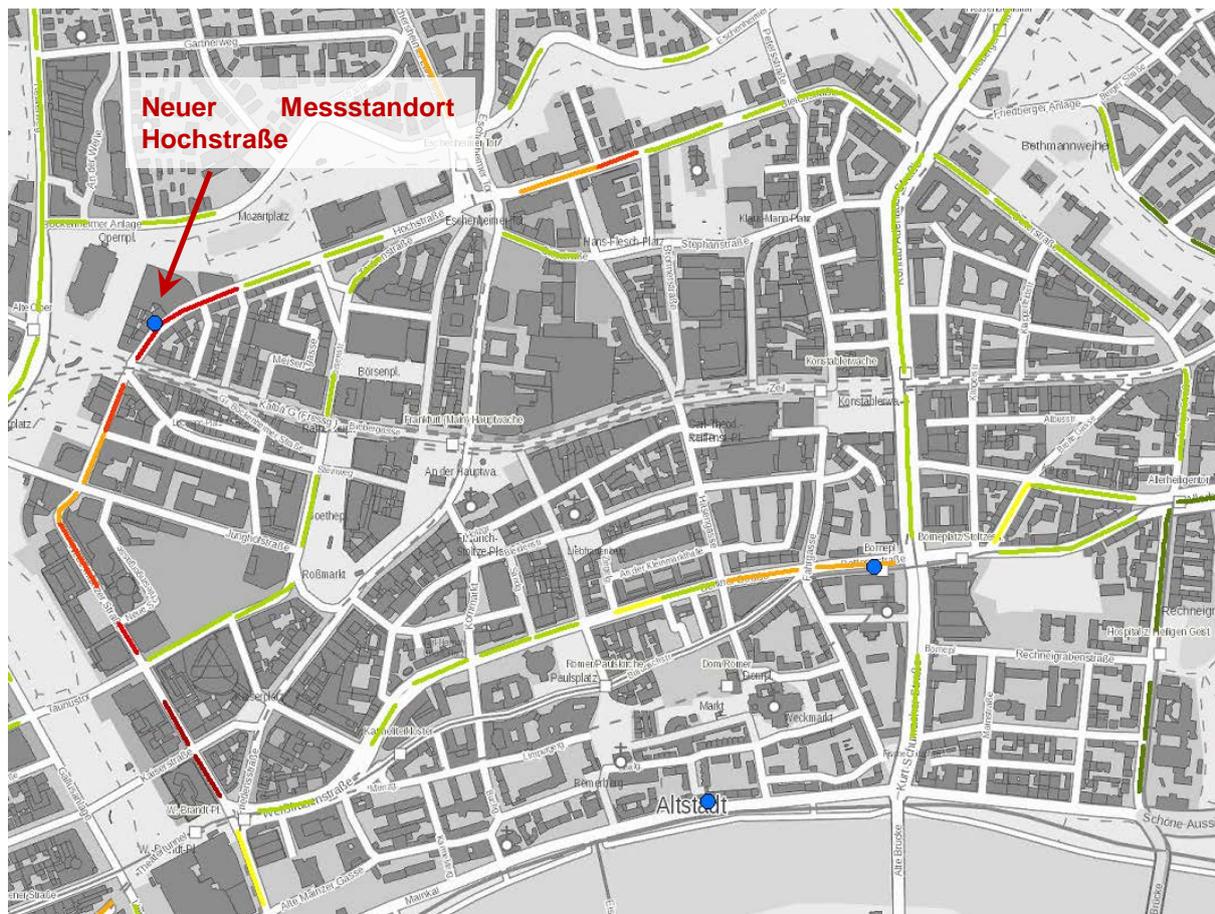


Abb. 96: NO₂-Belastungskarte Anlagenring bei Berücksichtigung der von der Stadt Frankfurt am Main vorgesehenen Maßnahmen (Masterplanfall 2021) und relevante Messstandorte

Die höchste berechnete Belastung liegt zwar in der Neuen Mainzer Straße mit Werten zwischen 48 und 49,2 µg/m³, in diesen Bereichen befindet sich jedoch keine Wohnbebauung. Die Belastung in der Hochstraße liegt mit 45,4 µg/m³ noch etwas höher als in dem kurzen Abschnitt auf der Bleichstraße, wo die NO₂-Konzentration mit 44,9

µg/m³ berechnet wurde und hier befinden sich neben Gewerbe auch Wohnungen.

Der Luftreinhalteplan wurde im Kap. 1.3.3 (Beschreibung der Messstellen) sowie im Kap. 8.6.4 bei den für die Fahrverbote relevanten Messstellen dementsprechend angepasst.

10.1.1.3 Ausmaß der Fahrverbote

Gerügt wird die fehlende Festlegung eines Fahrverbots in Sossenheim, obwohl nach den Berechnungen der Immissionsgrenzwert mit $42,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mehr als nur geringfügig überschritten wird. Dabei wird darauf verwiesen, dass das Bundesverwaltungsgericht in seinem Urteil vom 27. Februar 2018 streckenbezogene Fahrverbote generell als verhältnismäßig eingestuft habe.

Entgegen dieser Auffassung spielt die Verhältnismäßigkeit von Fahrverboten – auch von streckenbezogenen Fahrverboten – durchaus eine wesentliche Rolle. So lautet einer der Leitsätze des Bundesverwaltungsgerichtsurteils vom 27. Februar 2020:

„Der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit beansprucht Geltung nicht nur hinsichtlich der Frage, wie ein Verkehrsverbot auszugestalten ist, sondern auch bei der vorgelagerten Frage, ob ein Verkehrsverbot anzuordnen ist. Ob sich ein Verkehrsverbot bei höheren als nur sehr geringfügigen Grenzwertüberschreitungen als unverhältnismäßig darstellt, hängt von den Umständen des Einzelfalles ab.“

In Sossenheim liegen mit den Überschreitungen auf einzelnen kurzen Straßenabschnitten in Alt-Sossenheim ganz besondere Umstände vor, auf die konkret in Kap. 8.6.3.4 eingegangen wurde.



NO₂-Konzentration [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

< 40	> 40	> 41	> 43	> 45

Abb. 97: NO₂-Belastung im Stadtteil Sossenheim bei Berücksichtigung der festgelegten Maßnahmenkombination (Kap. 8.6.3.4) und Ausdehnung eines streckenbezogenen Fahrverbots

Wie Abb. 97 verdeutlicht, hätte aus verkehrlichen Gründen das streckenbezogene Fahrverbot von der Wiesbadener Straße bis zum Dunantring ausgedehnt werden müssen, da für einen kürzeren Fahrverbotsabschnitt keine geeignete Umfahrung zur Verfügung steht und auch um eine Verkehrsverlagerung in die deutlich dichter bebauten Straßen um die Straße Alt-Sossenheim herum zu vermeiden.

Da bei der Beauftragung der Gutachten die Corona-Krise noch nicht absehbar war, wurden bei den Immissionsberechnungen der Prognosefälle 2021 im Sinne eines konservativen Ansatzes kein Rückgang der Hintergrundbelastung gegenüber 2019 angenommen. Jetzt zeigen die Messwerte sowohl an den Hintergrundstationen in Höchst als auch Ost jedoch einen deutlichen Rückgang der Belastung. So lag der NO_2 -Jahresmittelwert 2019 in Höchst bei $34,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und bis Ende November 2020 nur noch bei $30,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An der Messstation Frankfurt-Ost in 2019 bei $29,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und Ende November 2020 bei $24,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dieser Rückgang ist wahrscheinlich auch auf die Corona-Krise zurückzuführen, aber die deutliche Verbesserung des Emissionsstandards der Fahrzeugflotte scheint sich doch stärker bemerkbar zu machen. Im Zeitraum Januar bis einschließlich Oktober 2020 wurden nach Angaben des Kraftfahrt-Bundesamtes bei den Pkw fast ausschließlich emissionsarme Euro-6d/Euro-6d(temp)-Fahrzeuge (Benziner 99,8%, Diesel 98,3%) zugelassen und der hohe Anteil an neu zugelassenen reinen Elektrofahrzeugen in Höhe von 5,25% an allen neu zugelassenen Pkw zeigt, dass sich hier gerade die Emissionen der Fahrzeugflotte deutlich Richtung emissionsarmer Fahrzeuge verschiebt. Während die deutliche Verbesserung der Fahrzeugflotte zwar für die Berechnungen der Zusatzbelastung durch den lokalen Verkehr berücksichtigt wurde, blieb sie bei der Hintergrundbelastung unberücksichtigt, obwohl der Verkehr einen nicht unerheblichen Anteil auch an der Hintergrundbelastung hat.

Das Berechnungsergebnis von $42,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Stickstoffdioxid als Jahresmittelwert 2021 an dem 53 m langen Abschnitt der Straße Alt-Sossenheim dürfte daher die Belastungssituation eher überschätzen. Dafür sprechen auch die ersten Messergebnisse an den neuen relevanten Messstandorten in Höchst. Sie unterschreiten den Immissionsgrenzwert mit gemessenen NO_2 -Monatsmittelwerten (September 2020) zwischen $33,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und $36,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ deutlich, obwohl für sie Werte zwischen $42,3$ und $44,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (im Jahresmittel) prognostiziert waren.

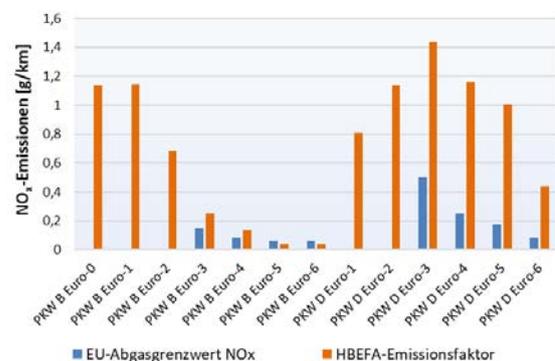
D.h., ein Fahrverbot auf einer Strecke von 2 km anzuordnen, um eine lediglich berechnete Grenzwertüberschreitung auf einem 53 m langen Straßenabschnitt zu vermeiden, ist unverhältnismäßig.

10.1.2 Fahrverbot für Ottomotoren (Benziner) der Euronormen 1 und 2

Bemängelt wird, dass mögliche Fahrverbote auch für Ottomotoren der Abgas- bzw. Euronormen 1 und 2 gelten sollen, obwohl diese mit einem geregelten 3-Wege-Katalysator ausgestatteten Fahrzeuge nach eigenen Aussagen keine erhöhten NO_x -Emissionen aufweisen würden.

Dieser Kritik sind die Untersuchungen, die länderübergreifend zum Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) durchgeführt wurden, entgegenzuhalten. Wie in den Kapiteln 6.1.1 bis 6.1.4 dargestellt, sanken die EU-Abgasgrenzwerte mit jeder neuen Euronorm deutlich. Die Fahrzeuge, das gilt sowohl für Dieselfahrzeuge als auch Fahrzeuge mit Ottomotor, hielten jedoch im Realbetrieb diese Grenzwerte weitgehend nicht ein. Bei den Ottomotoren (Benziner) lagen und liegen die NO_x -Emissionen zwar weit unterhalb der von Dieselfahrzeugen, aber auch die Grenzwerte sind deutlich niedriger als die NO_x -Abgasgrenzwerte für Dieselfahrzeuge.

Ein direkter Vergleich zwischen den NO_x -Abgasgrenzwerten für Euro-1- und Euro-2-Pkw und ihren gemessenen NO_x -Emissionen im Realbetrieb ist allerdings nicht möglich, da bis einschließlich der Euro-2-Norm nur ein kombinierter Grenzwert für Kohlenwasserstoffe (HC) plus Stickoxide (NO_x) festgelegt war.



B = Benzin bzw. Ottomotor D = Dieselmotor

Abb. 98: Vergleich der EU-Abgasgrenzwerte mit den Realemissionen bei Pkw nach Emissionsgruppen (Euronormen); HBEFA 4.1

Wie Abb. 98 zeigt, liegen die realen NO_x-Emissionen von Ottofahrzeugen bis einschließlich Euro 2 ähnlich hoch wie bei Diesel-Pkw der Euronormen 1 bis 5. Auch wenn Benzinfahrzeuge der Euronormen 0 bis 2 nur noch einen geringen Anteil am Fahrzeugbestand ausmachen, wäre es eine Ungleichbehandlung gegenüber Besitzern von Diesel-Pkw der Euro-5-Norm, diese Fahrzeuge trotz ihres vergleichbar hohen NO_x-Ausstoßes von einem Fahrverbot auszunehmen.

Darüber hinaus handelt es sich bei diesen Fahrzeugen um relativ alte Fahrzeuge, da die Euro-3-Norm für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge bereits am 1. Januar 2000 in Kraft getreten ist. Bis zur möglichen Anordnung eines Fahrverbots ab Juli 2021 handelt es sich bei den Benzinern der Euronormen 0 bis einschließlich 2 also um Fahrzeuge, die mindestens 20 Jahre alt sind. Daher führt diese Einwendung nicht zu einer Planänderung.

10.1.3 Fahrverbote für Dieselfahrzeuge Euro-5/V, Zulassung weiterer Ausnahmen

Ein häufig geäußertes Kritikpunkt ist das mögliche Fahrverbot für Dieselfahrzeuge der Euronorm-5/V, obwohl diese Fahrzeuge noch vergleichsweise neu sind und im Hinblick auf die damals seitens der Automobilindustrie propagierte „Umweltfreundlichkeit“ gekauft wurden.

Die hohen Abgasemissionen von Dieselfahrzeugen stehen bereits seit langer Zeit in der Kritik. Ursprünglich aufgrund des hohen Feinstaubausstoßes wurden ab 2006 erste Umweltzonen eingeführt, die eine Einfahrt vor allem Dieselfahrzeugen verwehrte, sofern sie nicht mit einem eingebauten oder nachgerüsteten Partikelfilter ausgestattet waren. Gleichzeitig wurden jedoch erste Bedenken laut, dass Dieselfahrzeuge – auch mit eingebautem Partikelfilter – u.U. zwar die EU-Abgasgrenzwerte für Feinstaub (PM) einhielten, nicht jedoch die für Stickoxide. Daher war einer der Erwägungsgründe für die Verordnung EG 715/2007 vom 20. Juni 2007 über die Typgenehmigung von Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6), dass es zur Verbesserung der Luftqualität insbesondere einer erheblichen Minderung der Stickoxidemissionen bei Dieselfahrzeugen bedarf.

Obwohl die Euro-5-Norm für Pkw erst zum 1. September 2009 und für leichte Nutzfahrzeuge ein Jahr später in Kraft getreten ist, nahmen die

NO_x-Emissionen im Realbetrieb bei weitem nicht in dem geforderten Umfang ab (siehe Abb. 98).

Daher wurden bereits 2012 Umweltzonen nur aufgrund zu hoher Stickstoffdioxidbelastung eingeführt (z.B. Remscheid) und nicht wegen eines Feinstaubproblems. I.d.R. stellte die Einführung von Umweltzonen eine Maßnahme zur Verringerung beider Luftschadstoffe dar. Auch nachdem die Feinstaubgrenzwerte in den meisten Städten eingehalten werden konnten, hatten die Umweltzonen weiter Bestand, um damit die Stickstoffdioxidsituation weiter verbessern zu können. Das galt und gilt auch weiterhin für die gesamte Umweltzone in Frankfurt am Main.

Auslöser für die 1. Fortschreibung des Luftreinhalteplans Frankfurt am Main vom Oktober 2011 waren bereits nicht mehr die Überschreitungen der Feinstaubgrenzwerte, sondern die hohe Belastung mit Stickstoffdioxid. Dass Diesel-Pkw hieran einen hohen Verursacheranteil aufwiesen, der auch mit Einführung der Euro-5-Norm praktisch nicht geringer wurde, zeigten die in diesem Zusammenhang im Luftreinhalteplan enthaltenen Abbildungen (z.B. Abb. 38). Insofern war die Problematik von Euro-5-Dieselfahrzeugen bereits seit der Aufstellung der letzten Fortschreibung des Luftreinhalteplans Frankfurt am Main verbreitet bekannt.

Spätestens seit Bekanntwerden des Dieselskandals im September 2015, der weite Verbreitung in den Medien fand, musste jedem bewusst sein, dass Dieselfahrzeuge viel höhere Schadstoffemissionen verursachen als nach der EU-Abgasgesetzgebung vorgesehen und damit in wesentlichem Umfang zur Belastung in den Städten beitragen. Selbst das Bundesverwaltungsgericht hat dies in seinem Urteil vom 27. Februar 2018 (7 C 30/17) so gesehen:

„Bei der Bemessung der Frist hat der Senat berücksichtigt, dass für diejenigen Käufer, die unmittelbar vor dem Inkrafttreten der Abgasnorm Euro 6 ein neues Dieselfahrzeug erworben haben, das nur der Abgasnorm Euro 5 entsprach, ohne Weiteres erkennbar war, dass dieses Fahrzeug in Kürze nicht mehr dem Stand der neuesten Abgasvorschriften entsprechen werde. Diesem Käufer ist daher kein weitergehender Vertrauensschutz zuzubilligen. Dies gilt im Ergebnis für alle Käufer, die nach dem 1. September 2014 ein Dieselfahrzeug der Abgasnorm Euro 5 erworben haben. Denn bereits ab diesem Zeitpunkt konnten gemäß Art. 10 Abs. 4 der Verordnung (EG) Nr. 715/2007 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2007 über die Typgenehmigung von

Kraftfahrzeugen hinsichtlich der Emissionen von leichten Pkw und Nutzfahrzeugen (Euro 5 und Euro 6) und über den Zugang zu Reparatur- und Wartungsinformation für Fahrzeuge (ABl. L 171 S. 1) die nationalen Behörden keine Typgenehmigungen mehr für neue Fahrzeugtypen erteilen, die den in Anhang I Tabelle 2 der Verordnung aufgeführten Euro-6-Grenzwerten nicht entsprechen. Eigentümern von Dieselfahrzeugen, die zwischen dem 1. Januar 2009 und dem 31. August 2014 Dieselfahrzeuge mit der Abgasnorm Euro 5 erworben haben, ist dagegen mit Blick auf das höhere Alter und die höhere Fahrleistung und den daraus resultierenden geringeren Restwert der Fahrzeuge eine Einschränkung der Nutzbarkeit durch Verkehrsverbote grundsätzlich zuzumuten.“

Bis zur frühesten Anordnung von Fahrverboten im Juli 2021 sind Diesel-Pkw der Euro-5-Norm, die vor dem 31. August 2014 erworben wurden, bereits sieben Jahre alt. Bei Berücksichtigung der generellen Ausnahmen für Anwohner und Gewerbebetriebe mit Sitz an den Fahrverbotsstrecken bzw. in der Fahrverbotszone bis 30. Juni 2022 erhöht sich das Alter auf mindestens acht Jahre, was einem durchschnittlichen Wertverlust von ca. 80% zum Neuwagenpreis entspricht. Für Besitzer eines VW oder Mercedes-Pkw bietet sich als Alternative zum Ersatzfahrzeug auch eine Nachrüstung mit einem SCR-Katalysator an, dessen Kosten bis zu 3.000 € die beiden Automobilhersteller übernehmen. Die Hardware-Nachrüstung bietet sich u.U. auch als Alternative für Besitzer hochpreisiger und langlebiger Fahrzeuge an, da mit der Investition von ca. 3.000-5.000 € die Fahrzeuge dauerhaft auch in Fahrverbotsbereichen nutzbar bleiben.

Gewerbebetriebe konnten bis zum 31. Oktober 2020 einen Antrag auf Förderung einer Hardware-Nachrüstung stellen, die im Vergleich zur Neubeschaffung mit sehr geringen Kosten ebenfalls eine dauerhafte Nutzung der Fahrzeuge ermöglicht.

Zur Vermeidung wirtschaftlicher Härten sind Ausnahmeregelungen vorgesehen, mit denen die Verhältnismäßigkeit der Maßnahme gewährleistet wird. Der Vorschlag, für Handwerksbetriebe eine unbürokratische Ausnahmeregelung per Allgemeinverfügung wie in Stuttgart festzulegen, wird den Anforderungen an eine schnellstmögliche Einhaltung des Immissionsgrenzwertes in Frankfurt am Main jedoch nicht gerecht.

Denn zu Fahrverboten wird es nur dann kommen, wenn – messtechnisch nachgewiesen –

der Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid nicht nur geringfügig überschritten wird. Dann sind zum Schutz der Anwohner auch drastische Maßnahmen wie ein Fahrverbot notwendig.

Potentielle Fahrverbote werden in so geringem Umfang wie möglich festgelegt und mit weitreichenden Ausnahmemöglichkeiten versehen, um die Verhältnismäßigkeit der Maßnahme zu wahren. In Anbetracht der Höhe der NO_x-Emissionen von Diesel-Fahrzeugen der Euro-5/V-Norm (siehe Abb. 98) sind sie entsprechend ihrem Verursacheranteil schon nach Vorgaben des Gesetzes (§ 47 Abs. 4 BImSchG) in das Fahrverbot mit einzuschließen. Das wird am Beispiel der verkehrsbedingten NO_x-Emissionen in der Mainzer Landstraße deutlich.

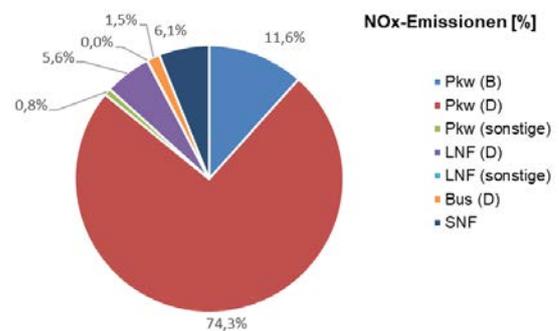


Abb. 99: Anteil der verschiedenen Fahrzeugkategorien an den verkehrsbedingten NO_x-Emissionen in der Mainzer Landstraße; HBEFA 4.1, Bezugsjahr 2021

Bei einem durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommen von fast 35.500 Fahrzeugen in der Mainzer Landstraße sind Diesel-Fahrzeuge (Pkw (D), LNF (D) und SNF) für 86% der verkehrsbedingten NO_x-Emissionen verantwortlich.

Das Bundesverwaltungsgericht hat in seinem Urteil vom 27. Februar 2018 ausgeführt, dass streckenbezogene Fahrverbote in ihrer Verhältnismäßigkeit nicht über „normale“ Baustellenregelungen hinausgehen und Sondersituationen durch Erteilung von Ausnahmegenehmigungen hinreichend Rechnung getragen werden können:

„Derartige Einschränkungen gehen ihrer Intensität nach nicht über sonstige straßenverkehrsrechtlich begründete Durchfahrt- und Halteverbote hinaus, mit denen Autofahrer stets rechnen und die sie grundsätzlich hinnehmen müssen. Dies gilt auch für von einem streckenbezogenen Verkehrsverbot betroffene Anlieger und Anwohner. Eine uneingeschränkte Anfahrtsmöglichkeit zu einem Grundstück "bis unmittelbar vor die Haustür" gehört in städtischen Ballungsgebieten

auch für den Eigentümer eines Wohngrundstücks nicht zum Kernbereich des Anliegergebrauchs. [...] Sondersituationen kann insoweit durch Erteilung von Ausnahmegenehmigungen hinreichend Rechnung getragen werden.“

Daher wird Anwohnern und Gewerbebetrieben mit Sitz auch an den potentiellen Fahrverbotsstrecken eine generelle Ausnahme von einem Jahr im Falle einer nachgewiesenen Nicht-Nachrüstbarkeit ihrer Fahrzeuge gewährt. Die nur sehr kleinräumig festgelegte Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings schränkt den Verkehr bei weitem nicht in dem Ausmaß ein wie z.B. die Fahrverbotszone in Stuttgart, daher bedarf es auch nicht einer so weitgehenden Ausnahmeregelung wie sie für Stuttgart festgelegt wurde.

Die Berechnungen haben gezeigt, dass u.U. selbst bei Berücksichtigung eines Fahrverbots der Immissionsgrenzwert auf den von möglichen Fahrverboten betroffenen Straßen (insbesondere innerhalb des Anlagenrings bzw. auf der Mainzer Landstraße) nicht eingehalten werden kann. Dennoch wurden 20% Ausnahmen vorgesehen, um die Maßnahme entsprechen den Vorgaben der Gerichte verhältnismäßig zu gestalten. Eine weitergehende Ausnahmeregelung würde den Gesundheitsschutz der Anwohner

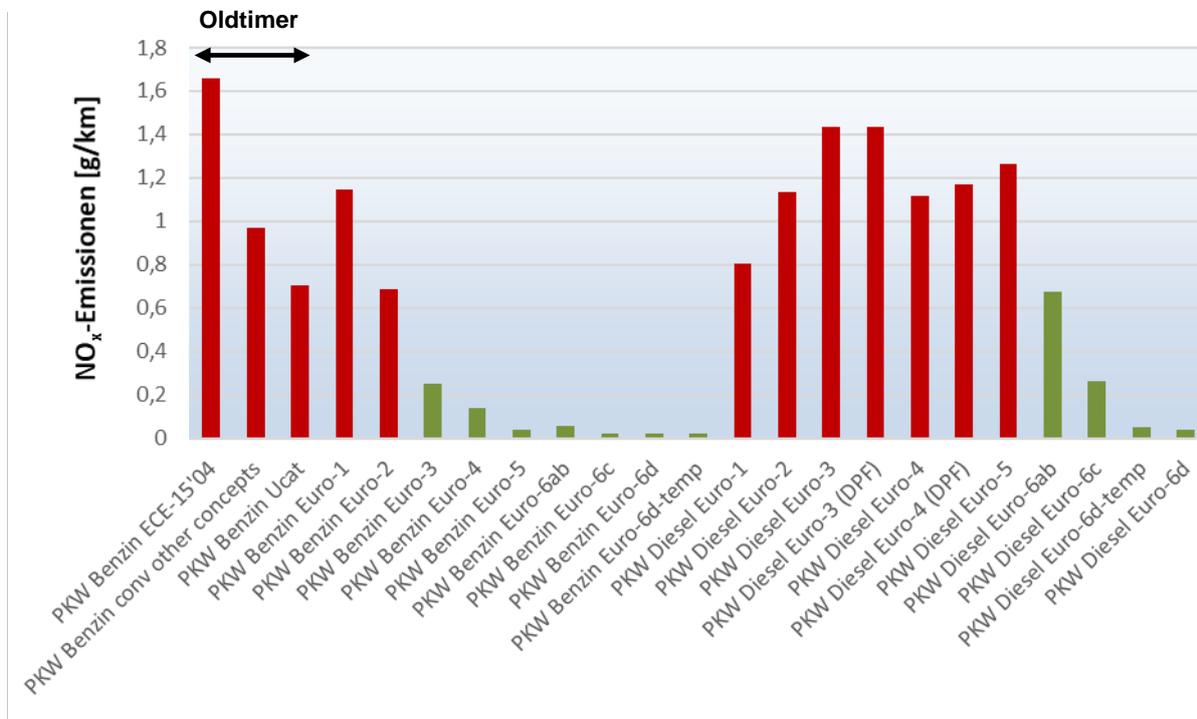
nicht mehr gewährleisten und dem Gebot einer schnellstmöglichen Grenzwerteinhaltung zuwiderlaufen.

Daher können weder Euro-5/V-Dieselfahrzeuge generell von einem Fahrverbot ausgenommen werden, noch können Ausnahmeregelungen über das vorgesehene Maß hinaus ausgeweitet werden.

10.1.4 Zulassung von Oldtimern

Bemängelt wird, dass für Oldtimer trotz ihrer i.d.R. geringen Laufleistung keine Ausnahmen im Falle von Fahrverboten erteilt werden sollen.

Bei Oldtimern handelt es sich um Fahrzeuge, die 30 Jahre und älter sind. Diese Fahrzeuge verfügen noch nicht über eine wirksame Abgasreinigungseinrichtung, d.h. sie emittieren hohe Schadstoffmengen. Auch wenn Oldtimer nur vergleichsweise wenig gefahren werden, tragen sie in erheblichem Umfang zur Schadstoffbelastung bei. Nach einem Bericht [48] der Bundesanstalt für Verkehrswesen (BASt) aus dem Jahr 2017, handelt es sich bei den Pkw, die älter als 30 Jahre sind, mit knapp 93% ganz überwiegend um Benzinfahrzeuge.



ECE 15/04 = zugelassen ab 1984; Ucat = unregelmäßiger Katalysator; DPF = Dieselpartikelfilter

Abb. 100: NO_x-Emissionen von Pkw nach Emissionsgruppen; rot = vom Fahrverbot betroffene Fahrzeuge; grün = vom Fahrverbot nicht betroffene Fahrzeuge

Fahrzeugführers aufgenommen werden. Der Außendienst schreitet bei entsprechender Feststellung im Rahmen der Möglichkeiten ein.

Im Falle laufender Busmotoren am neuen Fernbusbahnhof ist darüber hinaus zu beachten, dass es sich bei dem Fernbusbahnhof um ein durch eine Schranke abgesperrtes Privatgelände handelt. So können durch die Städtische Verkehrspolizei dort keine Maßnahmen ergriffen werden. Die Stadt Frankfurt am Main ist jedoch zuversichtlich, dass wiederholte und wahrnehmbare Information von Betreiber, Unternehmen und Fahrern zu Verbesserungen führen wird.

10.2.2 Kontrolle der Smartphone-Nutzung im Verkehr

Gefordert wird eine verstärkte Kontrolle der unzulässigen Nutzung von Smartphones im Verkehr, da die mit einer Smartphone-Nutzung verbundene Ablenkung zu vermehrten Stausituationen und damit zu einer Behinderung aller übrigen Verkehrsteilnehmer führt.

Schon allein aus Gründen der Verkehrssicherheit wäre wünschenswert, dass sich sämtliche Verkehrsteilnehmer an die diesbezüglichen Vorgaben der Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) halten würden. Dort ist in § 23 Abs. 1 a StVO geregelt:

„Wer ein Fahrzeug führt, darf ein elektronisches Gerät, das der Kommunikation, Information oder Organisation dient oder zu dienen bestimmt ist, nur benutzen, wenn

1. hierfür das Gerät weder aufgenommen noch gehalten wird und
2. entweder
 - a) nur eine Sprachsteuerung und Vorlesefunktion genutzt wird oder
 - b) zur Bedienung und Nutzung des Gerätes nur eine kurze, den Straßen-, Verkehrs-, Sicht- und Wetterverhältnissen angepasste Blickzuwendung zum Gerät bei gleichzeitig entsprechender Blickabwendung vom Verkehrsgeschehen erfolgt oder erforderlich ist.

Geräte im Sinne des Satzes 1 sind auch Geräte der Unterhaltungselektronik oder Geräte zur Ortsbestimmung, insbesondere Mobiltelefone oder Autotelefone, Berührungsbildschirme, tragbare Flachrechner, Navigationsgeräte, Fernseher oder Abspielgeräte mit Videofunktion oder Audiorekorder. [...]“

Wie entsprechende Kontrollen des fließenden Verkehrs durch die Polizei ergeben haben, ist das Bewusstsein für die Gefährdung von sich selbst und anderen offensichtlich noch nicht ausreichend ausgeprägt.

Ein flüssiger Verkehrsablauf ist bei gleichem Verkehrsaufkommen immer mit niedrigeren Emissionen verbunden als bei einem ständigen Stop & Go. Ob jedoch die Nutzung von Smartphones hier einen substantiellen Beitrag zur Verzögerung leisten, ist bisher nicht nachgewiesen.

Dessen ungeachtet sanktioniert die für die Überwachung des fließenden Verkehrs zuständige Landespolizei auch diesen Tatbestand im Rahmen ihrer Möglichkeiten. Hier steht zwar der Verkehrssicherheitsaspekt an erster Stelle, gleichzeitig entfällt damit aber auch die Ablenkung und möglicherweise wird hierdurch auch der Verkehrsfluss gefördert. Auch die städtische Verkehrspolizei sanktioniert „Handynutzung“ im Rahmen technischer Rotlicht- und Geschwindigkeitsüberwachung.

10.3 Verkehrsfluss

10.3.1 Einführung grüner Wellen

Immer wieder wird die Einführung so genannter grüner Wellen anstelle von Verkehrsbeschränkungen als weniger belastende Alternativmaßnahme gefordert.

Dass flüssiger Verkehr, selbst bei gleichem Verkehrsaufkommen, unzweifelhaft zu geringeren Schadstoffemissionen führt, belegen die Untersuchungen, die im Rahmen der Erstellung und Überarbeitung des Handbuchs der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) durchgeführt wurden. Zu diesem Punkt wurden in Kapitel 8.5.5.1 entsprechende Ausführungen gemacht.

Maßnahmen zur Verbesserung des Verkehrsflusses sind bereits Teil des Gesamtmaßnahmenpakets der Stadt Frankfurt am Main. Mit den in den Kapiteln 8.5.5.1.1 bis 8.5.5.1.4 dargestellten Maßnahmen soll genau die geforderte Verbesserung des Verkehrsflusses erzielt werden. Dabei wird aber auch deutlich, welche Anstrengung dazu unternommen werden müssen, da eine Verkehrsverflüssigung keine einfache Aufgabe darstellt.

Im Grunde genommen ist es unmöglich, gleichzeitig auf allen Hauptverkehrsstraßen in einer Stadt grünen Welle zu schalten.

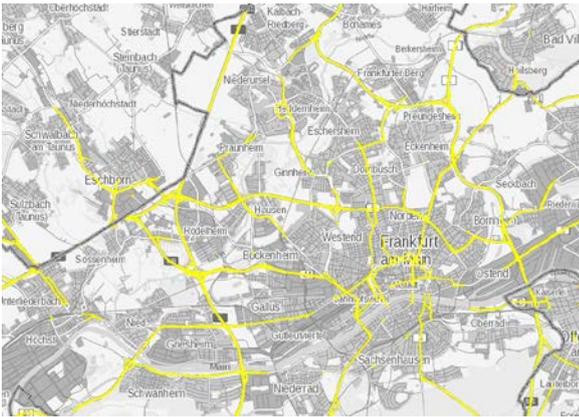


Abb. 102: Straßen mit mehr als 10.000 Fahrzeugen (gelbe Markierung) pro Tag in Frankfurt am Main

In Abb. 102 sind nur Straßen mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 10.000 Fahrzeugen dargestellt. Kann in den Randbereichen der Stadt der Verkehr auf diesen Hauptzufahrtsstraßen noch auf längeren Streckenabschnitten mittels grüner Wellen flüssig gehalten werden, wird es Richtung Innenstadt zunehmend schwieriger aufgrund der zunehmenden Anzahl von Kreuzungen mit anderen Hauptzufahrtsstraßen.

Darüber hinaus wird dem ÖPNV eine Bevorrangung an Kreuzungen eingeräumt, um einen weitgehend störungsfreien Ablauf zu ermöglichen. Hiermit soll dem ÖPNV ein Vorteil gegenüber dem motorisierten Individualverkehr eingeräumt werden.

An ihre Grenzen stoßen grüne Wellen auch, wenn die Straße in den Hauptverkehrszeiten nicht über die Kapazität verfügt, um den Verkehr flüssig abwickeln zu können. Hier können Ampelschaltungen nur sehr bedingt eine Verbesserung bewirken.

Zu beachten ist auch der so genannte Rebound-Effekt: Straßen mit flüssigem Verkehrsablauf ziehen zusätzlichen Verkehr an, da sich viele Autofahrer an diesen Stellen ein schnelleres Vorankommen versprechen. Durch das dann höhere Verkehrsaufkommen wird der Minderungseffekt, der mit der Verkehrsverflüssigung erzielt wurde, konterkariert.

Dennoch werden große Anstrengungen unternommen, um den Verkehr so flüssig wie möglich in der Stadt zu führen. Untersuchungen in München oder Hamburg haben gezeigt, dass mit einer substantiellen Reduzierung der Anzahl von Halten zumindest kurzzeitig auch eine Reduzierung der Belastung erreicht werden kann. Messungen in München zeigten eine Minderung um 5,5% NO_2 , was bei einer Immissionsbelastung mit

Stickstoffdioxid von $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ immerhin fast $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$ entspricht. In Hamburg lag die Einsparung bei 10% NO_x , was einer NO_2 -Minderung von ca. $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entsprechen und damit in ähnlicher Größenordnung liegt. Ob diese Minderung auf Dauer erzielbar ist, hängt allerdings davon ab, ob das Verkehrsaufkommen gleichbleibt oder es wie vorher dargelegt ein Rebound-Effekt eintritt.

10.3.2 Umwandlung von Fahrspuren zugunsten von Radwegen

Es wird bemängelt, dass die Umwandlung von Fahrspuren zu Fahrradspuren zu unnötigen Staus und damit anstatt zu einer Verbesserung zu einer Verschlechterung der Luftqualität beitragen würde.

Es ist nachgewiesen, dass der motorisierte Straßenverkehr Hauptverursacher der hohen Stickstoffdioxidbelastung ist. In der ganz überwiegenden Zahl der Straßen sind es auch die Pkw, die allein aufgrund ihres hohen Anteils von i.d.R. mehr als 90% für mögliche Überschreitungen verantwortlich sind (siehe auch Abb. 99). Das vorhandene Straßennetz kann den steigenden Verkehrsmengen durch die stark wachsende Einwohnerzahl von Frankfurt am Main, aber auch durch die Pendlerströme, nicht angepasst werden. Das bedeutet, dass Fahrzeuge auch ohne die Umwandlung von Fahrspuren vermehrt im Stau stehen werden.

Viele Städte haben die Notwendigkeit einer Neuaufteilung des nur begrenzt zur Verfügung stehenden Straßenraums erkannt. Hier spielen nicht nur Probleme mit der Luftqualität, sondern auch Themen wie Lärm, Verkehrssicherheit und vor allem auch die Lebensqualität eine Rolle. Städte können ihre Attraktivität nur dann erhalten oder noch ausbauen, wenn sie es schaffen, den Verkehr deutlich zu verringern. Dazu sind neben dem Ausbau des ÖPNV auch der Ausbau des Radwegenetzes und die Förderung der Fußgänger erforderlich. Dieser Ausbau kann nur zu Lasten des bisher ganz überwiegend dem motorisierten Verkehr zur Verfügung stehenden Straßenraums erfolgen. Denn um konkurrenzfähig zum motorisierten Individualverkehr zu sein, benötigt der ÖPNV eigene Busspuren. Und auch Radfahrer haben Anspruch auf ein sicheres Radwegenetz.

Viele Pkw sind nur mit einer Person besetzt und benötigen einen vergleichsweise hohen Anteil am Straßenraum im Vergleich zu Personen, die den ÖPNV nutzen oder mit dem Rad fahren. Die

Umwandlung von Fahrspuren zu Bus- oder Radspuren sieht nur eine gerechtere Verteilung des Straßenraums vor, obwohl er auch dann noch ganz überwiegend dem motorisierten Straßenverkehr zur Verfügung steht. Mit einer gerechteren Verteilung steigen auch die Chancen auf eine verstärkte Nutzung dieser neu geschaffenen Möglichkeiten. Busse kommen schneller oder zumindest pünktlich ans Ziel, Fahrradfahrer können sich endlich auch ohne Knautschzone sicher auf den Weg machen und langfristig wird so eine Verbesserung der Luft- und Lebensqualität in der Stadt erzielt, da weniger Fahrzeuge in den Städten unterwegs sein werden.

10.4 Tempolimits

Bemängelt wird die Einführung eines Tempolimits von 40 km/h anstelle von 30 km/h. Darüber hinaus wird gefordert, ein Tempolimit von 30 km/h großflächig in der Stadt umzusetzen.

Maßnahmen eines Luftreinhalteplans dienen nach § 47 Abs. 1 BImSchG in erster Linie einer dauerhaften Verminderung von Luftschadstoffen, insbesondere an den Stellen, die von Grenzwertüberschreitungen betroffen sind. Dementsprechend wurden Tempolimits an den Stellen verhängt, wo sie zur Verbesserung der Luftqualität beitragen, ohne dass es an anderer Stelle zu neuen oder einer weiteren Erhöhung der bestehenden Überschreitungen führt.

Eine beliebige Einführung von Tempolimits auf Hauptverkehrsstraßen ist rechtlich nicht möglich. Voraussetzung dafür sind entweder unmittelbar anliegende sensible Einrichtungen wie Krankenhäuser, Schulen, Kindergärten oder Altenheime, Überschreitungen von Immissionsgrenzwerten in Bezug auf Luftschadstoffe oder Lärm sowie Anforderungen an die Verkehrssicherheit.

Wie in den Kap. 8.5.5.2 und 8.6.3.4 ausgeführt, wurden die Auswirkungen von Tempolimits sehr detailliert untersucht und an den Überschreibungsbereichen so festgelegt, dass mit der Maßnahme die größtmögliche Schadstoffminderung bei gleichzeitig geringstmöglicher Zusatzbelastung auf anderen Straßen erzielt wird.

10.5 Ordnungsgemäße Beteiligung und Information

Die Beteiligung zum Luftreinhalteplanentwurf der 2. Fortschreibung für Frankfurt am Main wird als nicht ordnungsgemäß eingestuft. Begründet wird

die Kritik sowohl mit einer fehlenden direkten Beteiligung von eingetragenen Umweltverbänden als auch damit, dass zu einer ordnungsgemäßen Beteiligung eine substantiierte Information über die Situation gehört, wie die Erkenntnisse zu Ultrafeinstaub oder die in der Corona-Zeit ermittelten Messwerte.

Die bei der Aufstellung oder Fortschreibung von Luftreinhalteplänen vorgeschriebene Beteiligung der Öffentlichkeit richtet sich nach den Vorgaben des § 47 Abs. 5a BImSchG. Eine direkte Beteiligung von Umweltverbänden ist nicht vorgesehen. Jeder Interessierte konnte sich im Rahmen der erfolgten Öffentlichkeitsbeteiligung mit seinem Beitrag zum Luftreinhalteplanentwurf einbringen. Die Öffentlichkeitsbeteiligung wurde auch nicht nur in dem wenig bekannten Staatsanzeiger des Landes Hessen bekannt gemacht, sondern auch durch eine Pressekonferenz am 28. September 2020, deren Inhalte von einer Vielzahl von Medien verbreitet wurde.

Die inhaltlichen Anforderungen an einen Luftreinhalteplan richten sich nach den Anforderungen der Anlage 13 der 39. BImSchV, die bei der Planaufstellung bis hin zur Unterteilung des Luftreinhalteplans in die entsprechenden Kapitel berücksichtigt wurde. Dass dabei nicht auf das Thema Ultrafeinstaub eingegangen wurde, hängt mit den bisher fehlenden Vorgaben zu Ultrafeinstaub zusammen. Da für Ultrafeinstaub weder ein Grenzwert noch ein Zielwert festgelegt sind und noch nicht einmal eine Messverpflichtung besteht, gehören Untersuchungsergebnisse zu Ultrafeinstaub nicht zwangsläufig in einen Luftreinhalteplan. Dennoch wird diese Information in Kap. 4.1.1 ergänzt, um die immissionsseitigen Messungen zu Luftschadstoffen in Frankfurt am Main zu vervollständigen.

Unzutreffend ist auch die Kritik, dass die in der Corona-Zeit ermittelten Messwerte nicht im Planentwurf enthalten sind. Die bis zur Veröffentlichung des Planentwurfs für das Jahr 2020 vorliegenden aktuellsten Messwerte, d.h. auch die während der Corona-Pandemie vorliegenden Werte, sind in Abb. 92 (im Planentwurf Abb. 90) dargestellt. Lediglich der Link zu den diesbezüglichen Untersuchungen des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) war fehlerhaft, wobei bei einer Eingabe der entsprechenden Überschrift in die Suchfunktion auf der HLNUG-Internetseite eine direkte Weiterleitung auf die Untersuchungsergebnisse problemlos erfolgt wäre. Der Link wurde entsprechend aktualisiert.

10.6 Messung mit Passivsammlern

Die Messung der NO₂-Konzentration mittels Passivsammlern wird immer wieder als angeblich ungenau kritisiert.

Nach den Vorgaben Luftqualitätsrichtlinie, umgesetzt in der 39. BImSchV, gilt für die Beurteilung von Stickstoffdioxid das in Anlage 6 Abschnitt A. Nr. 2 festgelegte „Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid mit Chemilumineszenz“ als Referenzverfahren. Nach Abschnitt B. können aber mit Nachweis der Gleichwertigkeit andere Methoden angewandt werden.

Passivsammler erfüllen die in der Luftqualitätsrichtlinie geforderte Gleichwertigkeit zum Referenzverfahren bei der Messung von NO₂-Jahresmittelwerten, wofür auch der Nachweis der Gleichwertigkeit vorgenommen wurde. Dieser Nachweis basiert auf den umfangreichen Erfahrungen einiger Bundesländer, wo gezeigt werden konnte, dass NO₂-Passivsammler für die Beurteilung des Jahresmittelwertes als gleichwertig zu einer ortsfesten Messung nach dem Referenzmessverfahren bezeichnet werden können. Die dafür verlangte erweiterte Messunsicherheit von nicht mehr als 15% wird eingehalten. Damit kann auch die Einhaltung des NO₂-Grenzwerts für die langfristige Belastung von 40 µg/m³ im Jahresmittel mit Passivsammlern beurteilt werden. Um dies fortlaufend sicherzustellen, werden durchgehend an mehreren Luftmessstationen parallel beide Messverfahren eingesetzt und verglichen. Eine ausführliche Stellungnahme zur Messung mit NO₂-Passivsammlern hat das HLNUG im Februar 2019 erarbeitet. Sie kann unter dem Stichwort „Beurteilung der Luftqualität gemäß europäischer Luftqualitätsgesetzgebung“ auf der HLNUG-Seite eingesehen werden.

10.7 Angewandte Beurteilungstechnik

Bemängelt wird, dass die Modellrechnungen sich auf die veralteten Verkehrszahlen des Jahres 2015 beziehen, anstelle auf die – allerdings auch nur unzureichend vorhandenen – Messergebnisse in der Stadt Frankfurt am Main.

Die jeweils angewandten Beurteilungstechniken sind ausführlich in den beiden Gutachten dargestellt. Da es nur eine Reihe von Messstandorten in Frankfurt am Main gibt, wurden zur Beurteilung der NO₂-Belastung im gesamten Stadtgebiet aufwändige Modellierungen vorgenommen. Sie stützen sich auf die Hintergrundbelastung, die aus

den Messwerten der vorhandenen Hintergrundmessstationen für das gesamte Stadtgebiet extrapoliert wurden, den konkreten Bebauungssituationen der einzelnen Straßenabschnitte sowie der Verkehrsbelastung in diesen Straßenabschnitten im Jahr 2019. Für diese Verkehrsbelastung wurden nicht die aus der bundesweiten Verkehrszählung 2015 erhaltenen Daten genutzt, sondern die mit Stand 2019 ermittelten Daten aus dem neu erstellten Verkehrsmodell der Stadt Frankfurt am Main.

Für die Berechnungen wurde nicht der Emissionsstand der in Frankfurt am Main zugelassenen Fahrzeugflotte genutzt, sondern die Flottenzusammensetzung nach dem Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), die einem deutschen Durchschnitt entspricht. Das ist darauf zurückzuführen, dass in Frankfurt am Main nicht nur die in Frankfurt zugelassenen Fahrzeuge fahren, sondern täglich eine hohe Anzahl von Pendlern aus den umliegenden Landkreisen nach Frankfurt am Main einpendelt, die einen deutlich abweichenden Emissionsstandard aufweisen. Die aktuelle Flottenzusammensetzung nach Emissionsstandards kann zwar mit hohem Aufwand für eine Stadt erhoben werden, für die Prognoseberechnungen der kommenden Jahre wäre jedoch eine entsprechende Fortschreibung dieser Flotte erforderlich, die mit großen Unsicherheiten verbunden wäre. Das HBEFA bietet dagegen eine jährlich angepasste Fahrzeugflotte, die auch Prognosen in die Zukunft erlaubt.

Für die Immissionsberechnung wurden die Berechnungsergebnisse im Rahmen der Qualitätskontrolle mit den Messergebnissen der verkehrsnahen Messstandorte validiert. Damit berücksichtigen die angewandten Beurteilungstechniken die aktuellsten Daten, die zum Zeitpunkt der Planaufstellung verfügbar waren und sie entsprechen den Vorgaben der 39. BImSchV an die Anforderungen an Modelle zur Beurteilung der Luftqualität.

10.8 Einseitige Konzentration der Maßnahmen auf den Straßenverkehr

Bemängelt wird, dass andere wesentliche Verursacher von Stickoxidemissionen wie der Flugverkehr, die Gebäudeheizung, der Schienenverkehr, der motorisierte Zweiradverkehr oder die Emissionen von Baumaschinen bei der Maßnahmenfestlegung nicht berücksichtigt wurden.

Im Kapitel 5 sind die wesentlichen Emittenten für Stickoxide sowie ihre Beiträge aufgelistet. Wie Tab. 25 zeigt, liegt der Straßenverkehr auch bei den NO_x-Emissionen mit Abstand an erster Stelle. Die von den verschiedenen Emittenten ausgestoßenen Emissionsbeiträge führen jedoch nicht zu einem vergleichbar hohen Immissionsbeitrag. Dies resultiert aus der unterschiedlichen Quellhöhe, in der die Emissionen abgegeben werden.

Der Flugverkehr des Flughafens Frankfurt/Main trägt rechnerisch mit 28% zu den NO_x-Emissionen der Stadt Frankfurt am Main bei. Die Emissionen erfolgen aber in großer Höhe, weshalb sie mit der freien Luftströmung sehr schnell verteilt und damit in ihrer Konzentration verdünnt werden. Ähnlich verhält es sich auch mit Industrieanlagen. Sie sind durch die Vorgaben der TA Luft gezwungen, ihre Emissionen nicht nur abzureinigen, sondern auch noch über entsprechend hohe Schornsteine abzugeben. Auch die Emissionen der Gebäudeheizungen erfolgen über Schornsteine, die nach den Vorgaben der 1. BImSchV eine freie Abströmung über First gewährleisten sollen. Während die Emissionen dieser Hauptemittenten durch die freie Luftströmung nur einen kleinen Beitrag zur Immissionsbelastung in Bodennähe liefern, ist es beim Straßenverkehr anders. Die Auspuffabgase werden in nur geringer Höhe über dem Boden ausgestoßen. Vor allem in Straßen mit beidseitig hoher und geschlossener Bebauung ist die Durchlüftung häufig stark eingeschränkt, weshalb sich diese Abgase schnell anreichern können und in ganz besonderem Maß zur Immissionsbelastung beitragen.

Die spezifischen Anteile dieser und weiterer Emittenten an der Immissionsbelastung werden in regelmäßigen Abständen durch Ausbreitungsrechnungen ermittelt. Diese Ausbreitungsrechnungen basieren auf den jeweils für die Emittentengruppe ermittelten konkreten Emissionen. Da diese Emissionen aber nur in Zeiträumen zwischen vier und sechs Jahren erhoben werden, sind auch die Ausbreitungsberechnungen nur in größeren Zeitabständen sinnvoll zu erneuern. Die letzte Ausbreitungsberechnung [49] für Hessen wurden für das Jahr 2013 durchgeführt. Danach trägt der Flugverkehr zu 2,8% zur NO₂-Immissionsbelastung in Frankfurt am Main bei, die Industrie zu 3,2%, die Gebäudeheizung zu 8,7% und der Straßenverkehr zu 58,1%.

§ 47 Abs. 4 BImSchG schreibt eine Maßnahmenfestlegung entsprechend dem Verursacheranteil vor. Da der Straßenverkehr mit weitem Abstand Hauptverursacher der NO₂-Belastung in Frankfurt am Main ist, sind auch in diesem Bereich die

meisten Maßnahmen festzulegen. Hier sind Maßnahmen auch am effektivsten. So müsste der Flugverkehr um ein Drittel reduziert werden, um weniger als 1% der Belastung zu verringern. Eine solche Maßnahme wäre unverhältnismäßig. Für Industrieanlagen werden die Emissionsgrenzwerte auf EU-Ebene regelmäßig verschärft und ihre Einhaltung ist durch regelmäßige Messungen im Betrieb nachzuweisen. Ähnliches gilt für die Emissionen von Heizungsanlagen. Auch die Abgasgrenzwerte für den Straßenverkehr wurden regelmäßig verschärft, ihre Einhaltung jedoch nicht kontrolliert wie in Kap. 6 ausführlich dargelegt. Daher sind jetzt insbesondere Minderungsmaßnahmen im Straßenverkehr erforderlich.

10.9 Fehlende Maßnahmen zur Feinstaubreduzierung

Bemängelt werden, dass keine Maßnahmen zur Reduzierung von Feinstaub im Planentwurf enthalten sind.

Wie in 4.1.1 dargelegt, werden alle Kurz- und Langzeitgrenzwerte für die verschiedenen Feinstaubfraktionen mit deutlichem Abstand zum Grenzwert eingehalten. Daher sind keine zusätzlichen Maßnahmen zur Verbesserung der Belastung festzulegen.

Feinstaub resultiert inzwischen nur noch zu einem kleinen Teil aus den Abgasen von Dieselfahrzeugen. In den Fokus geraten mehr und mehr die Feinstaubemissionen aus der Verbrennung von Feststoffen im Bereich Gebäudeheizung. Wie das hessische Emissionskataster Gebäudeheizung des Jahres 2018 zeigt, verursacht die Verbrennung von Kohle und Holz mit Abstand die höchsten PM₁₀-Emissionen.

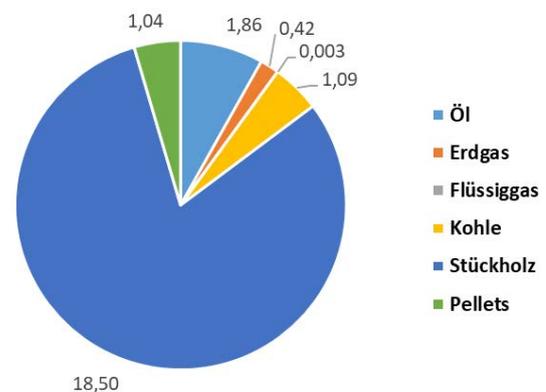


Abb. 103: Emittentengruppe Gebäudeheizung: PM₁₀-Emissionen [t/a] nach Energieträgern in Frankfurt am Main, Bezugsjahr 2018

Die Belastung durch die Feststoffverbrennung ist jedoch sehr unterschiedlich. Der Anteil an so genannten Einzelraumfeuerungsanlagen (vor allem Kaminöfen) liegt in ländlich geprägten Bereichen deutlich höher als in großen Städten.

Dennoch liefert der Verkehr – und hier der gesamte Straßenverkehr bis hin zum Elektroauto – beim Feinstaub auch weiterhin einen deutlichen Anteil zur Belastung. Er ist inzwischen geprägt durch den Abrieb von Reifen, Bremsbelägen, Kupplung etc. sowie durch die Wiederaufwirbelung. Nach dem hessischen Emissionskataster Verkehr des Jahres 2015 verursachte der Straßenverkehr PM₁₀-Emissionen in Höhe von 336,5 Tonnen pro Jahr. Damit verursacht er mehr als das 16-fache der Feinstaubemissionen aus der Feststoffverbrennung.

Die Emissionsbegrenzungen für Einzelraumfeuerungsanlagen für feste Brennstoffe sind in der Verordnung für kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV festgelegt. Da man sich der hohen Emissionen dieser Anlagen bereits seit langem bewusst war, wurden bereits im Jahr 2010 Regelungen getroffen, um alte Anlagen sukzessive und unter Wahrung der Verhältnismäßigkeit stillzulegen. Anlagen die vor 1995 errichtet wurden, dürfen nur noch bis zum 31. Dezember 2020 betrieben werden; Anlagen die zwischen Januar 1995 und dem 21. März 2010 errichtet wurden, dürfen noch bis zum 31. Dezember 2024 betrieben werden. Darüberhinausgehende Anforderungen können in einem Luftreinhalteplan nicht festgelegt werden. Sie wären auch in Anbetracht der klaren Einhaltung der Grenzwerte unverhältnismäßig.

10.10 Weitere Maßnahmenvorschläge

10.10.1 Weitere Verbesserungen für Radfahrer

Ein weiterer Ausbau des Radwegenetzes sowie Maßnahmen zur Attraktivitätssteigerung trägt in jedem Fall zur Senkung der Luftschadstoffbelastung in Frankfurt am Main bei. Dabei haben die in den letzten Jahren von der Stadt Frankfurt am Main bereits umgesetzten diesbezüglichen Maßnahmen bereits zu einer deutlichen Verbesserung des Anteils des Radverkehrs an der Verkehrsmittelwahl (siehe Abb. 65) geführt.

Nach einem Beschluss der Stadtverordnetenversammlung vom 29. August 2019 sollen bis 2023 umfangreiche Maßnahmen den Fahrradverkehr erleichtern, sicherer und attraktiver machen. Der

umfangreiche [Beschluss](#) dazu ist im Parlamentssystem der Stadt Frankfurt am Main für jedermann einsehbar. „Das [Radfahrportal](#) der Stadt Frankfurt am Main“ informiert jeweils aktuell über die einzelnen Umsetzungsschritte. Die in diesem Luftreinhalteplan aufgeführten Maßnahmen zur Förderung des Radverkehrs stellen nur einen Teil der kurzfristig bis 2021 geplanten Maßnahmen dar.

10.10.2 Lkw-Fahrverbot in der Innenstadt

Im Rahmen des 1. Aktionsplans Frankfurt am Main, aufgestellt im Oktober 2005, wurden zur Feinstaubminderung zwei Straßenabschnitte in der Friedberger Landstraße und der Höhenstraße für den Lkw-Durchgangsverkehr gesperrt. Derartige Sperrungen können nur für den Durchgangsverkehr erfolgen, da die Belieferung der Stadt ansonsten nicht gewährleistet werden könnte.

Der gesamte Lkw-Anteil am Gesamtverkehrsaufkommen lag damals bei 2,2% in der Friedberger Landstraße und bei 3,4% in der Höhenstraße. Einen wesentlichen Effekt auf die Schadstoffbelastung durch das Durchfahrtsverbot konnte nicht ausgemacht werden, weshalb es mit Einführung der Umweltzone im Oktober 2008 aufgehoben wurde.

Im Rahmen der Fortschreibung des Luftreinhalteplans wurde die Maßnahme nochmals aufgegriffen und geprüft. Um eine bessere Bewertung der Wirkung der Maßnahme vornehmen zu können, erfolgten Befragungszählungen des Schwerlastverkehrs im Juni 2018. Sie ergaben, dass lediglich 2,8% der Lkw-Fahrten reinem Durchgangsverkehr zugeordnet werden können. Ein Durchfahrtsverbot hätte damit keine messbare Mindereffekt, weshalb diese Maßnahme nicht in den Plan aufgenommen wird.

10.10.3 Einführung einer City-Maut

Die Erhebung einer City-Maut bzw. die Erhebung einer Benutzungsgebühr für bestimmte Innenstadtstraßen durch Städte und Gemeinden bedarf einer gesetzlichen Grundlage (Ermächtigung zur Maut- bzw. Gebührenerhebung). Eine derartige gesetzliche Grundlage existiert derzeit in Hessen nicht.

Da eine gesetzliche Grundlage fehlt und der Abschluss eines entsprechenden Rechtssetzungsverfahrens nicht zeitnah zu erwarten ist, stellt die

Erhebung einer City-Maut keine geeignete Maßnahme zur schnellstmöglichen Einhaltung des NO₂-Grenzwerts dar.

10.10.4 Austausch der städtischen Nutzfahrzeuge gegen emissionsarme Fahrzeuge

Ob und wie der Austausch der städtischen Pkw-Flotte auf emissionsfreie Fahrzeuge vorgesehen ist, wird in Kap. 8.5.1.1 beschrieben. Bei den Nutzfahrzeugen hängt eine Umstellung auf emissionsfreie Fahrzeuge auch davon ab, ob diese auf dem Markt verfügbar, ihre Reichweite für die Aufgabenerledigung ausreichend und es wirtschaftlich darstellbar ist.

So hat die Frankfurter Entsorgungs- und Service GmbH (FES) aus dem Sofortprogramm Saubere Luft 2017 – 2020 2,35 Millionen Euro zum Kauf von fünf vollelektrischen Müllsammelfahrzeugen bewilligt bekommen. Die Kosten für derartige Fahrzeuge liegen deutlich über den Kosten eines vergleichbaren Euro-VI-Fahrzeugs. Auch wenn diese Maßnahmen Vorbildcharakter besitzen, ist ihr Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität aufgrund der geringen Anzahl der städtischen Fahrzeuge im Gesamtverkehrsaufkommen nicht messbar.

10.10.5 Ausweitung der Park&Ride-Parkplatzangebote

Eine deutliche Erhöhung der Pendlerparkplätze am Stadtrand mit einer guten Anbindung an den ÖPNV würde auf jeden Fall zu einem geringeren Verkehrsaufkommen in der Stadt Frankfurt am Main beitragen. Um dieser Forderung nachkommen zu können, müssen geeignete Flächen zur Verfügung stehen. Um insbesondere die Innenstadt zu entlasten, sollten sie sich nicht in allzu weiter Entfernung zur Innenstadt befinden, da ansonsten u.U. mehrfache Umstiege zur Zielerreichung erforderlich sind. Jeder Umstieg verringert die Attraktivität dieser Pendlerparkplätze.

Im Besitz der Stadt Frankfurt am Main befindliche stadtnahe Flächen stehen jedoch in Konkurrenz zum hohen Bedarf an Wohnunterkünften. Doch auch eine Standortuntersuchung für zusätzliche Park&Ride-Parkplätze in der Nähe der Stadtgrenze, die nach einem Stadtverordnetenbeschluss vom Dezember 2017 durchgeführt wurde, hat gezeigt, dass entsprechender Parkraum entweder nicht zur Verfügung steht oder

auch Erweiterungen bestehender Flächen an anderen Bestimmungen scheitern. So konnte z.B. der P&R-Parkplatz an der Stadtgrenze Neu-Isenburg aufgrund forst- und naturschutzrechtlicher Vorgaben nicht erweitert werden. Die Autobahnverwaltung hat auch mit Verweis auf das Fernstraßengesetz eine potentielle P&R-Großanlage an der Tank- und Rastanlage Taunusblick abgelehnt. Auch der Parkplatz am Stadion bietet wenig Möglichkeiten, da er sich zum einen in gewisser Entfernung zur S-Bahn befindet (5 bis 10 Minuten Fußlauf), was die Akzeptanz deutlich verringert, und damit auch keine freie Kapazität für Großveranstaltungen während der Woche mehr bestehen würde.

Die Stadt Frankfurt am Main hat auch keinen Einfluss auf die Errichtung von Pendlerparkplätzen in den Nachbarkommunen, was zur Entspannung der Situation beitragen könnte.

10.10.6 Verbot von Sport Utility Vehicles (SUV) und Dieselfahrzeugen

Vielfach wird gefordert, Sport Utility Vehicles (SUV) zu verbieten, da sie in besonderem Maß zur Schadstoffbelastung beitragen und darüber hinaus extrem viel Platz im Straßenraum benötigen.

Auch wenn SUVs im Vergleich mit entsprechend motorisierten Limousinen des gleichen Herstellers einen höheren Schadstoff- sowie einen höheren CO₂-Ausstoß besitzen, ist ein Verbot dieser Fahrzeuge nicht möglich. Die Zulassung neuer Fahrzeuge wird durch europäische Verordnungen geregelt, siehe auch Kap. 6.1.1. Sobald die dort vorgegebenen Kriterien eingehalten werden, ist ein Fahrzeug zuzulassen. Um SUVs unattraktiver zu machen, nutzen manchen Staaten wie z.B. Norwegen die Möglichkeit einer höheren Besteuerung. Auch für Deutschland hat die Bundesregierung ab Januar 2021 eine höhere Steuer für Fahrzeuge mit höherem CO₂-Ausstoß beschlossen.

10.10.7 Präventive Wirkung eines Luftreinhalteplans

Angeregt wurde, dass durch geeignete, gebietsbezogene Maßnahmen präventiv dafür gesorgt wird, dass die von der EU festgelegten Grenzwerte für Luftschadstoffe bei der angedachten Nutzung von Gebieten, z.B. Gewerbegebieten, eingehalten werden.

Dies kann ein Luftreinhalteplan nicht leisten. Nach den Vorgaben des Bundes-Immissionsschutzgesetzes ist ein Luftreinhalteplan erst dann aufzustellen, wenn Immissionsgrenzwerte bereits überschritten sind.

Um einschätzen zu können, ob infolge von Planungen wie Flächennutzungs- oder Bebauungsplänen, aber auch bei Planfeststellungs- oder Genehmigungsverfahren sich Immissionsgrenzwertüberschreitungen ergeben könnten, sind im Rahmen der Aufstellung der jeweiligen Planungen entsprechende Immissionsprognosen anzufertigen. Sie berücksichtigen die Auswirkungen der Planungen auf die Luftqualität. Kommt es zu prognostizierten Grenzwertüberschreitungen, sind geeignete Maßnahmen vorzusehen, damit die Grenzwerte eingehalten werden können. I.d.R. sind diese Verfahren auch mit Öffentlichkeitsbeteiligungen verbunden, in deren Rahmen Bedenken und Anregungen eingebracht werden können.

10.10.8 Einführung einer City-Logistik

Im Kap. 8.5.1.2 werden Ansätze einer emissionsfreien City-Logistik beschrieben.

Insbesondere die steigende Tendenz zum Online-Kauf führt zu einem immer höheren Bedarf an Lieferdiensten, die zur Verkehrsbelastung in der Stadt und damit auch zu ihrer Schadstoffbelastung beitragen. Die Begrenzung der negativen Auswirkungen dieser Dienste ist bereits Gegenstand vielfältiger Untersuchungen. Zum einen soll der Einsatz emissionsfreier Elektrofahrzeuge zur Belieferung gefördert werden, zum anderen werden in den verschiedenen Städten aber auch ganz unterschiedliche zusätzliche Ansätze geprüft. In Hamburg kommt z.B. eine Studie zu dem Ergebnis, dass eine unterirdische Transportlösung über das vorhandene Röhrensystem technisch umsetzbar sowie wirtschaftlich betreibbar ist. In Frankfurt am Main setzt man auf einen kombinierten Transport mittels Straßenbahn und Lastenrad, um die Zulieferung „auf der letzten Meile“ zu ermöglichen. Diese Variante kommt ohne zusätzlichen Verkehr aus und vor allem bei der Belieferung im Privatbereich und kleiner Unternehmen zum Einsatz. Hier bietet sich ein großes Potential zur Schadstoffeinsparung.

Schwieriger wird es, die Interessen ganz unterschiedlicher Unternehmen durch ein Transportunternehmen zu berücksichtigen. So haben sich in einem Pilotprojekt in Kassel vor ca. 10 Jahren noch viele Unternehmen gegen eine Anlieferung an zentralen Verteilzentren und Auslieferung mit

emissionsfreien Fahrzeugen gewandt, da vor alle Wünsche der Unternehmen nach „just in time“-Lieferungen nicht (immer) berücksichtigt werden konnten.

Bisher gibt es nicht die eine Lösung, die sowohl die individuellen Kundenwünsche als auch die Randbedingungen der Mobilität in idealer Weise zusammenbringt. In vielen unterschiedlichen Projekten werden die für die jeweiligen Städte passgenauen Lösungen erarbeitet, wie das auch in Frankfurt am Main der Fall ist.

Zum Frankfurter Konzept gehören im Wesentlichen:

- Die Bevorrechtigung für E-Lieferfahrzeuge in der Innenstadt,
- die Etablierung des Öffentlichen Güternahverkehrs (ÖGNV),
- die Einrichtung von Güterhubs / Mikrodepots im Frankfurter Stadtgebiet,
- das Projekt VGF-Logistiktram sowie
- das Modellprojekt ZUKUNFT.de

Nähere Informationen sind im [„Elektromobilitätskonzept und Umsetzungsstrategie für die Stadt Frankfurt am Main“](#) zu finden.

10.10.9 Einführung von Smart-Parking bzw. eines neuen Parkleitsystems

Zur Reduzierung des Parksuchverkehrs wird die Einführung von Smart-Parking bzw. ein neues Parkleitsystem angeregt.

Während Handy-Parken in Frankfurt am Main bereits seit Ende November 2019 überall dort zum Einsatz kommt, wo Parkraum bewirtschaftet wird und Parkscheinautomaten zum Einsatz kommen, lehnt der Magistrat der Stadt Frankfurt am Main die Einführung von Smart-Parking mit folgender Begründung ab:

„Nach gültiger Gesetzeslage ist es nicht möglich, Parkstände im öffentlichen Straßenraum personen-, bzw. fahrzeugbezogen, zu reservieren (mit Ausnahme von persönlichen Behindertenparkständen). Dies wäre aber erforderlich, um nicht im Vorfeld über einen freien Parkstand informiert zu werden, der dann bei Erreichen doch durch ein anderes Fahrzeug mittlerweile belegt wurde. Vor diesem Hintergrund bestünde eine große Wahrscheinlichkeit, dass Informations- und Navigationsdienste auf der Basis von Parksensoren eher zu mehr Parksuchverkehr führen. Im Gegensatz

zu einem Parkleitsystem, bei dem in einer Zentrale alle Parkdaten zusammenfließen, aufbereitet und ausgewertet und an die Anzeigetafeln übermittelt werden.

Des Weiteren können Detektoren nicht erkennen, aus welchem Grund die Fläche nicht belegt ist. Hier kann durch eine Baustelle oder eine andere Sondernutzung der Parkplatz nicht verfügbar sein. Hinzu kommt, dass die Anschaffung solcher Sensoren teuer ist und diese nach einer gewissen Laufzeit ersetzt werden müssen. Daher wäre diese Investition nicht als nachhaltig zu bezeichnen. Der Magistrat beabsichtigt daher derzeit keinen Einsatz solcher Detektoren für Stellplätze im öffentlichen Verkehrsraum.

Aktuell hat der Magistrat seine Mitarbeit bei dem Forschungsprojekt "Integration von öffentlichem und privatem Parkraummanagement" der Bun-

desanstalt für Straßen (BASt) zugesagt. Denn grundsätzlich besteht ein besonders hohes Interesse, die Entwicklung nachhaltiger und digitaler Mobilität mitzugestalten.“

10.11 Fazit

Die eingegangenen Kritiken, aber auch Anregungen, führten ganz überwiegend nicht zu einer Planänderung, da bei der Planaufstellung bereits viele der vorgetragenen Bedenken und Anregungen zwar berücksichtigt, aber vielleicht nicht in dem gebotenen Umfang begründet wurden. Vor allem aber die vielen eingegangenen Anregungen zu weiteren Maßnahmen zeigen das weit verbreitete Interesse an einer nachhaltigen Verbesserung der Luftqualität in der Stadt Frankfurt am Main.

11 Quellen

- [1] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa – Luftqualitätsrichtlinie vom 11. Juni 2008 (ABl. L 152, S. 1 – 44)
- [2] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Gesetz vom 17. Mai 2019 (BGBl. I S. 432)
- [3] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), zuletzt geändert durch Verordnung vom 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 1222, 1231)
- [4] Umweltbundesamt, Quantifizierung von umweltbedingten Krankheitslasten aufgrund der Stickstoffdioxid-Exposition in Deutschland; Abschlussbericht März 2018
- [5] Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina e. V. – Nationale Akademie der Wissenschaften, Saubere Luft – Stickstoffoxide und Feinstaub in der Atemluft: Grundlagen und Empfehlungen (2019), <https://www.leopoldina.org/publikationen/detailansicht/publication/saubere-luft-stickstoffdioxid-und-feinstaub-in-der-atemluft-grundlagen-und-empfehlungen-2019/>
- [6] Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP; <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report>
- [7] Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE; <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/health-risks-of-air-pollution-in-europe-hrapie-project-new-emerging-risks-to-health-from-air-pollution-results-from-the-survey-of-experts>
- [8] Oberverwaltungsgericht des Landes Nordrhein-Westfalen, Urteil vom 31. Juli 2019, 8 A 2851/18
- [9] Hessisches Statistisches Landesamt, <https://statistik.hessen.de/zahlen-fakten/bevoelkerung-gebiet-haushalte/bevoelkerung>
- [10] TÜV Rheinland Energy GmbH, Begutachtung der Positionierung verkehrsnaher Probenahmestellen zur Messung der NO₂-Konzentrationen an ausgewählten Standorten – Endbericht vom 27. Juni 2019 https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Luft/tuev_tuev_bericht_probenahmestellen_no2_bf.pdf
- [11] Europäischer Gerichtshof, Urteil vom 26. Juni 2019, C-723/17
- [12] IVU Umwelt GmbH, Immissionsseitige Wirkungsanalyse von Luftreinhalte-Maßnahmen in Frankfurt am Main durch Modellrechnung; August 2020
- [13] Verordnung über Zuständigkeiten nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz, dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung, dem Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz, dem Gesetz zur Ausführung des Protokolls über Schadstofffreisetzungs- und –verbringungsregister und dem Benzinbleigesetz (Immissionsschutz-Zuständigkeitsverordnung – ImSchZuV) vom 26. November 2014, GVBl. 2014, S. 331, zuletzt geändert am 13. März 2019, GVBl. 2019, S. 42
- [14] Elfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Emissionserklärungen und Emissionsberichte - 11. BImSchV) in der Fassung vom 5. März 2007 (BGBl. I S. 289), zuletzt geändert durch Verordnung vom 9. Januar 2017 (BGBl. I S. 42)
- [15] HBEFA - Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.1, September 2019; Umweltbundesamt, Berlin (Deutschland), Bundesamt für Umwelt, Bern (Schweiz), Umweltbundesamt, Lebensministerium und Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien (Österreich), Trafikverket (Schweden), ADEME (Frankreich), SFT (Norwegen), JRC (Joint Research Center der Europäischen Kommission)

- [16] PTV Transport Consult GmbH, Verkehrsgutachten zur Ermittlung der verkehrlichen Auswirkungen der Maßnahmen zur Luftreinhaltung in Frankfurt am Main; August 2020
- [17] IVU Umwelt GmbH, E. Reimer, R. Stern i.A. des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Ausbreitungsberechnungen zur flächendeckenden Ermittlung der Luftqualität in Hessen als Grundlage der Luftreinhalteplanung, Januar 2016 https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/media/hmuelv/vorbelastung_hessen_eb_g16b.pdf
- [18] Emissionskataster Hessen, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie <http://www.hlnug.de/start/luft/emissionskataster.html>
- [19] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes 4. BImSchV - Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440)
- [20] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002, GMBI. S. 511
- [21] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV) vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S.38), geändert durch Verordnung vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S. 38), zuletzt geändert durch Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328)
- [22] Hessen Mobil, Verkehrsmengenkarten 2015, <https://mobil.hessen.de/%C3%BCber-uns/downloads-for-mulare/stra%C3%9Fenverkehrsz%C3%A4hlung-2015>
- [23] Dreizehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Großfeuerungsanlagen - 13. BImSchV) in der Fassung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021, 1023, (3754)), zuletzt geändert durch Verordnung vom 19. Dezember 2017 (BGBl. I S. 4007)
- [24] Fraport, Verkürzte Umwelterklärung 2018, <https://ch.fraport.com/content/fraport-company/de/newsroom/fraport-mediatek/publikationen.html#verantwortung>
- [25] Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft, (ABl. L 163, S. 41)
- [26] Verordnung (EU) 2016/427 der Kommission vom 10. März 2016 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 6) (ABl. L 82, S. 1)
- [27] Verordnung (EU) 2016/646 der Kommission vom 20.04.2016 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 hinsichtlich der Emissionen von leichten Personenkraftwagen und Nutzfahrzeugen (Euro 6) vom 26.04.2016 (ABl. L 109 S. 1)
- [28] Initiative PERFORM Zukunftsregion FrankfurtRheinMain, c/o IHK Frankfurt am Main, Stau- und Pendlerstudie 2018, September 2018, <https://www.frankfurt-main.ihk.de/images/broschueren/Stau-%20und%20Pendlerstudie%202018.pdf>
- [29] Bundesagentur für Arbeit, Pendleratlas (Datenstand Juni 2019), <https://statistik.arbeitsagentur.de/Navigation/Statistik/Statistische-Analysen/Interaktive-Visualisierung/Pendleratlas/Pendleratlas-Nav.html>
- [30] Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung) vom 17. Dezember 2010 (ABl. L 334 S. 17)
- [31] Siebzehnte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes – Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen - 17. BImSchV – in der Fassung vom 2. Mai 2013, (BGBl. I S. 1021, 1044, (3754)), zuletzt geändert durch Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328)
- [32] Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Luftreinhalteplanung, <https://umwelt.hessen.de/umwelt-natur/luft-laerm-licht/luftreinhalteplanung>
- [33] Bundesverwaltungsgericht Leipzig, Urteil vom 27. Februar 2018; 7 C 30.17

- [34] Hessischer Verwaltungsgerichtshof, Urteil vom 10. Dezember 2019, 9 A 2691/18
- [35] Gesetz zur Einsparung von Energie in Gebäuden (EnEG - Energieeinsparungsgesetz) vom 1. September 2005 (BGBl. I S. 2684), geändert durch Gesetz vom 4. Juli 2013 (BGBl. I, S. 2197)
- [36] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (EnEV - Energieeinsparverordnung) vom 24. Juli 2007 (BGBl. I 2007, S. 1519), zuletzt geändert durch Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I, S. 1328)
- [37] Kraftfahrt-Bundesamt, Wirksamkeit von Software-Updates zur Reduzierung von Stickoxiden bei Dieselmotoren, 10. Januar 2020, https://www.kba.de/DE/Marktueberwachung/Abgasthematik/bericht_Wirksamkeit_SW_Updates.pdf;jsessionid=EA472F270E596F65D5C2244D3E7EFB09.live21302?_blob=publication-File&v=4
- [38] Personenbeförderungsgesetz (PBefG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 8. August 1990 (BGBl. I S. 1690), zuletzt geändert durch Artikel 2 Absatz 14 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808), zuletzt geändert durch Gesetz vom 3. März 2020 (BGBl. I S. 433)
- [39] Verordnung über den Betrieb von Kraftfahrunternehmen im Personenverkehr (BOKraft) vom 21. Juni 1975 (BGBl. I S. 1573), zuletzt geändert durch Artikel 483 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474)
- [40] ADAC e.V., NOx-Reduzierung an einem EURO V/EEV Stadtlinienbus durch Hardwarenachrüstung, Februar 2018; https://www.adac.de/-/media/pdf/motorwelt/schlussbericht_adac_nachrüstung_stadtbus_2018.pdf?la=de-de&hash=921F684957047499A10651DEF9EE3BD2DE40025F
- [41] Mobilitätsstrategie Frankfurt am Main, <https://www.frankfurt-greencity.de/de/berichte/mobilitaet/mobilitaetstrategie/>
- [42] Infas: Bericht – Mobilität in Deutschland 2008, Ergebnisbericht – Hessen, 2010, <https://www.ivm-rheinmain.de/wp-content/uploads/2012/03/MiD2008-Ergebnisbericht-Hessen.pdf>
- [43] Infas, DLR, IVT und infas 360 (2020): Mobilität in Deutschland – Kurzreport Hessen; im Auftrag des BMVI; https://www.demografie-portal.de/SharedDocs/Downloads/DE/Studien/Mobilitaet-in-Deutschland-Kurzreport-Hessen.pdf?_blob=publicationFile&v=1
- [44] VCÖ-Factsheet „Mit Parkplatzmanagement Verkehr nachhaltig steuern“; <https://www.vcoe.at/publikationen/vcoe-factsheets/detail/vcoe-factsheet-mit-parkplatzmanagement-verkehr-nachhaltig-steuern>; abgerufen im Juni 2020
- [45] Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge (Elektromobilitätsgesetz – EmoG) vom 05. Juni 2015, BGBl. I S. 898, zuletzt geändert durch Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328)
- [46] Bundesverwaltungsgericht Leipzig, Urteil vom 27. Februar 2020, 7 C 3.19)
- [47] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz, Pfändungsfreigrenzen für Arbeitseinkommen; https://www.bmfv.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Pfaendungsfreigrenzen_Arbeitseinkommen_Juli2019.pdf?_blob=publication-File&v=20
- [48] Bundesanstalt für Verkehrswesen, Emissionen von über 30 Jahre alten Fahrzeugen, Heft F 120, September 2017; https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/1789/file/F120_barrierefreies_ELBA_PDF.pdf
- [49] IVU Umwelt GmbH, Ausbreitungsberechnungen zur flächendeckenden Ermittlung der Luftqualität in Hessen als Grundlage der Luftreinhalteplanung; Januar 2017 <https://umwelt.hessen.de/umwelt-natur/luft-laerm-licht/luftreinhalteplanung?page=1>

12 Anhänge

12.1 Begriffsbestimmungen

Ballungsraum

... ist ein Gebiet mit mindestens 250.000 Einwohnern, welches aus einer oder mehreren Gemeinden besteht oder ein Gebiet, das aus einer oder mehreren Gemeinden besteht, welche jeweils eine Einwohnerdichte von 1.000 Einwohnern oder mehr je Quadratkilometern bezogen auf die Gemarkungsfläche haben und die zusammen mindestens eine Fläche von 100 Quadratkilometern darstellen.

Beurteilung

... ist die Ermittlung und Bewertung der Luftqualität durch Messung, Rechnung, Vorhersage oder Schätzung anhand der Methoden und Kriterien, die in der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) [3] genannt sind.

Emissionen

... sind die von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Erscheinungen.

Gebiet

... ist ein von den zuständigen Behörden festgelegter Teil der Fläche eines Landes im Sinne des § 1 Nr. 9 der 39. BImSchV [3].

Immissionen

... sind auf Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter einwirkende Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Erscheinungen.

Immissionsgrenzwert

... ist ein Wert für einen bestimmten Schadstoff, der nach den Regelungen der §§ 2 bis 9 der 39. BImSchV bis zu dem dort genannten Zeitpunkt einzuhalten ist und danach nicht überschritten werden darf.

Immissionskenngrößen

... kennzeichnen die Höhe der Vorbelastung, der Zusatzbelastung oder der Gesamtbelastung für den jeweiligen luftverunreinigenden Stoff.

Kurzzeitkenngröße beschreibt den im Vergleich zu einer Langzeitkenngröße wie z. B. den Jahresmittelwert für den jeweiligen Luftschadstoff spezifisch festgesetzten kurzzeitig einzuhaltenden Immissionsgrenzwert wie z. B. Stunden- oder Tagesmittelwert.

Luftverunreinigungen

... sind Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Rauch, Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe oder Geruchsstoffe.

PM₁₀

... sind die Partikel, die einen grö ßenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm einen Abscheidegrad von 50 % aufweist.

PM_{2,5}

... sind die Partikel, die einen grö ßenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 µm einen Abscheidegrad von 50 % aufweist.

Toleranzmarge

... bezeichnet einen in jährlichen Stufen abnehmenden Wert, um den der Immissionsgrenzwert bis zur jeweils festgesetzten Frist überschritten werden darf, ohne die Erstellung von Plänen zu bedingen

Zielwert

... ist die nach Möglichkeit in einem bestimmten Zeitraum zu erreichende Immissionskonzentration, die mit dem Ziel festgelegt wird, die schädlichen Einflüsse auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt zu vermeiden, zu verhindern oder zu verringern.

12.2 Ergebnisse der Immissionsberechnungen

1.125 Straßenabschnitte in Frankfurt am Main wurden immissionsseitig im Hinblick auf ihre Schadstoffbelastung hin untersucht. Davon zeigten 119 Abschnitte im Analysenullfall 2019 Werte größer $40,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für den Luftschadstoff Stickstoffdioxid. In Anhang 12.2.1 wird die NO_2 -Belastungssituation für ausgewählte Szenarien zunächst noch einmal in detaillierten Kartendarstellungen visualisiert. In Anhang 12.2.2 werden die Rechenergebnisse der 119 Abschnitte in tabellarischer Form aufgelistet.

12.2.1 Belastungskarten

Auf den folgenden Seiten sind die Belastungskarten für folgende Szenarien dargestellt:

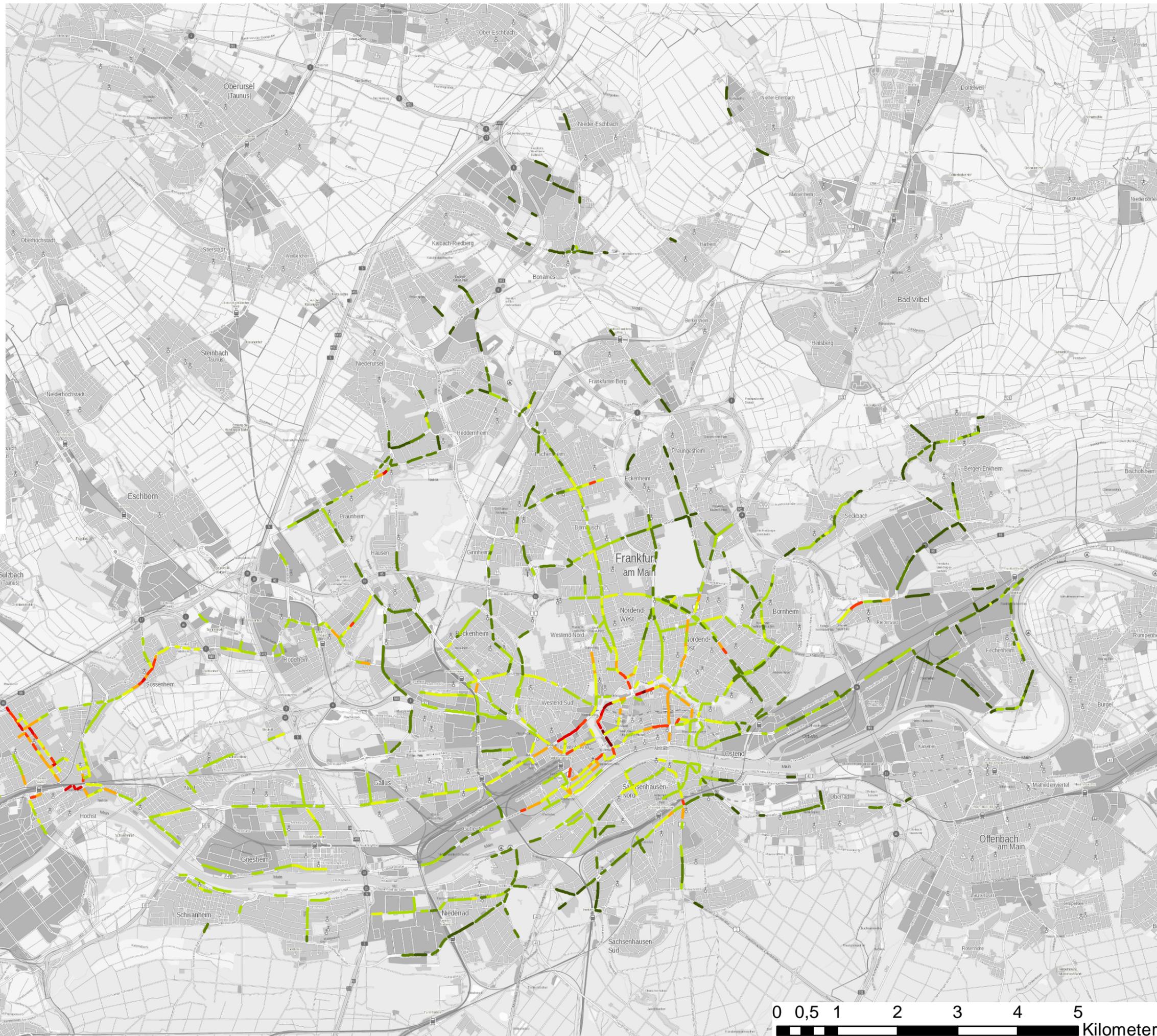
- Analysenullfall 2019 (12.2.1.1)
- Prognosenullfall 2021 (12.2.1.2)
- Prognoseplanfall 2021: Masterplanfall (12.2.1.3)
- Prognoseplanfall 2021: Kombination von Masterplanfall mit einer Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings (12.2.1.4)
- Prognoseplanfall 2021: Kombination aus Masterplanfall und Verkehrsbeschränkungen (12.2.1.5)

Anhang 12.2.1.1

NO2-Immissionssituation in Frankfurt am Main

Analysenullfall 2019

NO2-Jahresmittelwert

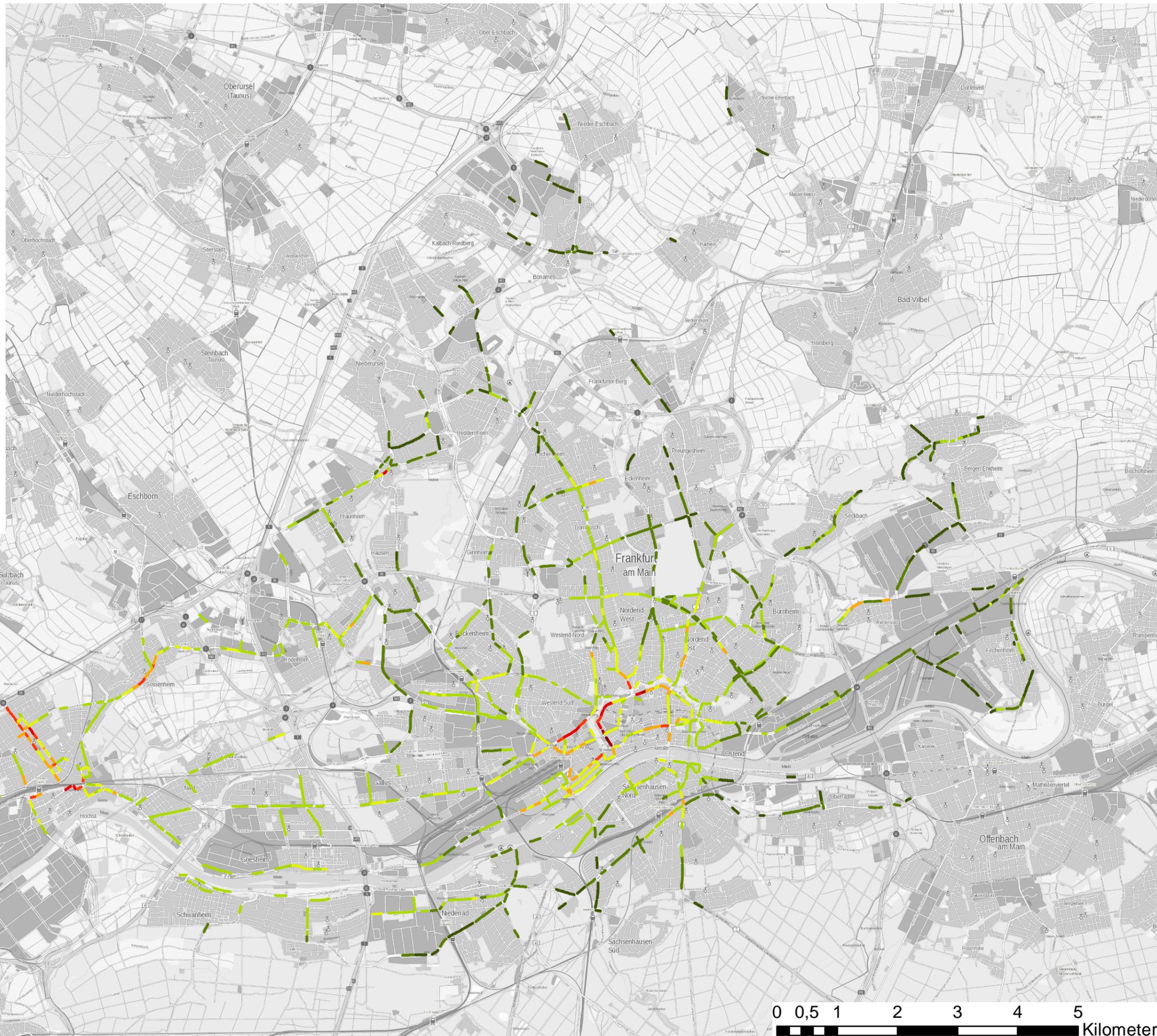


Anhang 12.2.1.2

NO₂-Immissionssituation in Frankfurt am Main

Prognosenullfall 2021

NO₂-Jahresmittelwert



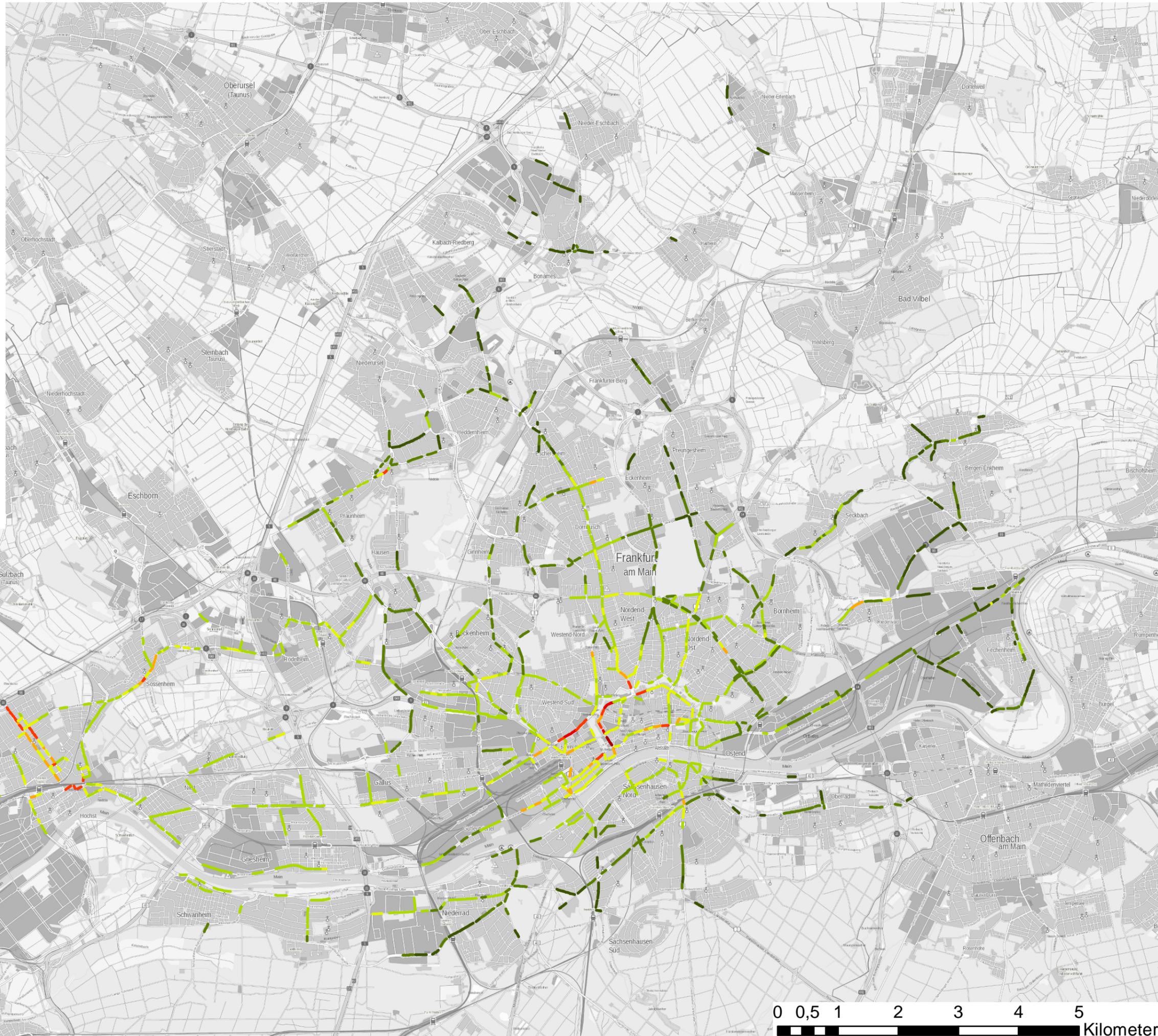
Anhang 12.2.1.3

NO2-Immissionssituation in Frankfurt am Main

Prognoseplanfall 2021: Masterplanfall

NO2-Jahresmittelwert

-  < 30
-  30 - 33
-  33 - 37
-  37 - 40
-  40 - 42
-  42 - 45
-  45 - 48
-  48 - 50



Anhang 12.2.1.4

NO₂-Immissionssituation in Frankfurt am Main

Prognoseplanfall 2021: Masterplanfall + zonales Fahrverbot Anlagenring

NO₂-Jahresmittelwert



Anhang 12.2.1.5

NO2-Immissionssituation in Frankfurt am Main

Prognoseplanfall 2021: Masterplanfall + Verkehrsbeschränkungen

NO2-Jahresmittelwert

-  < 30
-  30 - 33
-  33 - 37
-  37 - 40
-  40 - 42
-  42 - 45



12.2.2 Tabellarische Auflistung der Immissionsberechnungen

12.2.2.1 Analysenullfall 2019 und Prognosenullfall 2021

Beide Nullfälle sind unter Berücksichtigung der Sperrung des Mainkais berechnet worden.

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Konzentration [µg/m ³]	
	zwischen	und	Analyse- nullfall 2019	Prognose- nullfall 2021
Adolf-Haeuser-Straße	Ludwigshafener Straße	Leverkuser Straße	41,6	41,2
Adolf-Haeuser-Straße	Leunastraße	Ludwigshafener Straße	43,8	43,1
Alt Praunheim	Heerstraße	Graebestraße	46,7	45,0
Alt-Sossenheim	Sossenheimer Riedstraße	Robert-Dißmann-Straße	42,0	41,0
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 24	Siegener Straße	43,7	43,2
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 20	Sossenheimer Riedstraße	42,2	41,8
Alt-Sossenheim	Thomestraße	Alt-Sossenheim 57	43,3	42,3
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 62	Sossenheimer Mühlgasse	45,1	43,9
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim	Kappusstraße	42,3	41,3
Alt-Sossenheim	Kappusstraße	Siegener Straße	42,2	41,2
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim	Michaelstraße	41,0	40,2
Alt-Sossenheim	Lindenscheidstraße	Am Brännchen	41,9	41,0
Am Erlenbruch	Lahmeyerstraße	Am Erlenbruch 124	41,7	40,9
Am Erlenbruch	Rümelinstraße	Schäfflestraße	42,7	40,1
Baseler Platz	Unter der Friedensbrücke	Wilhelm-Leuschner-Straße	41,6	40,6
Baseler Platz	Esslinger Straße	Unter der Friedensbrücke	41,6	40,5
Baseler Straße	Mannheimer Straße	Baseler Platz	43,0	41,9
Battonnstraße	Kurt-Schumacher-Straße	Fahrgasse	44,4	42,9
Berliner Straße	Fahrgasse	Hasengasse	43,1	41,8
Berliner Straße	Ziegelgasse	Berliner Straße 29	41,9	40,7
Berliner Straße	Domstraße	Berliner Straße 26	41,9	40,7
Bleichstraße	Krögerstraße	Eschenheimer Tor	46,9	45,1
Bleichstraße	Krögerstraße	Brönnerstraße	50,4	48,3
Bleichstraße	Alte Gasse	Elefantengasse	41,2	40,0
Bleichstraße	Elefantengasse	Friedberger Tor	41,8	40,7
Bleichstraße	Brönnerstraße	Bleichstraße 36	42,1	41,0
Bolongarostraße	Am Rosenberg	Tillystraße	41,5	40,7
Bolongarostraße	Ludwig-Scriba-Straße	Am Rosenberg	40,4	39,6
Börsenstraße	Biebergasse	Börsenplatz	40,4	39,5
Darmstädter Landstraße	Geleitstraße	Offenbacher Landstraße	40,5	39,1
Darmstädter Landstraße	Bahnübergang	Offenbacher Landstraße	42,9	41,3
Düsseldorfer Straße	Mainzer Landstraße	Poststraße	41,1	40,0
Emmerich-Josef-Straße	Zuckschwerdtstraße	Kasinostraße	45,2	44,3

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Konzentration [µg/m ³]	
	zwischen	und	Analyse- nullfall 2019	Prognose- nullfall 2021
Eschersheimer Landstraße	Felinnerstraße	Bockenheimer Anlage	45,0	43,4
Eschersheimer Landstraße	Baustraße	Fichardstraße	40,5	39,4
Eschersheimer Landstraße	Querstraße	Finkenhofstraße	42,0	40,7
Friedberger Landstraße	Egenoffstraße	Glauburgstraße	41,8	40,5
Friedberger Landstraße	Wielandstraße	Zeißelstraße	41,1	39,8
Friedberger Landstraße	Glauburgstraße	Schwarzburgstraße	40,5	39,3
Friedberger Landstraße	Merianstraße	Bornheimer Landstraße	41,6	40,3
Friedberger Landstraße	Gleimstraße	Rat-Beil-Straße	40,8	39,4
Friedberger Landstraße	Rotteckstraße	Merianstraße	41,9	40,6
Gotenstraße	Pfälzer Straße	Schneidmühlenweg	44,6	43,2
Gotenstraße	Sossenheimer Weg	Euckenstraße	46,6	45,1
Gotenstraße	Liebknechtstraße	Hospitalstraße	42,6	41,6
Gotenstraße	Gotenstraße 41		42,0	41,0
Gutleutstraße	Mainluststraße	Windmühlstraße	41,4	40,4
Gutleutstraße	Zanderstraße	Heidelberger Straße	41,8	40,6
Gutleutstraße	Heidelberger Straße	Heibronner Straße	40,5	39,4
Gutleutstraße	Heilbronner Straße	Bahnbrücke	42,8	41,5
Gutleutstraße	Wiesenhüttenstraße	Baseler Platz	41,1	40,1
Heerstraße	Alt Praunheim	Heerstraße 12	40,3	39,2
Hochstraße	Kaiserhofstraße	Große Bockenheimer Straße	49,4	47,4
Hochstraße	Eschenheimer Tor	Börsenstraße	40,6	39,6
Hofheimer Straße	Flanbrechtstraße	Alt-Zeilsheim	40,1	38,9
Höhenstraße	Heidestraße	Burgstraße	41,0	39,6
Höhenstraße	Heidestraße	Berger Straße	42,6	41,1
Hospitalstraße	Königsteiner Straße	Hospitalstraße 3	41,7	40,8
Hospitalstraße	Hospitalstraße 5	Gotenstraße	45,6	44,4
Hügelstraße	Grafenstraße	Ulrichstraße	42,3	40,7
Kasinostraße	Königsteiner Straße	Kasinostraße 27	45,9	45,1
Kasinostraße	Kasinostraße 21	Emmerich-Josef-Straße	45,8	45,0
Königsteiner Straße	Johannesallee	Königsteiner Straße 88	43,3	42,2
Königsteiner Straße	Burgunderweg	Königsteiner Straße 142	42,1	41,2
Königsteiner Straße	Engelsruhe	Chattenweg	44,6	43,3
Königsteiner Straße	Chattenweg	Burgunderweg	44,2	42,9
Königsteiner Straße	Königsteiner Straße 137	Sossenheimer Weg	45,8	44,4

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Konzentration [µg/m ³]	
	zwischen	und	Analyse- nullfall 2019	Prognose- nullfall 2021
Königsteiner Straße	Wasgaustraße	Pfälzer Straße	43,7	42,5
Königsteiner Straße	Euckenstraße	Schneidmühlenweg	41,5	40,5
Königsteiner Straße	Liebknechtstraße	Königsteiner Straße 74	40,7	39,9
Königsteiner Straße	Liebknechtstraße	Hospitalstraße	41,9	41,0
Königsteiner Straße	Autobahnabfahrt	Hans-Böckler-Straße	45,8	44,4
Königsteiner Straße	Höchster Bahnstraße	Adelonstraße	41,4	40,5
Konrad-Adenauer-Straße	Allerheiligenstraße	Zeil	40,3	39,3
Konrad-Adenauer-Straße	Bleichstraße	Vilbeler Straße	41,1	40,0
Konrad-Adenauer-Straße	Vilbeler Straße	Kleine Friedberger Straße	40,5	39,5
Konrad-Adenauer-Straße	Kleine Friedberger Straße	Zeil	40,3	39,3
Kurt-Schumacher-Straße	Börneplatz	Brückhofstraße	41,5	40,3
Kurt-Schumacher-Straße	Allerheiligenstraße	Battonnstraße	40,2	39,2
Lange Straße	Am Städelshof	Zeil	40,7	39,4
Liederbacher Straße	Peter-Bied-Straße	Gebeschusstraße	41,6	40,7
Lorscher Straße	Niddagastraße	Alexanderstraße	40,1	38,9
Lorscher Straße	Alexanderstraße	Thudichumstraße	40,9	39,9
Mainluststraße	Wilhelm-Leuschner-Straße	Gutleutstraße	40,6	39,7
Mainzer Landstraße	Ottostraße	Ludwigstraße	40,6	39,6
Mainzer Landstraße	Ludwigstraße	Rudolfstraße	41,7	40,6
Mainzer Landstraße	Marienstraße	Weserstraße	47,2	45,6
Mainzer Landstraße	Weserstraße	Westendstraße	47,3	45,7
Mainzer Landstraße	Taunusanlage	Marienstraße	44,2	42,9
Mainzer Landstraße	Savignystraße	Westendstraße	46,5	44,8
Mörfelder Landstraße	Grethenweg	Mörfelder Landstraße 42	41,6	40,2
Nauheimer Straße	Schloßstraße	Robert-Mayer-Straße	41,4	40,0
Neue Mainzer Straße	Junghofstraße	Neue Rothofstraße	44,4	43,0
Neue Mainzer Straße	Kaiserstraße	Große Gallusstraße	52,5	50,4
Neue Mainzer Straße	Kaiserstraße	Weißfrauenstraße	52,0	49,9
Neue Mainzer Straße	Hofstraße	Weißfrauenstraße	43,2	41,9
Neue Mainzer Straße	Große Gallusstraße	Neue Schlesingergasse	51,8	49,7
Neue Mainzer Straße	Neue Rothofstraße	Goethestraße	46,8	45,2
Neue Mainzer Straße	Neue Schlesingergasse	Neue Mainzer Straße 55	47,6	45,9
Neue Mainzer Straße	Neue Mainzer Straße 55	Junghofstraße	44,4	42,9
Querstraße	Oederweg	Eschersheimer Land- straße	40,7	39,5
Reuterweg	Böhmerstraße	Wolfsgangstraße	41,8	40,5
Reuterweg	Böhmerstraße	Grüneburgweg	40,9	39,7

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Konzentration [µg/m ³]	
	zwischen	und	Analyse- nullfall 2019	Prognose- nullfall 2021
Reuterweg	Emil-Claar-Straße	Eppsteiner Straße	40,6	39,4
Rödelheimer Landstraße	Kleemannstraße	Kleemannstraße	41,0	40,0
Rödelheimer Landstraße	Kleemannstraße	Rödelheimer Parkweg	41,7	40,6
Seilerstraße	Klapperfeldstraße	Seilerstraße	40,0	39,0
Sossenheimer Weg	Ambronnenpfad	Gotenstraße	40,6	39,7
Sossenheimer Weg	Königsteiner Straße	Gotenstraße	41,8	41,1
Stoltzestraße	Battonnstraße	Allerheiligenstraße	42,0	40,7
Taunusstraße	Elbestraße	Weserstraße	40,9	40,0
Taunusstraße	Moselstraße	Am Hauptbahnhof	42,6	41,5
Theatertunnel	Mainluststraße	Untermainanlage	43,8	42,6
Thudichumstraße	Josef-May-Straße	Trümpertstraße	42,1	40,9
Wasgaustraße	Königsteiner Straße	Soonwaldstraße	41,0	40,1
Wilhelm-Leuschner-Straße	Mainluststraße	Windmühlstraße	40,3	39,4
Zuckschwerdtstraße	Kurmainzer Straße	Palleskestraße	40,3	39,7
Zuckschwerdtstraße	Andreasstraße	Bolongarostraße	40,7	39,8
Zuckschwerdtstraße	Kurmainzer Straße	Bahnübergang	44,5	43,3

12.2.2.2 Minderungswirkung von Einzelmaßnahmen

12.2.2.2.1 NO₂-Minderungswirkung der Maßnahmen Verbesserung des Emissionsstandards der Busflotte und Ausbau und Förderung von ÖPNV und Radverkehr

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Minderungswirkung [µg/m ³]	
	zwischen	und	Verbesserung Emissionsstandard Busse	Ausbau und Förderung von ÖPNV und Radverkehr
Adolf-Haeuser-Straße	Ludwigshafener Straße	Leverkuser Straße	-2,2	-0,1
Adolf-Haeuser-Straße	Leunastraße	Ludwigshafener Straße	-2,0	-0,1
Alt Praunheim	Heerstraße	Graebestraße	-1,6	0,0
Alt-Sossenheim	Sossenheimer Riedstraße	Robert-Dißmann-Straße	-0,8	-0,1
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 24	Siegener Straße	-1,6	-0,8

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Minderungswirkung [µg/m ³]	
	zwischen	und	Verbesserung Emissionsstandard Busse	Ausbau und Förderung von ÖPNV und Radverkehr
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 20	Sossenheimer Riedstraße	-1,5	-0,7
Alt-Sossenheim	Thomestraße	Alt-Sossenheim 57	-1,3	-0,1
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 62	Sossenheimer Mühlgasse	-1,3	-0,1
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim	Kappusstraße	-0,9	-0,5
Alt-Sossenheim	Kappusstraße	Siegener Straße	-0,9	-0,2
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim	Michaelstraße	-0,8	-0,4
Alt-Sossenheim	Lindenscheidstraße	Am Brännchen	-1,2	-0,1
Am Erlenbruch	Lahmeyerstraße	Am Erlenbruch 124	0,0	-0,5
Am Erlenbruch	Rümelinstraße	Schäfflestraße	0,0	-0,2
Baseler Platz	Unter der Friedensbrücke	Wilhelm-Leuschner-Straße	-0,1	-0,1
Baseler Platz	Esslinger Straße	Unter der Friedensbrücke	0,0	0,0
Baseler Straße	Mannheimer Straße	Baseler Platz	-0,4	0,3
Battonnstraße	Kurt-Schumacher-Straße	Fahrgasse	0,0	-0,5
Berliner Straße	Fahrgasse	Hasengasse	0,0	-0,4
Berliner Straße	Ziegelgasse	Berliner Straße 29	0,0	-0,3
Berliner Straße	Domstraße	Berliner Straße 26	0,0	-0,3
Bleichstraße	Krögerstraße	Eschenheimer Tor	-0,4	-0,8
Bleichstraße	Krögerstraße	Brönnerstraße	-0,6	-0,9
Bleichstraße	Alte Gasse	Elefantengasse	-0,3	-0,4
Bleichstraße	Elefantengasse	Friedberger Tor	-0,4	-0,4
Bleichstraße	Brönnerstraße	Bleichstraße 36	-0,4	-0,5
Bolongarostraße	Am Rosenberg	Tillystraße	-0,6	-0,3
Bolongarostraße	Ludwig-Scriba-Straße	Am Rosenberg	-0,6	-0,2
Börsenstraße	Biebergasse	Börsenplatz	0,0	0,0
Darmstädter Landstraße	Geleitstraße	Offenbacher Landstraße	-0,5	-0,5
Darmstädter Landstraße	Bahnübergang	Offenbacher Landstraße	-0,7	2,1
Düsseldorfer Straße	Mainzer Landstraße	Poststraße	-0,3	0,0
Emmerich-Josef-Straße	Zuckschwerdtstraße	Kasinostraße	-2,0	-0,1
Eschersheimer Landstraße	Felnerstraße	Bockenheimer Anlage	0,0	-0,3

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Minderungswirkung [µg/m ³]	
	zwischen	und	Verbesserung Emissionsstandard Busse	Ausbau und Förderung von ÖPNV und Radverkehr
Eschersheimer Landstraße	Baustraße	Fichardstraße	0,0	-0,1
Eschersheimer Landstraße	Querstraße	Finkenhofstraße	0,0	-0,2
Friedberger Landstraße	Egenolffstraße	Glauburgstraße	-0,3	-1,3
Friedberger Landstraße	Wielandstraße	Zeißelstraße	-0,2	-1,5
Friedberger Landstraße	Glauburgstraße	Schwarzburgstraße	-0,2	-0,7
Friedberger Landstraße	Merianstraße	Bornheimer Landstraße	-0,2	-1,0
Friedberger Landstraße	Gleimstraße	Rat-Beil-Straße	-0,1	-0,6
Friedberger Landstraße	Rotteckstraße	Merianstraße	-0,3	-1,1
Gotenstraße	Pfälzer Straße	Schneidmühlenweg	-0,3	-0,2
Gotenstraße	Sossenheimer Weg	Euckenstraße	-0,7	-0,2
Gotenstraße	Liebknechtstraße	Hospitalstraße	-0,5	-0,1
Gotenstraße	Gotenstraße 41		-0,4	-0,1
Gutleutstraße	Mainluststraße	Windmühlstraße	0,0	-0,1
Gutleutstraße	Zanderstraße	Heidelberger Straße	0,0	-0,1
Gutleutstraße	Heidelberger Straße	Heilbronner Straße	0,0	0,0
Gutleutstraße	Heilbronner Straße	Bahnbrücke	-0,5	-0,1
Gutleutstraße	Wiesenhüttenstraße	Baseler Platz	0,0	-0,2
Heerstraße	Alt Praunheim	Heerstraße 12	-1,1	-0,1
Hochstraße	Kaiserhofstraße	Große Bockenheimer Straße	-0,1	0,4
Hochstraße	Eschenheimer Tor	Börsenstraße	0,0	0,2
Hofheimer Straße	Flanbrechtstraße	Alt-Zeilsheim	0,0	-0,2
Höhenstraße	Heidestraße	Burgstraße	-0,3	0,1
Höhenstraße	Heidestraße	Berger Straße	-0,3	0,1
Hospitalstraße	Königsteiner Straße	Hospitalstraße 3	-0,6	-0,4
Hospitalstraße	Hospitalstraße 5	Gotenstraße	-0,8	-0,6
Hügelstraße	Grafenstraße	Ulrichstraße	-0,3	-0,2
Kasinostraße	Königsteiner Straße	Kasinostraße 27	-2,3	-0,3
Kasinostraße	Kasinostraße 21	Emmerich-Josef-Straße	-2,3	-0,3
Königsteiner Straße	Johannesallee	Königsteiner Straße 88	-0,5	-0,2

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Minderungswirkung [µg/m ³]	
	zwischen	und	Verbesserung Emissionsstandard Busse	Ausbau und Förderung von ÖPNV und Radverkehr
Königsteiner Straße	Burgunderweg	Königsteiner Straße 142	-0,2	-0,1
Königsteiner Straße	Engelsruhe	Chattenweg	-0,1	-0,2
Königsteiner Straße	Chattenweg	Burgunderweg	-0,1	-0,2
Königsteiner Straße	Königsteiner Straße 137	Sossenheimer Weg	-0,3	-0,2
Königsteiner Straße	Wasgaustraße	Pfälzer Straße	-0,5	-0,5
Königsteiner Straße	Euckenstraße	Schneidmühlenweg	-0,2	-0,2
Königsteiner Straße	Liebknechtstraße	Königsteiner Straße 74	-0,4	-0,1
Königsteiner Straße	Liebknechtstraße	Hospitalstraße	-0,5	0,0
Königsteiner Straße	Autobahnabfahrt	Hans-Böckler-Straße	-0,1	-0,2
Königsteiner Straße	Höchster Bahnstraße	Adelonstraße	-0,3	-0,1
Konrad-Adenauer-Straße	Allerheiligenstraße	Zeil	-0,7	-1,1
Konrad-Adenauer-Straße	Bleichstraße	Vilbeler Straße	-0,6	-1,0
Konrad-Adenauer-Straße	Vilbeler Straße	Kleine Friedberger Straße	-0,6	-1,0
Konrad-Adenauer-Straße	Kleine Friedberger Straße	Zeil	-0,7	-1,2
Kurt-Schumacher-Straße	Börneplatz	Brückhofstraße	-0,8	-1,1
Kurt-Schumacher-Straße	Allerheiligenstraße	Battonnstraße	-0,7	-1,0
Lange Straße	Am Städelshof	Zeil	0,0	0,1
Liederbacher Straße	Peter-Bied-Straße	Gebeschusstraße	-0,6	-0,2
Lorscher Straße	Niddagaustraße	Alexanderstraße	0,0	-0,2
Lorscher Straße	Alexanderstraße	Thudichumstraße	-0,9	-0,1
Mainluststraße	Wilhelm-Leuschner-Straße	Gutleutstraße	0,0	-0,2
Mainzer Landstraße	Ottostraße	Ludwigstraße	-0,2	-0,3
Mainzer Landstraße	Ludwigstraße	Rudolfstraße	-0,3	-0,4
Mainzer Landstraße	Marienstraße	Weserstraße	-0,1	-0,2
Mainzer Landstraße	Weserstraße	Westendstraße	-0,1	0,1
Mainzer Landstraße	Taunusanlage	Marienstraße	-0,1	-0,1
Mainzer Landstraße	Savignystraße	Westendstraße	0,0	0,1
Mörfelder Landstraße	Grethenweg	Mörfelder Landstraße 42	-0,4	-0,2
Nauheimer Straße	Schloßstraße	Robert-Mayer-Straße	0,0	-0,1

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Minderungswirkung [µg/m ³]	
	zwischen	und	Verbesserung Emissionsstandard Busse	Ausbau und Förderung von ÖPNV und Radverkehr
Neue Mainzer Straße	Junghofstraße	Neue Rothofstraße	0,0	0,4
Neue Mainzer Straße	Kaiserstraße	Große Gallusstraße	0,0	0,6
Neue Mainzer Straße	Kaiserstraße	Weißfrauenstraße	-0,1	0,5
Neue Mainzer Straße	Hofstraße	Weißfrauenstraße	0,0	0,3
Neue Mainzer Straße	Große Gallusstraße	Neue Schlesingergasse	0,0	0,9
Neue Mainzer Straße	Neue Rothofstraße	Goethestraße	-0,1	0,3
Neue Mainzer Straße	Neue Schlesingergasse	Neue Mainzer Straße 55	0,0	0,7
Neue Mainzer Straße	Neue Mainzer Straße 55	Junghofstraße	0,0	0,6
Querstraße	Oederweg	Eschersheimer Landstraße	-0,1	0,0
Reuterweg	Böhmerstraße	Wolfsgangstraße	-0,4	-0,1
Reuterweg	Böhmerstraße	Grüneburgweg	-0,4	-0,1
Reuterweg	Emil-Claar-Straße	Eppsteiner Straße	-0,3	-0,1
Rödelheimer Landstraße	Kleemannstraße	Kleemannstraße	-1,4	-0,1
Rödelheimer Landstraße	Kleemannstraße	Rödelheimer Parkweg	-1,6	-0,1
Seilerstraße	Klapperfeldstraße	Seilerstraße	0,0	0,1
Sossenheimer Weg	Ambronenpfad	Gotenstraße	-0,3	-0,1
Sossenheimer Weg	Königsteiner Straße	Gotenstraße	-1,3	-0,1
Stoltzestraße	Battonnstraße	Allerheiligenstraße	-0,1	0,0
Taunusstraße	Elbestraße	Weserstraße	-0,3	-0,7
Taunusstraße	Moselstraße	Am Hauptbahnhof	-0,3	-0,8
Theatertunnel	Mainluststraße	Untermainanlage	0,0	-0,2
Thudichumstraße	Josef-May-Straße	Trümpertstraße	-0,8	-0,1
Wasgaustraße	Königsteiner Straße	Soonwaldstraße	-0,2	-0,1
Wilhelm-Leuschner-Straße	Mainluststraße	Windmühlstraße	0,0	0,2
Zuckschwerttstraße	Kurmainzer Straße	Palleskestraße	-0,4	-0,3
Zuckschwerttstraße	Andreasstraße	Bolongarostraße	-0,2	-0,1
Zuckschwerttstraße	Kurmainzer Straße	Bahnübergang	-0,7	-0,1

12.2.2.2.2 NO₂-Minderungswirkung der Maßnahmen Parkraummanagement und Änderung des Tempolimits innerhalb des Anlagenring

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Minderungswirkung [µg/m ³]		
	zwischen	und	Parkraummanagement	Tempolimit 30 km/h	Tempolimit 40 km/h
Adolf-Haeuser-Straße	Ludwigshafener Straße	Leverkuser Straße	0,0	0,0	0,0
Adolf-Haeuser-Straße	Leunastraße	Ludwigshafener Straße	0,0	0,0	0,0
Alt Praunheim	Heerstraße	Graebestraße	0,0	0,0	0,0
Alt-Sossenheim	Sossenheimer Riedstraße	Robert-Dißmann-Straße	-0,1	0,0	0,0
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 24	Siegener Straße	-0,1	0,0	0,0
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 20	Sossenheimer Riedstraße	-0,1	0,0	0,0
Alt-Sossenheim	Thomestraße	Alt-Sossenheim 57	0,0	0,0	0,0
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 62	Sossenheimer Mühlgasse	0,0	0,0	0,0
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim	Kappusstraße	-0,4	0,0	0,0
Alt-Sossenheim	Kappusstraße	Siegener Straße	-0,1	0,0	0,0
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim	Michaelstraße	-0,4	0,0	0,0
Alt-Sossenheim	Lindenscheidstraße	Am Brünncchen	-0,1	0,0	0,0
Am Erlenbruch	Lahmeyerstraße	Am Erlenbruch 124	-0,2	-0,2	-0,2
Am Erlenbruch	Rümelinstraße	Schäfflestraße	0,0	-0,1	0,0
Baseler Platz	Unter der Friedensbrücke	Wilhelm-Leuschner-Straße	0,0	0,0	0,0
Baseler Platz	Esslinger Straße	Unter der Friedensbrücke	0,0	0,1	0,0
Baseler Straße	Mannheimer Straße	Baseler Platz	-0,1	0,1	0,0
Battonnstraße	Kurt-Schumacher-Straße	Fahrgasse	-0,1	-0,3	0,0
Berliner Straße	Fahrgasse	Hasengasse	-0,1	-0,3	0,0
Berliner Straße	Ziegelgasse	Berliner Straße 29	-0,1	-0,3	-0,1
Berliner Straße	Domstraße	Berliner Straße 26	-0,1	-0,8	-0,6
Bleichstraße	Krögerstraße	Eschenheimer Tor	0,0	-2,5	-1,7
Bleichstraße	Krögerstraße	Brönnerstraße	0,0	-2,3	-1,9
Bleichstraße	Alte Gasse	Elefantengasse	-0,1	-1,4	-1,2
Bleichstraße	Elefantengasse	Friedberger Tor	-0,1	-1,4	-1,2
Bleichstraße	Brönnerstraße	Bleichstraße 36	0,0	-1,4	-1,1
Bolongarostraße	Am Rosenberg	Tillystraße	-0,2	0,0	0,0
Bolongarostraße	Ludwig-Scriba-Straße	Am Rosenberg	-0,2	0,0	0,0

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Minderungswirkung [µg/m ³]		
	zwischen	und	Parkraummanagement	Tempolimit 30 km/h	Tempolimit 40 km/h
Börsenstraße	Biebergasse	Börsenplatz	-0,1	-0,3	-0,5
Darmstädter Landstraße	Geleitstraße	Offenbacher Landstraße	0,0	-0,1	0,0
Darmstädter Landstraße	Bahnübergang	Offenbacher Landstraße	-0,1	-0,3	0,0
Düsseldorfer Straße	Mainzer Landstraße	Poststraße	0,0	0,0	0,0
Emmerich-Josef-Straße	Zuckschwerdtstraße	Kasinostraße	0,0	0,0	0,0
Eschersheimer Landstraße	Felnerstraße	Bockenheimer Anlage	-0,1	-0,5	-0,2
Eschersheimer Landstraße	Baustraße	Fichardstraße	-0,1	-0,3	-0,1
Eschersheimer Landstraße	Querstraße	Finkenhofstraße	-0,1	-0,4	-0,1
Friedberger Landstraße	Egenolffstraße	Glauburgstraße	0,0	-0,2	-0,1
Friedberger Landstraße	Wielandstraße	Zeißelstraße	0,0	-0,3	-0,1
Friedberger Landstraße	Glauburgstraße	Schwarzburgstraße	-0,1	-0,2	-0,1
Friedberger Landstraße	Merianstraße	Bornheimer Landstraße	0,0	-0,3	-0,1
Friedberger Landstraße	Gleimstraße	Rat-Beil-Straße	-0,1	-0,1	0,0
Friedberger Landstraße	Rotteckstraße	Merianstraße	0,0	-0,3	-0,1
Gotenstraße	Pfälzer Straße	Schneidmühlenweg	-0,1	0,0	0,0
Gotenstraße	Sossenheimer Weg	Euckenstraße	-0,1	0,0	0,0
Gotenstraße	Liebknechtstraße	Hospitalstraße	-0,1	0,0	0,0
Gotenstraße	Gotenstraße 41		0,0	0,0	0,0
Gutleutstraße	Mainluststraße	Windmühlstraße	-0,1	0,0	-0,1
Gutleutstraße	Zanderstraße	Heidelberger Straße	-0,1	-0,3	-0,1
Gutleutstraße	Heidelberger Straße	Heibronner Straße	-0,1	-0,3	0,0
Gutleutstraße	Heilbronner Straße	Bahnbrücke	-0,1	-0,1	0,0
Gutleutstraße	Wiesenhüttenstraße	Baseler Platz	-0,1	0,0	0,0
Heerstraße	Alt Praunheim	Heerstraße 12	-0,1	0,0	0,0
Hochstraße	Kaiserhofstraße	Große Bockenheimer Straße	-0,1	-2,8	-2,0
Hochstraße	Eschenheimer Tor	Börsenstraße	0,0	-1,0	-0,9
Hofheimer Straße	Flanbrechtstraße	Alt-Zeilsheim	-0,1	0,0	0,0
Höhenstraße	Heidestraße	Burgstraße	-0,1	0,1	0,1
Höhenstraße	Heidestraße	Berger Straße	-0,1	0,1	0,1

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Minderungswirkung [µg/m ³]		
	zwischen	und	Parkraummanagement	Tempolimit 30 km/h	Tempolimit 40 km/h
Hospitalstraße	Königsteiner Straße	Hospitalstraße 3	-0,1	0,0	0,0
Hospitalstraße	Hospitalstraße 5	Gotenstraße	-0,2	0,0	0,0
Hügelstraße	Grafenstraße	Ulrichstraße	-0,1	0,0	0,0
Kasinostraße	Königsteiner Straße	Kasinostraße 27	-0,2	0,0	0,0
Kasinostraße	Kasinostraße 21	Emmerich-Josef-Straße	-0,3	0,0	0,0
Königsteiner Straße	Johannesallee	Königsteiner Straße 88	0,0	0,0	0,0
Königsteiner Straße	Burgunderweg	Königsteiner Straße 142	0,0	0,0	0,0
Königsteiner Straße	Engelsruhe	Chattenweg	-0,1	0,0	0,0
Königsteiner Straße	Chattenweg	Burgunderweg	-0,1	0,0	0,0
Königsteiner Straße	Königsteiner Straße 137	Sossenheimer Weg	0,0	0,0	0,0
Königsteiner Straße	Wasgaustraße	Pfälzer Straße	-0,1	0,0	0,0
Königsteiner Straße	Euckenstraße	Schneidmühlenweg	0,0	0,0	0,0
Königsteiner Straße	Liebnechtstraße	Königsteiner Straße 74	0,0	0,0	0,0
Königsteiner Straße	Liebnechtstraße	Hospitalstraße	0,0	0,0	0,0
Königsteiner Straße	Autobahnabfahrt	Hans-Böckler-Straße	-0,1	0,0	0,0
Königsteiner Straße	Höchster Bahnstraße	Adelonstraße	0,0	0,0	0,0
Konrad-Adenauer-Straße	Allerheiligenstraße	Zeil	-0,1	-0,8	-0,9
Konrad-Adenauer-Straße	Bleichstraße	Vilbeler Straße	-0,1	-1,0	-0,9
Konrad-Adenauer-Straße	Vilbeler Straße	Kleine Friedberger Straße	-0,1	-1,0	-0,9
Konrad-Adenauer-Straße	Kleine Friedberger Straße	Zeil	-0,1	-0,8	-0,9
Kurt-Schumacher-Straße	Börneplatz	Brückhofstraße	-0,1	-0,4	-0,8
Kurt-Schumacher-Straße	Allerheiligenstraße	Battonnstraße	0,0	-0,7	-0,8
Lange Straße	Am Städelshof	Zeil	-0,1	-1,6	-1,1
Liederbacher Straße	Peter-Bied-Straße	Gebeschusstraße	-0,1	0,0	0,0
Lorscher Straße	Niddagastraße	Alexanderstraße	-0,1	0,0	0,1
Lorscher Straße	Alexanderstraße	Thudichumstraße	0,0	0,0	0,1
Mainluststraße	Wilhelm-Leuschner-Straße	Gutleutstraße	-0,1	-0,6	-0,3
Mainzer Landstraße	Ottostraße	Ludwigstraße	-0,1	-0,1	0,0
Mainzer Landstraße	Ludwigstraße	Rudolfstraße	0,0	-0,1	0,0

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Minderungswirkung [µg/m ³]		
	zwischen	und	Parkraummanagement	Tempolimit 30 km/h	Tempolimit 40 km/h
Mainzer Landstraße	Marienstraße	Weserstraße	-0,1	0,0	0,0
Mainzer Landstraße	Weserstraße	Westendstraße	-0,1	0,0	0,0
Mainzer Landstraße	Taunusanlage	Marienstraße	-0,1	0,0	0,0
Mainzer Landstraße	Savignystraße	Westendstraße	-0,1	-0,1	0,0
Mörfelder Landstraße	Grethenweg	Mörfelder Landstraße 42	-0,4	-0,1	0,0
Nauheimer Straße	Schloßstraße	Robert-Mayer-Straße	-0,1	0,1	0,0
Neue Mainzer Straße	Junghofstraße	Neue Rothofstraße	0,0	-1,6	-1,2
Neue Mainzer Straße	Kaiserstraße	Große Gallusstraße	-0,1	-2,2	-1,8
Neue Mainzer Straße	Kaiserstraße	Weißfrauenstraße	-0,1	-2,2	-1,9
Neue Mainzer Straße	Hofstraße	Weißfrauenstraße	-0,1	-0,9	-0,9
Neue Mainzer Straße	Große Gallusstraße	Neue Schlesingergasse	-0,1	-2,8	-2,3
Neue Mainzer Straße	Neue Rothofstraße	Goethestraße	-0,1	-1,7	-1,5
Neue Mainzer Straße	Neue Schlesingergasse	Neue Mainzer Straße 55	-0,1	-2,3	-1,9
Neue Mainzer Straße	Neue Mainzer Straße 55	Junghofstraße	-0,1	-1,8	-1,5
Querstraße	Oederweg	Eschersheimer Landstraße	0,0	-0,1	0,0
Reuterweg	Böhmerstraße	Wolfsgangstraße	-0,1	0,1	0,0
Reuterweg	Böhmerstraße	Grüneburgweg	-0,1	0,1	0,0
Reuterweg	Emil-Claar-Straße	Eppsteiner Straße	-0,1	0,1	0,1
Rödelheimer Landstraße	Kleemannstraße	Kleemannstraße	-0,1	-0,1	0,0
Rödelheimer Landstraße	Kleemannstraße	Rödelheimer Parkweg	-0,1	-0,1	0,0
Seilerstraße	Klapperfeldstraße	Seilerstraße	-0,1	-1,2	-1,0
Sossenheimer Weg	Ambronnenpfad	Gotenstraße	-0,1	0,0	0,0
Sossenheimer Weg	Königsteiner Straße	Gotenstraße	-0,1	0,0	0,0
Stoltzestraße	Battonnstraße	Allerheiligenstraße	-0,1	-0,2	0,1
Taunusstraße	Elbestraße	Weserstraße	0,1	-0,1	0,0
Taunusstraße	Moselstraße	Am Hauptbahnhof	0,1	-0,1	0,0
Theatertunnel	Mainluststraße	Untermainanlage	-0,1	0,2	0,1
Thudichumstraße	Josef-May-Straße	Trümpertstraße	0,0	0,1	0,0
Wasgaustraße	Königsteiner Straße	Soonwaldstraße	-0,1	0,0	0,0

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Minderungswirkung [µg/m ³]		
	zwischen	und	Parkraummanagement	Tempolimit 30 km/h	Tempolimit 40 km/h
Wilhelm-Leuschner-Straße	Mainluststraße	Windmühlstraße	-0,1	-0,4	-0,1
Zuckschwerdtstraße	Kurmainzer Straße	Palleskestraße	-0,2	0,0	0,0
Zuckschwerdtstraße	Andreasstraße	Bolongarostraße	-0,1	0,0	0,0
Zuckschwerdtstraße	Kurmainzer Straße	Bahnübergang	0,0	0,0	0,0

12.2.2.2.3 NO₂-Minderungswirkung der untersuchten Fahrverbotsvarianten

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Minderungswirkung [µg/m ³]		
	zwischen	und	Fahrverbotszone Alleerling	Fahrverbotszone Anlagenring	Streckenbezogene Fahrverbote
Adolf-Haeuser-Straße	Ludwigshafener Straße	Leverkuser Straße	0,8	0,8	-1,8
Adolf-Haeuser-Straße	Leunastraße	Ludwigshafener Straße	0,8	0,8	-2,2
Alt Praunheim	Heerstraße	Graebestraße	-0,8	-0,8	-5,3
Alt-Sossenheim	Sossenheimer Riedstraße	Robert-Dißmann-Straße	-0,6	-0,6	-2,6
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 24	Siegener Straße	-1,1	-1,0	-3,0
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 20	Sossenheimer Riedstraße	-1,0	-0,9	-2,6
Alt-Sossenheim	Thomestraße	Alt-Sossenheim 57	-0,5	-0,4	-3,0
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 62	Sossenheimer Mühlgasse	-0,6	-0,6	-3,6
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim	Kappusstraße	-1,3	-1,2	-3,3
Alt-Sossenheim	Kappusstraße	Siegener Straße	-1,0	-1,0	-3,4
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim	Michaelstraße	-1,1	-1,1	-2,9
Alt-Sossenheim	Lindenscheidstraße	Am Brunnchen	-0,2	-0,2	-2,6
Am Erlenbruch	Lahmeyerstraße	Am Erlenbruch 124	-3,0	-2,6	-4,5
Am Erlenbruch	Rümelinstraße	Schäfflestraße	-2,8	-2,4	-4,5
Baseler Platz	Unter der Friedensbrücke	Wilhelm-Leuschner-Straße	-1,4	-0,8	0,1

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Minderungswirkung [µg/m ³]		
	zwischen	und	Fahrverbotszone Alleerling	Fahrverbotszone Anlagenring	Streckenbezogene Fahrverbote
Baseler Platz	Esslinger Straße	Unter der Friedensbrücke	2,4	0,5	-2,9
Baseler Straße	Mannheimer Straße	Baseler Platz	-2,5	-1,9	-3,1
Battonnstraße	Kurt-Schumacher-Straße	Fahrgasse	-3,4	-3,7	-3,9
Berliner Straße	Fahrgasse	Hasengasse	-3,0	-3,2	-3,4
Berliner Straße	Ziegelgasse	Berliner Straße 29	-2,7	-2,9	-3,0
Berliner Straße	Domstraße	Berliner Straße 26	-2,7	-2,9	-3,0
Bleichstraße	Krögerstraße	Eschenheimer Tor	-4,2	-4,6	-4,9
Bleichstraße	Krögerstraße	Brönnerstraße	-4,8	-5,3	-5,6
Bleichstraße	Alte Gasse	Elefantengasse	-2,6	-2,9	-3,1
Bleichstraße	Elefantengasse	Friedberger Tor	-2,6	-2,9	-3,1
Bleichstraße	Brönnerstraße	Bleichstraße 36	-2,6	-3,0	-3,1
Bolongarostraße	Am Rosenberg	Tillystraße	-0,9	-0,8	-1,7
Bolongarostraße	Ludwig-Scriba-Straße	Am Rosenberg	-0,7	-0,7	-1,5
Börsenstraße	Biebergasse	Börsenplatz	-1,9	-2,0	-2,2
Darmstädter Landstraße	Geleitstraße	Offenbacher Landstraße	-3,0	-3,0	-3,1
Darmstädter Landstraße	Bahnübergang	Offenbacher Landstraße	-3,1	-2,9	-4,1
Düsseldorfer Straße	Mainzer Landstraße	Poststraße	-2,4	-2,2	-2,6
Emmerich-Josef-Straße	Zuckschwerdtstraße	Kasinostraße	0,0	0,1	-2,0
Eschersheimer Landstraße	Felnerstraße	Bockenheimer Anlage	-3,9	-3,9	-4,8
Eschersheimer Landstraße	Baustraße	Fichardstraße	-2,6	-2,7	-2,6
Eschersheimer Landstraße	Querstraße	Finkenhofstraße	-3,0	-3,0	-3,4
Friedberger Landstraße	Egenolffstraße	Glauburgstraße	-3,2	-3,1	-3,4
Friedberger Landstraße	Wielandstraße	Zeißelstraße	-3,0	-2,8	-2,2
Friedberger Landstraße	Glauburgstraße	Schwarzburgstraße	-2,9	-1,9	-2,3
Friedberger Landstraße	Merianstraße	Bornheimer Landstraße	-2,9	-2,8	-2,0
Friedberger Landstraße	Gleimstraße	Rat-Beil-Straße	-3,0	-1,8	-0,5
Friedberger Landstraße	Rotteckstraße	Merianstraße	-2,9	-2,9	-2,0
Gotenstraße	Pfälzer Straße	Schneidmühlenweg	-1,6	-1,6	-3,8
Gotenstraße	Sossenheimer Weg	Euckenstraße	-1,6	-1,6	-4,0
Gotenstraße	Liebknechtstraße	Hospitalstraße	-1,2	-1,1	-2,7

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Minderungswirkung [µg/m ³]		
	zwischen	und	Fahrverbotszone Alleerling	Fahrverbotszone Anlagenring	Streckenbezogene Fahrverbote
Gotenstraße	Gotenstraße 41		-1,1	-1,1	-2,5
Gutleutstraße	Mainluststraße	Windmühlstraße	-2,2	-1,2	-0,9
Gutleutstraße	Zanderstraße	Heidelberger Straße	-0,4	0,0	1,9
Gutleutstraße	Heidelberger Straße	Heilbronner Straße	-0,3	0,0	1,7
Gutleutstraße	Heilbronner Straße	Bahnbrücke	0,4	0,9	2,8
Gutleutstraße	Wiesenhüttenstraße	Baseler Platz	-2,3	-1,2	-1,0
Heerstraße	Alt Praunheim	Heerstraße 12	-0,5	-0,5	-4,2
Hochstraße	Kaiserhofstraße	Große Bockenheimer Straße	-4,8	-5,2	-5,7
Hochstraße	Eschenheimer Tor	Börsenstraße	-2,2	-2,4	-2,6
Hofheimer Straße	Flanbrechtstraße	Alt-Zeilsheim	-0,5	-0,5	-0,2
Höhenstraße	Heidestraße	Burgstraße	-2,4	-1,7	-1,5
Höhenstraße	Heidestraße	Berger Straße	-2,6	-1,9	-1,0
Hospitalstraße	Königsteiner Straße	Hospitalstraße 3	-2,1	-2,1	-1,8
Hospitalstraße	Hospitalstraße 5	Gotenstraße	-3,0	-3,0	-2,7
Hügelstraße	Grafenstraße	Ulrichstraße	-1,7	-1,3	-0,9
Kasinostraße	Königsteiner Straße	Kasinostraße 27	-0,5	-0,5	-2,1
Kasinostraße	Kasinostraße 21	Emmerich-Josef-Straße	-0,6	-0,6	-2,3
Königsteiner Straße	Johannesallee	Königsteiner Straße 88	-1,6	-1,6	-2,9
Königsteiner Straße	Burgunderweg	Königsteiner Straße 142	-1,5	-1,4	-3,1
Königsteiner Straße	Engelsruhe	Chattenweg	-2,1	-2,0	-3,8
Königsteiner Straße	Chattenweg	Burgunderweg	-2,1	-2,0	-3,6
Königsteiner Straße	Königsteiner Straße 137	Sossenheimer Weg	-2,1	-2,0	-4,3
Königsteiner Straße	Wasgaustraße	Pfälzer Straße	-2,0	-2,0	-3,5
Königsteiner Straße	Euckenstraße	Schneidmühlenweg	-1,3	-1,2	-2,5
Königsteiner Straße	Liebnechtstraße	Königsteiner Straße 74	-1,2	-1,1	-2,1
Königsteiner Straße	Liebnechtstraße	Hospitalstraße	-1,1	-1,0	-2,4
Königsteiner Straße	Autobahnabfahrt	Hans-Böckler-Straße	-1,4	-1,3	-4,4
Königsteiner Straße	Höchster Bahnstraße	Adelonstraße	-0,9	-0,8	-2,2
Konrad-Adenauer-Straße	Allerheiligenstraße	Zeil	-2,2	-2,3	-2,5
Konrad-Adenauer-Straße	Bleichstraße	Vilbeler Straße	-2,5	-2,5	-2,8

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Minderungswirkung [µg/m ³]		
	zwischen	und	Fahrverbotszone Alleerling	Fahrverbotszone Anlagenring	Streckenbezogene Fahrverbote
Konrad-Adenauer-Straße	Vilbeler Straße	Kleine Friedberger Straße	-2,3	-2,4	-2,6
Konrad-Adenauer-Straße	Kleine Friedberger Straße	Zeil	-2,2	-2,4	-2,5
Kurt-Schumacher-Straße	Börneplatz	Brückhofstraße	-2,5	-2,6	-0,7
Kurt-Schumacher-Straße	Allerheiligenstraße	Battonnstraße	-2,2	-2,3	-2,5
Lange Straße	Am Städelshof	Zeil	-3,0	-3,3	-2,2
Liederbacher Straße	Peter-Bied-Straße	Gebeschusstraße	0,1	0,1	0,5
Lorscher Straße	Niddagastraße	Alexanderstraße	-1,7	-1,5	-1,4
Lorscher Straße	Alexanderstraße	Thudichumstraße	-1,7	-1,7	-1,6
Mainluststraße	Wilhelm-Leuschner-Straße	Gutleutstraße	-1,7	-1,7	-1,7
Mainzer Landstraße	Ottostraße	Ludwigstraße	-2,1	-1,2	-2,2
Mainzer Landstraße	Ludwigstraße	Rudolfstraße	-2,3	-1,5	-2,2
Mainzer Landstraße	Marienstraße	Weserstraße	-3,6	-2,8	-4,3
Mainzer Landstraße	Weserstraße	Westendstraße	-3,7	-2,7	-4,4
Mainzer Landstraße	Taunusanlage	Marienstraße	-2,9	-2,1	-3,3
Mainzer Landstraße	Savignystraße	Westendstraße	-3,9	-3,1	-4,4
Mörfelder Landstraße	Grethenweg	Mörfelder Landstraße 42	-1,7	-1,2	-1,9
Nauheimer Straße	Schloßstraße	Robert-Mayer-Straße	0,6	0,6	3,0
Neue Mainzer Straße	Junghofstraße	Neue Rothofstraße	-3,2	-3,4	-3,7
Neue Mainzer Straße	Kaiserstraße	Große Gallusstraße	-5,1	-5,6	-5,9
Neue Mainzer Straße	Kaiserstraße	Weißfrauenstraße	-5,2	-5,7	-5,8
Neue Mainzer Straße	Hofstraße	Weißfrauenstraße	-2,9	-3,1	-2,4
Neue Mainzer Straße	Große Gallusstraße	Neue Schlesingergasse	-5,3	-6,3	-6,7
Neue Mainzer Straße	Neue Rothofstraße	Goethestraße	-3,8	-4,1	-4,4
Neue Mainzer Straße	Neue Schlesingergasse	Neue Mainzer Straße 55	-4,3	-5,6	-5,2
Neue Mainzer Straße	Neue Mainzer Straße 55	Junghofstraße	-3,3	-4,4	-4,1
Querstraße	Oederweg	Eschersheimer Landstraße	-2,6	-2,5	-1,6
Reuterweg	Böhmerstraße	Wolfsgangstraße	-3,2	-1,6	0,3
Reuterweg	Böhmerstraße	Grüneburgweg	-2,9	-1,5	-0,2
Reuterweg	Emil-Claar-Straße	Eppsteiner Straße	-2,8	-1,3	-0,5
Rödelheimer Landstraße	Kleemannstraße	Kleemannstraße	-1,3	-1,3	-1,2

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ -Minderungswirkung [µg/m ³]		
	zwischen	und	Fahrverbotszone Alleerling	Fahrverbotszone Anlagenring	Streckenbezogene Fahrverbote
Rödelheimer Landstraße	Kleemannstraße	Rödelheimer Parkweg	-1,3	-1,3	-1,3
Seilerstraße	Klapperfeldstraße	Seilerstraße	-2,5	-2,8	-1,4
Sossenheimer Weg	Ambronnenpfad	Gotenstraße	-1,1	-1,1	-2,4
Sossenheimer Weg	Königsteiner Straße	Gotenstraße	-0,8	-0,8	-2,1
Stoltzestraße	Battonnstraße	Allerheiligenstraße	-2,9	-3,1	-1,1
Taunusstraße	Elbestraße	Weserstraße	-1,8	-1,1	0,3
Taunusstraße	Moselstraße	Am Hauptbahnhof	-2,3	-1,8	-1,8
Theatertunnel	Mainluststraße	Untermainanlage	-3,0	-2,6	-3,3
Thudichumstraße	Josef-May-Straße	Trümpertstraße	-1,0	-0,7	-0,4
Wasgaustraße	Königsteiner Straße	Soonwaldstraße	-1,7	-1,7	-2,4
Wilhelm-Leuschner-Straße	Mainluststraße	Windmühlstraße	-2,0	-2,0	-2,0
Zuckschwerdtstraße	Kurmainzer Straße	Palleskestraße	-0,8	-0,8	-2,0
Zuckschwerdtstraße	Andreasstraße	Bolongarostraße	-1,3	-1,3	-1,6
Zuckschwerdtstraße	Kurmainzer Straße	Bahnübergang	-0,9	-0,8	-3,5

12.2.2.3 Minderungswirkung von Maßnahmenpaketen

12.2.2.3.1 NO₂-Minderungswirkung des Masterplanfalls

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ [µg/m ³]		
	zwischen	und	Prognoseullfall 2021	Masterplanfall 2021	Minderungswirkung
Adolf-Haeuser-Straße	Ludwigshafener Straße	Leverkuser Straße	41,2	38,9	-2,3
Adolf-Haeuser-Straße	Leunastraße	Ludwigshafener Straße	43,1	41,0	-2,1
Alt Praunheim	Heerstraße	Graebestraße	45,0	42,8	-2,2
Alt-Sossenheim	Sossenheimer Riedstraße	Robert-Dißmann-Straße	41,0	40,0	-0,9

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ [µg/m ³]		
	zwischen	und	Prognoseullfall 2021	Masterplanfall 2021	Minderungswirkung
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 24	Siegener Straße	43,2	41,4	-1,8
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 20	Sossenheimer Riedstraße	41,8	40,1	-1,7
Alt-Sossenheim	Thomestraße	Alt-Sossenheim 57	42,3	40,8	-1,5
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 62	Sossenheimer Mühlgasse	43,9	42,4	-1,5
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim	Kappusstraße	41,3	39,9	-1,4
Alt-Sossenheim	Kappusstraße	Siegener Straße	41,2	40,0	-1,1
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim	Michaelstraße	40,2	38,9	-1,3
Alt-Sossenheim	Lindenscheidstraße	Am Brünchen	41,0	39,5	-1,5
Am Erlenbruch	Lahmeyerstraße	Am Erlenbruch 124	40,9	40,3	-0,6
Am Erlenbruch	Rümelinstraße	Schäfflestraße	40,1	39,9	-0,2
Baseler Platz	Unter der Friedensbrücke	Wilhelm-Leuschner-Straße	40,6	40,3	-0,3
Baseler Platz	Esslinger Straße	Unter der Friedensbrücke	40,5	40,5	0,0
Baseler Straße	Mannheimer Straße	Baseler Platz	41,9	41,8	0,0
Battonnstraße	Kurt-Schumacher-Straße	Fahrgasse	42,9	42,4	-0,5
Berliner Straße	Fahrgasse	Hasengasse	41,8	41,3	-0,5
Berliner Straße	Ziegelgasse	Berliner Straße 29	40,7	40,3	-0,4
Berliner Straße	Domstraße	Berliner Straße 26	40,7	39,7	-1,0
Bleichstraße	Krögerstraße	Eschenheimer Tor	45,1	42,2	-2,9
Bleichstraße	Krögerstraße	Brönnerstraße	48,3	44,9	-3,4
Bleichstraße	Alte Gasse	Elefantengasse	40,0	38,3	-1,7
Bleichstraße	Elefantengasse	Friedberger Tor	40,7	38,9	-1,8
Bleichstraße	Brönnerstraße	Bleichstraße 36	41,0	39,0	-2,0
Bolongarostraße	Am Rosenberg	Tillystraße	40,7	39,6	-1,0
Bolongarostraße	Ludwig-Scriba-Straße	Am Rosenberg	39,6	38,8	-0,8
Börsenstraße	Biebergasse	Börsenplatz	39,5	38,9	-0,6
Darmstädter Landstraße	Geleitstraße	Offenbacher Landstraße	39,1	37,9	-1,1
Darmstädter Landstraße	Bahnübergang	Offenbacher Landstraße	41,3	41,4	0,1
Düsseldorfer Straße	Mainzer Landstraße	Poststraße	40,0	39,8	-0,2
Emmerich-Josef-Straße	Zuckschwerdtstraße	Kasinostraße	44,3	42,2	-2,1

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ [µg/m ³]		
	zwischen	und	Prognoseullfall 2021	Masterplanfall 2021	Minderungswirkung
Eschersheimer Landstraße	Felnerstraße	Bockenheimer Anlage	43,4	42,8	-0,6
Eschersheimer Landstraße	Baustraße	Fichardstraße	39,4	39,0	-0,4
Eschersheimer Landstraße	Querstraße	Finkenhofstraße	40,7	40,3	-0,5
Friedberger Landstraße	Egenolfstraße	Glauburgstraße	40,5	38,8	-1,6
Friedberger Landstraße	Wielandstraße	Zeißelstraße	39,8	38,0	-1,8
Friedberger Landstraße	Glauburgstraße	Schwarzburgstraße	39,3	38,3	-1,0
Friedberger Landstraße	Merianstraße	Bornheimer Landstraße	40,3	39,0	-1,4
Friedberger Landstraße	Gleimstraße	Rat-Beil-Straße	39,4	38,6	-0,8
Friedberger Landstraße	Rotteckstraße	Merianstraße	40,6	39,0	-1,6
Gotenstraße	Pfälzer Straße	Schneidmühlenweg	43,2	42,8	-0,5
Gotenstraße	Sossenheimer Weg	Euckenstraße	45,1	44,2	-0,9
Gotenstraße	Liebnechtstraße	Hospitalstraße	41,6	41,0	-0,6
Gotenstraße	Gotenstraße 41		41,0	40,4	-0,6
Gutleutstraße	Mainluststraße	Windmühlstraße	40,4	40,1	-0,3
Gutleutstraße	Zanderstraße	Heidelberger Straße	40,6	40,4	-0,1
Gutleutstraße	Heidelberger Straße	Heilbronner Straße	39,4	39,3	-0,1
Gutleutstraße	Heilbronner Straße	Bahnbrücke	41,5	40,8	-0,7
Gutleutstraße	Wiesenhüttenstraße	Baseler Platz	40,1	39,8	-0,3
Heerstraße	Alt Praunheim	Heerstraße 12	39,2	37,8	-1,4
Hochstraße	Kaiserhofstraße	Große Bockenheimer Straße	47,4	45,4	-1,9
Hochstraße	Eschenheimer Tor	Börsenstraße	39,6	38,7	-0,9
Hofheimer Straße	Flanbrechtstraße	Alt-Zeilsheim	38,9	38,5	-0,3
Höhenstraße	Heidestraße	Burgstraße	39,6	39,4	-0,2
Höhenstraße	Heidestraße	Berger Straße	41,1	40,9	-0,2
Hospitalstraße	Königsteiner Straße	Hospitalstraße 3	40,8	39,8	-1,0
Hospitalstraße	Hospitalstraße 5	Gotenstraße	44,4	42,9	-1,4
Hügelstraße	Grafenstraße	Ulrichstraße	40,7	40,1	-0,6
Kasinostraße	Königsteiner Straße	Kasinostraße 27	45,1	42,5	-2,7
Kasinostraße	Kasinostraße 21	Emmerich-Josef-Straße	45,0	42,3	-2,7

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ [µg/m ³]		
	zwischen	und	Prognoseullfall 2021	Masterplanfall 2021	Minderungswirkung
Königsteiner Straße	Johannesallee	Königsteiner Straße 88	42,2	41,4	-0,8
Königsteiner Straße	Burgunderweg	Königsteiner Straße 142	41,2	40,7	-0,4
Königsteiner Straße	Engelsruhe	Chattenweg	43,3	43,0	-0,3
Königsteiner Straße	Chattenweg	Burgunderweg	42,9	42,6	-0,3
Königsteiner Straße	Königsteiner Straße 137	Sossenheimer Weg	44,4	43,9	-0,6
Königsteiner Straße	Wasgaustraße	Pfälzer Straße	42,5	41,5	-1,0
Königsteiner Straße	Euckenstraße	Schneidmühlenweg	40,5	40,1	-0,4
Königsteiner Straße	Liebknechtstraße	Königsteiner Straße 74	39,9	39,3	-0,5
Königsteiner Straße	Liebknechtstraße	Hospitalstraße	41,0	40,4	-0,6
Königsteiner Straße	Autobahnabfahrt	Hans-Böckler-Straße	44,4	44,1	-0,3
Königsteiner Straße	Höchster Bahnstraße	Adelonstraße	40,5	40,1	-0,4
Konrad-Adenauer-Straße	Allerheiligenstraße	Zeil	39,3	36,8	-2,5
Konrad-Adenauer-Straße	Bleichstraße	Vilbeler Straße	40,0	37,5	-2,5
Konrad-Adenauer-Straße	Vilbeler Straße	Kleine Friedberger Straße	39,5	37,1	-2,4
Konrad-Adenauer-Straße	Kleine Friedberger Straße	Zeil	39,3	36,8	-2,5
Kurt-Schumacher-Straße	Börneplatz	Brückhofstraße	40,3	37,6	-2,7
Kurt-Schumacher-Straße	Allerheiligenstraße	Battonnstraße	39,2	36,8	-2,4
Lange Straße	Am Städelshof	Zeil	39,4	38,3	-1,1
Liederbacher Straße	Peter-Bied-Straße	Gebeschusstraße	40,7	40,0	-0,8
Lorscher Straße	Niddagastraße	Alexanderstraße	38,9	38,6	-0,3
Lorscher Straße	Alexanderstraße	Thudichumstraße	39,9	38,8	-1,1
Mainluststraße	Wilhelm-Leuschner-Straße	Gutleutstraße	39,7	39,5	-0,2
Mainzer Landstraße	Ottostraße	Ludwigstraße	39,6	39,0	-0,6
Mainzer Landstraße	Ludwigstraße	Rudolfstraße	40,6	40,0	-0,5
Mainzer Landstraße	Marienstraße	Weserstraße	45,6	44,8	-0,8
Mainzer Landstraße	Weserstraße	Westendstraße	45,7	45,2	-0,4
Mainzer Landstraße	Taunusanlage	Marienstraße	42,9	42,6	-0,3
Mainzer Landstraße	Savignystraße	Westendstraße	44,8	44,7	-0,1
Mörfelder Landstraße	Grethenweg	Mörfelder Landstraße 42	40,2	39,6	-0,5

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ [µg/m ³]		
	zwischen	und	Prognoseullfall 2021	Masterplanfall 2021	Minderungswirkung
Nauheimer Straße	Schloßstraße	Robert-Mayer-Straße	40,0	39,8	-0,2
Neue Mainzer Straße	Junghofstraße	Neue Rothofstraße	43,0	41,7	-1,3
Neue Mainzer Straße	Kaiserstraße	Große Gallusstraße	50,4	49,2	-1,2
Neue Mainzer Straße	Kaiserstraße	Weißfrauenstraße	49,9	48,2	-1,8
Neue Mainzer Straße	Hofstraße	Weißfrauenstraße	41,9	41,0	-0,9
Neue Mainzer Straße	Große Gallusstraße	Neue Schlesingergasse	49,7	48,0	-1,7
Neue Mainzer Straße	Neue Rothofstraße	Goethestraße	45,2	43,7	-1,5
Neue Mainzer Straße	Neue Schlesingergasse	Neue Mainzer Straße 55	45,9	44,5	-1,4
Neue Mainzer Straße	Neue Mainzer Straße 55	Junghofstraße	42,9	41,8	-1,1
Querstraße	Oederweg	Eschersheimer Landstraße	39,5	39,4	-0,1
Reuterweg	Böhmerstraße	Wolfsgangstraße	40,5	40,1	-0,4
Reuterweg	Böhmerstraße	Grüneburgweg	39,7	39,3	-0,4
Reuterweg	Emil-Claar-Straße	Eppsteiner Straße	39,4	39,0	-0,3
Rödelheimer Landstraße	Kleemannstraße	Kleemannstraße	40,0	38,3	-1,7
Rödelheimer Landstraße	Kleemannstraße	Rödelheimer Parkweg	40,6	38,8	-1,9
Seilerstraße	Klapperfeldstraße	Seilerstraße	39,0	38,0	-1,0
Sossenheimer Weg	Ambronnenpfad	Gotenstraße	39,7	39,2	-0,5
Sossenheimer Weg	Königsteiner Straße	Gotenstraße	41,1	39,6	-1,5
Stoltzestraße	Battonnstraße	Allerheiligenstraße	40,7	40,5	-0,2
Taunusstraße	Elbestraße	Weserstraße	40,0	39,0	-1,0
Taunusstraße	Moselstraße	Am Hauptbahnhof	41,5	40,5	-1,0
Theatertunnel	Mainluststraße	Untermainanlage	42,6	42,5	-0,1
Thudichumstraße	Josef-May-Straße	Trümpertstraße	40,9	39,9	-1,0
Wasgaustraße	Königsteiner Straße	Soonwaldstraße	40,1	39,7	-0,4
Wilhelm-Leuschner-Straße	Mainluststraße	Windmühlstraße	39,4	39,3	-0,1
Zuckschwerdtstraße	Kurmainzer Straße	Palleskestraße	39,7	39,0	-0,7
Zuckschwerdtstraße	Andreasstraße	Bolongarostraße	39,8	39,4	-0,4
Zuckschwerdtstraße	Kurmainzer Straße	Bahnübergang	43,3	42,5	-0,9

12.2.2.3.2 NO₂-Belastung im Falle der Kombination von Masterplanfall mit einer Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ [µg/m ³]		
	zwischen	und	Prognosenullfall 2021	Masterplanfall mit Fahrverbotszone Anlagenring	Minderungswirkung
Adolf-Haeuser-Straße	Ludwigshafener Straße	Leverkuser Straße	41,2	39,8	-1,4
Adolf-Haeuser-Straße	Leunastraße	Ludwigshafener Straße	43,1	41,9	-1,2
Alt Praunheim	Heerstraße	Graebestraße	45,0	41,8	-3,3
Alt-Sossenheim	Sossenheimer Riedstraße	Robert-Dißmann-Straße	41,0	39,5	-1,5
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 24	Siegener Straße	43,2	40,4	-2,8
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 20	Sossenheimer Riedstraße	41,8	39,3	-2,5
Alt-Sossenheim	Thomestraße	Alt-Sossenheim 57	42,3	40,2	-2,1
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 62	Sossenheimer Mühlgasse	43,9	41,6	-2,2
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim	Kappusstraße	41,3	38,9	-2,3
Alt-Sossenheim	Kappusstraße	Siegener Straße	41,2	38,8	-2,4
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim	Michaelstraße	40,2	38,1	-2,1
Alt-Sossenheim	Lindenscheidstraße	Am Brünchen	41,0	39,3	-1,7
Am Erlenbruch	Lahmeyerstraße	Am Erlenbruch 124	40,9	37,8	-3,1
Am Erlenbruch	Rümelinstraße	Schäfflestraße	40,1	37,0	-3,0
Baseler Platz	Unter der Friedensbrücke	Wilhelm-Leuschner-Straße	40,6	39,4	-1,2
Baseler Platz	Esslinger Straße	Unter der Friedensbrücke	40,5	40,8	0,3
Baseler Straße	Mannheimer Straße	Baseler Platz	41,9	39,6	-2,2
Battonnstraße	Kurt-Schumacher-Straße	Fahrgasse	42,9	40,7	-2,2
Berliner Straße	Fahrgasse	Hasengasse	41,8	39,9	-1,9
Berliner Straße	Ziegelgasse	Berliner Straße 29	40,7	39,0	-1,7
Berliner Straße	Domstraße	Berliner Straße 26	40,7	38,6	-2,1
Bleichstraße	Krögerstraße	Eschenheimer Tor	45,1	38,9	-6,3
Bleichstraße	Krögerstraße	Brönnnerstraße	48,3	41,0	-7,4
Bleichstraße	Alte Gasse	Elefantengasse	40,0	36,5	-3,5
Bleichstraße	Elefantengasse	Friedberger Tor	40,7	37,1	-3,6
Bleichstraße	Brönnnerstraße	Bleichstraße 36	41,0	36,9	-4,1
Bolongarostraße	Am Rosenberg	Tillystraße	40,7	38,9	-1,8
Bolongarostraße	Ludwig-Scriba-Straße	Am Rosenberg	39,6	38,2	-1,4

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ [µg/m ³]		
	zwischen	und	Prognoseullfall 2021	Masterplanfall mit Fahrverbotszone Anlagenring	Minderungswirkung
Börsenstraße	Biebergasse	Börsenplatz	39,5	37,2	-2,3
Darmstädter Landstraße	Geleitstraße	Offenbacher Landstraße	39,1	35,0	-4,0
Darmstädter Landstraße	Bahnübergang	Offenbacher Landstraße	41,3	38,7	-2,6
Düsseldorfer Straße	Mainzer Landstraße	Poststraße	40,0	37,4	-2,6
Emmerich-Josef-Straße	Zuckschwerdtstraße	Kasinostraße	44,3	41,7	-2,6
Eschersheimer Landstraße	Felnerstraße	Bockenheimer Anlage	43,4	39,2	-4,1
Eschersheimer Landstraße	Baustraße	Fichardstraße	39,4	36,3	-3,2
Eschersheimer Landstraße	Querstraße	Finkenhofstraße	40,7	37,5	-3,2
Friedberger Landstraße	Egenolffstraße	Glauburgstraße	40,5	36,2	-4,2
Friedberger Landstraße	Wielandstraße	Zeißelstraße	39,8	36,2	-3,7
Friedberger Landstraße	Glauburgstraße	Schwarzburgstraße	39,3	36,9	-2,4
Friedberger Landstraße	Merianstraße	Bornheimer Landstraße	40,3	36,9	-3,4
Friedberger Landstraße	Gleimstraße	Rat-Beil-Straße	39,4	37,0	-2,3
Friedberger Landstraße	Rotteckstraße	Merianstraße	40,6	37,0	-3,6
Gotenstraße	Pfälzer Straße	Schneidmühlenweg	43,2	41,2	-2,0
Gotenstraße	Sossenheimer Weg	Euckenstraße	45,1	42,6	-2,5
Gotenstraße	Liebknechtstraße	Hospitalstraße	41,6	39,9	-1,8
Gotenstraße	Gotenstraße 41		41,0	39,3	-1,7
Gutleutstraße	Mainluststraße	Windmühlstraße	40,4	39,7	-0,7
Gutleutstraße	Zanderstraße	Heidelberger Straße	40,6	40,4	-0,2
Gutleutstraße	Heidelberger Straße	Heibronner Straße	39,4	39,2	-0,2
Gutleutstraße	Heilbronner Straße	Bahnbrücke	41,5	41,1	-0,4
Gutleutstraße	Wiesenhüttenstraße	Baseler Platz	40,1	39,4	-0,8
Heerstraße	Alt Praunheim	Heerstraße 12	39,2	37,2	-2,0
Hochstraße	Kaiserhofstraße	Große Bockenheimer Straße	47,4	40,7	-6,6
Hochstraße	Eschenheimer Tor	Börsenstraße	39,6	36,7	-3,0
Hofheimer Straße	Flanbrechtstraße	Alt-Zeilsheim	38,9	38,1	-0,7
Höhenstraße	Heidestraße	Burgstraße	39,6	37,2	-2,4
Höhenstraße	Heidestraße	Berger Straße	41,1	38,5	-2,6

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ [µg/m ³]		
	zwischen	und	Prognoseullfall 2021	Masterplanfall mit Fahrverbotszone Anlagenring	Minderungswirkung
Hospitalstraße	Königsteiner Straße	Hospitalstraße 3	40,8	38,0	-2,8
Hospitalstraße	Hospitalstraße 5	Gotenstraße	44,4	40,3	-4,1
Hügelstraße	Grafenstraße	Ulrichstraße	40,7	38,7	-2,0
Kasinostraße	Königsteiner Straße	Kasinostraße 27	45,1	41,9	-3,2
Kasinostraße	Kasinostraße 21	Emmerich-Josef-Straße	45,0	42,0	-3,0
Königsteiner Straße	Johannesallee	Königsteiner Straße 88	42,2	40,0	-2,2
Königsteiner Straße	Burgunderweg	Königsteiner Straße 142	41,2	39,4	-1,8
Königsteiner Straße	Engelsruhe	Chattenweg	43,3	41,0	-2,3
Königsteiner Straße	Chattenweg	Burgunderweg	42,9	40,6	-2,3
Königsteiner Straße	Königsteiner Straße 137	Sossenheimer Weg	44,4	41,9	-2,5
Königsteiner Straße	Wasgaustraße	Pfälzer Straße	42,5	39,8	-2,7
Königsteiner Straße	Euckenstraße	Schneidmühlenweg	40,5	39,0	-1,5
Königsteiner Straße	Liebknechtstraße	Königsteiner Straße 74	39,9	38,3	-1,6
Königsteiner Straße	Liebknechtstraße	Hospitalstraße	41,0	39,3	-1,7
Königsteiner Straße	Autobahnabfahrt	Hans-Böckler-Straße	44,4	42,6	-1,7
Königsteiner Straße	Höchster Bahnstraße	Adelonstraße	40,5	39,3	-1,2
Konrad-Adenauer-Straße	Allerheiligenstraße	Zeil	39,3	36,0	-3,4
Konrad-Adenauer-Straße	Bleichstraße	Vilbeler Straße	40,0	36,4	-3,7
Konrad-Adenauer-Straße	Vilbeler Straße	Kleine Friedberger Straße	39,5	36,2	-3,4
Konrad-Adenauer-Straße	Kleine Friedberger Straße	Zeil	39,3	36,0	-3,3
Kurt-Schumacher-Straße	Börneplatz	Brückhofstraße	40,3	36,2	-4,1
Kurt-Schumacher-Straße	Allerheiligenstraße	Battonnstraße	39,2	36,0	-3,3
Lange Straße	Am Städelshof	Zeil	39,4	36,3	-3,1
Liederbacher Straße	Peter-Bied-Straße	Gebeschusstraße	40,7	40,1	-0,6
Lorscher Straße	Niddagaustraße	Alexanderstraße	38,9	37,2	-1,8
Lorscher Straße	Alexanderstraße	Thudichumstraße	39,9	36,8	-3,0
Mainluststraße	Wilhelm-Leuschner-Straße	Gutleutstraße	39,7	39,3	-0,4
Mainzer Landstraße	Ottostraße	Ludwigstraße	39,6	37,7	-1,9
Mainzer Landstraße	Ludwigstraße	Rudolfstraße	40,6	38,3	-2,3

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ [µg/m ³]		
	zwischen	und	Prognoseullfall 2021	Masterplanfall mit Fahrverbotszone Anlagenring	Minderungswirkung
Mainzer Landstraße	Marienstraße	Weserstraße	45,6	41,7	-3,9
Mainzer Landstraße	Weserstraße	Westendstraße	45,7	41,8	-3,8
Mainzer Landstraße	Taunusanlage	Marienstraße	42,9	40,0	-2,9
Mainzer Landstraße	Savignystraße	Westendstraße	44,8	41,3	-3,5
Mörfelder Landstraße	Grethenweg	Mörfelder Landstraße 42	40,2	37,6	-2,6
Nauheimer Straße	Schloßstraße	Robert-Mayer-Straße	40,0	40,2	0,3
Neue Mainzer Straße	Junghofstraße	Neue Rothofstraße	43,0	38,6	-4,4
Neue Mainzer Straße	Kaiserstraße	Große Gallusstraße	50,4	43,5	-6,9
Neue Mainzer Straße	Kaiserstraße	Weißfrauenstraße	49,9	43,6	-6,4
Neue Mainzer Straße	Hofstraße	Weißfrauenstraße	41,9	38,4	-3,5
Neue Mainzer Straße	Große Gallusstraße	Neue Schlesingergasse	49,7	43,0	-6,6
Neue Mainzer Straße	Neue Rothofstraße	Goethestraße	45,2	40,0	-5,1
Neue Mainzer Straße	Neue Schlesingergasse	Neue Mainzer Straße 55	45,9	40,0	-5,8
Neue Mainzer Straße	Neue Mainzer Straße 55	Junghofstraße	42,9	38,4	-4,5
Querstraße	Oederweg	Eschersheimer Landstraße	39,5	36,8	-2,7
Reuterweg	Böhmerstraße	Wolfsgangstraße	40,5	37,7	-2,8
Reuterweg	Böhmerstraße	Grüneburgweg	39,7	37,1	-2,6
Reuterweg	Emil-Claar-Straße	Eppsteiner Straße	39,4	37,1	-2,3
Rödelheimer Landstraße	Kleemannstraße	Kleemannstraße	40,0	37,0	-3,0
Rödelheimer Landstraße	Kleemannstraße	Rödelheimer Parkweg	40,6	37,4	-3,2
Seilerstraße	Klapperfeldstraße	Seilerstraße	39,0	36,4	-2,6
Sossenheimer Weg	Ambronnenpfad	Gotenstraße	39,7	38,1	-1,6
Sossenheimer Weg	Königsteiner Straße	Gotenstraße	41,1	38,8	-2,2
Stoltzestraße	Battonnstraße	Allerheiligenstraße	40,7	39,0	-1,8
Taunusstraße	Elbestraße	Weserstraße	40,0	37,8	-2,2
Taunusstraße	Moselstraße	Am Hauptbahnhof	41,5	38,4	-3,1
Theatertunnel	Mainluststraße	Untermainanlage	42,6	41,6	-0,9
Thudichumstraße	Josef-May-Straße	Trümpertstraße	40,9	39,2	-1,7
Wasgaustraße	Königsteiner Straße	Soonwaldstraße	40,1	38,1	-2,0

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ [µg/m ³]		
	zwischen	und	Prognosenullfall 2021	Masterplanfall mit Fahrverbotszone Anlagenring	Minderungswirkung
Wilhelm-Leuschner-Straße	Mainluststraße	Windmühlstraße	39,4	37,8	-1,6
Zuckschwerdtstraße	Kurmainzer Straße	Palleskestraße	39,7	38,3	-1,4
Zuckschwerdtstraße	Andreasstraße	Bolongarostraße	39,8	38,4	-1,5
Zuckschwerdtstraße	Kurmainzer Straße	Bahnübergang	43,3	41,5	-1,8

12.2.2.3.3 NO₂-Minderungswirkung der festgelegten Kombination aus Masterplanfall und Verkehrsbeschränkungen

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ [µg/m ³]		
	zwischen	und	Prognosenullfall 2021	Gesamtmaßnahmenkonzept	Minderungswirkung
Adolf-Haeuser-Straße	Ludwigshafener Straße	Leverkuser Straße	41,2	37,1	-4,0
Adolf-Haeuser-Straße	Leunastraße	Ludwigshafener Straße	43,1	38,6	-4,5
Alt Praunheim	Heerstraße	Graebestraße	45,0	40,0	-5,1
Alt-Sossenheim	Sossenheimer Riedstraße	Robert-Dißmann-Straße	41,0	39,4	-1,5
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 24	Siegener Straße	43,2	40,6	-2,6
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 20	Sossenheimer Riedstraße	41,8	39,4	-2,4
Alt-Sossenheim	Thomestraße	Alt-Sossenheim 57	42,3	40,9	-1,4
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim 62	Sossenheimer Mühlgasse	43,9	42,5	-1,4
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim	Kappusstraße	41,3	39,1	-2,2
Alt-Sossenheim	Kappusstraße	Siegener Straße	41,2	38,7	-2,5
Alt-Sossenheim	Alt-Sossenheim	Michaelstraße	40,2	38,2	-1,9
Alt-Sossenheim	Lindenscheidstraße	Am Brünchen	41,0	40,1	-0,9
Am Erlenbruch	Lahmeyerstraße	Am Erlenbruch 124	40,9	36,3	-4,7

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ [µg/m ³]		
	zwischen	und	Prognoseullfall 2021	Gesamtmaßnahmenkonzept	Minderungswirkung
Am Erlenbruch	Rümelinstraße	Schäfflestraße	40,1	35,3	-4,7
Baseler Platz	Unter der Friedensbrücke	Wilhelm-Leuschner-Straße	40,6	39,1	-1,5
Baseler Platz	Esslinger Straße	Unter der Friedensbrücke	40,5	40,5	0,0
Baseler Straße	Mannheimer Straße	Baseler Platz	41,9	38,3	-3,5
Battonnstraße	Kurt-Schumacher-Straße	Fahrgasse	42,9	38,9	-4,0
Berliner Straße	Fahrgasse	Hasengasse	41,8	38,2	-3,5
Berliner Straße	Ziegelgasse	Berliner Straße 29	40,7	37,6	-3,1
Berliner Straße	Domstraße	Berliner Straße 26	40,7	37,2	-3,5
Bleichstraße	Krögerstraße	Eschenheimer Tor	45,1	38,7	-6,5
Bleichstraße	Krögerstraße	Brönnerstraße	48,3	40,8	-7,6
Bleichstraße	Alte Gasse	Elefantengasse	40,0	36,1	-3,9
Bleichstraße	Elefantengasse	Friedberger Tor	40,7	36,7	-4,0
Bleichstraße	Brönnerstraße	Bleichstraße 36	41,0	36,8	-4,2
Bolongarostraße	Am Rosenberg	Tillystraße	40,7	38,1	-2,6
Bolongarostraße	Ludwig-Scriba-Straße	Am Rosenberg	39,6	37,4	-2,2
Börsenstraße	Biebergasse	Börsenplatz	39,5	37,2	-2,3
Darmstädter Landstraße	Geleitstraße	Offenbacher Landstraße	39,1	35,1	-4,0
Darmstädter Landstraße	Bahnübergang	Offenbacher Landstraße	41,3	38,6	-2,8
Düsseldorfer Straße	Mainzer Landstraße	Poststraße	40,0	37,2	-2,9
Emmerich-Josef-Straße	Zuckschwerdtstraße	Kasinostraße	44,3	40,1	-4,2
Eschersheimer Landstraße	Felnerstraße	Bockenheimer Anlage	43,4	38,7	-4,6
Eschersheimer Landstraße	Baustraße	Fichardstraße	39,4	36,3	-3,1
Eschersheimer Landstraße	Querstraße	Finkenhofstraße	40,7	37,2	-3,5
Friedberger Landstraße	Egenolffstraße	Glauburgstraße	40,5	36,2	-4,3
Friedberger Landstraße	Wielandstraße	Zeißelstraße	39,8	35,8	-4,1
Friedberger Landstraße	Glauburgstraße	Schwarzburgstraße	39,3	36,6	-2,7
Friedberger Landstraße	Merianstraße	Bornheimer Landstraße	40,3	36,5	-3,8
Friedberger Landstraße	Gleimstraße	Rat-Beil-Straße	39,4	36,8	-2,5
Friedberger Landstraße	Rotteckstraße	Merianstraße	40,6	36,6	-4,0

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ [µg/m ³]		
	zwischen	und	Prognosefall 2021	Gesamtmaßnahmenkonzept	Minderungswirkung
Gotenstraße	Pfälzer Straße	Schneidmühlenweg	43,2	39,1	-4,1
Gotenstraße	Sossenheimer Weg	Euckenstraße	45,1	40,2	-4,8
Gotenstraße	Liebknechtstraße	Hospitalstraße	41,6	38,4	-3,2
Gotenstraße	Gotenstraße 41		41,0	38,0	-3,0
Gutleutstraße	Mainluststraße	Windmühlstraße	40,4	39,1	-1,3
Gutleutstraße	Zanderstraße	Heidelberger Straße	40,6	40,3	-0,3
Gutleutstraße	Heidelberger Straße	Heibronner Straße	39,4	39,1	-0,2
Gutleutstraße	Heilbronner Straße	Bahnbrücke	41,5	41,0	-0,6
Gutleutstraße	Wiesenhüttenstraße	Baseler Platz	40,1	38,9	-1,2
Heerstraße	Alt Praunheim	Heerstraße 12	39,2	36,7	-2,5
Hochstraße	Kaiserhofstraße	Große Bockenheimer Straße	47,4	41,0	-6,4
Hochstraße	Eschenheimer Tor	Börsenstraße	39,6	36,8	-2,8
Hofheimer Straße	Flanbrechtstraße	Alt-Zeilsheim	38,9	38,0	-0,8
Höhenstraße	Heidestraße	Burgstraße	39,6	37,6	-2,0
Höhenstraße	Heidestraße	Berger Straße	41,1	38,8	-2,2
Hospitalstraße	Königsteiner Straße	Hospitalstraße 3	40,8	38,3	-2,5
Hospitalstraße	Hospitalstraße 5	Gotenstraße	44,4	40,7	-3,7
Hügelstraße	Grafenstraße	Ulrichstraße	40,7	38,4	-2,3
Kasinostraße	Königsteiner Straße	Kasinostraße 27	45,1	40,4	-4,7
Kasinostraße	Kasinostraße 21	Emmerich-Josef-Straße	45,0	40,3	-4,7
Königsteiner Straße	Johannesallee	Königsteiner Straße 88	42,2	38,9	-3,3
Königsteiner Straße	Burgunderweg	Königsteiner Straße 142	41,2	38,0	-3,1
Königsteiner Straße	Engelsruhe	Chattenweg	43,3	39,6	-3,7
Königsteiner Straße	Chattenweg	Burgunderweg	42,9	39,4	-3,5
Königsteiner Straße	Königsteiner Straße 137	Sossenheimer Weg	44,4	39,9	-4,5
Königsteiner Straße	Wasgaustraße	Pfälzer Straße	42,5	38,7	-3,8
Königsteiner Straße	Euckenstraße	Schneidmühlenweg	40,5	37,9	-2,6
Königsteiner Straße	Liebknechtstraße	Königsteiner Straße 74	39,9	37,5	-2,4

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ [µg/m ³]		
	zwischen	und	Prognoseullfall 2021	Gesamtmaßnahmenkonzept	Minderungswirkung
Königsteiner Straße	Liebknechtstraße	Hospitalstraße	41,0	38,1	-2,8
Königsteiner Straße	Autobahnabfahrt	Hans-Böckler-Straße	44,4	40,1	-4,3
Königsteiner Straße	Höchster Bahnstraße	Adelonstraße	40,5	38,0	-2,5
Konrad-Adenauer-Straße	Allerheiligenstraße	Zeil	39,3	35,7	-3,6
Konrad-Adenauer-Straße	Bleichstraße	Vilbeler Straße	40,0	35,8	-4,2
Konrad-Adenauer-Straße	Vilbeler Straße	Kleine Friedberger Straße	39,5	35,5	-4,0
Konrad-Adenauer-Straße	Kleine Friedberger Straße	Zeil	39,3	35,7	-3,6
Kurt-Schumacher-Straße	Börneplatz	Brückhofstraße	40,3	35,8	-4,6
Kurt-Schumacher-Straße	Allerheiligenstraße	Battonnstraße	39,2	35,7	-3,5
Lange Straße	Am Städelshof	Zeil	39,4	35,7	-3,7
Liederbacher Straße	Peter-Bied-Straße	Gebeschusstraße	40,7	40,1	-0,6
Lorscher Straße	Niddagaustraße	Alexanderstraße	38,9	37,0	-1,9
Lorscher Straße	Alexanderstraße	Thudichumstraße	39,9	36,8	-3,0
Mainluststraße	Wilhelm-Leuschner-Straße	Gutleutstraße	39,7	37,8	-1,9
Mainzer Landstraße	Ottostraße	Ludwigstraße	39,6	37,1	-2,5
Mainzer Landstraße	Ludwigstraße	Rudolfstraße	40,6	37,9	-2,7
Mainzer Landstraße	Marienstraße	Weserstraße	45,6	41,2	-4,4
Mainzer Landstraße	Weserstraße	Westendstraße	45,7	41,2	-4,5
Mainzer Landstraße	Taunusanlage	Marienstraße	42,9	39,4	-3,4
Mainzer Landstraße	Savignystraße	Westendstraße	44,8	40,5	-4,3
Mörfelder Landstraße	Grethenweg	Mörfelder Landstraße 42	40,2	37,7	-2,4
Nauheimer Straße	Schloßstraße	Robert-Mayer-Straße	40,0	40,2	0,2
Neue Mainzer Straße	Junghofstraße	Neue Rothofstraße	43,0	38,9	-4,1
Neue Mainzer Straße	Kaiserstraße	Große Gallusstraße	50,4	43,3	-7,1
Neue Mainzer Straße	Kaiserstraße	Weißfrauenstraße	49,9	43,4	-6,5
Neue Mainzer Straße	Hofstraße	Weißfrauenstraße	41,9	38,4	-3,6
Neue Mainzer Straße	Große Gallusstraße	Neue Schlesingergasse	49,7	43,0	-6,6
Neue Mainzer Straße	Neue Rothofstraße	Goethestraße	45,2	40,4	-4,8
Neue Mainzer Straße	Neue Schlesingergasse	Neue Mainzer Straße 55	45,9	40,7	-5,2

Straßenname	Abschnitt		NO ₂ [µg/m ³]		
	zwischen	und	Prognosefall 2021	Gesamtmaßnahmen-konzept	Minderungswirkung
Neue Mainzer Straße	Neue Mainzer Straße 55	Junghofstraße	42,9	38,9	-4,0
Querstraße	Oederweg	Eschersheimer Landstraße	39,5	37,4	-2,2
Reuterweg	Böhmerstraße	Wolfsgangstraße	40,5	37,2	-3,3
Reuterweg	Böhmerstraße	Grüneburgweg	39,7	36,7	-3,0
Reuterweg	Emil-Claar-Straße	Eppsteiner Straße	39,4	36,6	-2,7
Rödelheimer Landstraße	Kleemannstraße	Kleemannstraße	40,0	37,0	-3,0
Rödelheimer Landstraße	Kleemannstraße	Rödelheimer Parkweg	40,6	37,4	-3,3
Seilerstraße	Klapperfeldstraße	Seilerstraße	39,0	35,9	-3,1
Sossenheimer Weg	Ambronenpfad	Gotenstraße	39,7	37,1	-2,6
Sossenheimer Weg	Königsteiner Straße	Gotenstraße	41,1	37,7	-3,4
Stoltzestraße	Battonnstraße	Allerheiligenstraße	40,7	37,5	-3,2
Taunusstraße	Elbestraße	Weserstraße	40,0	39,2	-0,8
Taunusstraße	Moselstraße	Am Hauptbahnhof	41,5	38,8	-2,7
Theatertunnel	Mainluststraße	Untermainanlage	42,6	39,4	-3,1
Thudichumstraße	Josef-May-Straße	Trümpertstraße	40,9	38,8	-2,0
Wasgaustraße	Königsteiner Straße	Soonwaldstraße	40,1	37,3	-2,8
Wilhelm-Leuschner-Straße	Mainluststraße	Windmühlstraße	39,4	37,5	-1,9
Zuckschwerdtstraße	Kurmainzer Straße	Palleskestraße	39,7	37,4	-2,3
Zuckschwerdtstraße	Andreasstraße	Bolongarostraße	39,8	37,9	-1,9
Zuckschwerdtstraße	Kurmainzer Straße	Bahnübergang	43,3	39,2	-4,1

12.3 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Lage von Frankfurt am Main im (rot abgegrenzten) Ballungsraum Rhein-Main.....	13
Abb. 2:	Messstandorte für Stickstoffdioxid in Frankfurt am Main (Stand Oktober 2020)	14
Abb. 3:	NO ₂ -Passivsammler.....	15
Abb. 4:	Verkehrsnaher NO ₂ -Passivsammler-Messstandort Börneplatz/Battonnstraße	16
Abb. 5:	Verkehrsbezogene Luftmessstation Friedberger Landstraße	16
Abb. 6:	Verkehrsnaher NO ₂ -Passivsammler-Messstandort Gotenstraße	17

Abb. 7:	Verkehrsnaher NO ₂ -Passivsammler-Messstandort Hochstraße	17
Abb. 8:	Luftmessstation des städtischen Hintergrundes Höchst.....	17
Abb. 9:	Verkehrsnaher NO ₂ -Passivsammler-Messstandort Kasinostraße	18
Abb. 10:	Verkehrsnaher NO ₂ -Passivsammler-Messstandort Königsteiner Straße 135	19
Abb. 11:	Verkehrsnaher NO ₂ -Passivsammler-Messstandort Königsteiner Straße 169 bzw. Chattenweg 1B.....	19
Abb. 12:	NO ₂ -Passivsammler-Messstandort im vorstädtischen Hintergrund Lerchesberg.....	19
Abb. 13:	Verkehrsnaher temporärer NO ₂ -Passivsammler-Messstandort Mainkai	20
Abb. 14:	Verkehrsnaher temporärer NO ₂ -Passivsammler-Messstandort Mainzer Landstraße	20
Abb. 15:	Temporäre Luftmessstation Niedwald	21
Abb. 16:	Luftmessstation des städtischen Hintergrundes Ost.....	21
Abb. 17:	Verkehrsnaher NO ₂ -Passivsammler-Messstandort Pforzheimer Straße.....	22
Abb. 18:	Verkehrsnaher NO ₂ -Passivsammler-Messstandort Riederwald I	23
Abb. 19:	NO ₂ -Passivsammler-Messstandort im städtischen Hintergrund Riederwald II.....	23
Abb. 20:	Verkehrsnaher NO ₂ -Passivsammler-Messstandort Riederwald III	23
Abb. 21:	NO ₂ -Passivsammler-Messstandort im städtischen Hintergrund Römerberg.....	24
Abb. 22:	Luftmessstation im vorstädtischen Hintergrund in Frankfurt-Schwanheim.....	24
Abb. 23:	Kleinräumige Berechnung der räumlichen Verteilung der NO ₂ -Belastung in der Friedberger Landstraße in Höhe der Luftmessstation, links mit Bebauung, rechts simuliert ohne Bebauung.....	27
Abb. 24:	Windrichtungsverteilung an der Messstation des Deutschen Wetterdienstes in Frankfurt am Standort Flughafen in 10 m Höhe für den Zeitraum Januar bis Dezember 2019	27
Abb. 25:	Entwicklung der mittleren Jahrestemperatur an der Station Frankfurt/Main von 1960 bis 2019; Quelle DWD	28
Abb. 26:	Frankfurt am Main mit Geländeschnitt	28
Abb. 27:	Entwicklung der PM ₁₀ -Belastung seit Aufnahme der Feinstaubmessungen	30
Abb. 28:	Anzahl der jährlichen Überschreitungen des Tagesmittelwertes von PM ₁₀	30
Abb. 29:	Entwicklung der PM _{2,5} -Belastung.....	31
Abb. 30:	Entwicklung der Tagesmittelwerte der Ultrafeinstaubbelastung der Größenordnung 10- 100 nm an der Messstation Raunheim im Jahr 2019	31
Abb. 31:	Entwicklung der Tagesmittelwerte der Ultrafeinstaubbelastung der Größenordnung 10- 100 nm an der Messstation Frankfurt-Schwanheim im Jahr 2019	31
Abb. 32:	Entwicklung der Schwefeldioxid- (SO ₂) und Benzolbelastung.....	32
Abb. 33:	Entwicklung der Ozonbelastung.....	32
Abb. 34:	Entwicklung der NO _x -Konzentrationen.....	32
Abb. 35:	Entwicklung der NO ₂ -Belastung an den langjährigen Messstandorten	33
Abb. 36:	Entwicklung der NO ₂ -Belastung an den verkehrsnahen Messstandorten	33
Abb. 37:	Entwicklung der NO ₂ -Belastung an den Messstandorten im städtischen Hintergrund.....	33
Abb. 38:	Entwicklung der Anzahl von Überschreitungen des NO ₂ -Stundenmittelwertes.....	33
Abb. 39:	Zusammensetzung der Einzelbeiträge zur Schadstoffbelastung.....	35

Abb. 40:	Hauptverkehrsstraßen in und um Frankfurt am Main mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 6.000-7.000 Fahrzeugen	36
Abb. 41:	Entwicklung der NO _x -Emissionen erklärungspflichtiger Industrieanlagen in Frankfurt am Main	38
Abb. 42:	Entwicklung der NO _x -Emissionen aus der Gebäudeheizung	39
Abb. 43:	Auszug aus der Verkehrsmengenkarte 2015, Ausschnitt Gießen_RheinMain_Darmstadt [22]	39
Abb. 44:	Entwicklung der NO _x -Emissionen des Straßenverkehrs in Frankfurt am Main; Quelle HLNUG, Verkehrskataster	40
Abb. 45:	Anteile durchschnittlicher jährlicher NO _x -Emissionen der Hauptemittenten im Ballungsraum Rhein-Main.....	40
Abb. 46:	Entwicklung der NO _x -Abgasgrenzwerte für Straßenfahrzeuge (Euronormen)	41
Abb. 47:	Vergleich der Abgasgrenzwerte und der Emissionsfaktoren nach HBEFA 2.1 für Pkw, Bezugsjahr 2005	42
Abb. 48:	Vergleich der NO _x -Emissionsfaktoren für Diesel- und Benzin-Pkw nach HBEFA 3.3. und HBEFA 4.1; innerorts, Bezugsjahr 2021	43
Abb. 49:	Vergleich der NO _x -Emissionen von Benzin-Pkw zwischen Abgasgrenzwert und Realemissionen; Innenstadt, Bezugsjahr 2021, HBEFA 4.1	43
Abb. 50:	Vergleich der NO _x -Emissionen von Diesel-Pkw zwischen Abgasgrenzwert und Realemissionen; Innenstadt, Bezugsjahr 2021, HBEFA 4.1	43
Abb. 51:	Bestand an Personenkraftwagen in Frankfurt am Main nach Kraftstoffarten jeweils zum 1. Januar eines Jahres (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)	44
Abb. 52:	Verteilung der in Frankfurt am Main zugelassenen Diesel-Pkw auf die Emissionsklassen (Euronormen).....	44
Abb. 53:	Sozialversicherungspflichtige Einpendler nach Frankfurt am Main, Quelle Bundesagentur für Arbeit, Stand Juni 2019	44
Abb. 54:	Wochengang und mittlere Wochentagskonzentration der NO ₂ -Belastung an der Messstation Friedberger Landstraße im Jahr 2019	45
Abb. 55:	Berechnete NO ₂ -Immissionsbelastung der Hauptverkehrsstraßen in Frankfurt am Main, Bezugsjahr 2019, ohne Berücksichtigung der Autobahnen, HBEFA 4.1.....	46
Abb. 56:	Berechnete Entwicklung der NO ₂ -Belastung in Frankfurt am Main im Prognosefall 2021	51
Abb. 57:	Verkehrstechnische Entwurfsskizze – Längsaufstellung	58
Abb. 58:	Verkehrstechnische Entwurfsskizze – Schrägaufstellung	58
Abb. 59:	Verkehrstechnische Entwurfsskizze – Senkrechtaufstellung	58
Abb. 60:	Logo „Frankfurtemobil“ zur Verbesserung der Wahrnehmung von Ladesäulen	58
Abb. 61:	Anteil von reinen Elektro-Pkw und Plug-in-Hybriden an der jährlichen Fahrleistung nach HBEFA 4.1	59
Abb. 62:	Vergleich der Anteile reiner E-Fahrzeuge und von Plug-in-Hybriden (Pkw) in Deutschland und in Frankfurt am Main	59
Abb. 63:	NO _x -Emissionen von Linienbussen nach Emissionsstandard (Euronorm) im innerstädtischen Betrieb; HBEFA 4.1	59
Abb. 64:	Entwicklung der NO _x -Emissionen der Linienbusflotte im Rahmen der geplanten Erneuerung	60

Abb. 65:	Verkehrsmittelwahl nach Wegen, Wege der Frankfurter Bevölkerung innerhalb der Stadt Frankfurt, ins Umland und außerhalb Frankfurts	61
Abb. 66:	Entwicklung der Fahrgastzahlen im lokalen ÖPNV in Frankfurt am Main, Quelle traffiQ Frankfurt	61
Abb. 67:	Busspur Bockenheimer Landstraße	63
Abb. 68:	Busspur Darmstädter Landstraße	64
Abb. 69:	Busspur B521/Friedberger Landstraße	64
Abb. 70:	Busspur Friedberger Landstraße	64
Abb. 71:	Busspur Kurt-Schuhmacher-Straße	65
Abb. 72:	Busspur Westerbachstraße	65
Abb. 73:	Busspur Zeppelinallee	65
Abb. 74:	Geplante Busspuren im Stadtgebiet Frankfurt am Main	66
Abb. 75:	Abgrenzung der Bewohnerparkbereiche	71
Abb. 76:	Beispielhafte Kennzeichnung der Bewohnerparkzonen	71
Abb. 77:	NO _x -Emissionen des Straßenverkehrs je nach Verkehrsfluss am Beispiel des Verkehrsaufkommens in der Friedberger Landstraße, HBEFA 4.1; Bezugsjahr 2021	73
Abb. 78:	NO _x -Emissionen von Pkw und schweren Nutzfahrzeugen (SNF) bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten auf Hauptverkehrsstraßen; HBEFA 4.1, Bezugsjahr 2021	77
Abb. 79:	NO _x -Emissionen von Pkw bei unterschiedlichen Verkehrszuständen; HBEFA 4.1, Bezugsjahr 2021	77
Abb. 80:	NO _x -Emissionen des Straßenverkehrs bei verschiedenen Geschwindigkeiten, HBEFA 4.1, Bezugsjahr 2021	77
Abb. 81:	Verkehrsdifferenz zwischen Prognosenullfall ohne Mautkasperrung und Einführung eines Tempolimits von 30 km/h (Abbildung oben) bzw. 40 km/h (Abbildung unten) innerhalb des Anlagenrings	79
Abb. 82:	NO ₂ -Monatsmittelwerte des Passivsammlers an der Pforzheimer Straße	80
Abb. 83:	Hinweisschild am Fernbusbahnhof zur Vermeidung unnötiger Abgasemissionen	80
Abb. 84:	Beschilderung der Pforzheimer Straße	80
Abb. 85:	Berechnete NO ₂ -Immissionsbelastung bei Berücksichtigung der geplanten Maßnahmen (Masterplanfall), HBEFA 4.1, Bezugsjahr 2021	82
Abb. 86:	Für streckenbezogene Fahrverbote untersuchte Straßenabschnitte (rote Markierung)	83
Abb. 87:	Abgrenzungen der untersuchten Fahrverbotszonen ( innerhalb des Alleenrings;  innerhalb des Anlagenrings)	84
Abb. 88:	Verkehrsdifferenz zwischen dem Prognosenullfall 2021 ohne Mautkasperrung und einer Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings	86
Abb. 89:	NO ₂ -Immissionssituation im Prognoseplanfall 2021: Masterplanfall und Einrichtung eines zonalen Fahrverbots innerhalb des Anlagenrings	87
Abb. 90:	NO _x -Emissionen des Straßenverkehrs bei verschiedenen Geschwindigkeiten; HBEFA 4.1; Bezugsjahr 2021	88
Abb. 91:	Umfang der festgelegten Fahrverbote, streckenbezogen sowie kleinräumig-zonal innerhalb des Anlagenrings (rote Markierung)	89
Abb. 92:	Entwicklung der NO ₂ -Belastung an den verkehrsnahen Messstandorten in Frankfurt am Main im Laufe des Jahres 2020	91

Abb. 93:	Durchschnittliche NO ₂ -Monatsmittelwerte der verkehrsnahen Messstandorte in Frankfurt am Main im Zeitraum Januar 2016 bis Dezember 2019.....	92
Abb. 94:	Berechnung eines gleitenden Jahresmittelwerts auf der Internetseite des HLNUG (https://www.hlnug.de/messwerte/luft)	93
Abb. 95:	Monatliches durchschnittliches Verkehrsaufkommen in der Frankfurter Höhenstraße und NO ₂ -Monatsmittelwerte an der Frankfurter Friedberger Landstraße im Jahr 2020.	101
Abb. 96:	NO ₂ -Belastungskarte Anlagenring bei Berücksichtigung der von der Stadt Frankfurt am Main vorgesehenen Maßnahmen (Masterplanfall 2021) und relevante Messstandorte	102
Abb. 97:	NO ₂ -Belastung im Stadtteil Sossenheim bei Berücksichtigung der festgelegten Maßnahmenkombination (Kap. 8.6.3.4) und Ausdehnung eines streckenbezogenen Fahrverbots	103
Abb. 98:	Vergleich der EU-Abgasgrenzwerte mit den Realemissionen bei Pkw nach Emissionsgruppen (Euronormen); HBEFA 4.1	104
Abb. 99:	Anteil der verschiedenen Fahrzeugkategorien an den verkehrsbedingten NO _x -Emissionen in der Mainzer Landstraße; HBEFA 4.1, Bezugsjahr 2021	106
Abb. 100:	NO _x -Emissionen von Pkw nach Emissionsgruppen; rot = vom Fahrverbot betroffene Fahrzeuge; grün = vom Fahrverbot nicht betroffene Fahrzeuge	107
Abb. 101:	Lage der Alten Oper in Frankfurt am Main zur potentiellen Fahrverbotszone innerhalb des Anlagenrings (rot markiert)	108
Abb. 102:	Straßen mit mehr als 10.000 Fahrzeugen (gelbe Markierung) pro Tag in Frankfurt am Main	110
Abb. 103:	Emittentengruppe Gebäudeheizung: PM ₁₀ -Emissionen [t/a] nach Energieträgern in Frankfurt am Main, Bezugsjahr 2018.....	113

12.4 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Immissionsgrenz- und -zielwerte nach der 39. BImSchV	10
Tab. 2:	Beschreibung des NO ₂ -Passivsammlerstandortes Börneplatz/Battonnstraße	16
Tab. 3:	Beschreibung der Luftmessstation Friedberger Landstraße	16
Tab. 4:	Beschreibung des NO ₂ -Passivsammlerstandortes Gotenstraße	17
Tab. 5:	Beschreibung des NO ₂ -Passivsammlerstandortes Hochstraße	17
Tab. 6:	Beschreibung der Luftmessstation Höchst	18
Tab. 7:	Beschreibung des NO ₂ -Passivsammlerstandortes Kasinostraße	18
Tab. 8:	Beschreibung des NO ₂ -Passivsammlerstandortes Königsteiner Straße 135	19
Tab. 9:	Beschreibung des NO ₂ -Passivsammlerstandortes Königsteiner Straße 169	19
Tab. 10:	Beschreibung des NO ₂ -Passivsammlerstandortes Lerchesberg	20
Tab. 11:	Beschreibung des temporären NO ₂ -Passivsammlerstandortes Mainkai	20
Tab. 12:	Beschreibung des verkehrsnahen NO ₂ -Passivsammlerstandortes Mainzer Landstraße	21
Tab. 13:	Beschreibung der temporären Luftmessstation Niedwald	21
Tab. 14:	Beschreibung der Luftmessstation Ost	22
Tab. 15:	Beschreibung des NO ₂ -Passivsammlerstandortes Pforzheimer Straße	22
Tab. 16:	Beschreibung des NO ₂ -Passivsammlerstandortes Riederwald I	23
Tab. 17:	Beschreibung des NO ₂ -Passivsammlerstandortes Riederwald II	23

Tab. 18:	Beschreibung des NO ₂ -Passivsammlerstandortes Riederwald III.....	24
Tab. 19:	Beschreibung des NO ₂ -Passivsammlerstandortes Römerberg.....	24
Tab. 20:	Beschreibung der Luftmessstation Frankfurt Schwanheim	25
Tab. 21:	Anteile sozialversicherungspflichtig Beschäftigter nach Wirtschaftsbereichen in Frankfurt am Main; Stand: Juni 2019 [9]	26
Tab. 22:	NO ₂ -Messergebnisse für das Jahr 2019 in Frankfurt am Main.....	34
Tab. 23:	Unterteilung der Industrieemissionen in Frankfurt am Main nach Hauptgruppen der 4. BImSchV (Bezugsjahr 2016).....	37
Tab. 24:	Beispiele für Emissionsfaktoren der Emittentengruppe Gebäudeheizung	38
Tab. 25:	NO _x -Emissionsbilanz von Frankfurt am Main	40

12.5 Alphabetische Liste der Städte und Gemeinden im Ballungsraum Rhein-Main

Stadt/Gemeinde	Landkreis	Fläche [km ²]	Einwohnerzahl (Stand 31. 03.2020)	Einwohner je km ²
Bad Homburg v. d. Höhe, Stadt	Hochtaunus	51,17	11.180	219
Bad Soden am Taunus, Stadt	Main-Taunus	12,55	3.612	288
Bad Vilbel, Stadt	Wetterau	25,65	15.387	599
Bischofsheim	Groß-Gerau	9,03	13.148	1.458
Bruchköbel, Stadt	Main-Kinzig	29,68	20.489	690
Büttelborn	Groß-Gerau	30,01	26.461	882
Darmstadt, Stadt	kreisfreie Stadt	122,09	159.886	1.310
Dietzenbach, Kreisstadt	Offenbach am Main	21,67	34.227	1.579
Dreieich, Stadt	Offenbach am Main	53,31	42.092	790
Egelsbach	Offenbach am Main	14,82	11.460	773
Erlensee	Main-Kinzig-Kreis	18,59	15.250	820
Erzhausen	Darmstadt-Dieburg	7,40	8.066	1.090
Eschborn, Stadt	Main-Taunus-Kreis	12,14	21.674	1.787
Flörsheim am Main, Stadt	Main-Taunus-Kreis	22,95	21.686	945
Frankfurt am Main, Stadt	kreisfreie Stadt	248,31	764.152	3.077
Ginsheim-Gustavsburg	Groß-Gerau	13,94	16.896	1.212
Griesheim, Stadt	Darmstadt-Dieburg	21,41	27.572	1.279
Groß-Gerau, Stadt	Groß-Gerau	54,47	25.644	471
Großkrotzenburg	Main-Kinzig-Kreis	7,45	7.552	1.014
Hainburg	Offenbach am Main	15,95	14.384	902
Hanau, Stadt	Main-Kinzig-Kreis	76,49	96.747	1.265
Hattersheim am Main, Stadt	Main-Taunus-Kreis	15,82	27.687	1.751
Heusenstamm, Stadt	Offenbach am Main	19,03	18.914	994
Hochheim am Main, Stadt	Main-Taunus-Kreis	19,43	17.992	926
Hofheim am Taunus, Kreisstadt	Main-Taunus-Kreis	57,38	39.660	691

Stadt/Gemeinde	Landkreis	Fläche [km ²]	Einwohnerzahl (Stand 31. 03.2020)	Einwohner je km ²
Karben, Stadt	Wetteraukreis	43,95	22.533	513
Kelkheim (Taunus), Stadt	Main-Taunus-Kreis	30,65	29.038	947
Kelsterbach, Stadt	Groß-Gerau	15,38	17.050	1.109
Kriftel	Main-Taunus-Kreis	6,76	11.241	1.663
Langen (Hessen), Stadt	Offenbach am Main	29,12	38.259	1.314
Liederbach am Taunus	Main-Taunus-Kreis	6,20	8.853	1.428
Maintal, Stadt	Main-Kinzig-Kreis	32,40	39.594	1.222
Mörfelden-Walldorf, Stadt	Groß-Gerau	44,16	34.919	791
Mühlheim am Main, Stadt	Offenbach am Main	20,67	28.671	1.387
Nauheim	Groß-Gerau	13,77	10.732	779
Neu-Isenburg, Stadt	Offenbach am Main	24,31	38.190	1.571
Niederdorfelden	Main-Kinzig-Kreis	6,55	3.926	601
Obertshausen, Stadt	Offenbach am Main	13,62	24.973	1.834
Oberursel (Taunus), Stadt	Hochtaunuskreis	45,37	46.610	1.027
Offenbach am Main, Stadt	kreisfreie Stadt	44,90	130.603	2.909
Raunheim, Stadt	Groß-Gerau	12,61	16.272	1.290
Rodenbach	Main-Kinzig-Kreis	16,73	11.185	669
Rödermark, Stadt	Offenbach am Main	29,99	28.265	942
Rodgau, Stadt	Offenbach am Main	65,04	45.858	705
Rüsselsheim, Stadt	Groß-Gerau	58,30	66.032	1.133
Schöneck	Main-Kinzig-Kreis	21,49	11.960	556
Schwalbach am Taunus, Stadt	Main-Taunus-Kreis	6,47	15.390	2.379
Seligenstadt, Stadt	Offenbach am Main	30,84	21.276	690
Steinbach (Taunus), Stadt	Main-Taunus-Kreis	4,40	10.741	2.441
Sulzbach (Taunus)	Main-Taunus-Kreis	7,85	9.027	1.150
Weiterstadt, Stadt	Darmstadt-Dieburg	34,40	26.193	761
Wiesbaden, Stadt	kreisfreie Stadt	203,90	278.593	1.366

12.6 Abkürzungsverzeichnis

a	pro Jahr, jährlich
Abl. EWG	Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften
Anz.	Anzahl
As	Arsen
B(a)P	Benzo(a)pyren
BGBI	Bundesgesetzblatt
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz

BlmSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BlmSchVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
BTX	Benzol, Toluol, Xylol
C ₆ H ₆	Benzol
Cd	Cadmium
CO	Kohlenmonoxid
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
DWD	Deutscher Wetterdienst
EG/EU	Europäische Gemeinschaften/Europäische Union
FZV	Fahrzeug-Zulassungs-Verordnung
GMBI	Gemeinsames Ministerialblatt
GVBI	Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen
GW	Grenzwert
h	pro Stunde, stündlich
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
HMUKLV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
HMWEVV	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen
JM	Jahresmittelwert
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
Kfz	Kraftfahrzeug
KRad	Kraftrad = Motorrad
LNF	leichte Nutzfahrzeuge (Lkw < 3,5 t)
LRP	Luftreinhalteplan
max. 8-h-Wert	höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages aus stündlich gleitenden 8-Stunden-Mittelwert
µg/m ³	Mikrogramm (1 tausendstel Milligramm) pro Kubikmeter
mg/m ³	Milligramm (1 tausendstel Gramm) pro Kubikmeter
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NH ₃	Ammoniak
NH ₄ ⁺	Ammonium
Ni	Nickel
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO ₃ ⁻	Nitrat
NO _x	Stickoxide (Summe NO + NO ₂ , angegeben als NO ₂)
O ₃	Ozon
ÖPNV	Öffentlicher Personen-Nahverkehr
Pb	Blei
Pkw	Personenkraftwagen
PM	Particulate matter (Staub)
PM ₁₀	Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist

SNF	Schwere Nutzfahrzeuge (i.d.R. Lkw ab 3,5 t)
SO ₂	Schwefeldioxid
t/a	Tonnen (eintausend Kilogramm) pro Jahr
TA Luft	Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft
TM	Toleranzmarge
UBA	Umweltbundesamt

HESSEN



**Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz**

Abteilung II

Referat II 4
Mainzer Straße 80
65189 Wiesbaden