



# Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main

## 3. Fortschreibung Teilplan Darmstadt



## **Impressum**

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

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

**Titelfoto:** ©mojolo - stock.adobe.com

**Druck:** HMUKLV

**Kartengrundlagen:** Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation  
Openstreetmap ([www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)), [ODbL1.0](https://opendatacommons.org/licenses/odbl/1.0/)  
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie: GeoBasis-DE / BKG 2018

**Stand:** Ursprünglicher Stand April 2019  
Redaktionelle Änderungen November 2019

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einführung</b>	<b>8</b>
Situation in Darmstadt	8
Öffentlichkeitsbeteiligung	8
Rechtsgrundlagen	9
Gesundheitliche Wirkung von Stickstoffdioxid	11
<b>1 Ort der Überschreitung</b>	<b>12</b>
1.1 Region	12
1.2 Darmstadt	13
1.3 Messstandorte in Darmstadt	13
1.3.1 Luftmessstation Hügelstraße	14
1.3.2 Luftmessstation Rudolf-Müller-Anlage	15
1.3.3 NO <sub>2</sub> -Passivsammler Hügelstraße	15
1.3.4 NO <sub>2</sub> -Passivsammler Heinrichstraße	16
1.3.5 Temporäre NO <sub>2</sub> -Passivsammler Heinrichstraße	16
1.3.6 Konformität der Messstandorte mit den gesetzlichen Anforderungen	17
<b>2 Allgemeine Informationen</b>	<b>18</b>
2.1 Art des Gebietes	18
2.2 Schätzung der Größe des verschmutzten Gebiets	18
2.3 Klima und Topografie	19
2.3.1 Das Klima in Darmstadt	19
2.3.2 Topografie des Gebietes	20
<b>3 Zuständige Behörden</b>	<b>21</b>
<b>4 Art und Beurteilung der Verschmutzung</b>	<b>22</b>
4.1 Entwicklung der Luftqualität in Darmstadt	22
4.1.1 Entwicklung der Feinstaubbelastung	22
4.1.2 Entwicklung der Schwefeldioxid und Benzolbelastung	22
4.1.3 Entwicklung der Ozonbelastung	23
4.1.4 Entwicklung der Stickoxidbelastung (NO <sub>x</sub> und NO <sub>2</sub> )	23
4.1.5 Belastungssituation 2017 / 2018	24
4.2 Angewandte Beurteilungstechnik	25
4.2.1 Beiträge zur Gesamtbelastung	25
4.2.2 Modellrechnungen zur Ermittlung der Verursacheranteile	26
4.2.3 Berechnung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung durch Modellrechnung	26
4.2.4 Simulation verkehrlicher Verlagerungseffekte	27
<b>5 Ursprung der Verschmutzung</b>	<b>28</b>
5.1 Liste der wichtigsten Emissionsquellen	28
5.2 Industrieemissionen	28
5.3 Gebäudeheizungsemissionen	29
5.4 Verkehrsemissionen	30
5.4.1 Verkehrszählungen als Grundlage der Emissionsermittlung	30
5.4.2 Abgasgrenzwerte und Realemissionen von Fahrzeugen	30

5.4.3	Zusammensetzung der Kfz-Flotte	32
5.4.4	Verkehrsemissionen der Stadt	33
5.5	Gesamtstädtische NO <sub>x</sub> -Emissionen	33
5.6	Eintrag von Stickoxiden aus anderen Gebieten	33
<b>6</b>	<b>Analyse der Lage</b>	<b>35</b>
6.1	Ausbreitungsberechnungen zur Ermittlung der Verursacheranteile	35
6.2	Modellrechnungen zur Ermittlung der Zusatzbelastung durch den lokalen Verkehr	36
6.3	Untersuchung der Verursacheranteile des Straßenverkehrs	38
<b>7</b>	<b>Angaben zu bereits durchgeführten Maßnahmen und bestehenden Verbesserungsvorhaben</b>	<b>39</b>
7.1	Europaweite und nationale Maßnahmen	39
7.1.1	Maßnahmen bei der Emittentengruppe Industrie	39
7.1.2	Maßnahmen bei der Emittentengruppe Gebäudeheizung	40
7.1.3	Maßnahmen bei der Emittentengruppe Kfz-Verkehr	40
	7.1.3.1 Einführung eines neuen Typprüfzyklus	40
	7.1.3.2 Ausweitung der Lkw-Maut	41
7.2	Regionale Maßnahmen	41
	7.2.1 Lkw-Routenkonzept	41
7.3	Lokale Maßnahmen der Stadt Darmstadt	42
<b>8</b>	<b>Maßnahmen-Gesamtkonzept</b>	<b>43</b>
8.1	Einleitung	43
	8.1.1 Analyse- und Prognosenußfälle	43
	8.1.2 Vergleich mit Messwerten	45
	8.1.3 Vorgehen bei der Bewertung der Minderungswirkung von Maßnahmen	45
8.2	Europaweite, nationale und regionale Maßnahmen	46
	8.2.1 Industrieanlagen	46
	8.2.1.1 Abfall(mit)verbrennungsanlagen	46
	8.2.1.2 Großfeuerungsanlagen	46
	8.2.1.3 Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Industrie	46
	8.2.2 Gebäudeheizung	47
	8.2.2.1 Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Gebäudeheizung	48
	8.2.3 Verkehr	48
	8.2.3.1 Ausbau und Förderung der Elektromobilität	48
	8.2.3.2 Förderungen durch die Bundesregierung	48
	8.2.3.3 Förderungen durch das Land Hessen	48
8.3	Green City Plan und ergänzende Sofortmaßnahmen der Stadt Darmstadt	49
	8.3.1 Einführung	49
	8.3.2 Verkehrsmanagement	49
	8.3.2.1 Maßnahmen aus der Digitalstadt GmbH und dem Bundes-Förderprogramm „Saubere Luft 2017-2020“	49
	8.3.2.2 Einstreifige Zufahrt in die Heinrichstraße aus Richtung Westen	49
	8.3.2.3 Automatisierte Geschwindigkeitsüberwachung im Bereich östlich der Tunnelausfahrt Hängelstraße	50
	8.3.2.4 Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Verkehrsmanagement	50
	8.3.3 Erneuerung der Busflotte inkl. Teilelektrifizierung der Flotte	50
	8.3.3.1 Prognostizierte Wirkung durch Erneuerung der Busflotte	51
	8.3.4 Ausbau und Förderung des ÖPNV	51

8.3.4.1	Kapazitätserweiterungen	51
8.3.4.2	Vereinfachte Tarifstruktur im Stadtbereich	52
8.3.4.3	Zugangshemmnisse zum ÖPNV abbauen	52
8.3.4.4	Beschleunigung des ÖPNV	52
8.3.4.5	Fahrgastzähltechnik zur Lenkung von Fahrgästen	52
8.3.4.6	Prognostizierte Wirkung durch Erneuerung der Busflotte	53
8.3.5	<b>Förderung des Fahrradverkehrs</b>	<b>53</b>
8.3.5.1	Sonderprogramm Investition Radverkehrsförderung	53
8.3.5.2	Ausbau des Netzes an Radmietstationen und Fahrradparkhaus	53
8.3.5.3	Erhöhung der Verkehrssicherheit	54
8.3.5.4	Schaffung von Raddirektwegen	54
8.3.5.5	Bau von Rad- und Fußwegebrücke	54
8.3.5.6	Einrichtung eines Fahrradstreifens auf der Heinrichstraße	54
8.3.5.7	Prognostizierte Wirkung durch Förderung des Fahrradverkehrs	54
8.3.6	<b>Elektromobilität</b>	<b>54</b>
8.3.6.1	Elektromobilitätskonzept der Stadt Darmstadt	55
8.3.6.2	Elektrifizierung des städtischen Fuhrparks	55
8.3.6.3	Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich E-Mobilität	55
8.3.7	<b>Parkraummanagement</b>	<b>55</b>
8.3.7.1	Smart Parking	56
8.3.7.2	Ausbau P+R Anlagen	56
8.3.7.3	Erweiterung der Parkraumbewirtschaftung	56
8.3.7.4	Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Parkraummanagement	57
8.3.8	<b>City Logistik Management / Überwachung Lkw-Durchfahrverbot</b>	<b>57</b>
8.3.8.1	Regelmäßige Überwachung des Lkw-Durchfahrverbotes durch die Kommunalpolizei	58
8.3.8.2	Automatisierte Überwachung des Lkw-Durchfahrverbotes in der Heinrichstraße	58
8.3.8.3	Umweltsensitive Verkehrssteuerung der Lieferverkehr	59
8.3.8.4	Weitere Maßnahmen zur Minimierung des Lieferverkehrsaufkommens	59
8.3.8.5	Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich City Logistik Management / Überwachung LKW-Durchfahrverbot	59
8.4	<b>Nachträgliche Verbesserung der Abgasemissionen von Dieselfahrzeugen</b>	<b>59</b>
8.4.1	<b>Software-Updates</b>	<b>59</b>
8.4.1.1	Prognostizierte Wirkung durch Software-Updates	60
8.4.2	<b>Hardware-Nachrüstung</b>	<b>60</b>
8.4.2.1	Hardwarenachrüstung städtischer Nutzfahrzeuge und Diesel-Pkw	60
8.4.2.2	<i>Hardwarenachrüstung bei Diesel-Pkw</i>	61
8.4.2.3	Hardwarenachrüstung bei leichten Nutzfahrzeugen	62
8.4.2.4	Prognostizierte Wirkung durch Hardwarenachrüstung	62
8.5	<b>Verkehrsbeschränkungen und verkehrslenkende Maßnahmen</b>	<b>63</b>
8.5.1	<b>Einführung</b>	<b>63</b>
8.5.1.1	Verkehrsbeschränkungen Ottomotoren ≤ Euro 2 und Dieselmotoren ≤ Euro 4/IV	63
8.5.1.2	Verkehrsbeschränkungen Ottomotoren ≤ Euro 2 und Dieselmotoren ≤ Euro 5/V	63
8.5.2	<b>Streckenbezogene Verkehrsbeschränkungen und zusätzliche verkehrslenkende Maßnahmen zur Entlastung der Hängelstraße</b>	<b>63</b>
8.5.2.1	Festlegung der Straßenabschnitte mit Verkehrsbeschränkungen	64
8.5.2.2	Festlegung der von Verkehrsbeschränkungen betroffenen Fahrzeuge	65
8.5.2.3	Erkennen der Euronorm des eigenen Fahrzeugs	65
8.5.2.4	Zusätzliche verkehrslenkende Maßnahmen zur Verringerung der Verkehrsmengen auf der Hängelstraße	66
8.5.2.5	Beschilderung	66

8.5.2.6	Voruntersuchungen zu den Auswirkungen des Maßnahmenpaketes auf den Ausweichrouten	69
8.5.2.7	Prognostizierte Wirkung des Maßnahmenpaketes Verkehrsbeschränkungen und verkehrslenkende Maßnahmen zur Verringerung der Verkehrsmengen	74
8.5.2.8	Festlegung des Regelungscharakters der Verkehrsbeschränkungen anhand des Abgasstandards der Fahrzeuge	75
8.5.2.9	Ausnahmen von Verkehrsbeschränkungen	75
8.5.2.10	Nachrüstbarkeit	78
8.5.2.11	Konzept zur Überwachung der streckenbezogenen Verkehrsbeschränkungen	78
8.5.2.12	Inkrafttreten der streckenbezogenen Verkehrsbeschränkungen	79
8.6	Maßnahmenüberblick und Prognose der NO <sub>2</sub> -Entwicklung	79
8.7	Überprüfung der Wirksamkeit der geplanten Maßnahmen	80
<b>9</b>	<b>Behandlung von Einwendungen</b>	<b>82</b>
9.1	Ungeeignete Einteilung der Ballungsräume	83
9.2	Messstandorte in Darmstadt	83
9.3	Sinnhaftigkeit des bestehenden Grenzwertes und die diskutierte Absenkung des Grenzwertes	84
9.4	Schätzung der Größe des verschmutzten Gebietes	84
9.5	Die Aktualität der angegebenen Emissions- und Immissionswerte	84
9.6	Scheinbar inkonsistente Angaben zu Verursacheranteilen	85
9.7	Bewertung des Einflusses bzw. die Einbeziehung von Maßnahmen auf Seiten der Gebäudeheizung	85
9.8	Photokatalytische Baustoffe	85
9.9	Weitere Prognoserechnungen im Luftreinhalteplan	86
9.9.1	Prognoserechnung der Immissionssituation bei gesetzeskonformen Emissionswerten der Diesel-Kfz	86
9.9.2	Verursacheranteile des Straßenverkehrs	86
9.10	Weitere Maßnahmen im Verkehrsbereich	87
9.10.1	Intelligente Ampelschaltungen	87
9.10.2	Verlängerung der B 38	87
9.10.3	„High-occupancy vehicle lane“ bzw. „Transit lane“ auf der B 26	87
9.10.4	Installation beweglicher Pollern in Fußgängerzone	87
9.11	Pläne zur Verkehrsbeschränkung und verkehrslenkenden Maßnahmen	87
9.11.1	Zunahme der Gesamt-Immissionsbelastung aufgrund gefahrener Mehrkilometer	87
9.11.2	Mangelnde Eignung bzw. Kapazität der Ausweichrouten	88
9.11.3	Die Auswirkungen der Fahrspurreduzierungen und die geplante Nutzung dieser im Bereich der Hügelstraße	88
9.11.4	Weitere Messungen der NO <sub>2</sub> -Konzentration und Verkehrsbeschränkungen	89
9.11.5	Weitere verkehrslenkende Maßnahmen auf den Ausweichrouten	90
9.11.6	Weiträumiges Umfahungskonzept für Innenstadtfeste	90
9.11.7	Beschilderungskonzept Ausweisung von Umleitungsempfehlungen	91
9.11.8	Ausnahmeregelungen	91
9.12	Förderung der Elektromobilität sowie Elektromobilitätskonzept der Stadt Darmstadt	92
9.13	Maßnahmen im Bereich Förderung des Fahrradverkehrs	93
9.13.1	Gesamtkonzept Radverkehrsförderung	93
9.13.2	Einrichtung des Fahrradstreifens auf der Heinrichstraße	93
9.13.3	Radweg Roßdorf - Darmstadt	94
9.13.4	Fahrbahnreduzierungsversuch auf der Rheinstraße	94
9.14	Maßnahmen zum Parkraummanagement	94

9.14.1	Parkraumbewirtschaftung	94
9.14.2	Smart-Parking	95
9.14.3	Ausbau von P+R-Anlagen	95
9.14.4	Mangelnde Ahndung falsch parkender Kfz	95
9.15	Einfluss des Luftverkehrs	95
9.16	Die automatische Überwachung des Lkw-Durchfahrverbotes	96
9.17	Ausbau der Odenwaldbahn	96
9.18	Monitoring-Systeme für den Green City Plan und Entwicklung der Fahrradfreundlichkeit	96
9.19	Betriebliches Mobilitätsmanagement	96
9.20	Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen	97
<b>10</b>	<b>Quellen</b>	<b>98</b>
<b>11</b>	<b>Anhänge</b>	<b>102</b>
11.1	Begriffsbestimmungen	102
11.2	Abbildungsverzeichnis	103
11.3	Tabellenverzeichnis	106
11.4	Alphabetische Liste der Städte und Gemeinden im Ballungsraum Rhein-Main	107
11.5	Abkürzungsverzeichnis	109

## 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 Darmstadt

Bereits im Jahr 2002 wurde im Gebiet des Ballungsraums Rhein-Main u.a., auch in der Stadt Darmstadt, der Immissionsgrenzwert für das Jahr bei Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) sowie der Immissionsgrenzwert für den Tag bei Feinstaub (PM<sub>10</sub>) überschritten. Im Jahr 2005 wurde daher ein erster Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main aufgestellt [1]. Er umfasste alle von Grenz-

wertüberschreitungen betroffenen Städte im Ballungsraum. Infolge der wiederholten Gefahr von Überschreitungen des Kurzzeitgrenzwertes von Feinstaub (PM<sub>10</sub>) wurden in den Jahren 2005 und 2007 darüber hinaus Aktionspläne für Darmstadt aufgestellt bzw. fortgeschrieben. Darin wurden über den Luftreinhalteplan hinaus kurzfristig wirksame Maßnahmen festgesetzt.

Im Falle von Feinstaub konnte damit erreicht werden, dass höchstens noch in Jahren mit sehr ungünstigen Witterungsbedingungen der Grenzwert überschritten wird. Bei Stickstoffdioxid wurden zwar ebenfalls Minderungen erzielt, aber bei weitem nicht in dem Maß, das erforderlich gewesen wäre, um den Grenzwert einhalten zu können. Im Februar 2011 erfolgte daher die 1. Fortschreibung des Teilplans Darmstadt, gefolgt von der 2. Fortschreibung im September 2015.

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 Darmstadt einzuhalten. Daher werden in der 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans weitere Maßnahmen im Hinblick auf ihre Wirksamkeit zur Verbesserung der Luftqualität untersucht und rechtlich mögliche und verhältnismäßige Maßnahmen festgelegt. Die Maßnahmenfestlegung erfolgte in Abstimmung mit der Stadt Darmstadt und dem Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung als Einvernehmensbehörde für die Festlegung von Maßnahmen im Straßenverkehr.

### 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, 3. Fortschreibung Teilplan Darmstadt, im Staatsanzeiger des Landes Hessen am 21. Januar 2018 sowie durch Pressemeldungen. Der Planentwurf konnte für die Dauer von einem Monat, d.h. vom 22. Januar bis 21. Februar 2019, beim Magistrat der Stadt Darmstadt eingesehen werden. An den Offenlegungszeitraum schloss sich eine Frist von zwei Wochen an, innerhalb dieser ebenfalls noch Bedenken, Anregungen oder Einwände unter dem Stichwort „Luftreinhalteplanentwurf Darmstadt“ beim Um-

weltministerium entweder schriftlich oder elektronisch (poststelle@umwelt.hessen.de) 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>) sowie des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (<http://www.hlnug.de/start/luft/luftreinhalteplaene/publizierte-luftreinhalteplaene-nach-eu-recht.html>) zur Einsicht und zum Herunterladen bereit.

Innerhalb des Zeitraums zwischen dem 22. Januar 2019 und dem 7. März 2019 gingen insgesamt zehn Einwendungen und Anregungen zum Planentwurf ein. Zwei von Verbänden und acht von Privatpersonen. Sie wurden daraufhin geprüft, ob sie zu einer Änderung und / oder Ergänzung des Luftreinhalteplans führen. Eine elfte Stellungnahme wurde zwar nicht direkt als Einwendung zum Planentwurf vorgebracht, sie wurde aber aufgrund ihrer Relevanz für den endgültigen Plan dennoch berücksichtigt. Die aufgeführten Bedenken und Anregungen werden im Kapitel 9 im Einzelnen behandelt.

Mit der öffentlichen Bekanntmachung im Hessischen Staatsanzeiger des Landes Hessen, dass der Luftreinhalteplan aufgestellt ist und wo er eingesehen bzw. heruntergeladen werden kann, 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 [2] verabschiedet. Die Umsetzung in deutsches Recht erfolgte im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [3] und in der 39. Verordnung zum BImSchG (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) [4].

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.

Gemäß Anlage 3 A der 39. BImSchV gelten die definierten Grenz- und Zielwerte an allen Orten, mit Ausnahme

- von Bereichen, zu denen die Öffentlichkeit keinen Zugang hat und in denen es keine festen Wohnunterkünfte gibt,
- auf Industriegelände oder in industriellen Anlagen, für die alle relevanten Bestimmungen über Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten sowie
- auf den Fahrstreifen der Straße und auf dem Mittelstreifen der Straßen (sofern Fußgänger für gewöhnlich dorthin keinen Zugang haben).

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

- <sup>1)</sup> Messung an einem emissionsfernen Standort (mehr als 20 km entfernt von Ballungsräumen oder 5 km Bebauung, Industrie oder Bundesfernstraßen)
- <sup>2)</sup> in der Zeit vom 1. Oktober eines Jahres bis 31. März des Folgejahres
- <sup>3)</sup> aufsummierte Belastung, die über einer Schwelle von 40 ppb liegt
- <sup>4)</sup> 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 Feinstaub (PM<sub>10</sub>) 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 verursachte, 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.

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.

### Gesundheitliche Wirkung von Stickstoffdioxid

Die Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch hohe Stickstoffdioxidkonzentrationen ist unbestritten. Nachdem der Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid in Höhe von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  festgelegt ist, gilt für  $\text{NO}_2$  eine maximale Arbeitsplatzkonzentration von  $950 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . 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  $\text{NO}_2$  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 [5], auf erhebliche Gesundheitsgefahren durch Stickstoffdioxid verweisen, zweifeln andere Mediziner, z.B. Herr. Prof. Dr. Dieter Köhler, Lungenfacharzt, diese Bewertung an [6].

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 [7] 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  $\text{NO}_2$  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  $\text{NO}_2$ -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  $\text{NO}_2$  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  $\text{NO}_2$  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  $\text{NO}_2$  eine eigene gesundheitsschädigende Wirkung hat: Es gibt Hinweise auf Zusammenhänge mit Atemwegs-, Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen. Und deutliche Hinweise, dass Diabetes durch  $\text{NO}_2$  ausgelöst werden kann.“

Für die Luftreinhalteplanung ist es (derzeit) jedoch unerheblich, ab welcher Höhe der  $\text{NO}_2$ -Belastung eine gesundheitsschädigende Wirkung einsetzt. So lange ein Immissionsgrenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  im deutschen Recht festgelegt ist und es keine eindeutigen Belege dafür gibt, dass dieser Grenzwert falsch wäre, ist er als Maßstab für die Festlegung von Maßnahmen heranzuziehen.

## 1 Ort der Überschreitung

Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von Stickstoffdioxid wurden an mehreren Stellen der Stadt Darmstadt gemessen. Die räumliche Lage der Überschreitungspunkte in Darmstadt 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 Darmstadt gehört zum Ballungsraum Rhein-Main, der in seiner Abgrenzung in Abb.1 deutlich wird.

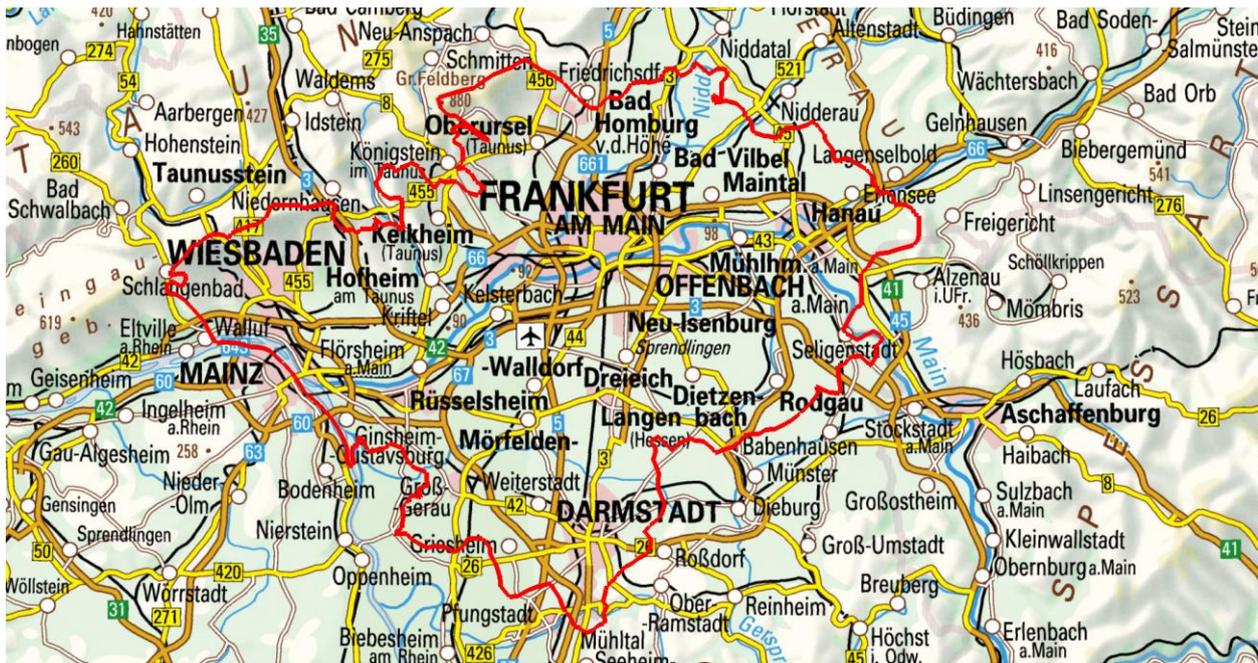


Abb.1: Lage von Darmstadt im (rot abgegrenzten) Ballungsraum Rhein-Main; Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2018

Der Ballungsraum Rhein-Main ist der größere der beiden hessischen Ballungsräume. Er erfüllt mit einer Einwohnerzahl von 2,35 Millionen Einwohnern (Stand 30. September 2016, [8]), einer Fläche von rd. 1.851 km<sup>2</sup> und einer Einwohnerdichte von ca. 1.272 Einwohnern pro km<sup>2</sup> alle Voraussetzungen eines Ballungsraums nach § 1 Nr. 4 der 39. BImSchV. Der Ballungsraum Rhein-Main besteht aus 52 Städten und Gemeinden, die in Anhang 11.4 im Einzelnen aufgelistet sind.

Aufgrund seiner hohen Bevölkerungsdichte, seiner Wirtschaftsstärke, der damit verbundenen wohn-, gewerblich- und industriellen Flächenutzung 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 Darmstadt

Darmstadt 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 Verknüpfungspunkte großräumiger und regionaler Verkehrssysteme.

International bekannt ist Darmstadt als Zentrum des Jugendstils. Großherzog Ernst Ludwig von Hessen und bei Rhein ließ eine Künstlerkolonie auf der Darmstädter Mathildenhöhe einrichten. Die dort entstandenen Bauten zählen heute zu den kunsthistorisch bedeutendsten und wertvollsten erhaltenen Jugendstilensembles in Deutschland.

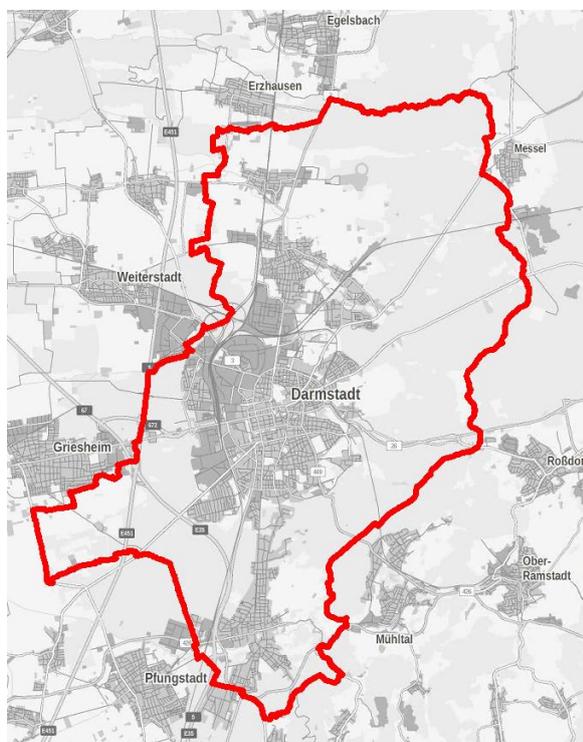


Abb.2: Stadtgebiet von Darmstadt (rote Umrandung); Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2018

### 1.3 Messstandorte in Darmstadt

Die Lage der Messstandorte in Darmstadt ist in Abb.3 dargestellt. Aufgrund der Randlage der Stadt im Ballungsraum Rhein-Main ist in Darm-

stadt im Gegensatz zu anderen Städten der Metropolregion die innerörtliche Luftqualität im Wesentlichen durch innerstädtische Emissionen, insbesondere durch den innerstädtischen Verkehr, bestimmt. Aus diesem Grund ist neben der für eine viel befahrene Straßenschlucht repräsentativen Messstelle in der Hängelstraße die Station des städtischen Hintergrundes von besonderer Bedeutung für die Bewertung der lufthygienischen Situation in Darmstadt.

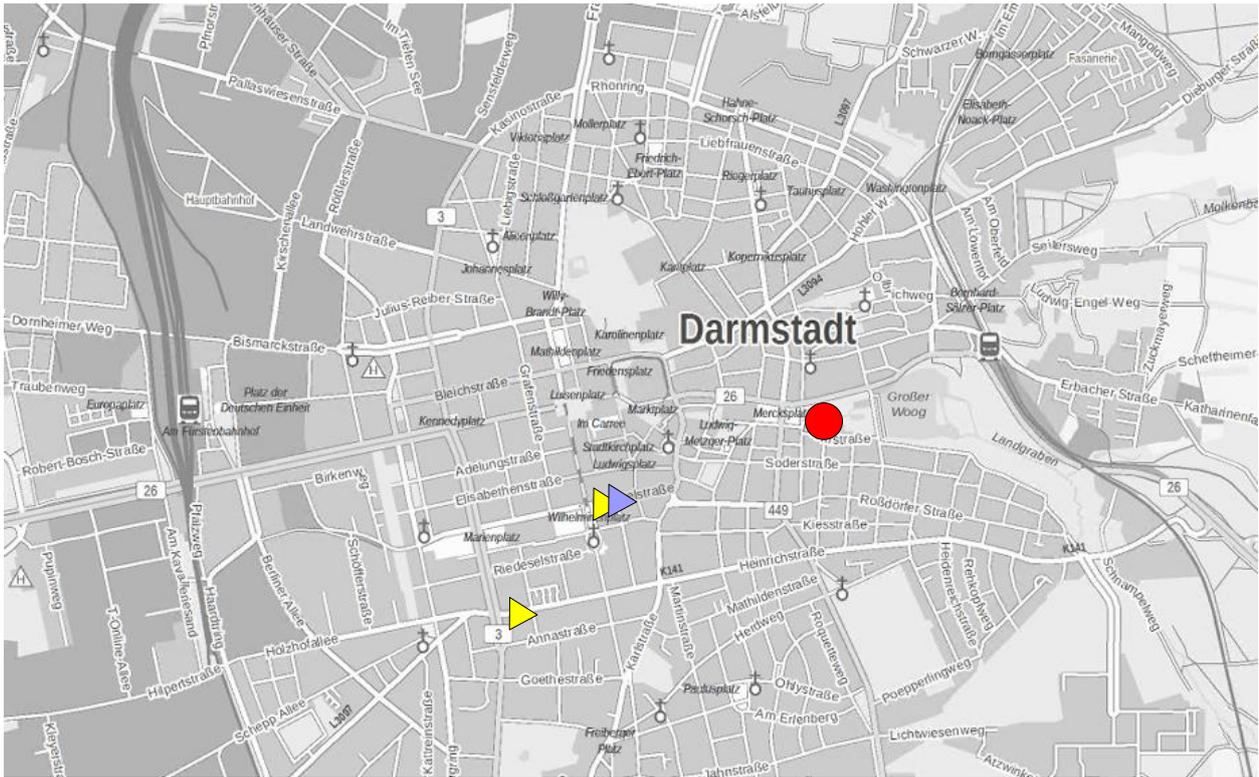
Nach den Vorgaben der Anlage 3 der 39. BImSchV ist die Luftqualität zum Schutz der menschlichen Gesundheit an Orten zu bestimmen,

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

Die Messungen an der Hängelstraße entsprechen den Vorgaben zu a), während die Messstation in der Rudolf-Müller-Anlage die allgemeine Belastungssituation der in Darmstadt lebenden Bevölkerung darstellt.

Die Messwerte der zwei Luftmessstationen sind auf der [Homepage](#) des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) veröffentlicht. Sie werden stündlich aktualisiert und können als Rohdaten auch für die vergangenen Jahre eingesehen und/oder heruntergeladen werden. Die qualitätsgesicherten Ergebnisse des hessischen Luftmessnetzes werden in den Lufthygienischen Monats- und Jahresberichten des HLNUG zusammengefasst und mit ergänzenden Informationen zu Luftschadstoffen veröffentlicht. Ebenso sind auf der Homepage des HLNUG weiterführende Informationen zu den Messstationen zu finden [9].

Neben den Luftmessstationen ergänzen zwei dauerhaft installierte NO<sub>2</sub>-Passivsammler an weiteren verkehrsnahen Punkten in der Stadt die Messungen. Einer befindet sich ebenfalls in der Hängelstraße während der andere die Immissionsituation an der Heinrichstraße abbildet.



- ▶ Messstation Hängelstraße, verkehrsnah
- Messstation Rudolf-Müller-Anlage, städtischer Hintergrund
- ▶ Messstandorte NO<sub>2</sub>-Passivsammler, verkehrsnah

Abb.3: Messstandorte in Darmstadt; Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2018

### 1.3.1 Luftmessstation Hängelstraße

Die Messstation an der Hängelstraße zeigt schon seit ihrer Errichtung und dem Beginn der Messungen im Jahre 1994 hohe Konzentrationen bei Stickstoffdioxid. Die genauere Charakterisierung der Station ist in Tab. 2 dargelegt.



Abb.4: Verkehrsbezogene Luftmessstation Darmstadt - Hängelstraße; Foto: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Verkehr
EU-Code:	DEHE040
Gemeinde:	Darmstadt
Straße:	Hängelstraße 24
Rechts-/ Hochwert	3 475 182 / 5 525 944
Längengrad	8°39'13,51"
Breitengrad	49°52'10,04"
Höhe über NN:	158 m
Lage:	Verkehr
Messzeitraum:	seit 1994
Komponente	Seit
Kohlenmonoxid	1994
Stickstoffmonoxid	1994
Stickstoffdioxid	1994
Feinstaub (PM <sub>10</sub> )	2000
Benzol, Toluol, m-/p-Xylol	1999

Tab. 2: Beschreibung der Luftmessstation Hängelstraße, Darmstadt

### 1.3.2 Luftmessstation Rudolf-Müller-Anlage

Im städtischen Hintergrund wird bereits seit 1977 die Luftqualität in der Rudolf-Müller-Anlage kontinuierlich gemessen. Sie dient zur Bewertung der Luftqualität, die für die Exposition der Bevölkerung allgemein repräsentativ ist.



Abb.5: Luftmessstation des städtischen Hintergrundes in der Rudolf-Müller-Anlage in Darmstadt; Foto: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Hintergrund
EU-Code:	DEHE001
Gemeinde:	Darmstadt
Straße:	Rudolf-Müller-Anlage
Rechts-/ Hochwert	3 475 965 / 5 526 257
Längengrad	8°39'52,63''
Breitengrad	49°52'20,29''
Höhe über NN:	158 m
Lage:	Innenstadt
Messzeitraum:	seit 1977

Komponente	Seit
Schwefeldioxid	1977
Kohlenstoffmonoxid	1977
Stickstoffmonoxid	1977
Stickstoffdioxid	1977
Ozon (O <sub>3</sub> )	1984
Feinstaub (PM <sub>10</sub> )	2000
Windrichtung	2003
Windgeschwindigkeit	2003
Temperatur	2003
Relative Luftfeuchtigkeit	2003
Luftdruck	2003

Tab. 3: Beschreibung der Luftmessstation Rudolf-Müller-Anlage, Darmstadt

### 1.3.3 NO<sub>2</sub>-Passivsammler Hängelstraße

Im Rahmen der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans Darmstadt [10] wurden im Rahmen einer Profilmessung mehrere Passivsammler entlang der Hängelstraße installiert, da eine Modellrechnung gezeigt hatte, dass an der Messstation Hängelstraße (DEHE040) offenbar nicht die höchste Belastungssituation vorliegt. Nach Ablauf eines Messjahres wurden alle Passivsammler, bis auf den mit den höchsten Messwerten, auf Höhe der Hausnummer 26 (DaH8) wieder abgebaut.

Er bildet eine Belastungsspitze aufgrund der Sondersituation hinter dem östlichen Tunnelportals ab. Infolge der Straßensteigung von 8 %, dem Sog der Fahrzeuge, die einen Teil der Tunnelabluft in die Hängelstraße einbringen, und der Höhe und Geschlossenheit der Bebauung vom Tunnelportal bis zur Wilhelm-Glässig-Straße, kommt es hier zu einer deutlich höheren Belastung als im weiteren Verlauf der Hängelstraße. Eine solche Immissionssituation findet sich in Darmstadt an keinem anderen Ort.



Abb. 6: Verkehrsbezogener Messpunkt DaH8 am Ende der Tunnelausfahrt Hügelstraße Darmstadt; Foto: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie



Abb. 7: Verkehrsbezogener Messpunkt DaHe2 an der Heinrichstraße 5 - 7; Foto: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Verkehr
EU-Code:	DEHE132
HLNUG-Code	DaH8
Gemeinde:	Darmstadt
Straße:	Hügelstraße 26
Rechts-/ Hochwert	3475146939 / 5525941482
Längengrad	8°39'11.628
Breitengrad	49°52'9.9228
Höhe über NN:	157 m
Lage:	Verkehr
Messzeitraum:	seit 06.01.2015
Komponente	Seit
Stickstoffdioxid	2015

Tab. 4: Beschreibung des NO<sub>2</sub>-Passivsammler-Messpunktes Hügelstraße 26 (DaH8), Darmstadt

Beschreibung	
Gebiet:	Ballungsraum Rhein-Main
Standortcharakter:	Städtisches Gebiet, Verkehr
EU-Code:	DEHE138
HLNUG-Code	DaHe2
Gemeinde:	Darmstadt
Straße:	Heinrichstr. 5 - 7
Rechts-/ Hochwert	3474798271 / 5525497638
Längengrad	8°38'54.2724
Breitengrad	49°51'55.5048
Höhe über NN:	143 m
Lage:	Verkehr
Messzeitraum:	seit 04.01.2016
Komponente	Seit
Stickstoffdioxid	2016

Tab. 5: Beschreibung des NO<sub>2</sub>-Passivsammler-Messpunktes Heinrichstraße 5 - 7 (DaHe2), Darmstadt

### 1.3.4 NO<sub>2</sub>-Passivsammler Heinrichstraße

Seit 2016 wird die NO<sub>2</sub>-Immissionssituation in Darmstadt zusätzlich durch Passivsammler in der Heinrichstraße messtechnisch ermittelt. Von zunächst drei installierten Sammlern entlang der Heinrichstraße wird seit Juni 2018 der Sammler mit der höchsten Belastung auf Höhe der Hausnummer 5 – 7 kontinuierlich weiter betrieben.

### 1.3.5 Temporäre NO<sub>2</sub>-Passivsammler Heinrichstraße

Von Anfang 2016 bis einschließlich Mai 2018 wurde in der Heinrichstraße an zwei zusätzlichen Punkten jeweils ein weiterer NO<sub>2</sub>-Passivsammler betrieben. Diese waren

- Heinrichstr. 15-17 (DaHe1) und
- Heinrichstr. 2 (DaHe3).

### 1.3.6 Konformität der Messstandorte mit den gesetzlichen Anforderungen

Im vergangenen Jahr ist von verschiedenen Seiten eine Diskussion über die richtige Auswahl der Messstandorte, nicht nur in Hessen, sondern bundesweit, angestoßen worden. Beispielsweise hat es zu den Hessischen Messstationen Kleine Anfragen im Hessischen Landtag gegeben (z.B. Darmstadt-Hügelstraße [11]). Die Hessische Landesregierung hat daraufhin in Übereinstimmung mit dem HLNUG klargestellt, dass mit einer Ausnahme alle Messstandorte in Hessen konform mit den geltenden Gesetzen sind. Die einzige Ausnahme ist hierbei die Messstation Wiesbaden Ringkirche (DEHE037), die zum Zweck der Abbildung eines langjährigen Trends jedoch weiter betrieben wird.

Bei der Auswahl der Messstandorte werden vom HLNUG für alle Stationen und Passivsammler exakt dieselben Anforderungen gestellt. Folglich entsprechen auch in Darmstadt alle Standorte von Stationen und Passivsammlern den gesetzlichen Anforderungen. Wie oben bereits dargelegt, stellen die Messungen an der Luftmessstation Darmstadt-Hügelstraße (DEHE040) unzweifelhaft einen Ort hoher, verkehrsbedingter  $\text{NO}_2$ -Immissionsbelastung dar, nicht jedoch die höchste Belastung in diesem Bereich.

Bei der Passivsammler-Profilmessung (vgl. 1.3.3) wurden bei der Wahl der Probenahmestellen für alle Sammler die Kriterien für die kleinräumige Ortsbestimmung nach der 39. BImSchV, Anlage 3 C beachtet.

- Die Probenahmehöhe der Passivsammler orientierte sich an der Höhe des Gas-Probenahmesystems der Luftmessstation (ca. 3,5 m).
- Ein Abstand zur nächsten verkehrsreichen Kreuzung von mehr als 25 m wurde eingehalten.
- Eine Beeinflussung durch Emissionsquellen in nächster Nähe wurde vermieden.
- Auf freie Anströmbarkeit der Sammler wurde geachtet. Auf eine ausreichende Entfernung (einige Meter) von Hindernissen, die die Probenahme beeinflussen könnten, wurde geachtet.
- Der Abstand zur Emissionsquelle (Straße / Tunnel) wurde soweit überall möglich ähnlich und orientiert an der Luftmessstation gestaltet (dadurch wurde die Anforderung „höchstens 10 m vom Fahrbahnrand entfernt“ selbstverständlich eingehalten).

- Bei einer Probenahme „an der Baufluchtlinie“ (Häuserfront) wurde der Mindestabstand von 0,5 m vom nächsten Gebäude eingehalten.

Nach Abschluss der Profilmessung konnte aus Sicht des Immissionsschutzes nicht ignoriert werden, dass im Bereich des Passivsammlers DaH8 offensichtlich weitaus höhere Belastungen als direkt an der Luftmessstation zu finden sind, zumal aufgrund der direkten Messung neben einem Hauseingang eine direkte Exposition der Bevölkerung gegeben ist. Der gesamte Bereich entlang der Hügelstraße, ungefähr zwischen Hausnummer 7 bis 32 (Streckenabschnitt ca. 220 m), konnte zum Zeitpunkt der Untersuchung charakterisiert werden durch eine sehr hohe Belastung von ca. 50 - 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Insgesamt erfüllt die Probenahmestelle DaH8 daher die Anforderungen der 39. BImSchV und rechtfertigt die Berücksichtigung dieses Punktes zur Beurteilung der Luftqualität.

Unterstellt wird damit nicht, dass diese besondere Belastungssituation charakteristisch für die gesamte Stadt als solches wäre wie in Kapitel 1.3.3 bereits dargelegt wurde.

## 2 Allgemeine Informationen

### 2.1 Art des Gebietes

Die Stadt Darmstadt ist mit 160.686 Einwohnern (Stand 31. Dezember 2017, [9]) die viergrößte Stadt Hessens. Im Jahre 1997 wurde ihr der Titel einer „Wissenschaftsstadt“ verliehen, den sie ihrer vor über hundert Jahre gegründeten Technischen Universität, den beiden Hochschulen und einer Reihe weiterer, teilweise internationaler Forschungseinrichtungen verdankt.

Seit der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans im Jahr 2015 hat sich die Einwohnerzahl um 6.520 Einwohner erhöht. Dies ist eine vergleichsweise moderate Erhöhung. Mit zunehmender Einwohnerzahl geht regelmäßig eine Zunahme der Belastung durch Emissionen aus der Gebäudeheizung und dem Verkehr einher. Bei einer Fläche des Stadtgebietes von 122,06 km<sup>2</sup> [13] ergibt sich eine Einwohnerdichte von rd. 1.316 Einwohnern pro km<sup>2</sup>.

Die Verteilung der sozialversicherungspflichtig beschäftigten Arbeitnehmer am Arbeitsort auf die verschiedenen Wirtschaftsbereiche ist in Tab. 6 aufgelistet.

Beschäftigte nach Wirtschaftsbereichen	Anteil [%]
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	0,13
Produzierendes Gewerbe	23,6
Handel, Verkehr und Gastgewerbe,	16,2
Erbringung von Unternehmensdienstleistungen	30,1
Erbringung von öffentlichen und privaten Dienstleistungen	30,1

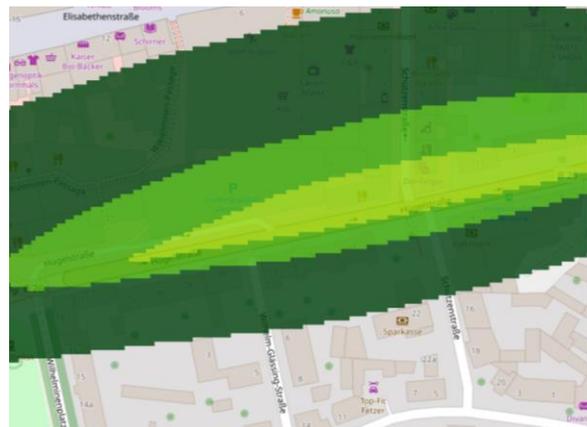
Tab. 6: Anteile sozialversicherungspflichtiger Beschäftigter an den verschiedenen Wirtschaftsbereichen in Darmstadt; Stand: 30.06.2016 [13]

### 2.2 Schätzung der Größe des verschmutzten Gebiets

Im Stadtgebiet Darmstadt werden die gültigen Immissionsgrenzwerte für Feinstaub sowie die der weiteren regulierten Stoffe bereits seit mehreren Jahren sicher eingehalten - mit Ausnahme von Stickstoffdioxid. Die Belastung mit Stickstoffdioxid ist deshalb noch weiter zu betrachten und zu reduzieren.

Die konkrete Vorgehensweise zur Abschätzung der Größe des belasteten Gebiets wird in Kap. 4.2.3 dargestellt.

Für die räumliche Verteilung bzw. Ausbreitung der Luftschadstoffe mit zunehmendem Abstand von einer Straße als Emissionsquelle gilt, dass der Immissionsgrenzwert regelmäßig bereits in hinter den Häusern liegenden Bereichen unterschritten wird. Die Höhe der Schadstoffkonzentration von Stickstoffdioxid nimmt danach relativ schnell mit zunehmender Entfernung zur Quelle ab. Dieser Effekt kann mittels einer kleinräumigen Berechnung der Belastung veranschaulicht werden. Im Rahmen einer solchen Berechnung lässt sich die auch eine theoretische Ausbreitungssituation ohne Gebäude simulieren (vgl. Abb. 8).



Legende   
 [µg/m<sup>3</sup>] > 20 > 18 > 16 > 14 > 12 > 10 > 8 > 6 > 4 > 2

Abb. 8: Darstellung der durch den lokalen Fahrzeugverkehr verursachten räumlichen Zusatzbelastung von NO<sub>2</sub>; MISKAM-Berechnung [vgl. 4.2.3] mit Gebäuden (obere Abbildung) und ohne Gebäude (untere Abbildung);

Kartengrundlage: Openstreetmap   
[www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org), [ODbL 1.0](https://www.openstreetmap.org/help/odbl)

Der untere Teil der Darstellung stellt eine simulierte Ausbreitung von Stickstoffdioxid bei gleichem Verkehrsaufkommen dar, wenn es in dem gezeigten Gebiet keine Gebäude gäbe.

Der obere Teil von Abb. 8 verdeutlicht, dass durch die Häuserfront, das können aber auch Lärmschutzwände oder ähnliche Bauwerke sein, zum einen eine Abschirmung des dahinter liegenden Gebiets erfolgt, was dazu führt, dass bereits in den Hinterhöfen der Gebäude der Immissionsgrenzwert eingehalten wird. Auf der anderen Seite führt eine geschlossene Bebauung zu einer starken Anreicherung der Schadstoffe, wodurch es i.d.R. erst zu den Immissionsgrenzwertüberschreitungen kommt.

Die Länge der von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Straßenabschnitte betrug 2017 ca. 615 m. Bei einem durchschnittlichen Abstand zwischen den Häusern (Straßenraumbreite) von ca. 20 m, ergibt sich ein Belastungsgebiet von knapp 1,3 ha. Von Überschreitungen des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes waren im gesamten Stadtgebiet im Jahr 2017 rd. 200 Personen direkt betroffen.

### 2.3 Klima und Topografie

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

#### 2.3.1 Das Klima in Darmstadt

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, die zu Niederschlägen führen. Der ozeanische Einfluss, der von Nord-West nach Süd-Ost abnimmt, sorgt für milde Winter und nicht zu heiße Sommer.

Die einzelnen Klimaelemente 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 wird der Ballungsraum Rhein-Main und damit auch die Lage der Stadt Darmstadt als „belasteter“ Verdichtungsraum ausgewiesen [14]. Er 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 Niederungs- bzw. Industriedunst und Nebel,
- ▶ niedrige Windgeschwindigkeit mit erhöhtem Risiko zur Anreicherung von Luftschadstoffen

Die Zunahme der Wärmebelastung lässt sich auch am Anstieg der mittleren Jahrestemperatur beobachten, s. Abb.9.

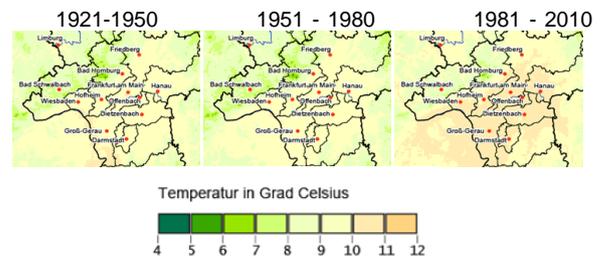


Abb.9: Entwicklung der mittleren Jahrestemperaturen im Ballungsraum Rhein-Main in der Zeit von 1921 bis 2010 [14]; Kartengrundlage: ALK®; © Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformationen, Datengrundlage: © Deutscher Wetterdienst, Offenbach, Bearbeitung: © HLNUG: Fachzentrum Klimawandel Hessen

Aus lufthygienischer Sicht sind vor allem die vergleichsweise niedrigen Windgeschwindigkeiten im Ballungsraum und die damit im Zusammenhang stehende Häufigkeit von Zeiten mit ungünstigem Luftaustausch (austauscharme Wetterlagen) charakteristisch. An der Luftmessstation des städtischen Hintergrunds in Darmstadt wurde zwischen Januar 2016 und Dezember 2017 die kritische mittlere Windgeschwindigkeit von 1,5 m/s in 75% der Zeit erreicht oder unterschritten. In 52% der Zeit lag die durchschnittliche Windgeschwindigkeit sogar unterhalb von 1,0 m/s.

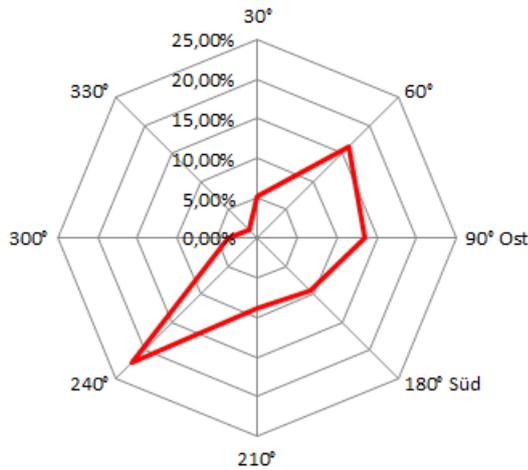


Abb.10: Windrichtungsverteilung an der Messstation des städtischen Hintergrunds in Darmstadt (Zeitraum: Januar 2016 bis Dezember 2017)

Nach Westen erstreckt sich der Ballungsraum bis zum Rhein bzw. der Landesgrenze zwischen Rheinland-Pfalz und Hessen.

Die Stadt Darmstadt befindet sich in südlicher Lage des Rhein-Main Gebiets. Sie wird von fünf Naturräumen umgeben, diese sind:

- Die oberrheinische Tiefebene im Westen,
- der schmale Saum der Bergstraße im Süden,
- der Übergang zum vorderen Odenwald im Südosten,
- das Messeler Hügelland, welches im Nordosten der Stadt liegt sowie
- die Untermainebene

Eine grafische Darstellung der Lage der Stadt Darmstadt ist kann Abb.12 entnommen werden.

### 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 (siehe auch Geländeschnitt in Abb.11).

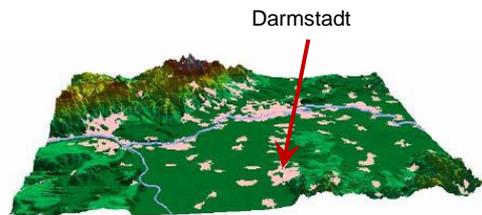
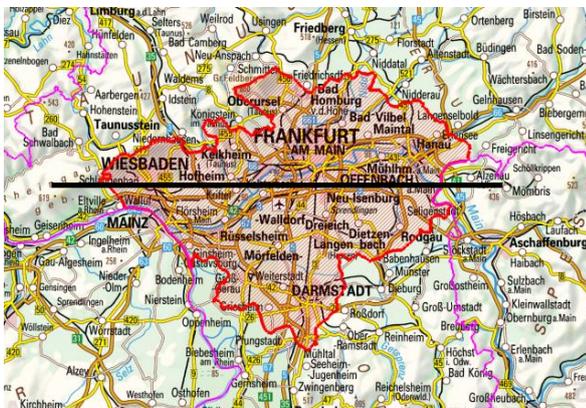


Abb.12: Höhenprofil des Ballungsraums Rhein-Main; Kartengrundlage: © Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformationen



Verlauf des Geländeschnitts

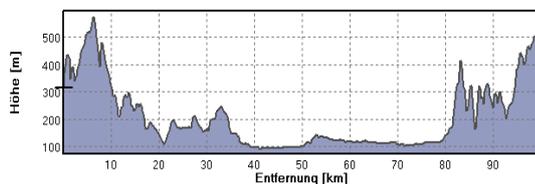


Abb.11: Ballungsraum Rhein-Main (rot schraffiert) mit Geländeschnitt; Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2018

Bis auf die Öffnung nach Süden hin wird der Ballungsraum im Nordosten durch den Taunus, im Osten durch den Spessart und weiter in südlicher Richtung durch den Odenwald begrenzt.

### 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 [15]).

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 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 Darmstadt  
Luisenplatz 5 A  
64283 Darmstadt

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 Darmstadt

Die Messung der Luftqualität in Darmstadt erfolgt bereits seit vielen Jahrzehnten. Die Luftmessstation in der Rudolf-Müller-Anlage wurde bereits im Jahre 1977 in Betrieb genommen. Sie liefert damit seit mehr als 40 Jahren messtechnische Informationen über die vorhandenen Luftverunreinigungen im städtischen Hintergrund. Im Jahre 1994 ist die zweite Luftmessstation in Darmstadt in Betrieb gegangen. Es handelt sich um eine verkehrsnahen Messstation, die an einem der Darmstädter Belastungsschwerpunkte in der Hängelstraße betrieben wird.

#### 4.1.1 Entwicklung der Feinstaubbelastung

Hohe Feinstaubkonzentrationen ( $PM_{10}$ ) stellten eine Zeit lang das gravierendste Gesundheitsproblem durch Luftschadstoffe dar. In Darmstadt wurden zusammen mit Frankfurt Main die höchsten Feinstaubkonzentrationen gemessen. Die Entwicklung der Feinstaubbelastungen kann der Abb.13 entnommen werden.

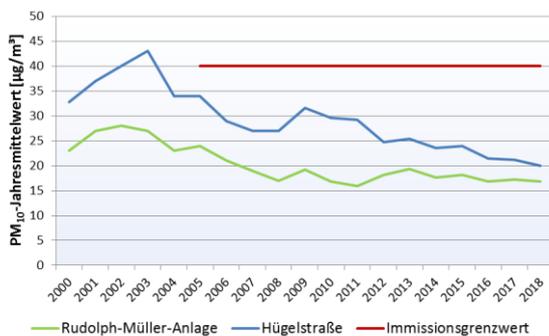


Abb.13: Entwicklung der  $PM_{10}$ -Belastung in Darmstadt seit Aufnahme der Feinstaubmessungen

Da der Immissionsgrenzwert für das Jahresmittel erst im Jahr 2005 in Kraft trat, kam es in Darmstadt trotz hoher Feinstaubkonzentrationen nie zu einer Überschreitung des Langzeitgrenzwertes.

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.

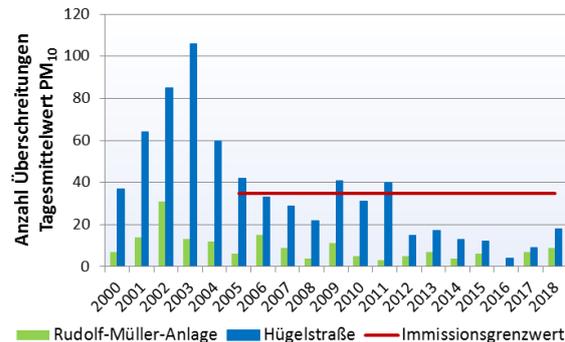


Abb.14: Anzahl der jährlichen Überschreitungen des Tagesmittelwertes von  $PM_{10}$

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

Im Ballungsraum Rhein-Main werden seit 2008 an ausgewählten Stationen des städtischen Hintergrunds und seit 2010 auch verkehrsnahen Messungen der kleineren Feinstaubfraktion  $PM_{2,5}$  vorgenommen. Der dafür seit 2015 geltende Immissionsgrenzwert in Höhe von  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  wurde an keiner Stelle in Hessen jemals seit Aufnahme der Messungen überschritten.

#### 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 vieler Orts 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.

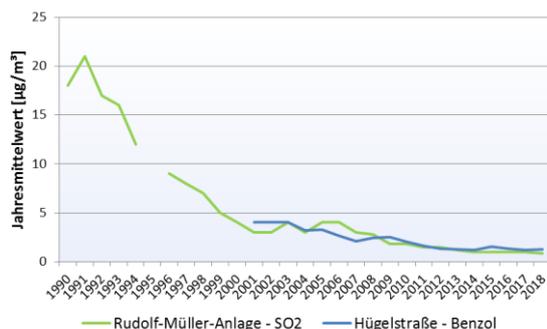


Abb.15: Entwicklung der Schwefeldioxid- (SO<sub>2</sub>) und Benzolbelastung in Darmstadt

Der Immissionsgrenzwert für Benzol beträgt 5 µg/m<sup>3</sup> 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.

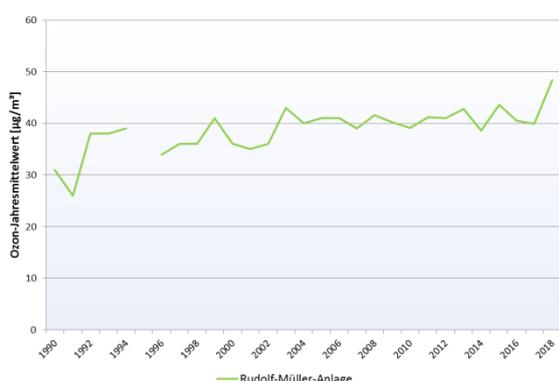


Abb.16: Entwicklung der Ozonbelastung in Darmstadt

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ozon beträgt 120 µg/m<sup>3</sup> als höchster Achtstundenmittelwert bei zulässigen 25 Überschreitungen pro Jahr. Da Ozon durch Stickoxide aus dem Verkehr teilweise abgebaut wird, wird Ozon nicht verkehrsnah gemessen.

Hohe Ozonkonzentrationen findet man aus diesem Grund am ehesten in ländlichen Regionen. Daher ist es bemerkenswert, dass der Zielwert in Darmstadt in den Jahren 2001 sowie 2003 bis 2010 an der Luftmessstation in der Rudolf-Müller-Anlage überschritten worden ist.

#### 4.1.4 Entwicklung der Stickoxidbelastung (NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub>)

Stickoxide, d.h. Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) entstehen im Wesentlichen bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe. Direkt nach der Verbrennungseinrichtung werden die Stickoxide überwiegend in Form von NO emittiert und nur in geringem Anteil direkt in Form von NO<sub>2</sub>. Das NO wird an der Luft relativ schnell zu NO<sub>2</sub> oxidiert, weshalb vor allem an emissionsfernen Standorten, wie den Luftmessstationen des ländlichen Raums, fast nur noch NO<sub>2</sub> gemessen wird.

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<sub>x</sub>). Diese Gesamtstickoxidkonzentration ist auch deshalb von Bedeutung, weil z.B. Emissionsgrenzwerte bei Fahrzeugen und Industrieanlagen ausschließlich auf NO<sub>x</sub> bezogen sind.

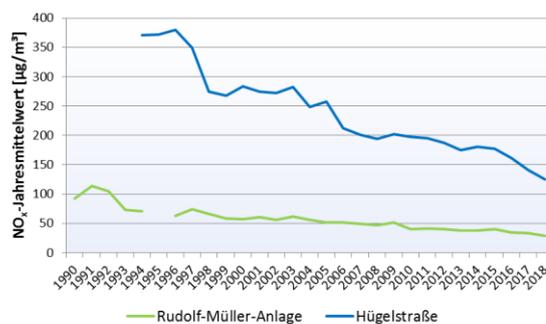


Abb.17: Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Konzentrationen

Die Reduzierung der Gesamtkonzentration von Stickstoffoxiden (NO<sub>x</sub>) ist zwar erfreulich, zeigt sie doch, dass emissionsmindernde Maßnahmen greifen. Sie reicht aber nicht aus, um das Problem gesundheitsgefährdend hoher Stickstoffdioxidkonzentrationen (NO<sub>2</sub>) zu lösen.

Im Gegensatz zu den Stickoxiden, deren Konzentration sich in den letzten 20 Jahren mehr als halbiert hat, zeigt die Entwicklung der Stickstoffdioxidkonzentration keinen so deutlich rückläufigen

gen Trend. Die deutliche Reduzierung der NO<sub>x</sub>-Belastung im verkehrsnahen Bereich erfolgte aufgrund der deutlich abnehmenden NO<sub>x</sub>-Emissionen von neueren Benzinfahrzeugen. Bei den Dieselfahrzeugen stieg dagegen der NO<sub>x</sub>-Ausstoß bis zur Euro-5/V-Norm weiter an (siehe auch Abb. 25).

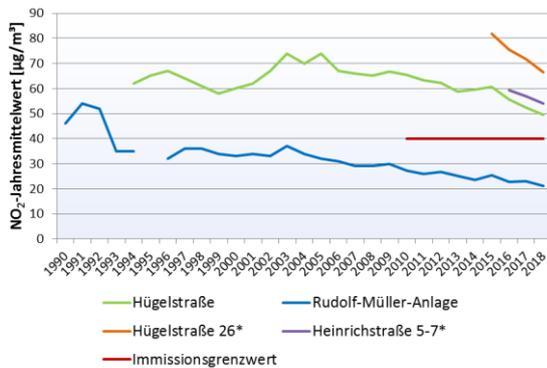
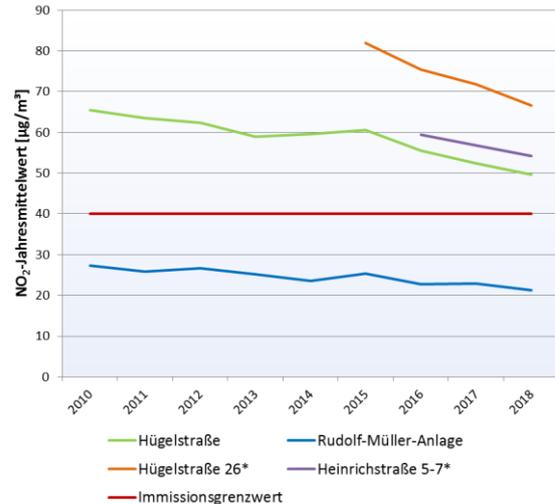


Abb.18: Langfristige Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Belastung

So wird der seit dem Jahr 2010 in Kraft getretene Immissionsgrenzwert für Stickstoffdioxid an der verkehrsnahen Messstation Hängelstraße noch immer deutlich überschritten, auch wenn sich hier die Maßnahmen der vorausgegangenen Luftreinhalte- und Aktionspläne positiv bemerkbar machen.

Der Kurzzeitgrenzwert für NO<sub>2</sub> in Höhe von 200 µg/m<sup>3</sup> als Stundenmittelwert, der zulässigerweise bis zu 18 Mal im Jahr überschritten werden darf, ist im Jahr 2017 mit nur sechs Überschreitungen erstmals eingehalten worden. In 2018 wurde der Stundengrenzwert lediglich drei Mal überschritten.



\*NO<sub>2</sub>-Passivsammler

Abb. 19: Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Belastung seit Inkrafttreten des Grenzwertes 2010

#### 4.1.5 Belastungssituation 2017 / 2018

In Tab. 7 werden die Messergebnisse der Jahre 2017 und 2018 dargestellt. In der Tabelle sind auch die Jahresmittelwerte der temporären Passivsammlermessungen der Heinrichstraße für 2017 enthalten.

Komponente	PM <sub>2,5</sub>		PM <sub>10</sub>		NO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub>			C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	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 <sup>3</sup>	Anz.	µg/m <sup>3</sup>	Anz.	µg/m <sup>3</sup>	Anz.	Anz.	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	
<b>2017</b>										
Rudolf-Müller-Anlage	-	7	17,2	0	22,9	0	0	1,0	-	
Hängelstraße	-	9	21,2	6	<b>52,3</b>	-	-	-	1,2	
Hängelstraße 26*	-	-	-	-	<b>71,8</b>	-	-	-	-	
Heinrichstraße 2*	-	-	-	-	<b>42,0</b>	-	-	-	-	
Heinrichstraße 5-7*	-	-	-	-	<b>56,8</b>	-	-	-	-	
Heinrichstraße 15-17*	-	-	-	-	<b>54,9</b>	-	-	-	-	

Komponente	PM <sub>2,5</sub>		PM <sub>10</sub>		NO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub>			C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
	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			
<b>2018</b>										
Rudolf-Müller-Anlage	-	5	16,9	0	21,2	0	0	0,9	-	
Hügelstraße	-	6	20,0	3	<b>49,6</b>	-	-	-	1,2	
Hügelstraße 26*	-	-	-	-	<b>66,5</b>	-	-	-	-	
Heinrichstraße 5-7*	-	-	-	-	<b>54,2</b>	-	-	--	-	

\*NO<sub>2</sub>-Passivsammler

**Rote Schrift:** Grenzwertüberschreitung

Tab. 7: Messergebnisse für die Jahre 2017 / 2018 in Darmstadt

Es zeigt sich, dass die Grenzwerte an den verkehrsnahen Messorten 2017 wie 2018 teils deutlich überschritten sind und Handlungsbedarf besteht. Die entsprechend umzusetzenden Maßnahmen sind Gegenstand dieses Luftreinhalteplans.

## 4.2 Angewandte Beurteilungstechnik

Die 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. BImSchV 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 Darmstadt wurde eine Kombination aus beiden Möglichkeiten gewählt. Neben den ortsfesten Messungen (siehe Kapitel 1.3) wurden Modellrechnungen zur Beurteilung der Luftqualität in 81 Straßenabschnitten 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, die nicht separat gemessen werden können.

Wie sich diese Gesamtbelastung zusammensetzt wird in Abb.20 schematisch dargestellt. Eine detaillierte Analyse zur Situation in Darmstadt erfolgt in Kapitel 6.1.

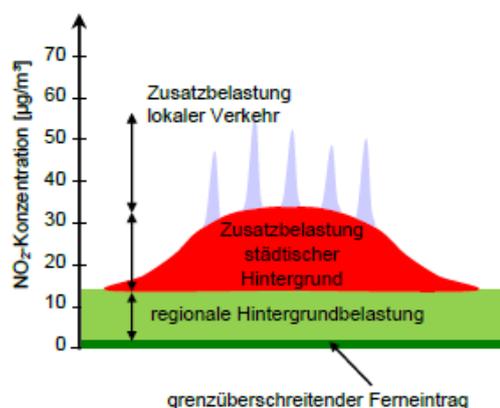


Abb.20: Zusammensetzung der Einzelbeiträge zur Schadstoffbelastung

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



verteilung und Konzentrationen in der Umgebung von Einzelgebäuden sowie in Straßen bis hin zu Stadtteilen.

Mit ihrer Hilfe kann die verkehrsbedingte Zusatzbelastung in einer Straße anhand der Faktoren Verkehrsmenge, Anteile der Fahrzeugtypen (Pkw, leichte und schwere Nutzfahrzeuge (LNfz / Lkw) sowie Busse), Qualität des Verkehrsflusses, Höhe der Abgasemissionen der verschiedenen Fahrzeugtypen unter den verschiedenen Bedingungen, Steigungen, Bebauungssituation (Höhe und Porosität der Bebauung, Breite der Straßen) sowie Lage der Straße zur Hauptwindrichtung berechnet werden. Zusammen mit der städtischen Vorbelastung, die sich aus den Messungen der Probenahmestellen im städtischen Hintergrund ergeben, kann dann die Gesamtbelastung in einem Straßenzug ermittelt werden. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind in Kapitel 6.2 dargestellt.

#### **4.2.4 Simulation verkehrlicher Verlagerungseffekte**

Bereits im vorangegangenen Kapitel wurde dargestellt, dass zur Ermittlung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung auf die Verkehrszahlen (im Ist-Zustand) des Verkehrsmodells der Stadt Darmstadt zurückgegriffen wurde. Wie in Kapitel 0 weiter erläutert wird, war es aufgrund der Festlegung von verkehrslenkenden Maßnahmen auch erforderlich veränderte Verkehrsströme zu betrachten.

Für diese Modellierungen wurde ebenfalls das Verkehrsmodell der Stadt Darmstadt eingesetzt. Es beruht auf der PTV Visum Version 14.00-23. Hierbei handelt es sich um eine weltweit etablierte Software zur Verkehrsplanung auf Grundlage makroskopische Verkehrssimulation [46].

## 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.

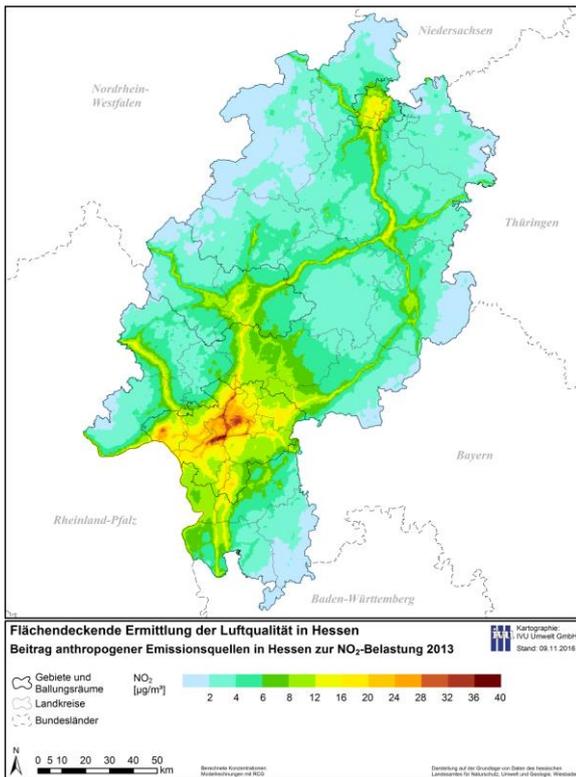


Abb.22: Darstellung der anthropogen verursachten NO<sub>2</sub>-Belastung in Hessen [16]

Stickoxide entstehen in erster Linie bei Verbrennungsvorgängen. Wesentliche Emissionsverursacher sind der Verkehr, Industrieanlagen – hier vor allem Kraftwerke – sowie die Gebäudehei-

zung. Einen Überblick über die Entwicklung der wesentlichen Emittenten gibt das hessische Emissionskataster. Es wird für das Bundesland Hessen vom HLNUG geführt [17].

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.

Die Schadstoffemissionen von Industrieanlagen sind nach Vorgabe der Verordnung über Emissionserklärungen – 11. BImSchV [18] alle vier Jahre mitzuteilen. Nach der 5. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz [19] ist das Emissionskataster für die Gebäudeheizung und den Verkehr alle sechs Jahre fortzuschreiben. Die aktuellen Erhebungen stammen in Bezug auf die Gebäudeheizung und die Industrie jeweils aus dem Jahr 2012.

Die Verkehrsemissionen entstammen der regelmäßig alle fünf Jahre bundesweit durchgeführten Verkehrszählung, die zusammen mit den Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) die Gesamtverkehrsemissionen ergeben. Da die offiziellen Verkehrszählungen für das hessische Emissionskataster „Kfz-Verkehr“ nur Verkehrsdaten auf Bundesautobahnen, Bundesstraßen und Landstraßen außerhalb von geschlossenen Ortschaften umfassen, wird hauptsächlich auf das Verkehrsmodell der Stadt Darmstadt zurückgegriffen.

### 5.2 Industrieemissionen

Das Emissionskataster Industrie erfasst die Emissionen der im Anhang der 4. BImSchV [20] genannten genehmigungsbedürftigen Anlagen. Die seitens der Industrie berichteten Emissionen bilden die Grundlage des Industrie-Emissionskatasters.

In Darmstadt wurden mit Stand 2016 19 genehmigungsbedürftige Anlagen betrieben, die der Emissionserklärungspflicht unterliegen.

Hauptgruppe	Beschreibung	Anzahl	NO <sub>x</sub> -Emissionen [t/a]
1	Wärmeerzeugung, Bergbau und Energie	14	162,4
2	Steine und Erden, Glas, Keramik, Baustoffe	1	1,1
3	Stahl, Eisen und sonstige Metalle einschließlich Verarbeitung	-	-
4	Chemische Erzeugnisse, Arzneimittel, Mineralölraffination und Weiterverarbeitung	2	4,4
5	Oberflächenbehandlung mit organischen Stoffen, Herstellung von bahnenförmigen Materialien aus Kunststoffen, sonstige Verarbeitung von Harzen und Kunststoffen	-	-
6	Holz, Zellstoff	-	-
7	Nahrungs-, Genuss- und Futtermittel, landwirtschaftliche Erzeugnisse	1	0,2
8	Verwertung und Beseitigung von Abfällen und sonstigen Stoffen	1	98,5
9	Lagerung, Be- und Entladen von Stoffen und Gemischen	-	-
10	Sonstige Anlagen	-	-
<b>Summe</b>		<b>19</b>	<b>266,5</b>

Tab. 8: Unterteilung der Industrieemissionen in Darmstadt nach Hauptgruppen der 4. BImSchV (Bezugsjahr 2016)

Die zeitliche Entwicklung von Anzahl und Emissionen der Darmstädter Industrieanlagen zeigt Abb.23.

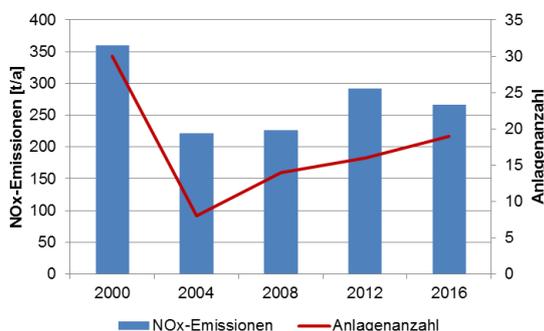


Abb.23: Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Emissionen erklärungs-pflichtiger Industrieanlagen in Darmstadt

Eine Begrenzung der Emissionen von Industrieanlagen durch Maßnahmen in einem Luftreinhalteplan ist nicht möglich. Die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft, [21])

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.

Aufgrund des geringen Anteils der Industrieanlagen an der Gesamtbelastung (siehe Tab. 11), wäre selbst bei einer Verschärfung der Emissionsgrenzwerte keine messbare Verbesserung der Luftqualität zu erwarten.

### 5.3 Gebäudeheizungsemissionen

Das Emissionskataster Gebäudeheizung enthält die Daten der nicht genehmigungsbedürftigen kleinen und mittleren Feuerungsanlagen, deren Emissionen in der Verordnung für kleine und mittlere Feuerungsanlagen [22] 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. 9 sind für einige Energieträger die Emissionsfaktoren von NO<sub>x</sub> aufgelistet, d.h. die Menge an Emissionen die pro Megawattstunde aus der Verbrennung des Brennstoffs resultiert.

Energieträger	Heizwert [kWh/kg]	NO <sub>x</sub> <sup>1)</sup> [g/MWh]
Heizöl EL	11,9	155
Erdgas	13,6	86
Flüssiggas	12,8	130
Holz, natur luftgetrocknet	4,2	266
Holz, Pellets	4,9	410
Stroh	4,3	198
Braunkohlebrikett Lausitz	5,3	320
Braunkohlebrikett Rheinland	5,5	306
Koks (Steinkohle)	8,0	148
Anthrazit (Steinkohle)	8,9	227

<sup>1)</sup> Summe aus NO und NO<sub>2</sub>, angegeben als NO<sub>2</sub>

Tab. 9: Beispiele für Emissionsfaktoren der Emittentengruppe Gebäudeheizung

## 5.4 Verkehrsemissionen

Zur Ermittlung der Verkehrsemissionen bedarf es zunächst konkreter Verkehrszahlen. D.h., es müssen durch Verkehrszählungen die Verkehrsmenge sowie die Anteile der verschiedenen Fahrzeugtypen (Pkw, leichte und schwere Nutzfahrzeuge, Busse) erhoben werden. Da nicht nur die verschiedenen Emissionsklassen (Euronormen) der Fahrzeuge unterschiedlich hohe NO<sub>x</sub>-Emissionen verursachen, sondern auch die verschiedenen Motortypen (Diesel, Benzin, Gas, Elektro etc.), werden die im Zulassungsbezirk zugelassenen Fahrzeuge entsprechend ihrem Anteil nach Emissionsklasse und Motortyp in erster Näherung zur Berechnung der Schadstoffbelastung herangezogen. Darüber hinaus sind die durchschnittlichen Emissionen der Fahrzeuge von Bedeutung sowie die Topographie der gefahrenen Strecken und der Verkehrsfluss.

### 5.4.1 Verkehrszählungen als Grundlage der Emissionsermittlung

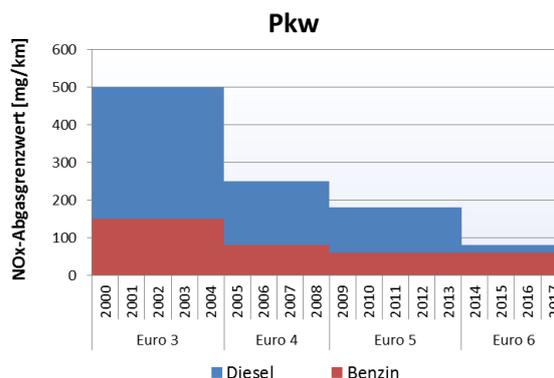
Entsprechend den Emissionskatastern für die Industrie und die Gebäudeheizung, führt Hessen auch ein Verkehrskataster, das die Schadstoffemissionen des Verkehrs nach Kommune auflistet.

Grundlage des Katasters sind die alle fünf Jahre erfolgenden bundesweiten Verkehrszählungen, die die Verkehrsbehörden auf den Autobahnen, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen durchführen. Diese Verkehrsmengen werden in sogenannten Verkehrsmengenkarten dargestellt, die auf der Internetseite von Hessen Mobil abgerufen werden können [23].

Die bundesweiten Verkehrszählungen erfolgen nur alle fünf Jahre und i.d.R. außerhalb von Kommunen. Um die Verkehrsmengen auf den innerstädtischen Straßen zu erhalten, wird auf das Verkehrsmodell der Stadt Darmstadt und ergänzende Verkehrszählungen zurückgegriffen. Straßen, deren tägliche Verkehrsmenge deutlich unterhalb von 10.000 Fahrzeugen liegt, bleiben dabei unberücksichtigt. Erfahrungsgemäß kommt es trotz ungünstiger Bebauungssituationen an diesen Stellen nicht zu Grenzwertüberschreitungen.

### 5.4.2 Abgasgrenzwerte und Realemissionen von Fahrzeugen

Bei der Zulassung neuer Motoren müssen die Vorgaben der entsprechenden EU-Verordnungen eingehalten werden. Dazu gehören auch die festgelegten Emissionsgrenzwerte für die verschiedenen Fahrzeugtypen.



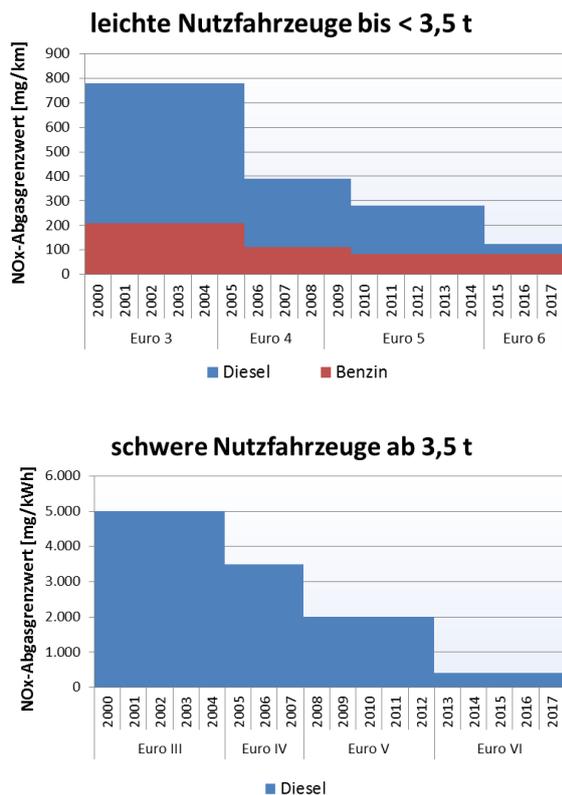


Abb.24: Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Abgasgrenzwerte für Straßenfahrzeuge (Euronormen)

Wie Abb.24 zeigt, wurden die Abgasgrenzwerte zur Verbesserung der Luftqualität immer weiter verschärft. Für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge gab es erst ab der Euro-3-Norm einen eigenen NO<sub>x</sub>-Abgasgrenzwert. Davor war ein Abgasgrenzwert für die Summe aus Kohlenwasserstoffe und Stickoxiden (HC + NO<sub>x</sub>) festgelegt.

Der zum Nachweis der Einhaltung der Emissionsgrenzwerte erforderliche Prüfstandstest war für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge der new european driving cycle (NEDC). Obwohl seit vielen Jahren offiziell bekannt war, dass dieser Prüfstandstest vom realen Fahrverhalten eines Fahrzeugs deutlich abweicht und darüber hinaus zulässigerweise noch eine Reihe von Modifikationen am Fahrzeug vorgenommen werden durfte (Leichtlaufreifen, besondere Leichtlauföle, Abklebungen von Öffnungen zur Verminderung des Luftwiderstands, keine Nachladung der Fahrzeugbatterie während des Tests etc.), wurde noch bis Ende August 2017 dieser Typprüfzyklus bei der Zulassung neuer Modelle eingesetzt. Der ungeeignete Typprüfzyklus führte dazu, dass das Emissionsverhalten der Fahrzeuge im realen Fahrbetrieb deutlich von dem Prüfstandstest abwich.

Das reale Emissionsverhalten von Fahrzeugen wird seit vielen Jahren durch ein Konsortium aus

mehreren Ländern untersucht und in Form eines Handbuchs der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) zur Verfügung gestellt [24]. Das Handbuch wurde ursprünglich im Auftrag der Umweltbundesämter von Deutschland, der Schweiz und Österreich erstellt. Inzwischen wird HBEFA von weiteren Ländern (Schweden, Norwegen, Frankreich) wie auch von JRC (Joint Research Center der Europäischen Kommission) unterstützt. Die aktuelle Version 3.3 wurde infolge des Diesel-Abgasskandals in Bezug auf die Emissionen von Pkw ab Euro 4 überarbeitet. Dabei stellte sich heraus, dass Diesel-Pkw der Euronormen 5 und 6 deutlich höhere NO<sub>x</sub>-Emissionen verursachen als in der Version HBEFA 3.2 aus dem Jahr 2014 angenommen worden war.

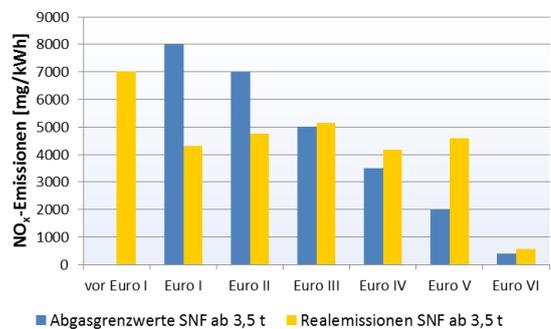
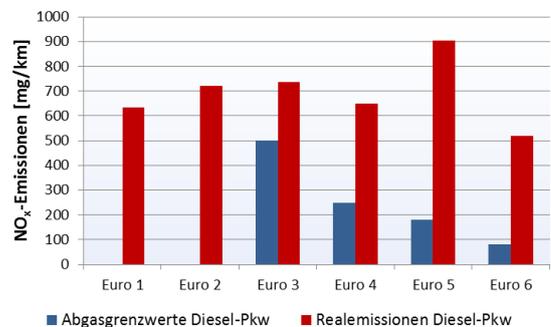
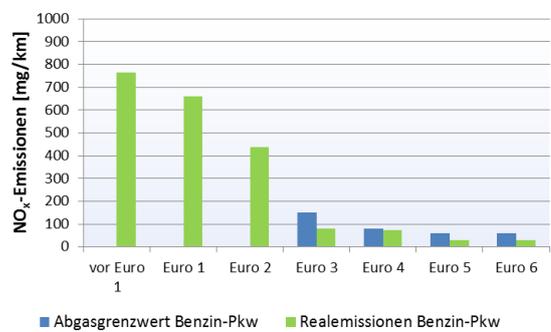


Abb. 25: Vergleich der NO<sub>x</sub>-Emissionen von Fahrzeugen zwischen Abgasgrenzwert und Realemissionen; Innenstadt, Bezugsjahr 2017, HBEFA 3.3

Während Benzin-Pkw die festgelegten Abgasgrenzwerte immer sicher einhielten, zeigen sich

bei Diesel-Pkw erhebliche Abweichungen. Insbesondere Diesel-Pkw der Euro-5-Norm emittieren deutlich mehr Stickoxide als Diesel-Pkw aller vorausgegangenen Euronormen. Selbst moderne Euro-6-Diesel-Pkw überschreiten den festgelegten Abgasgrenzwert im Realbetrieb um das 6,5-fache.

Bei den schweren Nutzfahrzeugen wurde bereits 2011 ein neuer Typprüfzyklus festgelegt, der neben einem Prüfstandstest auch die Abgasmessung im realen Fahrbetrieb als Testbestandteil beinhaltet. Da der neue Typprüfzyklus bereits vor Inkrafttreten der Euro-VI-Norm festgelegt wurde, halten schwere Nutzfahrzeuge den Abgasgrenzwert im Durchschnitt ein.

### 5.4.3 Zusammensetzung der Kfz-Flotte

Für die Immissionsbelastung mit Stickstoffdioxid ist der Anteil an Dieselfahrzeugen von Bedeutung. Aufgrund der geringeren Kraftstoffkosten und eines etwas geringeren Kraftstoffverbrauchs, fällt die Entscheidung beim Neuwagenkauf zunehmend zugunsten von Dieselfahrzeugen aus. Diese Entwicklung spiegelt sich vor allem in den Neuzulassungen wider, wie die nachstehende Abbildung verdeutlicht. Allerdings gingen die Zulassungszahlen nach Bekanntwerden des Dieselskandals und möglicher Fahrverbote inzwischen leicht zurück.

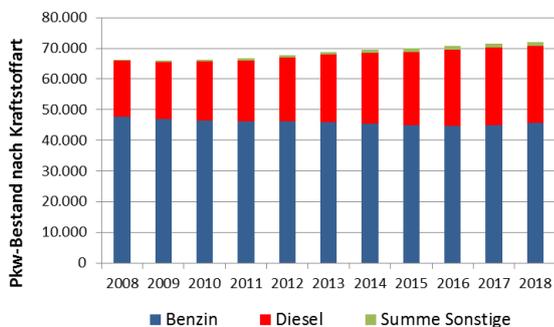


Abb.26: Bestand an Personenkraftwagen in Darmstadt nach Kraftstoffarten jeweils zum 1. Januar eines Jahres (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)

Wie Abb.26 zeigt, spiegelt sich dieser Trend auch im Zulassungsbezirk Darmstadt wider. So stieg der Anteil von Diesel-Pkw im Bestand von 28% im Jahr 2008 auf 35,3% im Jahr 2017 an und fiel mit Stand 1. Januar 2018 zurück auf 34,6%. Damit entspricht der Dieselanteil im Zulassungsbezirk Darmstadt in etwa dem deutschlandweiten Anteil von Diesel-Pkw im Bestand, der mit Stand 1. Januar 2018 bei 32,8% lag.

Allerdings weisen die in Darmstadt zugelassenen Diesel-Pkw einen insgesamt moderneren

Emissionsstandard im Vergleich zum Durchschnitt der deutschen Zulassungsbezirke auf.

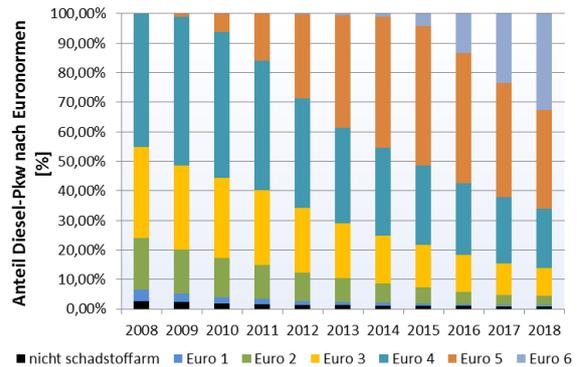


Abb.27: Verteilung der in Darmstadt zugelassenen Diesel-Pkw auf die Emissionsklassen (Euronormen)

Mit Stand 1. Januar 2018 betrug der Anteil der Euro-6-Diesel-Pkw in Darmstadt bereits 32,6% an der Gesamtheit der in Darmstadt zugelassenen Diesel-Pkw und lag damit deutlich über dem bundesweiten Durchschnitt von 25%, aber auch über dem hessischen Durchschnitt von 29,3%.

Lkw weisen im Vergleich zu Pkw einen deutlich höheren NO<sub>x</sub>-Ausstoß auf. Das gilt jedoch nur für Lkw bis zur Euro-V-Norm. Moderne Lkw der Euro-VI-Norm emittieren nur halb so viel NO<sub>x</sub> wie ein Diesel-Pkw der Euro-5-Norm und genauso viel NO<sub>x</sub> wie ein Diesel-Pkw der Euro-6-Norm, der noch nicht nach dem neuen Typprüfverfahren zugelassen wurde (siehe dazu auch ausführliche Informationen in Kap. 5.4.2). Daher bleibt zu erwarten, dass der Emissionsanteil der schweren Nutzfahrzeuge sich zügig weiter verringert, da Euro-VI-Lkw bereits seit 2014 zugelassen werden und ihr Anteil bei den schweren Nutzfahrzeugen insbesondere bei den mautpflichtigen Lkw (ab 7,5 t zulässigem Gesamtgewicht) schnell zunimmt. Ungeachtet dessen bleiben Lkw ein relevanter Emittent von Stickoxiden.

Die Aufteilung der Nutzfahrzeuge, je nach zulässigem Gesamtgewicht, auf die Emissionsklassen in Deutschland zeigt Abb.28. Dazu im Vergleich in Abb.29 die gleiche Aufteilung der in Darmstadt zugelassenen Nutzfahrzeuge.

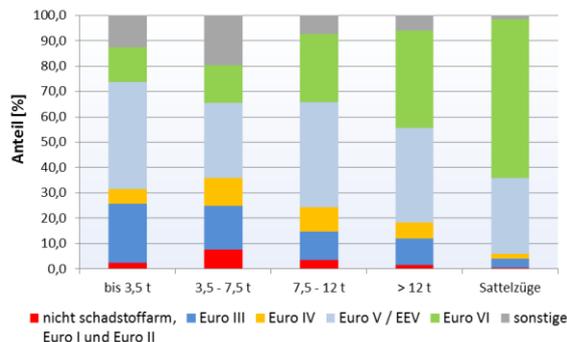


Abb.28: Aufteilung der in Deutschland zugelassenen Nutzfahrzeuge nach zulässigem Gesamtgewicht und Emissionsklasse; Stand: 1. Januar 2018; Quelle: KBA

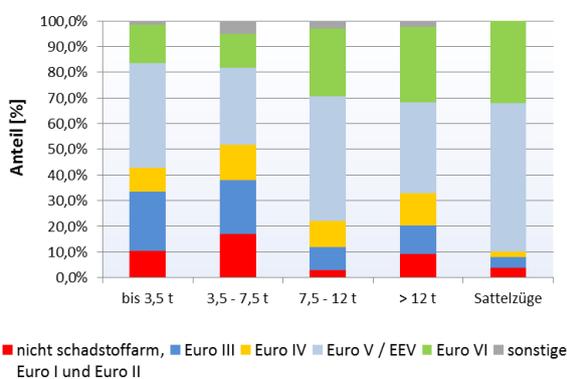


Abb.29: Aufteilung der in Darmstadt zugelassenen Nutzfahrzeuge nach zulässigem Gesamtgewicht und Emissionsklasse; Stand: 1. Januar 2018; Quelle: KBA

Die im Zulassungsbezirk Darmstadt zugelassenen leichten Nutzfahrzeuge bis 3,5 t entsprechen bezüglich ihres Anteils an Euro 6 Fahrzeugen in etwa dem deutschen Durchschnitt. Auch bei den Gewichtsklassen 3,5 bis 7,5 t sowie 7,5 bis 12 t entsprechen die Zulassungszahlen in Darmstadt dem Bundesdurchschnitt.

Bei schweren Nutzfahrzeugen über 12 t und insbesondere bei Sattelzügen ist die Zulassungsquote von Euro VI im Bundesdurchschnitt höher als in Darmstadt.

#### 5.4.4 Verkehrsemissionen der Stadt

Auf der Grundlage der Verkehrszählungen sowie der durchschnittlichen Emissionen der Fahrzeuge nach dem HBEFA werden die Verkehrsemissionen von jeder Stadt in Hessen im Verkehrskataster des HLNUG erfasst.

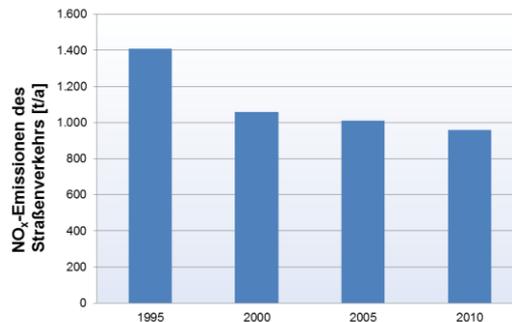


Abb.30: Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Emissionen des Straßenverkehrs in Darmstadt; Quelle: HLNUG, Verkehrskataster

Da die Ergebnisse der letzten bundesweiten Zählungen erst seit Ende 2017 zur Verfügung stehen, konnte das Verkehrskataster von 2010 noch nicht fortgeschrieben werden. Das Verkehrskataster für das Jahr 2015 wird voraussichtlich erst Mitte bis Ende 2019 beim HLNUG zur Verfügung stehen.

### 5.5 Gesamtstädtische NO<sub>x</sub>-Emissionen

Tab. 10 zeigt die Emissionsbilanz der Hauptemittenten für Stickoxide in Darmstadt. 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.

Emittentengruppe	Erhebungsjahr	Darmstadt	
		t/a	%
Gebäudeheizung	2012	144,6	10,8
Industrie <i>davon Großfeuerungsanlagen [25]</i>	2016	266,5	19,4
	2016	64,4	4,7
Kfz-Verkehr <sup>1</sup>	2010	965,9	70,1
<b>(Summe)</b>		<b>1.377</b>	

<sup>1</sup> nach HBEFA 3.1

Tab. 10: NO<sub>x</sub>-Emissionsbilanz von Darmstadt

### 5.6 Eintrag von Stickoxiden aus anderen Gebieten

Wie die Messwerte im städtischen Hintergrund in Darmstadt zeigen, liegt in Darmstadt – im Gegensatz zum nördlichen Teil des Ballungsraums Rhein-Main – eine vergleichsweise nied-

rige Hintergrundbelastung vor. Während die Luftschadstoffkonzentration in den einzelnen Straßen im Wesentlichen durch den lokalen Verkehr geprägt ist, tragen zur Hintergrundbelastung die Summe der anthropogenen Emissionen durch Wohnen, Arbeiten und Verkehr bei. Die die Stadt Darmstadt tangierenden Autobahnen sind Hauptverkehrsachsen in Nord-Süd-Richtung. Der Frankfurter Flughafen ist bereits so weit entfernt, dass sein Einfluss deutlich geringer ist als z.B. in Frankfurt am Main oder Offenbach am Main.

Die Menge von Stickoxidemissionen, die von Emittenten außerhalb von Hessen stammen, durch den Luftstrom verfrachtet und zur Immissionsbelastung in Hessen beitragen, wurde u.a. für die Stadt Darmstadt im Rahmen der Ausbreitungsrechnungen ermittelt. Für nähere Ausführungen hierzu sei zudem auf Kapitel 6.1 verwiesen. Danach liegt der Ferneintrag in Darmstadt bei durchschnittlich 11,3 % der Schadstoffbelastung mit Stickstoffdioxid.

Im Gegensatz zu Feinstaub, wo i.d.R. mehr als die Hälfte der Belastung durch Ferneintrag verursacht wird, handelt es sich bei Stickstoffdioxid um ein eher lokales Problem. Diverse Untersuchungen haben gezeigt, dass die Schadstoffkonzentration sehr schnell mit zunehmendem Abstand von der Quelle auf den Hintergrundwert sinkt. Das verdeutlicht auch die MISKAM-Untersuchung in Abb. 8.

Einen Eindruck der flächenhaften Belastung mit Stickstoffdioxid im Raum Darmstadt gibt die Karte des Umweltbundesamtes zur Luftschadstoffbelastung in Deutschland.



Abb.31: Luftschadstoffbelastung in Deutschland; Ballungsraum Rhein-Main; Schadstoff NO<sub>2</sub>; Bezugsjahr 2016; Quelle: UBA [26]

## 6 Analyse der Lage

### 6.1 Ausbreitungsberechnungen zur Ermittlung der Verursacheranteile

Die Ermittlung von Verursacheranteilen an der Belastung ist aufgrund der Vorgaben im § 47 Abs. 4 BImSchG von Bedeutung. Danach sind Maßnahmen in Luftreinhalteplänen entsprechend dem Verursacheranteil festzulegen.

Grundlage der Verursacheranalyse sind regelmäßige Erhebungen der Emissionen der verschiedenen Emittenten. Für Industrie und Gebäudeheizung sind diese Erhebungen in einem Turnus von vier (Industrie) bzw. sechs (Gebäudeheizung) Jahren vorzunehmen [19]. Der Verkehr wird bundesweit alle fünf Jahre gezählt. In Hessen werden diese Emissionen in den Emissionskatastern dargestellt und auf der Internetseite des HLNUG veröffentlicht [17].

Auf dieser Basis und unter Berücksichtigung weiterer Emissionen z.B. durch den Flug- und Schiffsverkehr, durch Dieselloks der Bahn, durch Einträge der Landwirtschaft und ähnlichem mehr erfolgten die „Ausbreitungsberechnungen zur flächendeckenden Ermittlung der Luftqualität in Hessen als Grundlage der Luftreinhalteplanung“. Das im Januar 2017 fertiggestellte Gutachten [16] kann auf der Internetseite des Umweltministeriums eingesehen und heruntergeladen werden.

Das für das Jahr 2013 erstellte Gutachten zeigt für die Stadt Darmstadt folgende Verursacheranteile:

	Gesamtbelastung [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Ferneintrag [%]	Sonstiges* [%]	Industrie [%]	Gebäudeheizung [%]	Flugverkehr [%]	städt. Kfz-Verkehr [%]	lokaler Kfz-Verkehr [%]
Heinrichstraße	45,1	12,6	10,4	1,6	8,4	0,4	27,3	39,2
Hügelstraße	56,4	9,9	8,3	1,4	7,3	0,4	21,3	51,6
<b>Mittelwert</b>	<b>50,8</b>	<b>11,3</b>	<b>9,4</b>	<b>1,5</b>	<b>7,9</b>	<b>0,4</b>	<b>24,3</b>	<b>45,4</b>

\*Bahn-, Schiffsverkehr, Landwirtschaft, natürliche Quellen

Tab. 11: Berechnete  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastung und Verursacheranteile in verschiedenen Straßenzügen in Darmstadt (Bezugsjahr 2013, HBEFA 3.2)

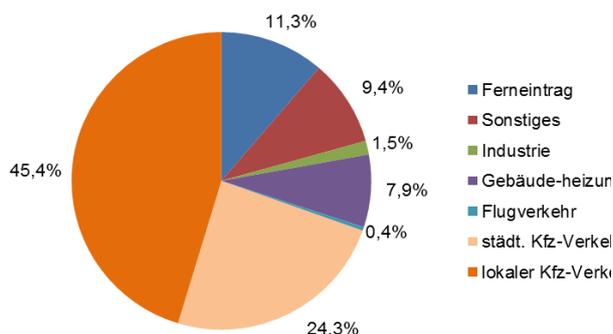


Abb.32: Durchschnittliche Immissionsanteile an der  $\text{NO}_2$ -Belastung in Darmstadt, Bezugsjahr 2013

Im Durchschnitt stellten sich die Immissionsanteile an der  $\text{NO}_2$ -Gesamtbelastung in Darmstadt für das Bezugsjahr 2013 wie in Abb.32 veranschaulicht dar.

Dass sich die Immissionsanteile teilweise stark von den Emissionsanteilen unterscheiden liegt an der Quellhöhe, d.h. der Höhe, in der die Emissionen die Quelle (Kamin, Abgasrohr) verlassen.

Abgase von Industrieanlagen müssen entsprechend den Vorgaben der TA Luft über Schornsteine abgeleitet werden, die unter Berücksichtigung der umgebenden Bebauung ihren ungestörten Abtransport mit der freien Luftströmung gewährleisten. Dabei sollen die Schornsteine eine Mindesthöhe von 10 m über Flur nicht unterschreiten. Ihr Beitrag ist daher gering. Noch geringer ist nur der Beitrag den der Flugverkehr liefert.

Für die Ableitung der Emissionen aus den Gebäudeheizungen gelten die Vorgaben nach der Verordnung für kleine Feuerungsanlagen

(1. BImSchV). Da diese Emissionen i.d.R. deutlich geringer sind als die von Industrieanlagen, sind auch die Anforderungen an die Höhe der Ableitung nicht so hoch. Doch selbst für die Gasheizung eines Einfamilienhauses muss für die Ableitung der Abgase eine Höhe von mindestens 40 cm über First bzw. mindestens 1 m Abstand zur Dachfläche eingehalten werden. Das bedeutet, dass selbst im Falle einer Bungalowsiedlung die Emissionen aus der Gebäudeheizung mindestens in Höhe von 4 bis 5 m über Flur emittiert werden.

Im Vergleich dazu werden die Abgase aus dem Straßenverkehr nahezu direkt über Flur emittiert. Daher können sich diese Emissionen vor allem in schlecht durchlüfteten Straßenschluchten schnell anreichern. Bei einem hohen Verkehrsaufkommen kann dies zu einer Überschreitung des Immissionsgrenzwertes führen.

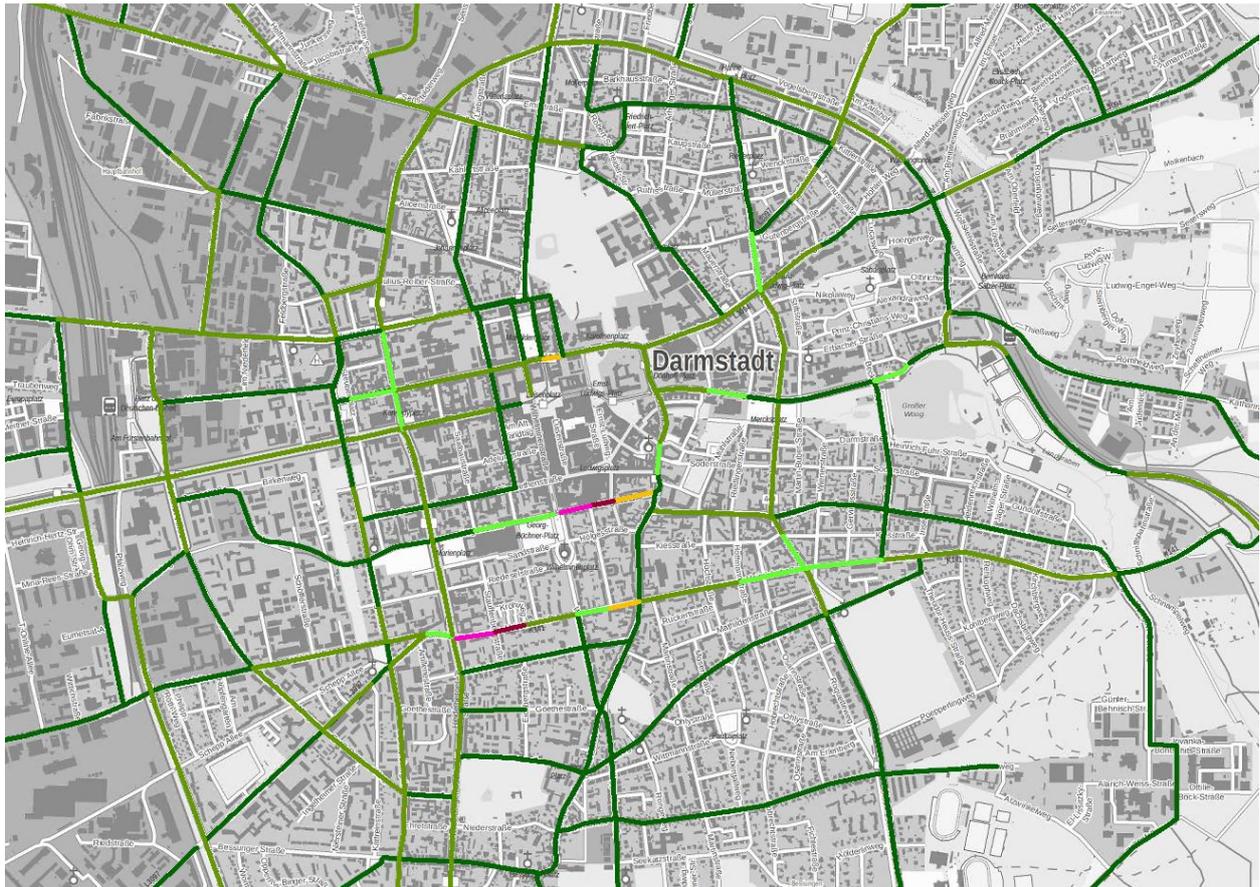
Die geringen Anteile von Industrie, Flugverkehr und Gebäudeheizung an der Gesamtbelastung machen deutlich, dass mit Maßnahmen in diesen Bereichen praktisch keine nennenswerten Minderungen erzielt werden können. Davon ungeachtet, dass die über Verordnungen geregelten Emissionsgrenzwerte nicht durch Maßnahmen eines Luftreinhalteplans geändert werden können.

Mit 9,4 % liegt der Anteil der sonstigen Quellen so hoch, dass emissionsmindernde Maßnahmen

von Interesse sein könnten. Unter dem Begriff „Sonstiges“ werden die Emissionsanteile des Schiffsverkehrs, der Dieselloks der Bahn, aus der Landwirtschaft und anderen Emittenten zusammengefasst. Die Emissionen dieser anthropogenen Quellen werden jedoch analog den Abgasemissionen des Straßenverkehrs durch EU-Rechtsvorschriften direkt geregelt. Aufgrund des häufig mehrere Jahrzehnte umfassenden Lebens- und Einsatzdauer der Motoren, sind auch heute noch zahlreiche Geräte und Maschinen im Einsatz, die einen (sehr) niedrigen Emissionsstand aufweisen. Bis sich moderne Antriebe in diesem Bereich immissionsmindernd bemerkbar machen, dürften noch viele Jahre vergehen.

## **6.2 Modellrechnungen zur Ermittlung der Zusatzbelastung durch den lokalen Verkehr**

Da nur für eine Reihe von Straßen in Darmstadt die Immissionsbelastung gemessen werden kann, wurde die verkehrsbedingte Zusatzbelastung in den anderen Straßenzügen mit Hilfe entsprechender Berechnungsmodelle abgeschätzt (siehe auch Kap.4.2.3). Die Auswertung der Modellrechnungen ist in Abb.33 dargestellt.



NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert 2017:

— < 30 µg/m<sup>3</sup>, — 30-35 µg/m<sup>3</sup>, — 35-40 µg/m<sup>3</sup>, — 40-45 µg/m<sup>3</sup>, — 45-50 µg/m<sup>3</sup>, — 50-55 µg/m<sup>3</sup>, — > 55 µg/m<sup>3</sup>

Abb.33: Berechnete NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastung der Hauptverkehrsstraßen in Darmstadt, Bezugsjahr 2017, ohne Berücksichtigung der Autobahnen; Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2018

Das Ergebnis der Modellrechnung in Abb.33 zeigt, dass Grenzwertüberschreitungen im Stadtgebiet Darmstadt nur sehr lokal begrenzt auf Straßenabschnitten im Innenstadtbereich auftreten. Es handelt sich um stark verkehrsbelastete Straßen mit entsprechender Randbebauung und zusätzlich teilweise starken Steigungen. Eine dichte Randbebauung beeinträchtigt die Durchlüftung, sodass sich die vom Verkehr emittierten Abgase leichter anreichern können. Dass die hohen Belastungen lediglich so beschränkt auftreten, ist vor allem der vergleichsweise geringen städtischen Hintergrundbelastung in Höhe von ca. 23 µg/m<sup>3</sup> (2017) zu verdanken. (vgl. Kapitel 5.6).

Von den untersuchten Straßen wurden sieben Straßenabschnitte identifiziert, die im Bezugsjahr 2017 den Immissionsgrenzwert gemäß Prognoserechnung überschritten haben. Diese sind in Tab. 12 aufgelistet. Für die jeweils ersten beiden Abschnitte der Heinrich- und der Hügelsstraße liegen für 2017 zudem Messwerte vor die

die Grenzwertüberschreitung belegen (vgl. Kapitel 4.1.5).

Abschnitt	zwischen	und	NO <sub>2</sub> -JM* 2017
Heinrichstraße	Heidelberger Straße	Staufenbergstraße	56,1
	Staufenbergstraße	Besprechtstraße	53,5
	Wilhelm-Glässing-Straße	Karlstraße	41,3
Hügelstraße	Östliche Tunnelausfahrt	Wilhelm-Glässing-Straße	69,5
	Wilhelm-Glässing-Straße	Schützenstraße	52,8
	Schützenstraße	Karlstraße	44,4
Zeughausstraße	Luisenstraße	Schleiermacherstraße	41,8

\* JM = modellierte Belastung Jahresmittelwerte

Tab. 12: Berechnete NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte einzelner Straßenabschnitte in Darmstadt für das Bezugsjahr 2017

### 6.3 Untersuchung der Verursacheranteile des Straßenverkehrs

Mitentscheidend für die Höhe der lokalen Verkehrsemissionen sind neben dem Verkehrsaufkommen auch die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte, ihre Motorisierung und ihr Emissionsstandard.

Für eine Reihe Straßenzügen in Darmstadt werden die NO<sub>x</sub>-Emissionsanteile der einzelnen Fahrzeugtypen für das Bezugsjahr 2017 in Abb.34 dargestellt. Dabei wurden die Emissionsfaktoren für die verschiedenen Fahrzeugtypen den Daten des HBEFA 3.3 für das Bezugsjahr 2017 entnommen.

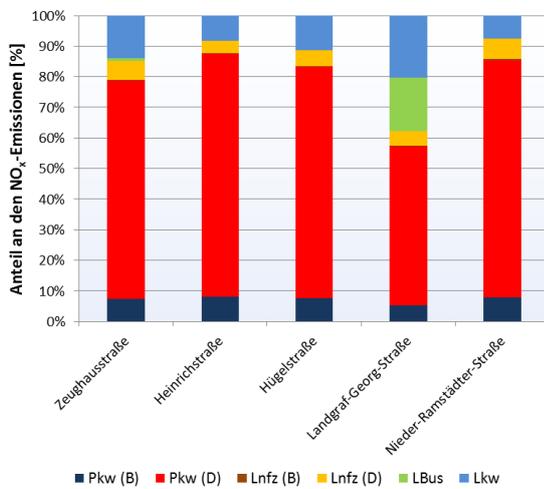


Abb.34: Emissionsanteile der verschiedenen Fahrzeugtypen an den verkehrsbedingten NO<sub>x</sub>-Emissionen, HBEFA 3.3, Bezugsjahr 2017

Der durchschnittliche Verursacheranteil von schweren Nutzfahrzeugen (Lkw größer 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht) liegt in Darmstadt bei 12,3 %, während Benzin-Pkw für gut 7 % verantwortlich sind.

Wie Abb.34 verdeutlicht, werden die Stickoxidemissionen jedoch mit über 70 % von den Emissionen der Diesel-Pkw dominiert. Im realen Fahrbetrieb niedrige NO<sub>x</sub>-Emissionen, weisen erst die Diesel-Pkw auf, die seit September 2017 nach dem neuen Typprüfverfahren zugelassen wurden und werden (Euro-6d-temp). Bisher liegt der Anteil der Diesel-Pkw an den Emissionen zwischen 52 und knapp 80 %. Daher wird ohne weitere Eingriffe noch eine geraume Zeit vergehen, bis so viele tatsächlich emissionsarme Diesel-Pkw im Fahrzeugbestand vertreten sind, dass allein dadurch an den verkehrsbezogenen Messstationen signifikant sinkende Werte verzeichnet werden.

## 7 Angaben zu bereits durchgeführten Maßnahmen und bestehenden Verbesserungsvorhaben

### 7.1 Europaweite und nationale Maßnahmen

#### 7.1.1 Maßnahmen bei der Emittentengruppe Industrie

Die Emissionen genehmigungsbedürftiger Industrieanlagen sind seit der Einführung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft [21] im Jahr 1964 durch die fortwährenden verpflichtenden Anpassungen an den Stand der Technik flächendeckend verringert worden.

Mit Umsetzung der Industrieemissionsrichtlinie [26] 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 merkliche 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 den mit der Umsetzung in bundesdeutsches Recht verbundenen Verschärfung der Emissionsgrenzwerte und Planung der Anlagenüberwachung betroffen. Diese Anlage unterliegt dem [Überwachungsplan Hessen](#) sowie dem jährlich aktualisierten landesweiten [Überwachungsprogramm](#). Dadurch werden besondere Anforder-

ungen an die systematische umweltbezogene Einstufung und Regelüberwachung der Anlage gestellt.

#### Großfeuerungsanlagen

Großfeuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung > 50 MW unterliegen den spezifischen Anforderungen der Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotorenanlagen – 13. BImSchV. Sie haben einen Anteil von zwei Dritteln an der durch Industrieanlagen verursachten NO<sub>x</sub>-Belastung (siehe Tab. 10) 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<sub>x</sub>-Emissionsgrenzwerte (Tageswerte) für große Verbrennungsanlagen (Feuerungswärmeleistung > 300 MW) um 25 %, d.h. von 200 mg/m<sup>3</sup> auf 150 mg/m<sup>3</sup>, verschärft. Die Anforderungen gelten für neue Anlagen seit Inkrafttreten der Verordnung und für Altanlagen seit dem 1. Januar 2016.

In Darmstadt sind derzeit drei immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlage in Betrieb, die der 13. BImSchV sowie der Industrieemissionsrichtlinie unterliegt. Die Anlagen sind aber mit einer Feuerungswärmeleistung von jeweils unter 300 MW nicht von den gesetzlich verschärften Emissionsanforderungen betroffen.

#### Abfall(mit)verbrennungsanlagen

Analog zur 13. BImSchV wurden die Anforderungen an Abfall(mit)verbrennungsanlagen, die der 17. BImSchV unterliegen, ebenfalls durch die Umsetzung der IE-RL erhöht. Für Anlagen mit einer Feuerungswärmeleistung > 50 MW wurde der NO<sub>x</sub>-Tagesmittelwert von 200 mg/m<sup>3</sup> auf 150 mg/m<sup>3</sup> herabgesetzt [36].

Noch schärfer wurden die Anforderungen an die Mitverbrennung von Abfällen in Zementwerken und Kalkbrennanlagen gefasst. Hier wurde der NO<sub>x</sub>-Tagesgrenzwert von 500 mg/m<sup>3</sup> auf 200 mg/m<sup>3</sup> in Zementwerken und von 500 mg/m<sup>3</sup> auf 350 mg/m<sup>3</sup> NO<sub>x</sub> in Kalkbrennanlagen gesenkt. Die Anforderungen gelten für Neuanlagen seit dem 2. Mai 2013 und für Altanlagen ab dem 1. Januar 2019.

In Darmstadt ist derzeit eine immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlage in Betrieb, die der 17. BImSchV und der IE-Richtlinie unterliegt. Es handelt sich dabei jedoch nicht um ein Zementwerk oder eine Kalkbrennanlage.

Ob darüber hinaus gehende Maßnahmen bei Industrieanlagen erforderlich sind, wird von den zuständigen Behörden grundsätzlich dann geprüft, wenn die Anlage in einem Bereich liegt, in dem Immissionsgrenzwerte überschritten werden. In diesen Fällen werden je nach Verhältnismäßigkeit auch schärfere Grenzwerte bzw. weitere Maßnahmen als Nebenbestimmungen im Genehmigungsbescheid festgelegt. Dies erfolgt unabhängig von der Luftreinhalteplanung. Die Einhaltung der vorgegebenen Emissionsgrenzwerte wird regelmäßig überwacht.

### 7.1.2 Maßnahmen bei der 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 [22] unterliegen.

Die zwischenzeitlich gewachsene Erkenntnis, dass insbesondere Einzelraumfeuerungsanlagen wie Kaminöfen besonders zur PM<sub>10</sub>-Belastung in einem Gebiet beitragen, haben dazu geführt, dass im Rahmen der letzten Novelle der 1. BImSchV im Januar 2010 strenge Anforderungen an die Staub- und Kohlenmonoxidemissionen selbst kleiner Anlagen ab 4 kW gestellt werden. Unter Berücksichtigung der Übergangsfristen zur Einhaltung der Emissionsgrenzwerte bei vorhandenen Anlagen ist davon auszugehen, dass ab 2015 die Staub- bzw. PM<sub>10</sub>-Emissionen dieser Anlagen im Bundesgebiet rückläufig sein dürften.

### 7.1.3 Maßnahmen bei der Emittentengruppe Kfz-Verkehr

#### 7.1.3.1 Einführung eines neuen Typprüfzyklus

Die Minderung der spezifischen Fahrzeugemissionen erfolgt in erster Linie über die Verschärfung von Abgasgrenzwerten durch entsprechende EU-Verordnungen. Mit Inkrafttreten jeder neuen Euronorm müssen neu zugelassene Fahrzeuge die Einhaltung der herabgesetzten Abgasgrenzwerte im Rahmen einer Typprüfung nachweisen.

Der für den Nachweis der Einhaltung der Abgasgrenzwerte bis September 2017 eingesetzte Typprüfzyklus (new european driving cycle – NEDC) entsprach nicht den Bedingungen im normalen Straßenverkehr. Das hat insbesondere bei Dieselfahrzeugen dazu geführt, dass die Fahrzeuge im Realbetrieb sehr viel höhere NO<sub>x</sub>-Emissionen verursachten, als nach dem Abgasgrenzwert, den sie auf dem Prüfstand einhielten, vorgesehen war.

Bei den schweren Nutzfahrzeugen wurde dieses Problem durch neue Typprüfungsanforderungen, die in der Verordnung EG/582/2011 [27] festgelegt wurden, behoben. Erstmals musste die Einhaltung der Abgasgrenzwerte auch durch einen Test im normalen Fahrbetrieb nachgewiesen werden.

Für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge wurde der Prüfzyklus erst ab September 2017 sowohl durch einen neuen Prüfstandszyklus (Worldwide Harmonized Light Duty Test Procedure – WLTP) sowie durch eine zusätzliche Prüfung im realen Fahrbetrieb (real driving emissions – RDE) ersetzt (EU-Verordnung 2016/427 [30]). Neue Fahrzeugmodelle, die seit September 2017 eine Zulassung beantragten, dürfen im realen Fahrbetrieb den Abgasgrenzwert um maximal das 2,1-fache überschreiten, um eine Zulassung zu erhalten. Ab 2019 wird dieser Faktor bei der Zulassung neuer Fahrzeugmodelle auf das 1,5-fache reduziert.

Aufgrund der durch den Dieselskandal und die Diskussionen um Dieselfahrverbote zunehmenden Zurückhaltung beim Kauf neuer Dieselfahrzeuge (insbesondere Pkw), ist die Entwicklung der Zulassungszahlen von Euro-6d-Diesel-Pkw schwierig einzuschätzen.

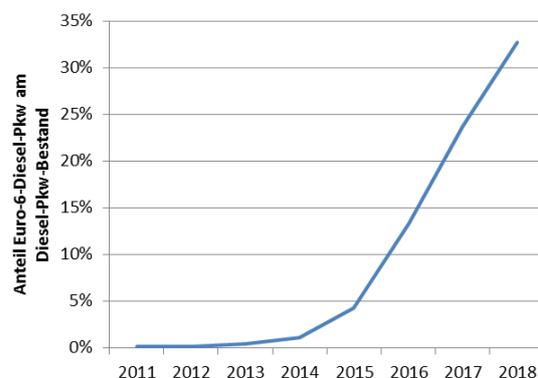


Abb.35: Entwicklung des Anteils von Euro-6-Diesel-Pkw am Diesel-Pkw-Bestand in Darmstadt

Die Euro-6-Norm trat für Pkw verpflichtend für die Zulassung neuer Modelle ab dem 1. September 2014 in Kraft. Allerdings konnten bereits

davor neue Modelle als Euro-6-Fahrzeuge zugelassen werden, sofern die Fahrzeuge die Anforderungen an Euro-6-Fahrzeuge nach dem damals geltenden Typprüfzyklus bereits einhielten.

Die Anforderungen an Euro-6d Fahrzeuge traten erst im September 2017 in Kraft. Tatsächlich wurde vorher auch kein Fahrzeug nach Euro-6d zugelassen.

Nach dem Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), das auch eine Prognose der Entwicklung der Anteile der jeweiligen Euronorm enthält, steigt der Anteil der Euro-6d-Diesel-Pkw deutlich langsamer an als der Anteil von Euro-6-Diesel-Pkw nach Inkrafttreten der Euro-6-Norm.

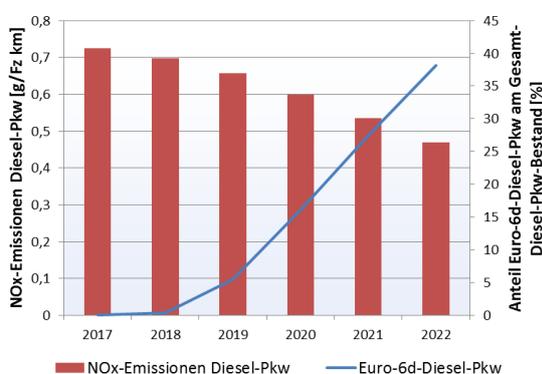


Abb.36: Entwicklung der NO<sub>x</sub>-Emissionen von Diesel-Pkw und Anteil der Euro-6d-Diesel-Pkw an der Diesel-Pkw-Flotte; HBEFA 3.3

Nach HBEFA 3.3 emittieren Diesel-Pkw pro km im Jahr 2020 im Durchschnitt 17% weniger NO<sub>x</sub> als im Jahr 2017; im Jahr 2022 sind es bereits 35% weniger.

Bei den Prognosenullfällen ist diese Entwicklung bereits berücksichtigt.

### 7.1.3.2 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. Am 1. Juli 2015 wurden weitere rund 1.100 Kilometer autobahnähnlich ausgebauter Bundesstraßen in Deutschland in das Lkw-Maut-Netz aufgenommen. Zum 1. Juli 2018 wurde die Lkw-Maut auf alle Bundesstraßen ausgeweitet. Die rechtliche Grundlage dafür ist das Vierte Gesetz zur Änderung des Bundesfernstraßenmautge-

setzes, das am 31. März 2017 in Kraft getreten ist [31].

Insgesamt ergibt sich ein mautpflichtiges Streckennetz von rund 53.000 km.

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.

## 7.2 Regionale Maßnahmen

### 7.2.1 Lkw-Routenkonzept

Die Stadt Darmstadt ist Mitglied der ivm GmbH, einer Regionalgesellschaft, deren Hauptanliegen es ist, die Mobilität in der Region zu sichern und Alternativen zum Auto zu fördern. Das im Jahr 2005 gegründete Unternehmen wird von den Ländern Rheinland-Pfalz und Hessen getragen und zählt darüber hinaus den Rhein-Main-Verkehrsverbund (RMV), acht Städte und sieben Kreis zu seinen Mitgliedern.

Speziell im Auftrag der Städte im Rhein-Main-Gebiet wurde der „Lkw-Lotse“ entwickelt, ein internetbasierter Routenplaner für Lkw, der unter [www.lkw-lotse.de](http://www.lkw-lotse.de) kostenlos genutzt werden kann. Dazu führt ivm GmbH auf Ihrer Internetseite (<https://www.ivm-rheinmain.de/>, abgerufen am 11. Januar 2019) folgendes aus:

*„Beim Routing berücksichtigt wird neben den relevanten Lkw-Beschränkungen auch ein Lkw-Empfehlungsnetz, auf dem in der Regel mit Lkw behinderungsfrei gefahren werden kann und das hinsichtlich der vertraglichen Abwicklung des Verkehrs optimiert ist.“*

*Immer noch verwenden viele Lkw-Fahrer Pkw-Navigationsgeräte und sehen Durchfahrtsverbote, Gewichtsbeschränkungen und enge Gassen erst dann, wenn es schon zu spät ist – häufig werden aufwändige Wende- und andere gefährliche Fahrmanöver erforderlich.“*

Mit der Entwicklung des internetbasierten Lkw-Lotsen hat die ivm GmbH auf dem Weg zu einer „echten“ Lkw-Navigation nicht nur wesentliche Umsetzungshürden genommen, sondern das System ist auch bereits praktisch nutzbar – beispielsweise können Disponenten in Fahraufträgen sichere und verträgliche Routen vorgeben, die mithilfe des Lkw-Lotsen generiert werden. Zudem kann die digitale Karte wie die andernorts verfügbaren Lkw-Stadtpläne genutzt werden, mit dem Vorteil, dass der Lkw-Lotse Sie auch über die Stadtgrenzen hinaus durch die gesamte Region FrankfurtRheinMain leitet.

Neben dem Einsatz als Routenplanungs-Tool und der Ausgabe von Fahrplanweisungen als druckbare Listen ermöglicht die Anwendung bereits heute, Routen als „GPX-Tracks auf spezielle GPS-Geräte sowie auf gängige Smartphones zu übertragen. Diese Routen werden dann, wie aus Pkw-Navigationssystemen bekannt, auf einer Hintergrundkarte unter Angabe des aktuellen Standortes angezeigt. Bis zu „Turn-by-turn“-Navigation, dem Standard aus dem Bereich der Pkw-Navigation, fehlen dem Lkw-Lotsen derzeit also nur noch die Fahrplanweisungen per Sprachausgabe.

Weiterentwicklungen für den mobilen Einsatz sowie zur Anzeige von Verkehrsstörungen und deren Berücksichtigung beim Routing sind geplant. Die Lkw-Beschränkungen wurden durch die Kommunen in der Region FrankfurtRheinMain zur Verfügung gestellt. Das Projekt wird mit Mitteln der Landesinitiative „Staufreies Hessen 2015“ unterstützt.“

Ein Lkw-Routenkonzept ist mit dem Lkw-Lotsen vorhanden.

### 7.3 Lokale Maßnahmen der Stadt Darmstadt

Die bisher in fünf Luftreinhalte- und Aktionsplänen festgelegten Maßnahmen sind so umfangreich, dass auf eine Aufzählung der einzelnen Maßnahmen hier verzichtet werden soll.

In der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans Darmstadt wurden folgende Maßnahmen festgelegt:

- Ausweitung des Lkw-Durchfahrtsverbots
- Einführung einer Umweltzone
- Einführung einer regelbasierten Versatzeitoptimierung an Lichtsignalanlagen
- Ausbau des ÖPNV
- Verbesserung des Emissionsstandards der Busflotte
- Förderung des Radverkehrs
- Errichtung von Park & Ride-Parkplätzen
- Regionales und städtisches Mobilitäts- und Verkehrskonzept
- Maßnahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagements
- Förderung von Elektromobilität
- Ausbau des Car-Sharing
- Entwicklung eines Gesamtkonzepts zur Verkehrsverflüssigung im innerstädtischen Straßennetz

Weitere Informationen sowie detaillierte Ausführungen können bei Bedarf den inzwischen zwar aufgehobenen, aber immer noch öffentlich zugänglichen Plänen auf der Homepage des Umweltministeriums unter <https://umwelt.hessen.de/umwelt-natur/luft-laerm-licht/luftreinhalteplanung> eingesehen und heruntergeladen werden [28].

Die zentralen, besonders hervorzuhebenden Maßnahmen sind dabei das Lkw-Durchfahrtsverbot, das bereits seit April 2006 umgesetzt und mit der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans im November 2015 nochmals ausgeweitet wurde, sowie die Einführung der Umweltzone ebenfalls im November 2015.

Aber auch die Anstrengungen im Hinblick auf eine Reduzierung des Motorisierten Individualverkehrs (MIV) durch Ausbau des Öffentlichen Nahverkehrs (ÖPNV) und des Radwegenetzes sowie die Umstellung der Busflotte auf emissionsarme Antriebe haben einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität geleistet. So konnte seit 2010 die Nutzung der Straßenbahn und des Busnetzes in Darmstadt um gut 34 % gesteigert werden [32].

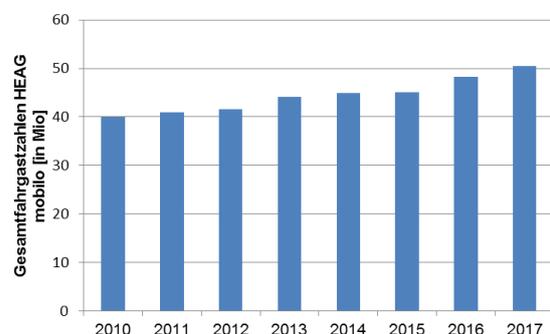


Abb.37: Fahrgastzahlen der Straßenbahn- und Buslinien in Darmstadt

## 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. Um diesem Grundsatz gerecht werden zu können, muss aber auch die rechtliche Möglichkeit bestehen, entsprechende Minderungsmaßnahmen festlegen zu können.

Wie bereits in Kap. 6 dargelegt, tragen in Darmstadt die Emittenten Industrie mit durchschnittlich 1,5 % und Gebäudeheizungen mit 7,9 % nur in untergeordnetem Maß zur Immissionsbelastung bei. Maßnahmen in diesem Bereich müssten schon sehr weitgehende Minderungen bewirken, damit es überhaupt zu einer Reduzierung der Belastung kommen würde - eine deutliche Reduzierung der Immissionsbelastung ist nicht möglich. Da die Emissionsbegrenzungen sowohl für Industrieanlagen als auch für kleine Feuerungsanlagen im Wesentlichen in Bundes-Verordnungen festgelegt sind, können sie 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 an der Schadstoffbelastung von 2 % wären daher Betriebseinschränkungen bei Industrieanlagen 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.

Mit ca. 12,3 % trägt der Ferneintrag zur Belastung in Darmstadt bei. Diese von außerhalb Hessens stammende Zusatzbelastung kann nicht lokalen oder auch regionalen Maßnahmen beeinflusst werden.

Um die Schadstoffbelastung wirksam zu senken, sind Maßnahmen beim Hauptverursacher – dem

Straßenverkehr – erforderlich. Er trägt mit ca. 67 % zur Gesamtbelastung bei. Damit wird deutlich, dass eine Grenzwerteinhaltung nur durch eine erhebliche Reduzierung der Verkehrsemissionen oder einen deutlichen Rückgang des Verkehrsaufkommens erreicht werden kann.

Wie in Kapitel 6.3 dargestellt, ist es vor allem der Diesel-Pkw-Verkehr, der für die maßgeblichen NO<sub>x</sub>-Emissionen verantwortlich ist. 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 zu verringern. Im Gegensatz zu privaten Heizungsanlagen gibt es mit dem öffentlichen Nahverkehr emissionsarme Alternativen zum privaten Pkw, so dass diese Maßnahmen auch verhältnismäßig sind. Allerdings wird diese Beschränkung von vielen als erheblichen Eingriff in die persönliche Freiheit angesehen.

Obwohl eine Minderung an der Quelle die effektivste Maßnahme ist, hat es bis Mitte 2017 gedauert, bis eine neue EU-Verordnung [29] die (ungefähre) Einhaltung der Abgasgrenzwerte bei der Zulassung neuer Fahrzeugmodelle (Pkw und leichte Nutzfahrzeuge - LNfz) forderte. Bis jedoch ausreichend neue emissionsarme Fahrzeuge in der Fahrzeugflotte vertreten sind, wird es noch einige Zeit dauern.

Da die Diesel-Pkw als Hauptverursacher der Belastung in Luftreinhalteplänen bisher praktisch keinen Beitrag zur Verbesserung der Luftschadstoffbelastung leisten mussten, wurden viele Luftreinhaltepläne beklagt und Dieselfahrverbote als notwendige Maßnahme zur schnellstmöglichen Einhaltung des Stickstoffdioxidgrenzwertes gefordert. Da die Rechtmäßigkeit derartiger Fahrverbote in Zweifel stand, hat nach zwei Sprungrevisionen das Bundesverwaltungsgericht am 27. Februar 2018 ein wegweisendes Urteil zu Dieselfahrverboten gefällt. Danach ist es zulässig, Dieselfahrverbote sowohl strecken- als auch zonenbezogen festzulegen, wenn nicht mit mildereren Maßnahmen eine Grenzwerteinhaltung bis spätestens 2020 erzielt werden kann.

#### 8.1.1 Analyse- und Prognosenullfälle

Die flächendeckende Berechnung der NO<sub>2</sub>-Belastung in Darmstadt für das Jahr 2017 hat gezeigt, in welchen Straßenzügen/-abschnitten

Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität erforderlich sind. Identifiziert wurden sieben Straßenzüge bzw. -abschnitte, die entweder messtechnisch oder rechnerisch in 2017 Grenzwertüberschreitungen aufgewiesen haben (Analysenullfall). Die für das Bezugsjahr 2017 berechneten NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte für die betroffenen 7 Straßenabschnitte sind in Tab. 12 aufgelistet.

Aus Erfahrung ist bekannt, dass die Belastung auch ohne weitere Maßnahmen im Straßenverkehr sukzessive abnimmt. Das hängt damit zusammen, dass bereits gesetzlich festgelegte und beschlossene Minderungsmaßnahmen bei der Industrie und der Gebäudeheizung (Klimaschutzprogramm) kontinuierlich zu einer Verringerung der Hintergrundbelastung führen. Hinzu kommt die maßnahmenunabhängige Erneuerung der Fahrzeugflotte, die zunehmend mehr emissionsarme Fahrzeuge umfasst.

Um die Minderungswirkung der Maßnahmen bzw. Maßnahmenpakete einschätzen zu können, war es erforderlich, zunächst die wahrscheinliche Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Belastung der nächsten Jahre zu berechnen, wenn keine weiteren Maßnahmen im Straßenverkehr umgesetzt würden. Dabei wird darauf hingewiesen, dass die Prognosen auf dem (Verkehrs-)Stand des Jahres 2017 erstellt wurden und das starke Wachstum der Stadt Darmstadt und ggf. auch des Verkehrs unberücksichtigt lassen. Dass das Wachstum einer Stadt nicht zwangsweise mit einer Verkehrszunahme verbunden ist, zeigen Vergleiche aktueller Verkehrsuntersuchungen, u.a. an der Dauerzählstrecke in der Hängelstraße aber auch eigens beauftragte Verkehrszählungen in Frankfurt und Kassel, die Jahre zuvor an den gleichen Stellen erfolgten. An keiner der untersuchten Hauptverkehrsstraßen kam es trotz eines deutlichen Bevölkerungswachstums zu einem Anstieg des Verkehrsaufkommens. Im Gegenteil, an allen Stellen wurden deutlich rückläufige Verkehrszahlen gemessen. Daher bestand keine Veranlassung, für die Folgejahre von einem ansteigenden Verkehrsaufkommen auszugehen. Als konservativer Ansatz wurde daher in den Prognosen ein gleich bleibendes Verkehrsaufkommen angesetzt.

Die Prognoserechnungen haben dabei ergeben, dass sich bereits für das Jahr 2018 eine Grenzwertunterschreitung an der Zeughausstraße sowie am Abschnitt Heinrichstraße zwischen Wilhelm-Glässig- und Karlstraße einstellt. In 2020 wäre auch ohne Ergreifung weiterer Maßnahmen zusätzlich am Abschnitt Hängelstraße zwischen Schützen und Karlstraße eine Grenz-

werteinholung zu erwarten. Folglich verbleiben 2020 nur noch vier Straßenabschnitte mit NO<sub>2</sub>-Belastungen oberhalb des Immissionsgrenzwertes.

Diese Abschnitte sind:

- Heinrichstraße zwischen Heidelberger Straße und Staufenbergstraße,
- Heinrichstraße zwischen Staufenbergstraße und Weyprechtstraße,
- Hängelstraße zwischen östlicher Tunnelausfahrt und Wilhelm-Glässig-Straße sowie
- Hängelstraße zwischen Wilhelm-Glässig-Straße und Schützenstraße.

Während die Belastungssituation auf den beiden Teilabschnitten der Hängelstraße in ihrer Höhe stark variiert, ist sie auf den beiden Teilabschnitten der Heinrichstraße deutlich gleichmäßiger. Die beiden Abschnitte der Heinrichstraße werden daher im Folgenden zusammengefasst. Dabei wird stets der Immissionswert des stärker belasteten westlicheren Abschnitts (zwischen Heidelberger Straße und Staufenbergstraße) angegeben. Da sich die im Folgenden untersuchten Maßnahmen auf beide Abschnitte der Heinrichstraße gleichermaßen auswirken, ist der Immissionswert auf dem östlicheren Abschnitt (zwischen Staufenberg- und Wilhelminenstraße) tatsächlich noch geringer als der in der Folge angegebene Wert für die Heinrichstraße.

Der Teilabschnitte der Hängelstraße östlich der Tunnelausfahrt bis zur Einmündung der Wilhelm-Glässig-Straße, wird wie in Kapitel 1.3.3 beschrieben messtechnisch durch einen Passivsammler (PS) repräsentiert und wird daher im Folgenden als Hängelstraße (PS) bezeichnet. Der Abschnitt der Hängelstraße zwischen Wilhelm-Glässig-Straße und Schützenstraße wird messtechnisch durch die Messstation (MS) repräsentiert (vgl. Kapitel 1.3.1) und wird daher im Folgenden als Hängelstraße (MS) bezeichnet.

In Abb.38 wird die voraussichtliche Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Belastung in den nächsten Jahren (Prognosenußfälle) in 2020 noch von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Straßenabschnitten (Heinrichstr., Hängelstr. (PS), Hängelstr. (MS)) aufgezeigt.

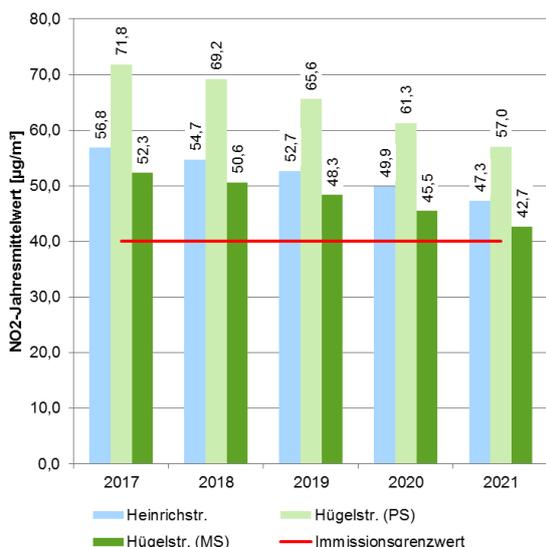


Abb.38: Berechnete Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Belastung (Prognosenullfälle 2018 bis 2021) in Darmstadt ohne weitere Maßnahmen im Straßenverkehr ausgehend vom Analysenullfall 2017

### 8.1.2 Vergleich mit Messwerten

Auch wenn die zur Berechnung der Belastung eingesetzten Modelle anerkannt und bewährt sind, können Modellrechnungen dennoch von Messwerten abweichen. Die 39. BImSchV sieht für Modellrechnungen Datenqualitätsziele vor, die zwingend einzuhalten sind, um die Berechnungsergebnisse zur Beurteilung der Luftqualität heranziehen zu können.

Ob diese Qualitätsziele erreicht werden, zeigt der Vergleich der Berechnungsergebnisse mit Messwerten, die an gleicher Stelle erhoben werden.

Im Bereich der Stadt Darmstadt existieren zwei ortsfeste Luftmessstationen an der Rudolf-Müller-Anlage und der Hügelsstraße sowie zwei ortsfeste Passivsammlermessungen an der Heinrichstraße und der Hügelsstraße. Im Vergleich der Prognosenullfälle 2018 mit dem gemessenen Jahresmittelwert 2018 ergibt sich folgendes Bild:

	Jahresmittelwert 2018	Prognosenullfall 2018	Differenz [µg/m³]
Heinrichstraße	54,1	54,7	-0,6
Hügelsstraße (PS)	66,5	69,2	-2,7
Hügelsstraße (MS)	49,6	50,6	-1,0
Rudolf-Müller-Anlage	21,2	22,1	-0,9

Tab. 13: Vergleich der berechneten Werte mit den gemessenen Werten

Mit einer Differenz von 0,6 bis 2,7 µg/m<sup>3</sup> liegt die Abweichung zwischen 1 % und 4 %, was die Qualität der Berechnungen untermauert. Allerdings ist festzustellen, dass die gemessenen Jahresmittelwerte in allen vier Fällen unterhalb des Prognosewertes liegen. Die tatsächliche Entwicklung der Immissionssituation stellt sich also besser dar (wenn auch in relativ unterschiedlicher starker Ausprägung) als das Rechenmodell vorausgesagt hat. Dies könnte unter anderem auch mit der bereits eingetretenen Wirkung der Software-Updates zusammenhängen, die im Prognosenullfall nicht berücksichtigt wurden (vgl. Kap. 8.4.1).

### 8.1.3 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, Geschwindigkeitsbegrenzungen, Bebauungssituation (Höhe der Gebäude, Entfernung der Gebäude über die Straße hinweg, Porosität), Lage zur Hauptwindrichtung, meteorologischen Parametern etc. berücksichtigt. Der Berechnung der Verkehrsemissionen liegen die Emissionsfaktoren des Handbuchs der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) zugrunde.

Die im Folgenden angegebenen Minderungswirkungen basieren jeweils auf konkreten Änderungen einzelner Parameter der verschiedenen Straßenabschnitte. Das sind im Wesentlichen der Verkehrsfluss, die Verkehrsmenge, die Zusammensetzung des Verkehrs, d.h. der Anteile

der verschiedenen Fahrzeugtypen (Pkw, Lkw, Busse, leichte Nutzfahrzeuge - LNfz) und die im Falle von Software-Updates oder Hardwarenachrüstungen die Emissionen der verschiedenen Fahrzeugtypen.

Sofern sich ein Effekt rechnerisch bestimmen lässt, wird für jedes Maßnahmenpaket angegeben, welche Parameter gegenüber dem Prognosenullfall 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 wird beispielsweise auf der Heinrichstraße der Lkw-Verkehr in höherem Maße reduzieren lassen wie auf der Hügelstraße –, wie auch mit den unterschiedlichen Verkehrsbelastungen und der Bebauungssituationen. Zur übersichtlichen Darstellung der Minderungswirkung wird diese für die drei Straßenabschnitte immer gesondert dargestellt.

## 8.2 Europaweite, nationale und regionale Maßnahmen

### 8.2.1 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.

#### 8.2.1.1 Abfall(mit)verbrennungsanlagen

Zementwerke und Kalbbrennanlagen, die aufgrund der (Mit-)Verbrennung von Abfällen der 17. BImSchV unterliegen müssen als Altanlagen (Genehmigungszeitpunkt vor Mai 2013) ab dem 1. Januar 2019 einen verschärften  $\text{NO}_x$ -Emissionsgrenzwert einhalten. Der  $\text{NO}_x$ -Tagesgrenzwert wurde von  $500 \text{ mg/m}^3$  auf  $200 \text{ mg/m}^3$  in Zementwerken und von  $500 \text{ mg/m}^3$  auf  $350 \text{ mg/m}^3$   $\text{NO}_x$  in Kalkbrennanlagen gesenkt.

Mit Stand August 2018 war eine immissionsrechtlich genehmigungsbedürftige Anlage, die der 17. BImSchV und der IE-Richtlinie unterliegt, auf dem Gebiet der Stadt Darmstadt in Betrieb. Die Anlage wurde bereits vor 2013 genehmigt.

#### 8.2.1.2 Großfeuerungsanlagen

Am 31. Juli 2017 verabschiedete die Europäische Kommission einen Durchführungsbeschluss zu den besten verfügbaren Techniken für Großfeuerungsanlagen [25], die am 17. August 2017 im Amtsblatt der EU veröffentlicht wurde.

Die schärferen Anforderungen müssen jedoch zunächst in deutsches Recht umgesetzt werden. Dazu bedarf es einer Änderung der Verordnung für Großfeuerungsanlagen – 13. BImSchV. Allerdings müssen auch ungeachtet der Umsetzung in deutsches Recht bestehende Anlagen nach der Industrieemissions-Richtlinie innerhalb von vier Jahren nach Veröffentlichung der BVT-Schlussfolgerung im EU-Amtsblatt an die neuen Anforderungen angepasst werden.

Da es sich bei den „BVT-assozierten Emissionswerte“ nicht um konkrete Werte, sondern eine Bandbreite von Werten handelt, muss, um die Wirksamkeit der Maßnahme abschätzen zu können, abgewartet werden, welche konkreten Werte in einer neuen 13. BImSchV festgelegt werden. Das betrifft in Darmstadt drei Anlagen.

#### 8.2.1.3 Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Industrie

Aufgrund des geringen Anteils der Industrie an der  $\text{NO}_2$ -Immissionsbelastung in Darmstadt von lediglich 1,5 %, ist die Minderungswirkung der Maßnahmen in den Straßen von Darmstadt rechnerisch nicht darstellbar.

Die in den vergangenen Jahren durchgeführten Ausbreitungsberechnungen haben einen rückläufigen Anteil der Industrie an der  $\text{NO}_2$ -Immissionsbelastung von durchschnittlich  $0,2 \mu\text{g/m}^3$  pro Jahr ergeben, wobei die Stilllegung großer Emittenten (Zementwerk) die durch Maßnahmen zur Reduktion von Emissionen erreichbare Minderung verfälscht.

Diese Maßnahmen tragen dennoch zu der kontinuierlich sinkenden Hintergrundbelastung der Stadt bei, wie sie bei der Berechnung der Prognosenullfälle berücksichtigt wurde.

### 8.2.2 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 [22] 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 [34] und die Energieeinsparverordnung – EnEV [35] festgelegt. Das EnEG setzt vor allem bei Neubauten auf höhere energetische Standards, d.h. ab 2021 gilt dann für Neubauten der Niedrigenergie-Gebäudestandard. Damit darf nahezu keine Wärme aus dem Gebäude mehr verloren gehen, was dazu führt, dass kaum noch geheizt werden muss.

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, soll an dieser Stelle auf weiter detaillierte Ausführungen verzichtet werden. Es sei daher auf die angegebenen Internetseiten für aktualisierte 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:

- Förderung des Bundesamts für Wirtschaft und Ausführungkontrolle (BAFA): Energieberatung Wohngebäude [https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Energieberatung\\_Wohngebäude/energieberatung\\_wohngebäude\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Energieberatung_Wohngebäude/energieberatung_wohngebäude_node.html)

- Förderung des Bundesamts für Wirtschaft und Ausführungkontrolle (BAFA): Energieberatung Mittelstand [https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Energieberatung\\_Mittelstand/energieberatung\\_mittelstand\\_node.html](https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Energieberatung_Mittelstand/energieberatung_mittelstand_node.html)

Die Umsetzung der Maßnahmen selbst wird durch Förderprogramme (KfW – Energieeffizient Sanieren) bezuschusst und mit zinsgünstigen Krediten unterstützt:

- „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](http://www.kfw.de/431)
- Verzeichnis der zugelassenen Energieeffizienz-Experten für die Förderprogramme des Bundes: <https://www.energie-effizienz-experten.de/>

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>

### 8.2.2.1 *Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Gebäudeheizung*

Der Anteil der Gebäudeheizung an der NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastung in Darmstadt liegt bei 7,9 % und damit bereits deutlich höher als der Industrieanteil. Er setzt sich zusammen aus einer Vielzahl von für sich genommen sehr geringen Einzelemissionsbeiträgen. Eine Berechnung der Wirkung einzelner Minderungsmaßnahmen ist daher rechnerisch nicht darstellbar. Dennoch wirken sich die Maßnahmen in ihrer Gesamtheit natürlich positiv auf die Immissionsbelastung aus.

Die in den vergangenen Jahren durchgeführten Ausbreitungsberechnungen haben einen rückläufigen Anteil der Gebäudeheizung an der NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastung von durchschnittlich 0,15 µg/m<sup>3</sup> pro Jahr ergeben.

Dieser Beitrag wird durch die langjährige Trendentwicklung der Hintergrundbelastung in Darmstadt bestätigt und wurde dementsprechend bei der Berechnung der Prognosenullfälle mit berücksichtigt.

### 8.2.3 *Verkehr*

Wie bereits mehrfach dargestellt, ist der Verkehr mit Abstand Hauptverursacher der NO<sub>2</sub>-Belastung.

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

Ebenso helfen Anreize zum Umstieg auf öffentliche Verkehrsmittel oder das Fahrrad. Sollten dazu keine Möglichkeiten bestehen oder diese nicht ausreichen, kommen in letzter Konsequenz Verkehrsbeschränkungen oder Verkehrsverbote zur Anwendung.

#### 8.2.3.1 *Ausbau und Förderung der Elektromobilität*

Emissionsfreien Fahrzeugen gehört die Zukunft. Aktuell werden auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene große Anstrengungen unternommen, um den Anteil von Elektrofahrzeugen auf der Straße kontinuierlich zu erhöhen.

#### 8.2.3.2 *Förderungen durch die Bundesregierung*

Wie auf der Homepage der Bundesregierung dargestellt, fördert die Bundesregierung mit rund einer Milliarde Euro die Elektromobilität in Deutschland. Dazu gehören ein Umweltbonus für Elektrofahrzeuge, der Aufbau der notwendigen Ladeinfrastruktur für elektrisch betriebene Fahrzeuge sowie die steuerliche Förderung. Da es sich dabei um vielfältige Angebote handelt, wird zur näheren Information auf die Internetseite der Bundesregierung (<https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/newsletter-und-abos/fakten-zur-regierungspolitik/verbesserte-foerderung-von-elektrofahrzeugen-274982?view=renderNewsletterHtml>) verwiesen.

#### 8.2.3.3 *Förderungen durch das Land Hessen*

Das Land Hessen bietet ebenfalls Förderungen für entsprechende Projekte zur Förderung der E-Mobilität an. Dazu gehören:

- Elektromobilität als Teil urbaner Mobilität,
- Elektromobilität als Teil von Mobilität im ländlichen Raum,
- Vernetzung mit dem ÖPNV,
- Wirtschaftsverkehr und City-Logistik,
- Technologieerprobung in den Bereichen Infrastruktur, Öffentlicher Verkehr und Transport-/Transitverkehr,
- Sicherheit und Lebenszyklusbetrachtung von Fahrzeugbatterien aus Serienfertigung,
- Rohstoffeinsatz und -wiederverwertung von Fahrzeugbatterien,
- Anwendungen von Elektromobilität in Nutzfahrzeugen und deren Erprobung unter Alltagsbedingungen,
- Anwendungen von Elektromobilität im öffentlichen Verkehr,
- Entwicklung und Einsatz von Ladetechnologien,
- Geschäfts-, Betreiber- und Betriebsmodelle,
- Entwicklung, Erprobung und Einsatz von Abrechnungssystemen im Kontext mit Mobilitätskonzepten,
- Evaluierung des Alltagsbetriebs von Elektrofahrzeugen.

Die Zuwendung wird als Projektförderung im Wege der Anteilfinanzierung als Zuschuss zu

den zuwendungsfähigen Ausgaben von bis zu 50% gewährt. Bei Universitäten, Forschungs- und Wissenschaftseinrichtungen können bis zu 90% der zuwendungsfähigen Ausgaben gefördert werden. Bei allen anderen Hochschulen, die Projekte ohne Unternehmensbeteiligung beantragen, können ausnahmsweise aufgrund ihrer vorwiegenden Lehrtätigkeit bis zu 100% der zuwendungsfähigen Ausgaben gefördert werden.

Weitere Informationen zu den Voraussetzungen, zur Art und Höhe der Förderung und zur Antragstellung können auf der Webseite des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung unter <https://wirtschaft.hessen.de/verkehr/elektromobilitaet/foerderung-der-elektromobilitaet-hessen> eingesehen und heruntergeladen werden.

### 8.3 Green City Plan und ergänzende Sofortmaßnahmen der Stadt Darmstadt

#### 8.3.1 Einführung

Zur Verbesserung der Belastungssituation ist aktuell eine Vielzahl an Maßnahmen geplant. Die Maßnahmenpakete umfassen u.a.:

- Verkehrsmanagement,
- Erneuerung der Busflotte inkl. Teilelektrifizierung der Flotte,
- die Förderung des ÖPNV,
- die Förderung des Radverkehrs,
- den Ausbau und die Förderung der E-Mobilität,
- Parkraummanagement,
- City Logistik Management und automatische Überwachung des LKW-Durchfahrtsverbotes

Im Rahmen des beim Dieseltreffen im August 2017 beschlossenen Sofortprogramms saubere Luft hat die Stadt Darmstadt einen Masterplan zur NO<sub>x</sub>-Minderung/Green City Plan (GCP) [39] erstellt. Einige der geplanten Maßnahmen konnten durch das Sofortprogramm des Bundes forciert, bzw. im geplanten Umfang überhaupt erst ermöglicht werden.

Da die im Rahmen des GCPs entwickelten Maßnahmen auch auf eine langfristige, nachhaltige Entwicklung des Gesamtverkehrs in Darmstadt abzielen, können sie teilweise ihre Wirkung nicht so kurzfristig entfalten, wie es im Hinblick

auf die Luftreinhaltung erforderlich ist. Daher wird die Stadt Darmstadt zusätzlich ein Paket an Sofortmaßnahmen umsetzen. Dieses konzentriert sich ausschließlich auf Maßnahmen an der Heinrich- und der Hügelstraße und soll dort auch kurzfristig die Situation signifikant verbessern.

Die verschiedenen Schritte aus dem GCP und dem Sofortmaßnahmenpaket werden im Folgenden nicht gesondert betrachtet, sondern sofern ihr Wirkprinzip auf dieselben Parameter abzielt, entsprechend zu Maßnahmenpaketen zusammengefasst.

#### 8.3.2 Verkehrsmanagement

##### 8.3.2.1 Maßnahmen aus der Digitalstadt GmbH und dem Bundes-Förderprogramm „Saubere Luft 2017-2020“

Das Maßnahmenpaket Verkehrsmanagement zielt zum einen auf eine Digitalisierung des Verkehrs unter umfassender Nutzung von Umwelt- und Verkehrsdaten ab. Eine Verbesserung der Datengrundlage und Analysetools ermöglicht es durch mehrere Projekte der Digitalstadt und des Bundes-Förderprogramms „Saubere Luft“ umweltsensitiv und netzadaptiv gezielt auf die Verkehrssituation reagieren zu können. Zusätzlich wird eine Kooperative Leitzentrale eingerichtet, die den Verkehrsfluss durch eine Koordination der Leitzentralen der Stadt Darmstadt und der HEAG mobilo (ÖPNV) verbessern soll. Somit kann der Verkehr künftig deutlich situationsangepasster gesteuert werden. Die dazu nötigen Einzelmaßnahmen, die auch die Ertüchtigung und Koordinierung der Lichtsignalanlagen beinhaltet, werden gemäß aktuellem Planungsstand zu einem Großteil bis 2020 abgeschlossen sein.

Für eine schnellstmögliche Verbesserung in den kritischen Abschnitten der Heinrich- und Hügelstraße wesentlich entscheidender sind jedoch kurzfristige Einzelmaßnahmen, die dort insbesondere zu einer Verstetigung des Verkehrs und damit zu geringeren Emissionen durch weniger Abbrems- und Beschleunigungsvorgänge führen werden.

##### 8.3.2.2 Einstreifige Zufahrt in die Heinrichstraße aus Richtung Westen

Von Westen wird die Zufahrt zur Heinrichstraße dauerhaft einstreifig erfolgen. Dies wurde während der Kanalbaustelle Heidelberger Straße bereits erfolgreich getestet. Die Einstreifigkeit soll so schnell wie möglich wieder hergestellt

werden. Die Bearbeitung hat in Abstimmung mit den beteiligten Ämtern begonnen. Der wegfallende Geradeausfahrstreifen führt zu einer mengenmäßigen Verringerung des Kfz-Verkehrs in die Heinrichstraße und zu einer ruhigeren Fahrweise im Verflechtungsbereich zu Anfang der Heinrichstraße. Die erforderlichen Planungen für die endgültige Einstreifigkeit von der Eschollbrücker Straße kommend sind beauftragt, die Herstellung erfolgt bis Juni 2019 und wird markierungsmäßig bis zum Donnersbergring fortgesetzt.

**8.3.2.3 Automatisierte Geschwindigkeitsüberwachung im Bereich östlich der Tunnelausfahrt Hügelsstraße**

Im Bereich östlich der Tunnelausfahrt Hügelsstraße soll schnellstmöglich (Anfang 2019) eine automatisierte Geschwindigkeitsüberwachung erfolgen. Aktuelle Messungen des Ordnungsamtes (Juni & August 2018) haben ergeben, dass über 20 % aller Pkw hier teilweise deutlich zu schnell fahren (bis zu 78 km/h). Dies bedeutet extreme Beschleunigungsvorgänge im Steigungsbereich nach der zuvor engen Kurve des Tunnels.

Ende 2018 wurde hierzu auf Anforderung der hessischen Polizeiakademie eine 14-tägige ununterbrochene Messung durchgeführt. Nach Auswertung der Messung und Übermittlung an die Polizeiakademie erfolgte von dieser Seite die Genehmigung am 17. Dezember 2018. Die Installation der Geschwindigkeitsmessstelle wird nun zeitnah erfolgen. Die notwendigen Haushaltsmittel sind bereits zur Verfügung gestellt worden, sodass eine zügige Umsetzung der Verwirklichung der Kontrollstelle garantiert ist. Die Abstimmungsgespräche hinsichtlich erforderlicher Tiefbauarbeiten und Installation der Überwachungssäule haben bereits stattgefunden. Die Haushaltsmittel für die Überwachungssäule mit Kameraeinsatz zur Überwachung der Geschwindigkeitsbeschränkung in der Hügelsstraße wurden beantragt und sind freigegeben. Eine Umsetzung/Beauftragung soll erst nach Freigabe des Gesamthaushaltes erfolgen. Die Freigabe des Haushaltes 2019 durch das Regierungspräsidium wird erfahrungsgemäß bis Ende März bzw. spätestens im April erwartet.

**8.3.2.4 Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Verkehrsmanagement**

Die Einzelmaßnahmen des Pakets Verkehrsmanagement wirken sich zusammen genommen auf eine Verflüssigung des Verkehrs aus und

reduzieren so in Konsequenz die Anteile des Stop-and-Go-Verkehrs. Für das gesamte Straßennetz werden folgende durchschnittliche Verringerungen des Stop-and-Go-Verkehrs erwartet:

- 2019: 5 %
- 2020: 8 %

Durch die Sofortmaßnahmen an der Heinrichstraße wird dort folgende Verbesserung der Verkehrsqualität von Stop-and-Go zu Flüssig erwartet:

- 2019: 8 %
- 2020: 10 %

Schließlich wird aufgrund der Geschwindigkeitsüberwachung an der Tunnelausfahrt Hügelsstraße mit einer Verflüssigung des Verkehrs von 20 % schon ab 2019 gerechnet.

Die immissionsseitige Minderung durch das Maßnahmenpaket Verkehrsmanagement wird in Tab. 14 dargestellt. Es zeigt sich, dass damit für das Jahr 2020 eine Minderung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes von 0,9 µg/m<sup>3</sup> möglich ist. Obwohl der verkehrsseitige Effekt am Abschnitt Hügelsstraße (PS) weit höher eingestuft wird als bei den anderen beiden Abschnitten, liegt die immissionsseitige Minderungswirkung dort (im Verhältnis) etwas unterhalb der beiden anderen Abschnitte. Dies hängt mit der dort bestehenden starken Steigung von 8 % zusammen, die aufgrund der hohen Motordrehzahl grundsätzlich das Emissionsverhalten der Fahrzeuge stark negativ beeinflusst. An keinem der Straßenabschnitte könnte die alleinige Umsetzung dieses Maßnahmenpaketes, eine Grenzwerteinhaltung bewirken.

	NO <sub>2</sub> -Minderungswirkung im Vergleich zum Prognosefall 2020	
	µg/m <sup>3</sup>	%
Heinrichstraße	0,9	1,9
Hügelsstraße (PS)	0,9	1,5
Hügelsstraße (MS)	0,9	2,0

Tab. 14: Minderung der NO<sub>2</sub>-Immissionen durch Verkehrsmanagement in 2020 im Vergleich zum Prognosefall

**8.3.3 Erneuerung der Busflotte inkl. Teilelektrifizierung der Flotte**

Die Stadt Darmstadt bzw. die Verkehrsgesellschaft HEAG mobilo hat konkrete Beschlüsse gefasst, die Busflotte bis 2021 um 30 batteriebe-

triebene Elektrobusse zu ergänzen. Der Anteil von emissionsfreien Bussen an der gesamten Busflotte wird demnach auf gut 31 % in 2021 gesteigert.

Gleichzeitig wird der Anteil der Diesel-Busse der EEV<sup>1</sup>-Norm von 29 % an der gesamten Busflotte in 2018 bis 2021 auf 6 % gesenkt (2022 ist geplant keinen Bus der EEV-Norm mehr zu betreiben). Der Anteil von deutlich emissionsärmeren Euro-VI-Diesel-Bussen beträgt für 2018 bereits 70 % an der Gesamtflotte und wird kontinuierlich gesteigert.

### 8.3.3.1 Prognostizierte Wirkung durch Erneuerung der Busflotte

Abb. 39 zeigt die modellierten Gesamt-NO<sub>x</sub>-Emissionen in Tonnen pro Jahr der Linienbusflotte für die Prognoseplanfälle bis 2021.

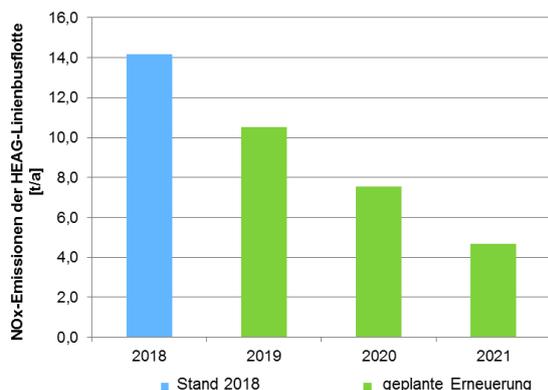


Abb. 39: Gesamt-NO<sub>x</sub>-Emissionen [t/a] der Linienbusflotte für die Prognoseplanfälle bis 2021

Auf den von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Abschnitten der Heinrichstraße und der Hügelstraße kommen im Regelbetrieb keine Linienbusse zum Einsatz. Zwar ist durch die zunehmende Elektrifizierung der Busflotte von einem gewissen Einfluss auf die Hintergrundbelastung auszugehen. Da an den Straßenzügen mit Grenzwertüberschreitungen der Anteil der Hintergrundbelastung an der Gesamtbelastung jedoch nur eine untergeordnete Rolle spielt, ist die immissionsseitige Minderungswirkung hier nicht konkret zu beziffern.

## 8.3.4 Ausbau und Förderung des ÖPNV

Der Ausbau und die Förderung des Öffentlichen Personennahverkehrs zielt wie die im nächsten Kapitel beschriebene Förderung des Fahrradverkehrs auf eine Verschiebung des Modal Split<sup>2</sup> hin zu einer Reduzierung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) ab. Fahrten, die zuvor beispielsweise mit dem eigenen Pkw absolviert wurden, werden somit teilweise künftig verstärkt durch alternative und umweltfreundlichere Verkehrsträger, in diesem Fall der öffentliche Personennahverkehr erledigt.

Die im Maßnahmenpaket „Ausbau und Förderung des Öffentlichen Personennahverkehrs“ vorgesehene Maßnahmen werden im Folgenden erläutert.

### 8.3.4.1 Kapazitätserweiterungen

Unter Kapazitätserweiterungen werden vier zusammenhängende Punkte gefasst, die sich teilweise gegenseitig bedingen:

- Kapazitätserweiterungen auf mehreren Linien
- Takterhöhung auf mehreren Linien
- Neuer Nahverkehrsplan ab 2019: dichterer Takt und länger in Abendstunden
- Netzausbau: Verlängerung Linie 2, Linie 3, Griesheim, Anschluss Weiterstadt

Durch die Ausweitung des Bedienungszeitraums soll auf allen Streckenästen ein Bedienungsangebot im 30- Minutentakt bis 01:00 bzw. 02:00 Uhr angeboten werden, auch im Frühverkehr werden zusätzliche Fahrten angeboten. In den Abendstunden findet zwischen ca. 19:00 und 23:00 Uhr eine Verdichtung des Fahrtenangebots in den einzelnen Korridoren statt. Im Tagesverkehr findet eine Verdichtung zu ausgewählten Zeiten auf dem Korridor Griesheim – Darmstadt sowie Alsbach – Eberstadt statt, die auch innerhalb des Stadtgebiets zu einem verdichteten Angebot führen.

Eine Taktverdichtung wird es konkret auf den folgenden Linien bzw. in den folgenden Korridoren geben:

- Linie H (10-Minuten-Takt seit Oktober 2018)

<sup>1</sup> Enhanced Environmentally Friendly Vehicle (EEV) - europäischer Abgasstandard zwischen Euro-Norm V und Euro-Norm VI

<sup>2</sup> Der Modal Split beschreibt die durchschnittliche anteilige Verkehrsmittelwahl (ÖPNV, Rad, Fuß, MIV) innerhalb einer Stadt und gibt somit Auskunft über das stadtspezifische Mobilitätsverhalten der in der Stadt verkehrenden Personen.

- Linie 2 (7,5-Minuten-Takt ab Dezember 2020)
- Linie 4 (tagsüber und ganzjährig im 15-Minuten-Takt, dadurch Verdichtung im Korridor Berliner Allee - Griesheim) (bis 2024)
- Linie 8 (durchgängig im 15-Minuten-Takt nach Alsbach, dadurch Schließung von Taktlücken im Korridor Eberstadt - Alsbach) (bis 2024)
- Verlängerung des 15-Minuten-Takts auf den einzelnen Linien über 19:30 bis 21 bzw. bis 23 Uhr (Linien 5 und 7), dadurch Taktverdichtung im gesamten Netz (bis 2024)
- Einführung von Frühfahrten bereits ab 4 Uhr, dadurch Taktverdichtung im Frühverkehr im gesamten Netz.

Die geplante Kapazitätserweiterung ergibt sich einerseits durch einen durchgängigen 15-Minuten-Takt im gesamten Straßenbahnnetz der HEAG mobilo. Außerdem –und das wurde im Entwurf zum Nahverkehrsplan 2019 - 2024 so aufgenommen– wird die aktuelle Taktreduktion zwischen 9 und 12 Uhr entfallen. Auch hier werden also weitere Kapazitäten geschaffen. Ebenfalls werden in den Morgen- und Abendstunden (sowie am Wochenende) Taktausweitungen durchgeführt, sodass bereits morgens früher und abends länger ein dichterer Takt gefahren wird. Kapazitätserweiterungen wird es auch durch die Anschaffung von längeren Straßenbahnfahrzeugen (45 m) ab 2020 geben.

Darüber hinaus sieht das neue Linienkonzept mehr Direktverbindungen vor. So wird die Linie 4 künftig eine Direktverbindung zwischen Griesheim – Darmstadt Hauptbahnhof – und Merck/Arheilgen schaffen, die insbesondere Berufspendlern zu Gute kommt. Außerdem soll die Linie 7 künftig eine neue Verbindung zwischen Eberstadt und Kranichstein, über den Luisenplatz, schaffen und so als Zubringer zur Schulinsel (Berufsschulzentrum) / Nordbad dienen. Diese Anpassungen führen zu einem Ausbau der Fahrplanleistungen um 20 % im Straßenbahnbereich.

Auch die oben aufgelisteten geplanten Linienverlängerungen der Straßenbahnen, werden zu einer deutlichen Kapazitätsausweitung im Netz der HEAG mobilo führen; dies allerdings voraussichtlich erst nach 2021.

### 8.3.4.2 Vereinfachte Tarifstruktur im Stadtbereich

Analog zu Frankfurt a. M. wird derzeit die Vereinfachung des Tarifs durch Einführung eines einheitlichen Stadttarifs in Verbindung mit der Einführung einer Kurzstrecke vorbereitet. Diese Vereinfachung des Tarifs ist bei Erhöhung der derzeitigen Stadtpreisstufe I erlösneutral darstellbar (Stadtpreisstufe II entfällt). Die Vereinfachung des Tarifs in Verbindung mit dem ÖPNV-Ausbau und Einschränkungen im MIV wird zu einer Erhöhung der Nutzerzahlen führen.

Aktuell wird Entscheidung in politischen Gremien vorbereitet, sodass ein Beschluss spätestens im April 2019 erfolgen wird. Die Umsetzung kann dann bis zum 01. Januar 2020 erfolgen.

### 8.3.4.3 Zugangshemmnisse zum ÖPNV abzubauen

Nachfolgend aufgezählten Maßnahmen dienen alle dazu, Zugangshemmnisse zu den Verkehrsmitteln des Umweltverbundes, insbesondere des ÖPNVs abzubauen und den Umstieg vom Auto auf dem Umweltverbund zu erleichtern.

- WLAN im ÖPNV
- Ertüchtigung Fahrkartenautomaten
- Handy Ticketing
- Multimodale Angebote per App

### 8.3.4.4 Beschleunigung des ÖPNV

Eine Beschleunigung des ÖPNV wird durch Steuerung der Lichtsignalanlagen mit Hilfe der kooperativen Leitzentrale ermöglicht (vgl. 8.3.2.1)

### 8.3.4.5 Fahrgastzähltechnik zur Lenkung von Fahrgästen

Hier will die HEAG mobilo ein Zählsystem installieren, das automatisiert Fahrgastzählungen durchführt und Fahrgastbewegungen im Netz sichtbar machen kann. Das ermöglicht eine bedarfsgerechte Linien- und Taktfahrplanung, die für ein zukunftsfähiges ÖPNV-Angebot in der Wissenschafts- und Digitalstadt Darmstadt wegweisend sein wird.

Zu diesem Projekt wurde gerade eine Laufzeitverlängerung beantragt, wobei das Projekt nicht verschoben wird, sondern die Laufzeit über den kompletten Förderzeitraum bis Ende 2020 gestreckt. Aktuell findet eine stadtinterne Vernetzung statt, weil es auch in der Innenstadt (Ko-

operation Darmstadt Marketing) Ansätze für eine Zähltechnik gibt. Der Zeitplan wird aktuell von der Schnelligkeit der Projektträger bestimmt, da der Förderbescheid seit August letzten Jahres aussteht.

#### 8.3.4.6 Prognostizierte Wirkung durch Erneuerung der Busflotte

Durch das Maßnahmenpaket wird in den kommenden Jahren eine Erhöhung des ÖPNV-Anteils am Modal Split auf 25 % bis 2030 (von derzeit 17,2 % gemäß Erhebung 2015) bei gleichzeitiger Abnahme des MIV erwartet. Für die Jahre 2019 bis 2020 bedeutet dies:

- 2019: 0,7 % weniger MIV zugunsten ÖPNV
- 2020: 1,3 % weniger MIV zugunsten ÖPNV

Diese Minderung des MIV führt gemäß Prognoserechnung zu der in Tab. 15 zusammengefassten Minderungen des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwertes in 2020. Allein durch Umsetzung dieses Maßnahmenpaketes wäre eine Minderungswirkung von bis zu 0,4 µg/m<sup>3</sup> möglich. Eine Grenzwerteinhalten wäre dadurch alleine nicht möglich.

	NO <sub>2</sub> -Minderungswirkung im Vergleich zum Prognosenullfall 2020	
	µg/m <sup>3</sup>	%
Heinrichstraße	0,2	0,5
Hügelstraße (PS)	0,4	0,7
Hügelstraße (MS)	0,3	0,7

Tab. 15: Minderung der NO<sub>2</sub>-Immissionen durch Ausbau und Förderung des Öffentlichen Personennahverkehrs in 2020 im Vergleich zum Prognosenullfall

#### 8.3.5 Förderung des Fahrradverkehrs

Im Maßnahmenpaket „Förderung des Fahrradverkehrs“, sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Das Radverkehrsnetz der Stadt Darmstadt wird dem Standard der Empfehlungen für Radverkehrsanlagen in der jeweils gültigen Fassung angepasst und vorhandene Lücken geschlossen.
- Ausweisung von sechs Fahrradstraßen
- Beschilderungskonzept, Wegweisung
- Fahrradförderung
  - Autoreduzierte Quartiere

- Fahrradverleihsysteme, kostenloser Lastenradverleih
- Schaffung von Abstellanlagen (stationäre und mobile) und Abstellflächen
- Erhöhung der Verkehrssicherheit
- Schaffung von Raddirektwegen
- Rad- und Fußwegbrücke zur Querung der Rheinstraße zum Europaviertel / Technologiezentrum Rhein-Main
- Rad- und Fußwegbrücke zur Querung der Odenwaldbahn
- Informationskampagnen zur Mobilitätswende etc.
- Schutzstreifen für Radfahrer in der Heinrichstraße

#### 8.3.5.1 Sonderprogramm Investition Radverkehrsförderung

Für die Jahre 2019 - 2022 wurde ein Sonderprogramm „Investition Radverkehrsförderung (4x4 Rad)“ in Höhe von 4,0 Mio. € jährlich aufgelegt. Um die geplanten Maßnahmen planungstechnisch und umsetzungsrelevant vorantreiben zu können, werden für diesen Bereich vier Projektstellen eingerichtet. Gemeinsam mit Fahrradverbänden werden in Arbeitsgruppen bis Anfang 2019 strategische Ziele des Radverkehrs, ein Radwegenetz sowie notwendige Sofortmaßnahmen erarbeitet und kommen beschleunigt in die Umsetzung.

Dabei wird das bereits bestehende Netz in der Stadt Darmstadt infrastrukturell so ausgebaut, dass der im Vergleich zu anderen hessischen Städten bereits relativ hohe Radverkehrsanteil noch weiter gesteigert werden kann. Die stark belasteten Straßenabschnitte in Darmstadt sind für eine Ausweisung als Fahrradstraße nicht geeignet. Dennoch wirkt sich auch die Ausweisung von Fahrradstraßen an anderer Stelle wegen ihrer Stärkung des Verkehrsträgers Fahrrad positiv auf eine Zunahme des Radverkehrsanteiles aus. Die infrastrukturellen Maßnahmen sollen teilweise bis 2020 abgeschlossen sein, werden aber bis mindestens 2025 stetig fortgeführt werden müssen.

#### 8.3.5.2 Ausbau des Netzes an Radmietstationen und Fahrradparkhaus

Das bestehende dichte Netz der Radmietstationen an zentralen Punkten wird um weitere Stationen ergänzt. Zudem wird ein Fahrradparkhaus in der Innenstadt geschaffen. Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie wird derzeit die Umwand-

lung der 14 Kurzzeitparkplätze am Pali-Parkplatz (zwischen dem Cityring und dem zentralen Luisenplatz) in ein Fahrradparkhaus untersucht. Die Ergebnisse liegen voraussichtlich Ende April vor.

### 8.3.5.3 Erhöhung der Verkehrssicherheit

Mit einer Führung möglichst getrennt vom Autoverkehr soll die Verkehrssicherheit für den Fahrradverkehr erhöht werden, was eine zusätzliche Attraktivitätssteigerung des Radverkehrs bedeutet. Eine sogenannte „protected bike lane“ wird im Sommer 2019 in der mittleren Rheinstraße umgesetzt.

### 8.3.5.4 Schaffung von Raddirektwegen

Die Schaffung von Raddirektwegen soll auch den Radverkehr ins und aus dem Umland erhöhen. Der Radschnellweg nach Norden (Richtung Frankfurt a. M.) befindet sich in der Umsetzung, der Weg nach Süden (Richtung Heidelberg) in Planung. Hinzu kommen geplante Strecken nach Roßdorf (bis 2021 abgeschlossen) und Weiterstadt (bis 2019 abgeschlossen).

### 8.3.5.5 Bau von Rad- und Fußwegebrücke

Der Bau einer Rad- und Fußwegebrücke zur Querung der Rheinstraße bietet eine verbesserte Verbindung zwischen dem Hauptbahnhof und der „Telekom City“ mit ihren ca. 10.000 Arbeitsplätzen. Auch eine Querung der Odenwaldbahn in der Umgebung des Botanischen Gartens ist zur Verbindung von Grünzügen in Planung.

### 8.3.5.6 Einrichtung eines Fahrradstreifens auf der Heinrichstraße

Derzeit wird im Rahmen einer Machbarkeitsuntersuchung die Einrichtung eines Fahrradstreifens auf der Heinrichstraße zu Lasten sämtlicher Parkplätze geprüft. Mit den vorliegenden Randbedingungen kann Anfang 2019 eine Planung in Angriff genommen werden. Im weiteren Planungsverlauf ist dabei zu prüfen, in welcher Form eine Radverkehrsanlage gestaltet werden kann. Ziel ist die Umsetzung eines Radverkehrsstreifens, auch wenn dies nur mit dem Wegfall von Stellplätzen zu realisieren ist.

### 8.3.5.7 Prognostizierte Wirkung durch Förderung des Fahrradverkehrs

Durch das Maßnahmenpaket „Förderung des Fahrradverkehrs“ wird künftig ein steigender

Anteil von MIV-Fahrten durch mit dem Fahrrad zurückgelegte Wege ersetzt. Dadurch wird erwartet, dass der Anteil des Radverkehrs am Modal Split von derzeit 16,6 % (Erhebung 2015) auf 25 % bis 2030 gesteigert werden kann. Bei einer stetigen Zunahme, bedeutet dies folgende Reduktionen von Pkw-Fahrten für die untersuchten Jahre:

- 2019: 0,7 % weniger MIV zugunsten des Radverkehrs
- 2020: 1,4 % weniger MIV zugunsten des Radverkehrs

Durch die Einrichtung des Fahrradstreifens auf der Heinrichstraße wird dort eine kurzfristige Zunahme des Radverkehr-Anteils erwartet, sodass hier für 2019 1,1 % sowie 2020 1,8 % weniger MIV zugunsten des Radverkehrs angesetzt wird.

Für das Jahr 2020 ergibt sich dadurch die in Tab. 16 dargestellte Minderungswirkung im Vergleich zum Prognosenullfall. Die Minderungswirkung entspricht in etwa jener des Maßnahmenpaketes „Förderung des Öffentlicher Personennahverkehrs“ (vgl. 8.3.4).

Auch durch die Umsetzung dieser Maßnahme alleine ist keine Grenzwerteinhalten möglich.

	NO <sub>2</sub> -Minderungswirkung im Vergleich zum Prognosenullfall 2020	
	µg/m <sup>3</sup>	%
Heinrichstraße	0,4	0,7
Hügelstraße (PS)	0,4	0,7
Hügelstraße (MS)	0,3	0,7

Tab. 16: Minderung der NO<sub>2</sub>-Immissionen durch Förderung des Fahrradverkehrs in 2020 im Vergleich zum Prognosenullfall

### 8.3.6 Elektromobilität

Elektrisch betriebene Fahrzeuge emittieren durch den lokalen Wegfall der Abgas-Emissionen während der Fahrt kein NO<sub>x</sub> und haben somit grundsätzlich ein hohes Potential zur Verbesserung der innerstädtischen NO<sub>2</sub>-Immissionssituation. Ihrem verstärkten Einsatz in der Praxis stehen aber nach wie vor die bekannten Einschränkungen (Anschaffungspreis, Modellpalette, Reichweite, Ladeinfrastruktur etc.) entgegen. Dieser Trend konnte auch durch beispielsweise die seit Mitte 2016 bestehende Förderung bei Neuanschaffungen durch den Bund [40] nicht signifikant beeinflusst werden.

### 8.3.6.1 Elektromobilitätskonzept der Stadt Darmstadt

Daher erarbeitet die Stadt Darmstadt derzeit ein Elektromobilitätskonzept welches ursprünglich bis Ende Januar 2019 aufgestellt sein sollte. Zwischenzeitlich wurde beim Fördergeber eine Fristverlängerung bis Mai 2019 beantragt. Dieses Vorgehen wurde beschlossen um auch den nun neuen städtischen Standort Mina-Rees-Straße für das Dienstwagenpooling unter dem Aspekt der Elektromobilität mitberücksichtigen zu können. Das Elektromobilitätskonzept beinhaltet Pläne zur Ladeinfrastruktur im öffentlichen und privaten Bereich sowie zum Ausbau des Anteils von E-Fahrzeugen im städtischen Fuhrpark und dem dazugehörigen Lademanagement. Weiterhin sind folgende konkrete Maßnahmen geplant:

- Erweiterung des E-Carsharing Angebotes in der Lincoln Siedlung
- Innerstädtisches E-Carsharing
- Umstellung Carsharing auf E- / Hybrid-Antrieb- Privilegiertes Parken für E-Fahrzeuge
- Förderung von privaten Lademöglichkeiten
- Begleitung und Förderung der Umstellung Taxis auf E-Flotten

Während die Stadt die Möglichkeit ergreift durch Neubeschaffung den eigenen Fuhrpark aktiv in Richtung Elektro-Fahrzeuge aufzurüsten, soll der Ausbau der Ladeinfrastruktur auch den Anteil von Elektro-Pkw im privaten Bereich erhöhen. Da private Pkw-Fahrten den größten Anteil des Gesamtverkehrsaufkommens darstellen, ist eine Elektrifizierung der Privatflotte in signifikantem Umfang die weitaus wirkungsvollere Maßnahme.

### 8.3.6.2 Elektrifizierung des städtischen Fuhrparks

Seit 01.07.2018 ist die neue Mobilitäts-Ordnung der Stadt Darmstadt in Kraft. Explizite Zielsetzung ist es, durch die Umstellung des Fuhrparks auf E-Fahrzeuge (soweit möglich) einen Beitrag zur Reduktion der Luftschadstoffemissionen zu leisten, die Elektromobilität voranzutreiben und eine Vorbildfunktion einzunehmen. Die neuen Leitlinien zur Beschaffung bewirken, dass vorrangig Elektrofahrzeuge beschafft werden müssen soweit es der Einsatzzweck zulässt.

Dies gilt nicht nur für Pkw, sondern auch für schwere Nutzfahrzeuge (Lkw) und Arbeitsmaschinen (hier ist der Markt aber noch begrenzt, neue Entwicklungen werden verfolgt). Aktuell werden bis Ende 2019 insgesamt 37 E-Pkw und leichte Nutzfahrzeuge beschafft, 16 dieser Fahrzeuge wurden noch 2018 bestellt, 13 E-Fahrzeuge sind bereits im Einsatz. Die Beschaffungsstrategie wird dynamisch angepasst wobei Fahrzeuge mit auslaufendem Leasingvertrag oder Schäden (Motorschaden) durch E-Fahrzeuge ersetzt werden. Die Werkstatt des Eigenbetriebs für kommunale Aufgaben und Dienstleistungen (EAD) verfügt darüber hinaus bereits über qualifiziertes Personal für die Wartung von E-Fahrzeugen.

### 8.3.6.3 Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich E-Mobilität

Durch das Maßnahmenpaket „Elektromobilität“ wird künftig ein steigender Anteil von MIV-Fahrten, die bisher mit Verbrennungsmotoren absolviert wurden, mit lokal emissionsfreien E-Fahrzeugen erledigt. Es wird angenommen, dass künftig durchschnittlich folgende Anteile an Fahrten durch E-Fahrzeuge erfolgen:

- 2019: 0,8 % Anteil E-Pkw-Fahrten
- 2020: 1,8 % Anteil E-Pkw-Fahrten

Für das Jahr 2020 ergibt sich dadurch die in Tab. 17 dargestellte Minderungswirkung im Vergleich zum Prognosenullfall.

	NO <sub>2</sub> -Minderungswirkung im Vergleich zum Prognosenullfall 2020	
	µg/m <sup>3</sup>	%
Heinrichstraße	0,4	0,9
Hügelstraße (PS)	0,6	1,0
Hügelstraße (MS)	0,4	0,9

Tab. 17: Minderung der NO<sub>2</sub>-Immissionen durch Ausbau und Förderung Elektromobilität in 2020 im Vergleich zum Prognosenullfall

### 8.3.7 Parkraummanagement

Durch Parksuchverkehr entstehen zusätzliche Fahrten, die keinen Zweck im Sinne einer Transportdienstleistung erfüllen. Hinzu kommt, dass sie regelmäßig im Wechsel zwischen Brems- und Anfahrvorgängen, also emissionsseitig sehr ungünstigen Fahrweisen erfolgen.

Daher zielen Maßnahmen des Parkraummanagements darauf ab, den Umstieg auf den Umweltverbund zu erleichtern, die Anzahl der benö-

tigten Parkplätze im öffentlichen Straßenraum möglichst gering zu halten und den Parksuchverkehr zu verringern. Kostenpflichtiges Parken verringert den Parksuchverkehr in den Wohnquartieren.

### 8.3.7.1 *Smart Parking*

Durch ein Pilotprojekt, das 2019 startet, werden Verkehrsteilnehmer in der Darmstädter Innenstadt mittels einer App und Sensoren im Straßenraum auf freie Parkflächen hingewiesen. So können ausgewiesene und bewirtschaftete Flächen sowie vorhandene Parkhäuser und Tiefgaragen besser ausgenutzt werden.

### 8.3.7.2 *Ausbau P+R Anlagen*

In Kombination ist der Ausbau und die Aufstockung von P+R Anlagen an Bahnhöfen und Endstationen der Straßenbahn sowie der weiteren Anlagen (z.B. Mühlthal, Eberstadt, Wixhausen, Arheilgen, Großumstadt / Wiebelsbach, Weiterstadt & Griesheim) geplant. Wenngleich die Maßnahmen in großen Teilen bis 2020 umgesetzt sein können, ist ein vollständiger Abschluss voraussichtlich erst 2025 möglich.

### 8.3.7.3 *Erweiterung der Parkraumbewirtschaftung*

Daneben wird als kurzfristig wirksame Sofortmaßnahme die Erweiterung der Parkraumbewirtschaftung der Zone I auf Bessungen-Nord bis zur Hermannstraße in 2019 umgesetzt werden. Dies führt zu einer Entlastung und Verdrängung des Pendler- und Parksuchverkehrs aus dem Umfeld Heinrichstraße und der Heinrichstraße selbst. Zusätzlich unterstützend wirkt hier auch die die Ausweitung des Bewohnerparkens im Westen der Zone I bis zur Hindenburgstraße, was noch im November 2018 umgesetzt wurde. 2019 soll zudem das Bewohnerparken auf der Mathildenhöhe eingeführt werden, im direkten Anschluss im Woogsviertel und Johannesviertel. Abb. 41 gibt einen Überblick über die bestehende und zukünftige Parkraumbewirtschaftung. Flankierend wird das Beantragen von Parkausweisen über das digitale Serviceportal der Stadt erleichtert.

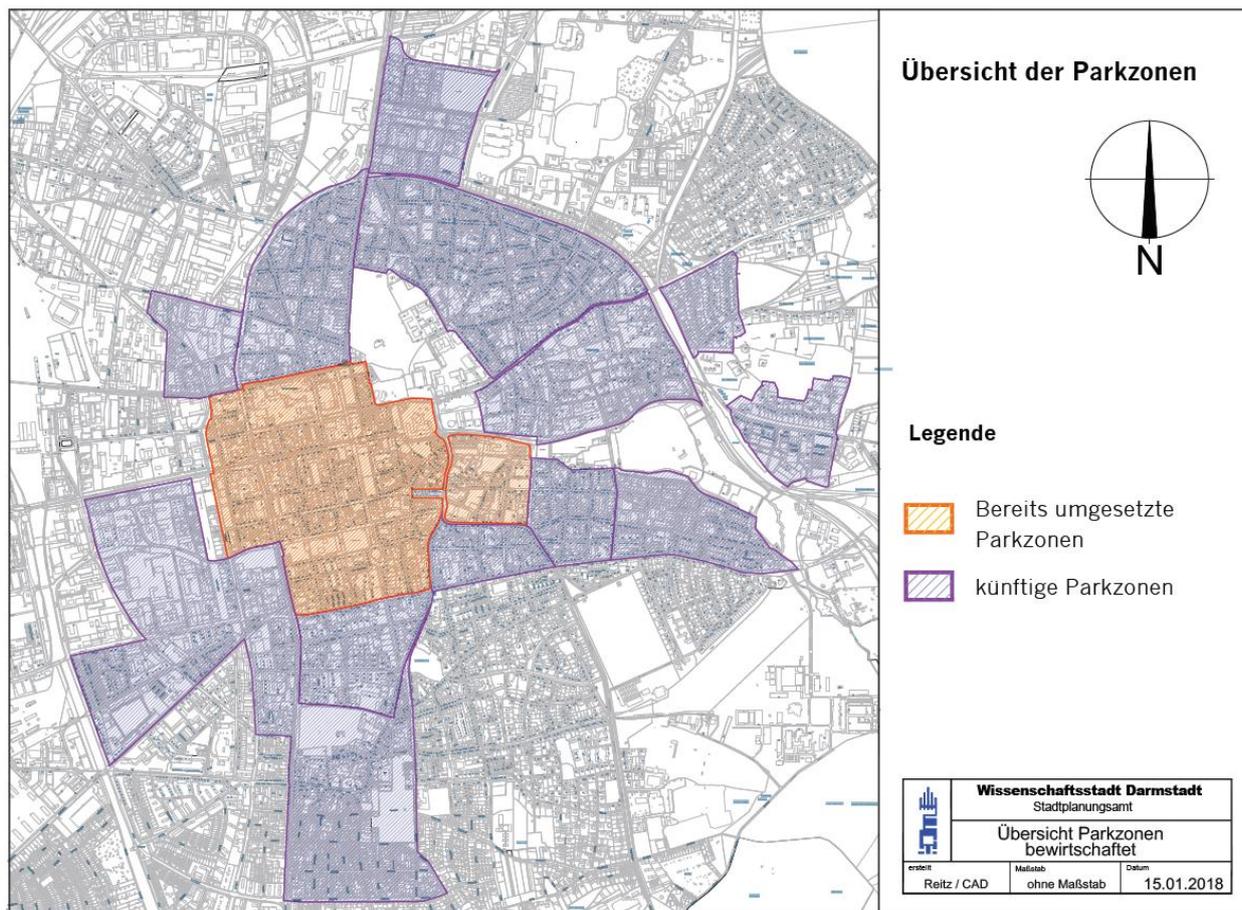


Abb. 40: Übersichtskarte zur Parkraumbewirtschaftung in Darmstadt; ©Wissenschaftsstadt Darmstadt, Stadtplanungsamt

#### 8.3.7.4 Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Parkraummanagement

Im Maßnahmenpaket „Parkraummanagement“ wird in erster Linie ein Potential zur Reduzierung des Gesamtverkehrsaufkommens gesehen. Folgende Abnahmen von Pkw/MIV-Fahrten werden für das gesamte Straßennetz in den kommenden drei Jahren angesetzt:

- 2019: 0,5 % weniger MIV (0,75 % weniger MIV auf der Heinrichstraße)
- 2020: 0,75 % weniger MIV

Für die kurzfristig wirksamen Maßnahmen an der Heinrichstraße wurde hier eine Reduzierung der Pkw/MIV-Fahrten um 0,75 % bereits ab 2019 angesetzt.

Im Jahr 2020 ergibt sich dadurch die in Tab. 18 dargestellte Minderungswirkung im Vergleich zum Prognosenullfall.

	NO <sub>2</sub> -Minderungswirkung im Vergleich zum Prognosenullfall 2020	
	µg/m <sup>3</sup>	%
Heinrichstraße	0,1	0,2
Hügelstraße (PS)	0,2	0,3
Hügelstraße (MS)	0,2	0,4

Tab. 18: Minderung der NO<sub>2</sub>-Immissionen durch Parkraummanagement in 2020 im Vergleich zum Prognosenullfall

#### 8.3.8 City Logistik Management / Überwachung Lkw-Durchfahrverbot

Das bereits auf Grundlage des Aktionsplans Darmstadt 2005 geltende und im Rahmen der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans verschärfte Lkw-Durchfahrverbot hat zwar zu einer Reduzierung der Lkw-Durchfahrten und (insb. in Hinblick auf Feinstaub) immissionsseitig zu einer Verbesserung der Belastungssituation geführt. Dennoch besteht hier weiteres Reduktionspotential, da keine vollständige Befolgung der Anordnung gewährleistet ist, auch weil Kontrollen

durch die Ordnungsbehörden nur stichprobenartig durchgeführt werden können.

Aufgrund der Auswertung der Daten der Kommunalpolizei Darmstadt von den stichprobenartigen Kontrollen in 2017 und 2018 kann festgestellt werden, dass trotz des nun seit mehreren Jahren geltenden Lkw-Durchfahrverbotes eine beträchtliche Anzahl von Lkw unberechtigt einfahren bzw. durch Darmstadt hindurch fahren. Die Quote unberechtigt durchfahrender Lkw liegt bei diesen Kontrollen im Schnitt bei über 35 %. Dies lässt den Schluss zu, dass die Lärm- und Luftbelastung durch unberechtigt einfahrende Lkw in der Stadt Darmstadt nicht unerheblich ist und eine zukünftig verbesserte Kontrolle und Umsetzung des Durchfahrverbotes für Lkw eine relevante Verbesserung der Luftqualität bewirken kann.

Entsprechende Kontrollen werden nicht nur von Kommunalpolizei, sondern auch von der originär zuständigen Landespolizei durchgeführt.

### 8.3.8.1 *Regelmäßige Überwachung des Lkw-Durchfahrverbotes durch die Kommunalpolizei*

Seit Oktober 2018 werden im Rahmen von gemeinsamen Kontrollen der Landespolizei und der Kommunalpolizei monatlich zwei gezielte Lkw-Kontrollen durchgeführt.

Hilfreich bei den zukünftigen Kontrollen werden sich auch die im Juli 2018 ausgetauschten Dienstfahrzeuge auswirken. Die Fahrzeuge werden mit einem Warnsignalbalken (Blaulicht und Signalhorn) und einer Leuchtschrift „Kontrolle – Bitte folgen“ ausgestattet, damit Lkw gefahrlos aus dem fließenden Verkehr heraus gezogen und kontrolliert werden können. Derzeit werden die Bediensteten der Kommunalpolizei an der Polizeiakademie geschult, um derartige Fahrzeuge führen und pflichtgemäß einsetzen zu dürfen.

### 8.3.8.2 *Automatisierte Überwachung des Lkw-Durchfahrverbotes in der Heinrichstraße*

Für die Heinrichstraße wird im Januar 2019 ein generelles Lkw-Fahrverbot als weitere Verschärfung des allgemeinen Lkw-Durchfahrverbotes für Darmstadt angeordnet.

Im Rahmen des Aktionsplanes Darmstadt - Feinstaub gibt es bereits seit Sommer 2006 ein Lkw-Durchfahrverbot für die Heinrichstraße.

Hierfür gilt aus westlicher Richtung kommend nachfolgender Beschilderung:

Zeichen 253 StVO (Verbot für Kraftfahrzeuge über 3,5 t) sowie Zusatzzeichen "Be- und Entlader Stadt Darmstadt 6 - 20 Uhr frei". Bis Inkrafttreten des letzten Luftreinhalteplans waren noch die Gebietskörperschaften Landkreis Darmstadt-Dieburg sowie der Odenwaldkreis - neben der Stadt Darmstadt - ausgenommen. Demnach können Lkw-Fahrer, die keine Be- und Entlader sind, die Heinrichstraße aus westlicher Richtung kommend nicht befahren. Entsprechende "Zonen-Sperrbeschilderung" ist u.a. in der Eschollbrücker Straße, östlich Groß-Gerauer Weg aufgestellt.

Die derzeit noch vorhandene Beschilderung in der Heinrichstraße, beginnend unmittelbar östlich Heidelberger Straße mittels Zeichen 253 StVO und Zusatzzeichen "Lieferverkehr frei" wird voraussichtlich noch im Januar 2019 durch das Sachgebiet Straßenverkehrstechnik (66/3 ST) entfernt. Ein entsprechender Auftrag wird durch die Straßenverkehrsbehörde (66/3 V) erteilt.

Aus östlicher Richtung besteht bereits ein generelles Lkw-Durchfahrverbot (Zeichen 253 StVO), das lediglich beim alljährlichen Heinerfest und dem Schloßgrabenfest ausnahmsweise aufgehoben werden muss, da die Landgraf-Georg-Straße (B 26) - Schloßgraben (B 26) - Bleichstraße (B 26) komplett für den Durchgangsverkehr sowie sonstigen Verkehr gesperrt ist. Die Andienung am Heinerfest ist aus Sicherheitsgründen nur über die durch die Polizei gesicherte "Schleuse" Höhe Holzstraße / Landgraf-Georg-Straße möglich.

Die Überwachung dieses Durchfahrverbotes wird zeitnah in einem Pilotprojekt durch die Einrichtung zweier Überwachungssäulen automatisiert (Teil des vom BMVI bewilligten Förderantrages „DAnalytics“). Durchfahrende Lkw werden erfasst und die Berechtigung zur Durchfahrt überprüft. Dadurch wird sowohl der West-Ost als auch den Ost-West Verkehr lückenlos überwacht.

Die beiden Überwachungssäulen mit Kameraeinsätzen an der Kreuzung Heinrichstraße/Wilhelminenstraße zur kombinierten Rotlicht- und Geschwindigkeitsüberwachung sind beauftragt. Eine der Säulen wurde bis Ende April 2019 zugesichert, die andere Säule bis Ende Mai 2019. Die beauftragte Firma wird versuchen, die zweite Säule zu beschleunigen und diese ebenfalls bis Ende April zu installieren.

Im Anschluss ist in den Folgejahren eine Ausweitung auf weitere Straßenzüge beabsichtigt.

### 8.3.8.3 *Umweltsensitive Verkehrssteuerung der Lieferverkehr*

Im bereits benannten Projekt „DAnalytics“ (Gefördert im Rahmen „Saubere Luft 2017-2020“) bildet die Logistik einen Schwerpunkt. Zunächst sollen weitere Daten zur Logistik in der Stadt erhoben und daraus ein individuelles Logistikkonzept für Darmstadt erstellt werden. Auf dieser Basis kann durch eine gezielte Logistiksteuerung ein vermindertes Verkehrsaufkommen bei gleichbleibender Logistikqualität erzielt werden.

Dies gilt in diesem Fall auch für die Ausweisung, Freihaltung und Kontrolle von privilegierten Ladezonen. Der Umgang mit dem gewerblichen Lieferverkehr in Fußgängerzonen kann besser gestaltet werden. Über zeitliche Einfahrverbote kann die Steuerung verbessert und auch Anreize für Micro-Depots und neue (emissionsarme bzw. emissionsfreie) Belieferungsformen geschaffen werden.

### 8.3.8.4 *Weitere Maßnahmen zur Minimierung des Lieferverkehrsaufkommens*

Darauf aufbauende Maßnahmen werden beispielsweise die Einrichtung von Mikrodepots, die Förderung E-Cargobikes, die Einführung Flottenprüfsiegeln für bestimmte Anteile an alternativen Antrieben an der Flotte sowie Transporte auf der „letzten Meile“ in ÖPNV oder Lastenrädern sein. Wichtige Daten für dieses Vorhaben werden im Rahmen von Forschungs- und Pilotprojekten erfasst. Das HOLM-Projektvorhaben Micro Hubs befasst sich mit der Logistik auf Quartiersebene als Forschungsprojekt unter Darmstädter Beteiligung (ab 11/2018). Das Pilotprojekt Smart Parking testet ab 01/2019 (Digitalstadtprojekt) Sensoren im Stadtzentrum, die auch später für Ladezonen geeignet sein können.

### 8.3.8.5 *Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich City Logistik Management / Überwachung LKW-Durchfahrverbot*

Das Maßnahmenpaket „City Logistik Management/Automatische Überwachung Lkw-Durchfahrverbot“ zielt auf eine Reduzierung des Lieferverkehrs im Stadtgebiet Darmstadt ab. Für die verkehrlichen Wirkungen der Maßnahme, wurden für die untersuchten Jahre folgende Annahmen in Bezug auf die Reduktion der Fahr-

ten von Lkw und leichten Nutzfahrzeug (LNfz) getroffen:

2019:

- Reduktion der Lkw-Verkehre um 95 % auf der Heinrichstr.
- Reduktion der Lkw-Verkehre um 10 % im restlichen Straßennetz
- Reduktion der LNfz-Verkehre um 0,5 % im gesamten Straßennetz

2020:

- keine verbleibenden Lkw-Verkehre auf der Heinrichstr.
- Reduktion der Lkw-Verkehre um 20 % im restlichen Straßennetz
- Reduktion der LNfz-Verkehre um 5 % im gesamten Straßennetz

Für das Jahr 2020 ergibt sich dadurch die in Tab. 19 dargestellte Minderungswirkung im Vergleich zum Prognosenullfall. An der Heinrichstraße stellt sich durch den Wegfall des gesamten Lkw-Verkehrs eine deutliche Minderungswirkung von 2,0 µg/m<sup>3</sup> ein. Auch an den beiden Abschnitten der Hügelstraße sind relevante Verringerungen der Immissionssituation zu erwarten.

	NO <sub>2</sub> -Minderungswirkung im Vergleich zum Prognosenullfall 2020	
	µg/m <sup>3</sup>	%
Heinrichstraße	2,0	4,0
Hügelstraße (PS)	0,5	0,8
Hügelstraße (MS)	0,4	0,9

Tab. 19: Minderung der NO<sub>2</sub>-Immissionen durch City Logistik Management / Überwachung Lkw-Durchfahrverbot in 2020 im Vergleich zum Prognosenullfall

## 8.4 **Nachträgliche Verbesserung der Abgasemissionen von Dieselfahrzeugen**

### 8.4.1 **Software-Updates**

Ein Ergebnis des „Diesel-Gipfels“ vom August 2017 war die Erklärung der deutschen Automobilindustrie, als Sofortmaßnahme bei 5,3 Millionen der aktuell in Deutschland zugelassenen Diesel-Pkw der Abgasstufen Euro-5 und Euro-6 ein Software-Update bis zum Jahresende 2018

vorzunehmen. Gemäß Angaben des BMVI soll eine durchschnittliche Reduktion der NO<sub>x</sub>-Emissionen von 25 – 30% erreicht werden. Dieser Wert sei auf dem Prüfstand und im Realverkehr vor und nach dem Software-Update ermittelt worden. Die konkreten Ergebnisse dieser Untersuchungen des Kraftfahrt-Bundesamtes wurden bisher nicht veröffentlicht.

Nach Angaben des Bundesverkehrsministeriums [47] fand bis Anfang September 2018 bereits bei 3,2 Millionen Fahrzeugen ein Software-Update statt. Neben den verpflichtenden Updates haben einige Fahrzeughersteller auch freiwillige Updates beantragt, die sich zusammen mit den verpflichtenden Updates auf insgesamt 6,34 Millionen Fahrzeuge summieren. Sie sollen bis Ende 2019 abgeschlossen sein.

Zur Verifizierung sowohl des Umfangs der tatsächlich durchgeführten Software-Updates als auch der Wirksamkeit dieser Updates, wurde im Dezember 2018 das Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) gebeten, die Angaben zu präzisieren.

Danach waren mit Stand 7. Dezember 2018 2.475.842 Fahrzeuge einem Software-Update unterzogen worden. Die NO<sub>x</sub>-Ersparnis wurde durch Rollen-, Temperatur- (5 °C, 10 °C, 15 °C) und PEMS-Messungen (Portable Emission Measurement System) ermittelt. Je nach Hersteller und Messverfahren wurden dabei teilweise stark voneinander abweichende Ergebnisse erzielt. Im Durchschnitt (arithmetischer Mittelwert nach Fahrzeugzahlen gemittelt) wurde jedoch eine Gesamtersparnis von 40,76% ermittelt.

Das Emissions-Kontroll-Institut der Deutschen Umwelthilfe (DUH) hat die Wirksamkeit von Software-Updates (und Hardware-Nachrüstungen) an insgesamt sechs Pkw untersucht. Die Ergebnisse sind im Bericht „NO<sub>x</sub>- und CO<sub>2</sub>-Messungen im realen Fahrbetrieb – Wirksamkeit von Software-Updates und Hardware-Nachrüstungen“ vom 15. August 2018 veröffentlicht [48]. Bei den drei Fahrzeugen, die vor und nach einem Software-Update untersucht wurden, konnten bei vergleichbaren Temperaturen während der Messungen vor und nach dem Software-Update Minderungen zwischen 25 und 54 % festgestellt werden. In einem Fall trat bei deutlich geringeren Außentemperaturen als bei der Vorher-Messung eine Zunahme der NO<sub>x</sub>-Emissionen um ca. 22 % auf.

#### 8.4.1.1 Prognostizierte Wirkung durch Software-Updates

Bei der Beurteilung der Minderungswirkung durch Software-Updates wird grundsätzlich analog zum im Auftrag des BMVI erstellten Gutachten „Begutachtung der Wirkung von fahrzeugtechnischen Umrüstmaßnahmen bei Dieselfahrzeugen auf die Luftqualität hinsichtlich der Stickoxidkonzentration in Berlin und München“ [41] verfahren. Während die anteilmäßige Verteilung auf Pkw der Euronorm 5 und 6 aus dem Gutachten übernommen wird, wird bezüglich der emissionsseitigen Minderungswirkung der Wert von 27,5 % als Mittelwert der ursprünglich vom BMVI angegebenen Minderungswirkung von 25 bis 30 % angesetzt.

Da es vermehrt zu Berichten kam, wonach es nach der Durchführung der Updates zu Problemen mit beispielsweise der Abgasrückführung und Partikelfiltern kam, steht zu befürchten, dass nicht wie geplant alle 6,34 Millionen Fahrzeuge tatsächlich mit einem Software-Update ausgestattet werden. Daher werden folgende Umsetzungsgrade der Software-Updates angenommen:

- 2019: 75% der 6,34 Millionen Fahrzeuge
- 2020: 80% der 6,34 Millionen Fahrzeuge

Tab. 20 stellt die Minderungswirkung durch Software-Updates für die drei kritischen Straßenabschnitte in Darmstadt zusammenfassend für 2020 dar. Da der Verursacheranteil des Verkehrs an der Gesamtbelastung in den Straßenabschnitten sehr hoch ist, fallen die Minderungswirkungen durch die Maßnahme entsprechend deutlich aus.

	NO <sub>2</sub> -Minderungswirkung im Vergleich zum Prognosenullfall 2020	
	µg/m <sup>3</sup>	%
Heinrichstraße	1,7	3,3
Hügelstraße (PS)	2,8	4,6
Hügelstraße (MS)	1,8	3,9

Tab. 20: Minderung der NO<sub>2</sub>-Immissionen durch Software-Updates in 2020 im Vergleich zum Prognosenullfall

#### 8.4.2 Hardware-Nachrüstung

##### 8.4.2.1 Hardwarenachrüstung städtischer Nutzfahrzeuge und Diesel-Pkw

Am 28. November 2018 veröffentlichte das Bundesverkehrsministerium eine Förderrichtlinie

sowie die technischen Prüfvorschriften für die Nachrüstung von kommunalen schweren Nutzfahrzeugen mit SCR-Technik (selectiv catalytic reduction). Unter Verwendung von Harnstoff, auch unter dem Begriff AdBlue® bekannt, werden die Stickoxide im Abgas zu neutralem Stickstoff und Wasser reduziert. Hierdurch können die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Fahrzeuge wirksam verringert werden. Das zeigt sich am Emissionsverhalten von schweren Nutzfahrzeugen und Bussen der Euro-VI-Norm (siehe auch Abbildungen Abb. 25), wo diese Technik seit Jahren bereits zur Anwendung kommt.

Entsprechend den zugehörigen technischen Prüfvorschriften muss mit der Nachrüstung eine Minderung von mindestens 85% der NO<sub>x</sub>-Emissionen einhergehen.

### 8.4.2.2 Hardwarenachrüstung bei Diesel-Pkw

Auch das Emissionsverhalten von Diesel-Pkw kann mit einer Hardware-Nachrüstung deutlich verringert werden. Die in der Folge des „Diesel-Gipfels“ gegründete Expertenrunde 1 „Emissionsminderung in den im Verkehr befindlichen Fahrzeugflotten“ sollte u.a. klären, ob sich eine solche Hardware-Nachrüstung in relevantem Umfang aus technischer und finanzieller Sicht umsetzen lässt.

Dazu wurde eine „Studie über das Potential einer Realisierung einer Hardware-Nachrüstung für Dieselfahrzeuge der Euro-Normen 5 (und 4) zur NO<sub>x</sub>-Reduzierung“ beauftragt. Das bereits im Januar 2018 vorgelegte Gutachten wurde im April 2018 veröffentlicht [49]. Die Studie kommt zusammenfassend zu folgenden Schlüssen:

- Der Bauraum für eine Hardware-Nachrüstung sei mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit vorhanden, da entsprechende Fahrzeugmodelle auf dem US-Markt mit SCR-Systemen ausgerüstet sind und dies auch aus entsprechenden ADAC-Veröffentlichungen hervorgehe.
- Die Einbeziehung der Fahrzeughersteller biete das größte Potential für eine Nachrüstung, wobei die Nachrüstung selbst durch den Fahrzeughersteller oder in Zusammenarbeit mit Anbietern des Nachrüstungsmarktes erfolgen könne.
- Unabhängig von den Fahrzeugherstellern sind auf dem Nachrüstmarkt inzwischen autarke SCR-Systeme vorhanden, weshalb eine Hardware-Nachrüstung auch ohne Beitrag eines Fahrzeugherstellers durchführbar wäre. Dies würde sicherlich nicht die theore-

tisch optimalste Lösung darstellen, die Lösungen des Nachrüstmarktes wären jedoch ebenfalls ausreichend.

- Nach jetzigen Abschätzungen sei davon auszugehen, dass sich der Kostenrahmen für eine Hardware-Nachrüstung in einer realisierbaren Größenordnung bewege.

Im Februar 2018 hat der ADAC Württemberg e.V. ebenfalls ein Gutachten zur Machbarkeit und Wirksamkeit von Hardware-Nachrüstungen von Diesel-Fahrzeugen der Euro-Norm 5 vorgelegt [50]. Im Ergebnis kamen die Gutachter zu dem Schluss, dass durch die Nachrüstung von SCR-Systemen bei einem innerstädtischen Fahrprofil etwa 70 % der NO<sub>x</sub>-Emissionen pro Fahrzeug eingespart werden können. Die Systeme können bei fast allen Euro 5-Fahrzeugen nachgerüstet werden, da alle getesteten Systeme unter dem Fahrzeug verbaut würden. In der Vergangenheit war wiederholt argumentiert worden, dass einem Einbau oftmals der Platzmangel im Motorraum entgegenstehe. Die Kosten für ein SCR-Nachrüstsystem werden inklusive Einbau mit 1.400 Euro bis 3.300 Euro angegeben.

Die Bundesregierung hat für die Hardware-Nachrüstsysteme für Diesel-Pkw der Euronormen 4 und 5 ein geeignetes Prüf- und Nachweisverfahren entwickelt, das Grundlage für die Erteilung einer Allgemeinen Betriebserlaubnis (ABE) durch das Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) ist und in 2019 schnellstmöglich als Anlage in die Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) aufgenommen wird. Dazu hat das Bundesverkehrsministerium am 28. Dezember 2018 die technischen Prüfvorschriften für die Nachrüstung von Diesel-Pkw vorgelegt. Demnach müssen die Nachrüstsysteme garantieren, dass die NO<sub>x</sub>-Emissionen der Fahrzeuge auch bei tiefen Temperaturen 270 mg/km im Realbetrieb nicht übersteigen.

Die Erteilung einer ABE durch das KBA wird bereits im Vorgriff auf die StVZO-Änderung auf Basis der hier veröffentlichten Prüf- und Nachweisvorschriften möglich sein.

In dem „Konzept für saubere Luft und die Sicherung der individuellen Mobilität in unseren Städten“ [51] der Bundesregierung wird die Stadt Darmstadt als eine der 15 hoch belasteten Städte in Deutschland aufgeführt. Als solche sollen Fahrzeughalter in Darmstadt, Bewohner der angrenzenden Landkreise und außerhalb dieser Gebiete wohnhafte Fahrzeughalter, die ein Beschäftigungsverhältnis in Darmstadt haben sowie Selbstständige, die ihren Firmensitz in Darmstadt haben und deswegen aus beruflichen

Gründen nach Darmstadt pendeln, die Hardwarenachrüstung kostenfrei durch die Automobilhersteller ermöglicht werden.

#### 8.4.2.3 Hardwarenachrüstung bei leichten Nutzfahrzeugen

Dazu teil das Bundesverkehrsministerium auf seiner Internetseite folgendes mit:

„Das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) stellt ab dem 1. Januar 2019 zunächst rund 333 Millionen Euro für die Hardware-Nachrüstungen von leichten und schweren Handwerker- und Lieferfahrzeugen bereit, um die besonders von Stickstoffdioxid-Grenzwertüberschreitungen betroffenen Städte zu unterstützen.

Förderberechtigt sollen sein:

- Fahrzeughalter mit gewerblich genutzten Fahrzeugen der Klassen N1 und N2 mit einer zulässigen Gesamtmasse von 2,8-7,5 t,
- die ihren Firmensitz in einer der 65 (im Jahr 2016) von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Städte mit einem Stickstoffdioxid-Jahresmittelwert von mehr als 40 Mikrogramm/Kubikmeter betroffenen Stadt oder den angrenzenden Landkreisen haben
- sowie die gewerblichen Fahrzeughalter, deren Firma nennenswerte Aufträge in der Stadt hat (25 % oder mehr der Aufträge pro Jahr bzw. 25 % oder mehr des Umsatzes).

Für die Förderung muss zudem eine Allgemeine Betriebserlaubnis (ABE) des Kraftfahrt-Bundesamtes (KBA) für die Nachrüstsysteme nachgewiesen werden. Damit wird sichergestellt, dass die Einsparziele in Höhe von bis zu 85 % auch im Realbetrieb erreicht werden.

Die Nachrüstung dieser Fahrzeuge ist weniger komplex als bei den Pkw, weil es hier weniger Modellvarianten gibt und oftmals mehr Bauraum vorhanden ist. Das BMVI hat dafür technische Anforderungen erarbeitet. Die Anträge für Nachrüstsysteme können damit ab sofort beim KBA gestellt werden.

Förderanträge für die Nachrüstung leichter (2,8 t - 3,5 t zulässige Gesamtmasse) und schwerer (3,5 t - 7,5 t zulässige Gesamtmasse) Handwerker- und Lieferfahrzeuge können ab dem 1. Januar 2019 bei der Bundesanstalt für Verwaltungsdienstleistungen gestellt werden.

Die Kosten für eine Hardware-Nachrüstung betragen bei den leichten Handwerker- und Lieferfahrzeugen 4.000 bis 8.000 Euro pro Fahrzeug, bei den schweren Fahrzeugen 6000 bis 12.000

Euro. Die Höhe des Zuschusses ist abhängig von der Unternehmensgröße. Pro Fahrzeug ist dieser Zuschuss bei Fahrzeugen unter 3,5 t auf einen Höchstbetrag von 3.800 Euro und bei den Fahrzeugen ab 3,5 t auf einen Höchstbetrag von 5.000 Euro bei einer Antragstellung bis zum 31. Mai 2019 bzw. auf einen Höchstbetrag von 3.000 Euro, bzw. 4.000 Euro bei einer Antragstellung ab dem 01. Juni 2019 begrenzt.“

#### 8.4.2.4 Prognostizierte Wirkung durch Hardwarenachrüstung

Darmstadt gehört zu den 15 hoch belasteten Städten, bei denen auch eine Hardware-Nachrüstung von Euro-5-Diesel-Pkw finanziert werden soll. In welchem Umfang von einer Hardwarenachrüstung Gebrauch gemacht werden wird, ist allerdings nur schwer abschätzbar. Vor allem eine umfassende Nachrüstung der älteren Euro-4-Diesel-Pkw, die inzwischen mindestens acht Jahre und älter sind, ist im Hinblick auf die Kosten einer Nachrüstung im Vergleich mit dem Restwert des Fahrzeugs eher unwahrscheinlich. Daher werden für die Berechnung der Minderungswirkung ausschließlich Euro-5-Diesel-Pkw betrachtet. Hier werden ein Umsetzungsgrad von 70% und NO<sub>x</sub>-Emissionen von 270 mg/km (Minderung um 70 %) im Jahr 2020 angesetzt.

Da Gewerbetreibende noch eher als Privat-Pkw-Besitzer auf die Einfahrt in die Städte und hier unter Umständen in jede Straße angewiesen sind und mit einer Nachrüstung auch in künftige Fahrverbotszonen einfahren können, wird zusätzlich für das Jahr 2020 auch eine 100%ige Hardwarenachrüstung bei allen leichten Nutzfahrzeugen sowie schweren Nutzfahrzeugen bis 7,5 t auf den Straßen von Darmstadt angesetzt.

	NO <sub>2</sub> -Minderungswirkung im Vergleich zum Prognosefall 2020	
	µg/m <sup>3</sup>	%
Heinrichstraße	4,6	9,1
Hügelstraße (PS)	7,9	12,9
Hügelstraße (MS)	5,0	9,4

Tab. 21: Minderung der NO<sub>2</sub>-Immissionen durch Hardware-Nachrüstungen in 2020 im Vergleich zum Prognosefall

## 8.5 Verkehrsbeschränkungen und verkehrlenkende Maßnahmen

### 8.5.1 Einführung

Eine Analyse der Maßnahmenpakete unter 8.3 inkl. Software-Updates zeigt, dass diese in ihrer Gesamtwirkung nicht ausreichen würden, um an allen drei von Grenzwertüberschreitung betroffenen Straßenabschnitten bis zum Jahr 2020 eine Einhaltung des Grenzwertes zu erreichen. Folglich sind weitere Maßnahmen zu treffen, um auf allen Straßenabschnitten in Darmstadt eine schnellstmögliche Grenzwerteinhaltung (2020) zu gewährleisten.

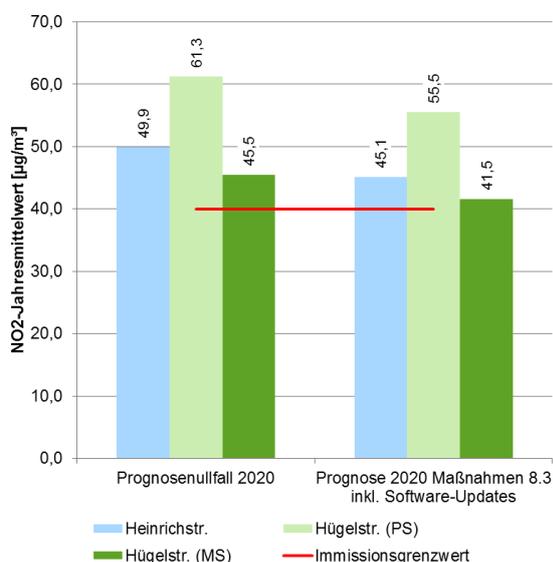


Abb. 41: Prognosenullfall und Wirksamkeiten der Maßnahmenpakete unter 8.3 inkl. Software-Updates gemeinsam für 2020

Das Bundesverwaltungsgericht hat in seinem Urteil vom 27. Februar 2018 [42] entschieden, dass Verkehrsbeschränkungen für hoch emittente Fahrzeuge unter Wahrung der Verhältnismäßigkeit zulässig sind, wenn nicht mit anderen Maßnahmen eine Grenzwerteinhaltung bis zum Jahr 2020 erreicht werden kann.

#### 8.5.1.1 Verkehrsbeschränkungen Ottomotoren ≤ Euro 2 und Dieselmotoren ≤ Euro 4/IV

Für die älteren, in den grünen Umweltzonen aber immer noch zulässigen Fahrzeuge führt das Bundesverwaltungsgericht aus: „*Hinsichtlich der Dieselfahrzeuge, die nur die Anforderungen der Abgasnorm Euro 4 erfüllen, sowie hinsichtlich der benzin- oder gasbetriebenen Ottomotoren unterhalb der Abgasnorm Euro 3 bedarf es keiner Übergangsfristen.*“

#### 8.5.1.2 Verkehrsbeschränkungen Ottomotoren ≤ Euro 2 und Dieselmotoren ≤ Euro 5/V

Das Bundesverwaltungsgericht hat selbst ein Fahrverbot für Euro-5/V-Dieselfahrzeuge als verhältnismäßig angesehen, wenn es als zonenbezogenes Fahrverbot nicht vor dem 1. September 2019 und nur, falls mit anderen Maßnahmen eine Grenzwerteinhaltung 2020 nicht erreicht werden kann. Wörtlich dazu aus dem Urteil vom 27. Februar 2018: „*Bei der Bemessung der Frist hat der Senat berücksichtigt, dass für 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.*“

Darüber hinaus führt das Gericht aus: „*Eigentümer von Dieselfahrzeugen, die zwischen dem 1. Januar 2009 und dem 31. August 2014 Dieselfahrzeuge der Abgasnorm Euro 5 erworben haben, ist dagegen mit Blick auf das höhere Alter und die höhere Fahrleistung (im Vergleich zu Euro-6/VI-Fahrzeugen) und den daraus resultierenden geringeren Restwert der Fahrzeuge, eine Einschränkung der Nutzbarkeit durch Verkehrsverbote grundsätzlich zuzumuten.*“

#### 8.5.2 Streckenbezogene Verkehrsbeschränkungen und zusätzliche verkehrlenkende Maßnahmen zur Entlastung der Hügelsstraße

In den Kapiteln 6.2 und 8.1.1 wurde dargelegt, dass sich die NO<sub>2</sub>-Grenzwertüberschreitungen auf nur wenige Straßenabschnitte im Stadtgebiet Darmstadt beschränken. Im Jahr 2020 werden gemäß Prognose hiervon nur noch Teile der Heinrich- und Hügelsstraße betroffen sein. Zonale Verkehrsbeschränkungen sind demnach nicht erforderlich. Daher werden streckenbezogene Verkehrsbeschränkungen auf Abschnitten der Heinrich- und der Hügelsstraße festgesetzt. Diese werden im Folgenden vorgestellt und erläutert.

Aufgrund der sehr hohen Überschreitung des Grenzwertes an der Hügelsstraße (PS) sind weitere ergänzende verkehrlenkende Maßnahmen erforderlich, die das Verkehrsaufkommen auf der Hügelsstraße insgesamt verringern.

### 8.5.2.1 Festlegung der Straßenabschnitte mit Verkehrsbeschränkungen

In erster Linie müssen die Straßenabschnitte, die mit Verkehrsbeschränkungen für hoch emittente Fahrzeuge belegt werden, so festgelegt werden, dass alle belasteten Straßenzüge mit angrenzender Wohnbebauung erfasst sind.

Aufgrund verkehrstechnischer Belange, ist es jedoch erforderlich, die Abschnitte sowohl auf der Heinrich-, als auch auf der Hülgelstraße etwas weiter zu fassen. Die gemäß Prognose 2020 noch von Überschreitungen des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes betroffenen Straßenabschnitte sind in Kapitel 8.1.1 benannt worden.

Die streckenbezogenen Verkehrsbeschränkungen werden davon abweichend wie folgt festgelegt:

- Heinrichstraße zwischen Heidelberger Straße und Karlstraße sowie
- Hülgelstraße zwischen östlicher Tunnelausfahrt und Karlstraße.

Abb. 42 stellt die betreffenden Straßenabschnitte auf einer Übersichtskarte dar.

Die Länge des Abschnitts mit Verkehrsbeschränkungen auf der Heinrichstraße beträgt etwa 640 m, während der Abschnitt der Hülgelstraße bei einer Länge von etwa 330 m liegt.

Grundsätzlich gilt, dass die seit 1. November 2015 bestehende Umweltzone sowie das geltende Lkw-Durchfahrtsverbot von den Regelungen der streckenbezogenen Verkehrsbeschränkungen unberührt bleibt. Innerhalb der fortbestehenden Umwelt- und Lkw-Durchfahrtsverbotzone gelten folglich sämtliche mit ihnen eingeführten Verkehrsbeschränkungen fort. Lediglich auf den Straßenabschnitten der Heinrich- und der Hülgelstraße gelten darüber hinaus die im Folgenden dargestellten ergänzenden Verkehrsbeschränkungen.

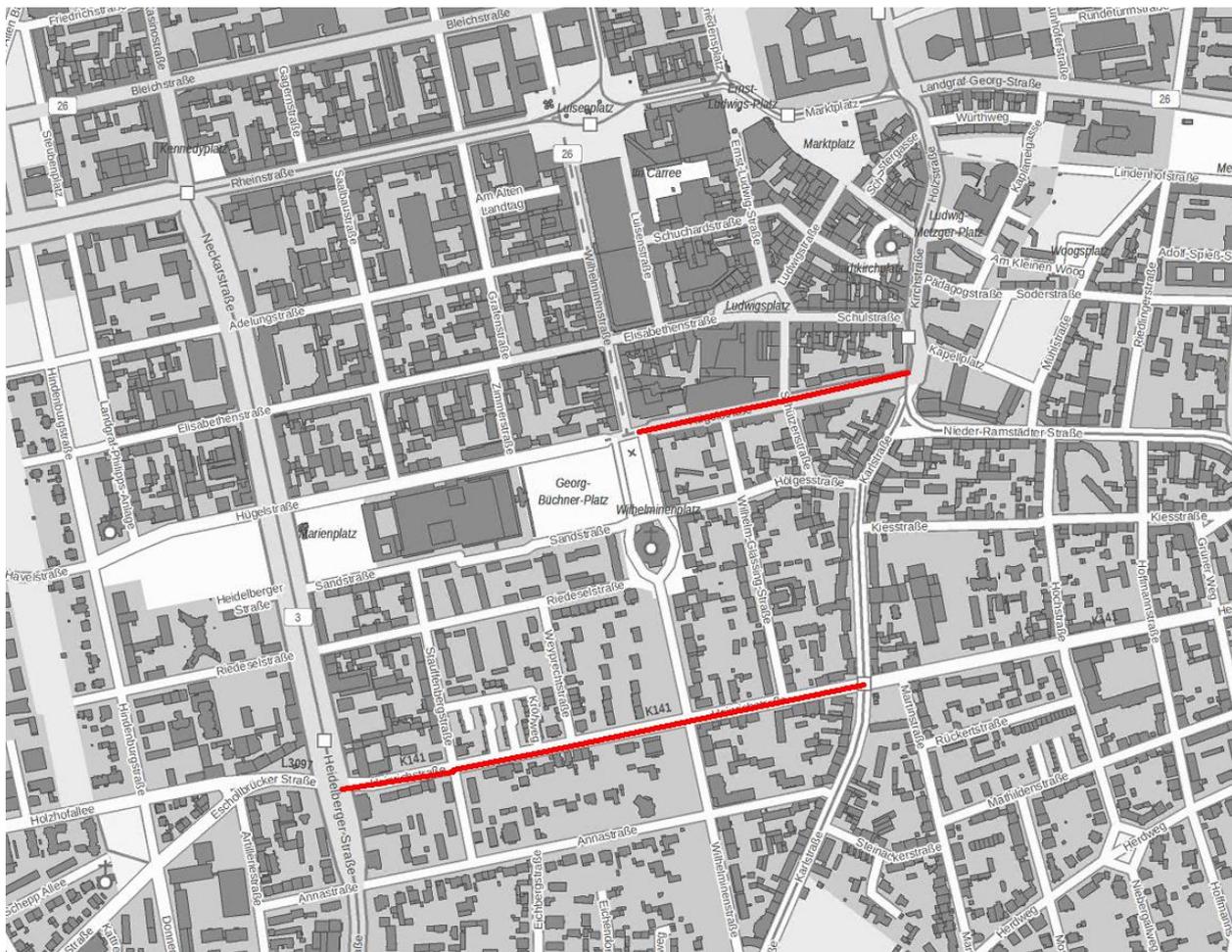


Abb. 42: Straßenabschnitte auf der Heinrich- und der Hülgelstraße, für die Verkehrsbeschränkungen für besonders emittente Fahrzeuge gelten; Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2018

### 8.5.2.2 Festlegung der von Verkehrsbeschränkungen betroffenen Fahrzeuge

Die Verkehrsbeschränkungen gelten

- auf der Heinrichstraße für Dieselfahrzeuge der Euronormen 1/I bis 5/V und der Ottofahrzeuge der Euronormen 0 bis 2 sowie
- auf der Hängelstraße für Dieselfahrzeuge der Euronormen 1 bis 5 und der Ottofahrzeuge der Euronormen 0 bis 2.

Unter bestimmten Voraussetzungen sind Ausnahmen von diesen Verkehrsbeschränkungen vorgesehen, die in Kapitel 8.5.2.9 detailliert erläutert werden.

Während es dadurch auf der Heinrich- und der Hängelstraße zu einer Verringerung des Verkehrsaufkommens kommt, erhöht sich zwangsläufig die Verkehrsbelastung auf den Ausweichrouten. Selbstverständlich müssen die Auswirkungen dieser Ausweichverkehre untersucht werden, da hierdurch an keiner Stelle eine neue Grenzwertüberschreitung eintreten darf. Die entsprechenden Prognoserechnungen haben gezeigt, dass aufgrund von Ausweichverkehren keine Grenzwertüberschreitungen an anderer Stelle zu befürchten sind (vgl. detaillierte Darstellung in 8.5.2.6).

### 8.5.2.3 Erkennen der Euronorm des eigenen Fahrzeugs

Um zu erkennen, ob das eigene Fahrzeug von den Verkehrsbeschränkungen betroffen ist, bzw. welcher Euronorm es zugeordnet ist, ist die Eintragung der Emissionsschlüsselnummer im Fahrzeugschein oder der Zulassungsbescheinigung ausschlaggebend.

Wo die Emissionsschlüsselnummer auf einem vor dem 1. Oktober 2005 ausgestellten Fahrzeugscheinen zu finden ist zeigt Abb. 43 während Abb. 44 die nach dem 1. Oktober 2005 Zulassungsbescheinigungen darstellt.

Abb. 43: Kennzeichnung der Emissionsschlüsselnummer bei vor dem 1. Oktober 2005 ausgestellten Fahrzeugscheinen

Abb. 44: Kennzeichnung der Emissionsschlüsselnummer bei nach dem 1. Oktober 2005 ausgestellten Zulassungsbescheinigungen

Die Emissionsschlüsselnummer lässt die Zuordnung zu einer Euronorm zu:

- Euro 6: 36NO – 36YO
- Euro 5: 35AO – 35MO
- Euro 4: 32, 33, 38, 39, 43, 62-70
- Euro 3: 30, 31, 36, 37, 42, 44-61
- Euro 2: 25-29, 34, 35, 40, 41, 49, 71
- Euro 1: 01-04, 09, 11-14, 16, 18, 21, 22, 77
- Sonstige: 00, 05-08, 10, 15, 17, 19, 20, 23, 24, 88

Auch der Nachweis einer Hardwarenachrüstung erfolgt durch Eintragung in den Fahrzeugschein. Näheres dazu ist in Kapitel 8.5.2.9.1 erläutert.

#### 8.5.2.4 Zusätzliche verkehrslenkende Maßnahmen zur Verringerung der Verkehrsmengen auf der Hängelstraße

Da die NO<sub>2</sub>-Belastungssituation an der Hängelstraße (PS) erheblich oberhalb des Immissionsgrenzwertes liegt, sind neben Verkehrsbeschränkungen für besonders stark emittierende Fahrzeuge weitere Maßnahmen erforderlich, um das Verkehrsaufkommen dort insgesamt deutlich zu reduzieren.

Folgende Maßnahmen sind daher in Ergänzung zu Verkehrsbeschränkungen im Bereich der Hängelstraße umzusetzen:

- I. 1 statt 2 Fahrstreifen mit Tempo 30 in der Zufahrt des Citytunnels vom Mathildenplatz.
- II. 2 statt 3 Fahrstreifen mit Tempo 30 im Citytunnel.
- III. 2 statt 3 Fahrstreifen mit Tempo 30 im Bereich östliche Ausfahrt Citytunnel Hängelstr. bis Schützenstr.
- IV. Wegnahme eines Fahrstreifens an der Aufweitung der westlichen Hängelstr. am Knotenpunkt Hängelstr. / Neckarstr.

Zur Veranschaulichung sind die Einzelmaßnahmen in Abb. 45 auf einer Karte dargestellt.

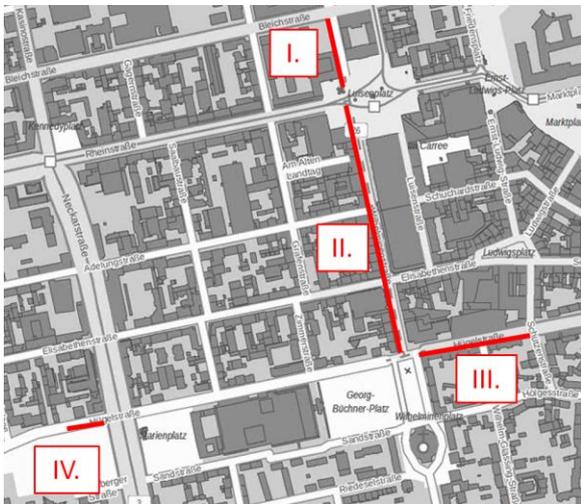


Abb. 45: Maßnahmen zur Verkehrsreduzierung Hängelstraße; Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2018

Durch diese Maßnahmen kommt es gegenüber streckenbezogenen Verkehrsbeschränkungen zu einer zusätzlichen Verringerung des Gesamtverkehrsaufkommens auf Hängelstraße. Dadurch erhöht sich folglich auch die Verkehrsbelastung auf den Ausweichrouten zusätzlich.

#### 8.5.2.5 Beschilderung

Zur Anordnung der Verkehrsbeschränkungen und der zusätzlichen verkehrslenkenden Maßnahmen ist eine entsprechende Beschilderung erforderlich.

Die Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit im Bereich des Wilhelminentunnels (Citytunnels) (vgl. 8.5.2.4) erfolgt mittels Zeichen 274-30 StVO (Zulässige Höchstgeschwindigkeit 30 km/h).

Die Festlegung der Verkehrsbeschränkungen in der Heinrichstraße (zwischen Heidelberger Straße und Karlstraße sowie in umgekehrter Fahrtrichtung) und der Hängelstraße (zwischen Tunnelausfahrt und Karlstraße) (vgl. 8.5.2.2) sowie die Vorankündigungen des jeweiligen Verkehrsbeschränkungen erfolgt durch folgende Beschilderung:

- In der Heinrichstraße mittels Zeichen 251 StVO (Verbot für Kraftwagen) mit Zusatzzeichen "Diesel bis Euro 5/V und Benziner bis Euro 2" sowie
- in der Hängelstraße mittels Zeichen 251 StVO (Verbot für Kraftwagen), mit Zusatzzeichen "Diesel bis Euro 5 und Benziner bis Euro 2".

Abb. 46 bis Abb. 48 stellen die entsprechenden Beschilderungen dar während in Abb. 49 die Aufstellorte der Schilder auf einer Karte dargestellt wird.



Abb. 46: Zeichen 274-30 StVO im Bereich des Wilhelminentunnels



**Diesel bis Euro 5/V**  
**und**  
**Benziner bis Euro 2**

Abb. 47: Beschilderung für die Heinrichstraße zwischen Heidelberger Straße und Karlsstraße sowie in umgekehrter Fahrtrichtung



**Diesel bis Euro 5**  
**und**  
**Benziner bis Euro 2**

Abb. 48: Beschilderung für die Hügelstraße zwischen Tunnelausfahrt und Karlsstraße sowie in umgekehrter Fahrtrichtung

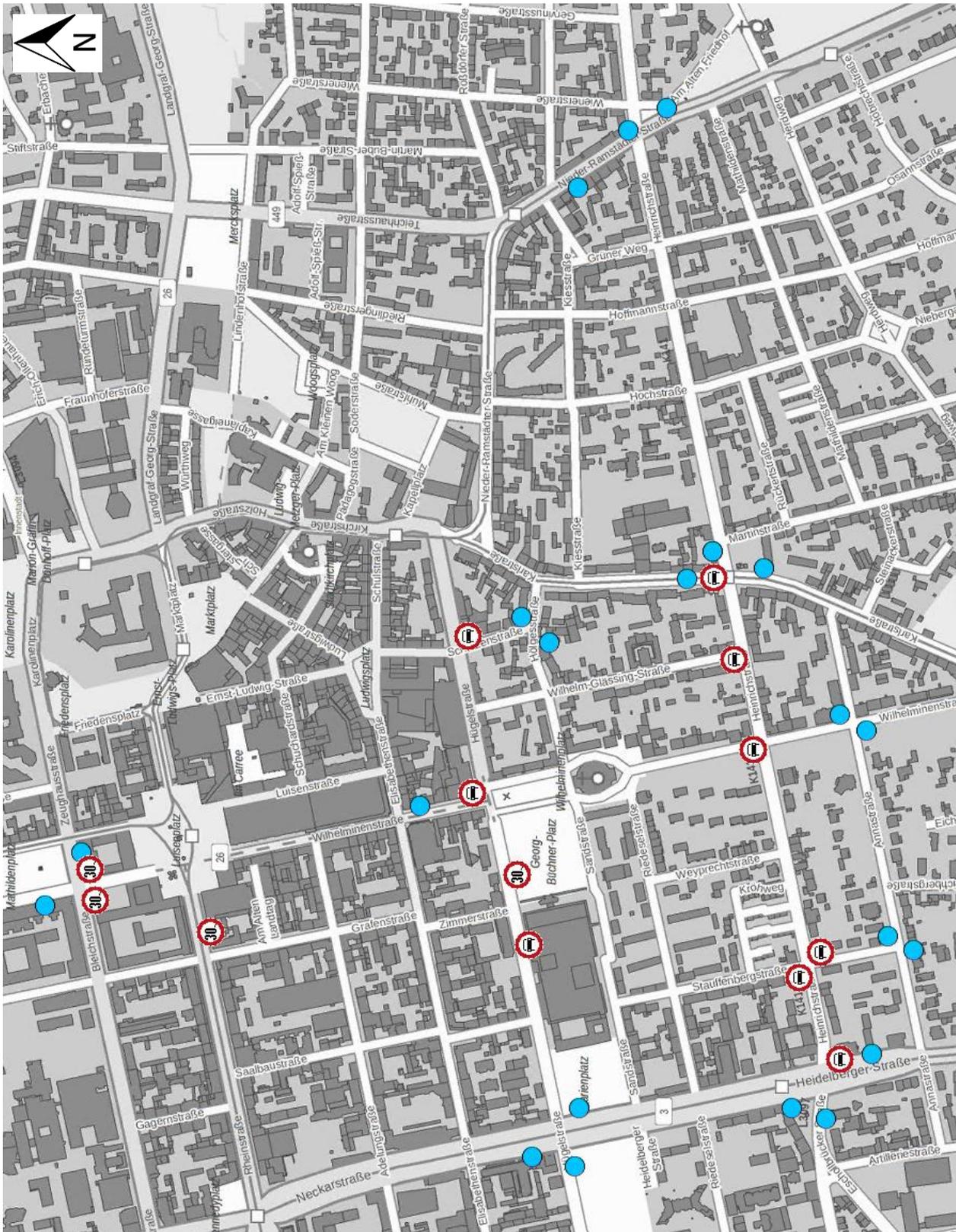


Abb. 49: Beschilderungskonzept für Tempo-30-Anordnung, Verkehrsbeschränkungen und Vorankündigung der Verkehrsbeschränkungen;

-  Tempo-30-Anordnung
  -  Verkehrsbeschränkungen
  -  Vorankündigung der Verkehrsbeschränkungen;
- Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2018

### 8.5.2.6 Voruntersuchungen zu den Auswirkungen des Maßnahmenpaketes auf den Ausweichrouten

Verkehrsbeschränkungen die Verkehrsverlagerungen zur Folge haben, können nur dann angeordnet werden, wenn die Mehrbelastung andernorts nicht zu neuen Grenzwertüberschreitungen führt.

Bevor die immissionsseitige Minderungswirkung in den von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Straßenabschnitten dargestellt wird, soll die Immissionssituation auf den Ausweichstrecken betrachtet werden, die sich aufgrund der neuen Verkehrssituation einstellen.

Hierfür wird im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung neben den verkehrslenkenden Maßnahmen, eine Sperrung für alle Diesel-Pkw und LNfz (einschließlich Euronorm 6) auf den Straßenabschnitten der Heinrich- und der Hügelsstraße angesetzt.

Diesel-Pkw machen gemäß HBEFA 3.3 etwa die Hälfte aller Pkw-Fahrten im urbanen Bereich aus. Eine Sperrung für diese Fahrzeuggruppe hätte demnach auch die maximal denkbare Verlagerung und damit einhergehende Zusatzbelastung auf den Ausweichrouten zur Folge. Wegen des Risikos, dass der Schwerverkehr auf dafür ungeeignete Straßen ausweichen könnte und weil über den Citytunnel ein Großteil der Belieferungen der Stadt erfolgt, werden für die Hügelsstraße keine zusätzlichen Verkehrsbeschrän-

kungen des Schwerverkehrs angesetzt. Es gilt jedoch weiterhin die übergeordnete Lkw-Durchfahrtsverbotszonenregelung.

Da auf der Heinrichstraße in Teilen ohnehin ein generelles Lkw-Fahrverbot und in Teilen ein Lkw-Fahrverbot mit Ausnahme für den Lieferverkehr angeordnet ist, würden durch Verkehrsbeschränkungen daher ohnehin keine entscheidungserheblichen zusätzlichen Lkw-Ausweichverkehre entstehen. Die sich einstellenden Verkehrsverlagerungen werden mit Hilfe des Verkehrsmodells der Stadt Darmstadt untersucht.

Abb. 50 stellt zunächst die verkehrlichen Verlagerungseffekte durch die beschriebenen Verkehrsbeschränkungen gemäß der Simulation des Verkehrsmodells der Stadt Darmstadt dar. In den grün dargestellten Straßenabschnitten stellt sich eine Abnahme, in den dunkel roten Abschnitten eine Zunahme des Verkehrsaufkommens ein. Die Breite der Linie repräsentiert dabei das (relative/prozentuale) Ausmaß der Zu- bzw. Abnahme.

Die Abbildung lässt erkennen, dass es aufgrund des Maßnahmenpaketes in vielen Teilen der zentralen Innenstadt zu einer deutlichen Verkehrsentslastung kommt. Gleichzeitig fallen die Verkehrszunahmen in weiten Teilen (insbesondere in ebenfalls relativ hoch belasteten Abschnitten) vergleichsweise moderat aus.

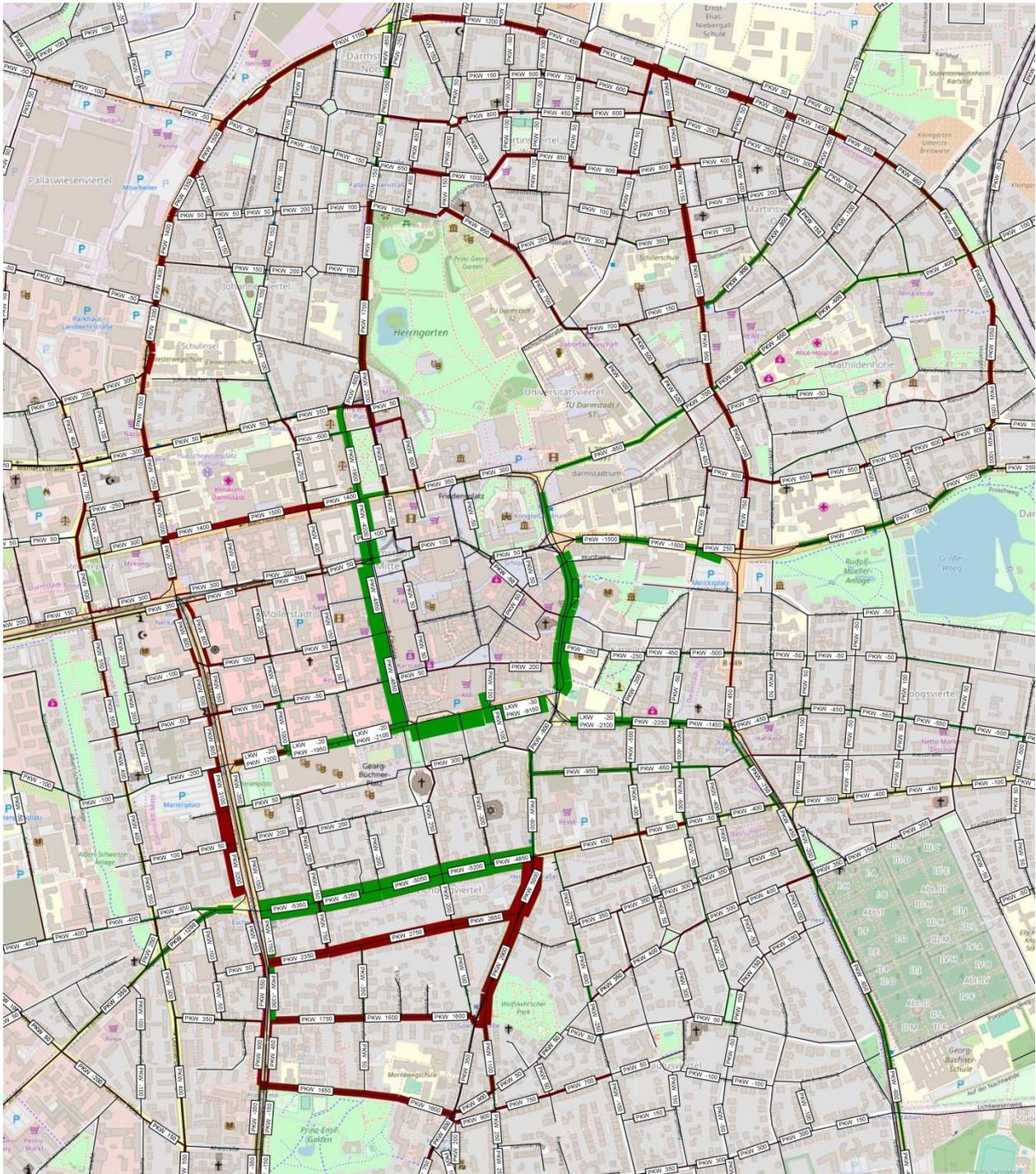


Abb. 50: Differenznetz Nullfall / Planfall bei Verkehrsbeschränkungen für sämtliche Diesel-Pkw/LNfz auf den von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Straßenabschnitten Heinrich- und Hügelsstraße sowie weiterer verkehrslenkender Maßnahmen; Kartengrundlage: Openstreetmap ([www.openstreetmap.org](http://www.openstreetmap.org)), ODbL 1.0

In einem nächsten Schritt wird geprüft, ob durch die Umfahrungen der mit Verkehrsbeschränkungen belegten Straßenabschnitte im Stadtgebiet Darmstadt Zusatzverkehre von relevantem Umfang in Bezug zum Gesamtverkehrsaufkommen entstehen. Falls die Mehrkilometer der Umwegverkehre so hoch ausfallen würden, dass die

zusätzlichen  $\text{NO}_x$ -Emissionen eine signifikante Erhöhung der städtischen Hintergrundbelastung zur Folge hätten, müsste diese Erhöhung zusätzlich bei den weiteren Untersuchungen berücksichtigt werden.

Die Untersuchungen mit Hilfe des Verkehrsmodells haben ergeben, dass sich die tägliche Fahrleistung innerhalb des Stadtgebietes um + 4885 Pkw-Mehrkilometer pro Tag erhöhen würde. Dies entspricht etwa + 0,5 % der gesamten gefahrenen durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV) gegenüber dem Nullfall.

Da die Hintergrundbelastung in Darmstadt wie unter Kapitel 6.2 bereits erläutert im Vergleich zu anderen Städten relativ gering ist, kann davon ausgegangen werden, dass eine Erhöhung der Fahrleistung um 0,5 % im Hinblick auf die Erhöhung der NO<sub>x</sub>-Hintergrundbelastung zu vernachlässigen ist.

Auf Grundlage der aus der Simulation mittels Verkehrsmodell ermittelten Verkehrszahlen wird untersucht, wie sich die NO<sub>2</sub>-Immissionssituation auf den Umfahrungsrouten verschlechtern würde. Neben einer Erhöhung der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV) wird auf jenen Abschnitten, in denen die Erhöhung des Verkehrsaufkommens mehr als 5 % beträgt, zusätzlich auch eine Verschlechterung des Verkehrsflusses angesetzt.

Die maximale Zusatzbelastung wird auf dieser Grundlage auf einem Abschnitt der Karlsstraße zwischen Annastraße und Heinrichstraße festgestellt. Hier nimmt die NO<sub>2</sub>-Belastung im untersuchten Jahr 2020 deutlich um 6,7 µg/m<sup>3</sup> im Vergleich zum Prognosenullfall zu. Allerdings ist die Immissionssituation dort aufgrund der grundsätzlich sehr geringen Verkehrsstärke und der Bebauungssituation im Prognosenullfall relativ gering, sodass der die NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung hier durch die Umfahrungsverkehre auf 31,3 µg/m<sup>3</sup> steigt. Es steht an dieser Stelle also keine Überschreitung des Grenzwertes zu befürchten.

Auf einem bereits im Nullfall deutlich stärker belasteten Abschnitt der Kasinostraße zwischen Bleichstraße und Rheinstraße wird hingegen wesentlich weniger Umfahrungsverkehr verlagert, sodass die NO<sub>2</sub>-Belastung dort nur um 2,1 µg/m<sup>3</sup> steigt. Die Gesamtbelastung steigt

dadurch auf 36,7 µg/m<sup>3</sup>, was auch an dieser Stelle noch immer eine deutliche Unterschreitung des Grenzwertes bedeuten würde.

Auf der Zeughausstraße, für die im Analysenullfall 2017 noch eine Grenzwertüberschreitung berechnet wird, kommt es zu keinem Mehrverkehr, sondern zu einer geringfügigen Reduzierung des Verkehrsaufkommens. Diese hat dort sogar eine geringfügige Reduktion der NO<sub>2</sub>-Belastung von 0,8 % zur Folge.

Auch auf einem relativ stark belasteten Abschnitt östlichen Abschnitt der Heinrichstraße (zwischen Grüner Weg und Nieder-Ramstädter-Straße), für den keine Verkehrsbeschränkungen angesetzt werden, reduziert sich das Verkehrsaufkommen leicht. Gemäß Prognose führt dies zu einer Reduktion der NO<sub>2</sub>-Belastung um 1,1 %.

Tab. 22 gibt einen Überblick über die Wirkung des Maßnahmenpaketes auf einigen Straßenabschnitten, die nicht von Verkehrsbeschränkungen betroffenen sind unter dem Ansatz des Worst-Case-Szenarios.

Aus den Angaben der Tabelle ist zu erkennen, dass es aufgrund der Verkehrsverlagerungen durch das Maßnahmenpaket nicht zu Grenzwertüberschreitungen auf den Ausweichrouten kommt. Da hier wie oben bereits angesprochen ein Worst-Case-Szenario betrachtet wird, kann gefolgert werden, dass die Verkehrsbeschränkungen, die nicht sämtliche Diesel-Pkw und LNFz einbeziehen, geringere Auswirkungen auf den Ausweichrouten zur Folge haben. Zudem steigt die tägliche Fahrleistung in einem so geringen Umfang, dass eine Erhöhung der Hintergrundbelastung nicht signifikant ist.

Daneben führen die Maßnahmenpakete unter 8.3 ohnehin bereits zu deutlichen Minderungseffekten auch im übrigen Straßennetz. Dieser Umstand ist bei der vorangegangenen Betrachtung unberücksichtigt geblieben.

Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main, 3. Fortschreibung Teilplan Darmstadt

	Abschnitt		DTV Nullfall	DTV Planfall	NO2 [µg/m³] Nullfall	NO2 [µg/m³] Planfall
	zwischen...	und...				
Am Alten Bahnhof	Friedrichstr.	Bismarckstr.	13.760	14.209	25,2	25,7
Annastr.	Heidelberger Str.	Stauffenbergstr.	1.538	3.832	21,1	23,2
	Stauffenbergstr.	Wilhelminenstr.	1.766	4.750	21,1	23,4
	Wilhelminenstr.	Karlstr.	1.657	4.825	21,9	27,0
Bismarckstr.	Dolivostr.	Kasinostr.	6.749	6.129	23,3	23,1
	Kasinostr.	Sieboldstr.	12.767	12.469	27,4	27,3
	Wilhelm-Leuschner-Str.	Frankfurter Str.	8.328	8.382	24,0	24,0
	Mathildenplatz	Schleiermacherstr.	1.265	1.038	21,6	21,4
Bleichstr.	Steubenplatz	Kasinostr.	10.470	10.896	31,7	32,6
	Kasinostr.	Gagernstr.	16.685	18.053	30,5	31,9
	Gagernstr.	Grafenstr.	16.966	18.441	29,6	30,8
	Grafenstr.	Mathildenplatz	18.215	19.626	30,2	31,5
Dieburger Str.	Pützerstr.	Stiftstr.	8.485	8.210	27,1	26,9
Eschollbruecker Str.	Groß-Gerauer Weg	Kattreinstr.	14.928	14.629	26,9	26,8
Frankfurter Str.	Landwehrstr.	Alicenstr.	13.568	15.151	25,8	26,7
	Kahlertstr.	Pallaswiesenstr.	12.265	11.475	24,8	24,6
	Pallaswiesenstr.	Emilstr.	11.247	10.811	24,2	24,1
Goethestr.	Heidelberger Str.	Eichbergstr.	949	2.780	20,7	22,1
Heidelberger Str.	Sandbergstr.	Bessunger Str.	17.777	17.650	30,5	30,5
	Heinrichstr.	Riedeselstr.	22.141	25.898	27,6	31,0
	Riedeselstr.	Sandstr.	22.481	25.041	28,7	30,1
Heinheimer Str.	Dieburger Str.	Lautenschläger Str.	15.533	16.818	32,8	34,6
	Kaupstr.	Liebfrauenstr.	6.490	7.440	25,3	27,3
	Liebfrauenstr.	Rhönring	4.175	4.873	24,1	25,5
Heinrichstr.	Grüner Weg	Nieder-Ramstaedter-Straße	18.838	18.641	35,3	34,9
Herdweg	Klappacher Str.	Ohlystr.	2.313	1.232	24,6	22,6
Hermannstr.	Eichbergstr.	Freiberger Platz	2.932	4.579	21,9	24,1
Hindenburgstr.	Riedeselstr.	Hügelstr.	14.402	14.991	24,8	25,2
Holzstr.	Kirchstr./Große Bachgasse	Kleinschmidt-Steg	21.132	17.852	27,0	26,1
	Kleinschmidt-Steg	Landgraf-Georg-Str.	20.998	17.776	28,3	27,3
Huegelstr.	Neckarstr.	Saalbaustr.	11.632	12.214	24,2	24,6
	Saalbaustr.	Zimmerstr.	14.038	12.232	32,9	31,5
	Zimmerstr.	Tunnel Westportal	14.038	11.683	32,8	31,0

## Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main, 3. Fortschreibung Teilplan Darmstadt

	Abschnitt		DTV Nullfall	DTV Planfall	NO2 [µg/m³] Nullfall	NO2 [µg/m³] Planfall
	zwischen...	und...				
Karlstr.	Goethestr.	Annastr.	6.513	9.085	23,8	26,6
	Annastr.	Heinrichstr.	7.161	12.453	24,6	31,3
	Heinrichstr.	Hölgessstr.	6.456	5.934	25,0	24,6
	Hölgessstr.	Hügelstr.	6.216	5.606	24,6	24,2
	Hügelstr.	Schulstr.	21.076	17.293	23,7	23,1
Kasinostr.	Bleichstr.	Bismarckstr.	24.470	25.884	32,9	34,4
	Bleichstr.	Rheinstr.	26.232	28.537	34,6	36,7
	Bismarckstr.	Julius-Reiber-Str.	19.064	20.415	28,4	29,5
	Julius-Reiber-Str.	Landwehrstr.	26.519	28.165	29,6	30,7
	Wilhelm-Leuschner-Str.	Pallaswiesenstr.	29.128	31.012	28,4	29,4
Kirchstr.	Schulstr.	Große Bachgasse	21.492	18.049	32,3	30,7
Kranichsteiner Str.	Lichtenbergstr.	Taunusstr.	4.890	4.230	28,4	27,4
Landgraf-Georg-Str.	Schloßgraben/Holzstr.	Kaplaneigasse	20.531	18.766	30,3	29,7
	Fraunhofer Str.	Merckstr.	20.362	18.659	31,7	31,0
	Merckstr.	Teichhausstr./Pützerstr.	19.802	18.037	24,8	24,5
	Teichhausstr./Pützerstr.	Beckstr.	19.571	18.277	24,0	23,9
	Beckstr.	Dreibrunnenstr.	19.015	17.864	32,4	31,9
	Dreibrunnenstr.	Fiedler Weg	19.057	17.838	25,6	25,4
	Fiedler Weg	Schwarzwaldring/Hanauer Str.	23.932	23.924	29,0	29,0
Landskronstr.	Brüder-Knauß-Str.	Freiligrathstr.	16.075	15.125	29,1	26,4
Neckarstr.	Hügelstr.	Elisabeth Str.	19.942	22.464	27,0	29,8
Nieder-Ramstaedter-Str.	Mühlstr.	Riedlingerstr.	13.273	10.000	27,9	26,2
	Roßdorfer Platz	Kiesstr.	19.129	18.518	29,8	29,5
	Kiesstr.	Heinrichstr.	19.129	18.518	33,3	32,8
Puetzerstr.	Landgraf-Georg-Str.	Erbacher Str.	13.030	14.458	27,4	29,8
	Erbacher Str.	Dieburger Str.	12.160	13.688	28,2	31,5
Rheinstr.	Neckarstr.	Grafenstr.	12.432	12.547	28,4	28,5
	Grafenstr.	Luisenplatz	8.181	8.297	24,5	24,8
Rhoenring	Robert-Schneider-Str.	Mollerstr.	19.924	21.251	27,5	28,4
	Mollerstr.	Eckhardtstr.	21.397	22.839	28,6	29,6
	Eckhardtstr.	Arheiliger Str.	20.161	21.662	29,5	30,7
	Arheiliger Str.	Pankratiusstr.	21.538	23.097	30,2	31,5

	Abschnitt		DTV Nullfall	DTV Planfall	NO2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Nullfall	NO2 [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ] Planfall
	zwischen...	und...				
Schleiermacherstr.	Zeughausstr.	Bismarckstr.	2.635	2.844	23,6	24,1
Spessartring	Kranichsteiner Str.	Gutenbergstr.	15.064	16.208	27,5	28,5
	Gutenbergstr.	Alfred-Messel-Weg/Hohler Weg	15.095	16.236	27,2	28,1
	Alfred-Messel-Weg/Hohler Weg	Dieburger Str.	15.144	16.212	24,8	25,4
	Dieburger Str.	Hoetgerweg	14.494	15.826	22,3	22,6
Steubenplatz	Rheinstr.	Mornewegstr.	20.488	18.990	24,4	24,0
Teichhausstr.	Roßdorfer Platz	Soderstr.	14.589	15.589	28,3	29,3
Zeughausstr.	Luisenstr.	Schleiermacherstr.	27.484	26.980	36,7	36,4

Tab. 22: Wirkung der streckenbezogenen Verkehrsbeschränkungen auf ausgewählten, nicht von Verkehrsbeschränkungen betroffenen Straßenabschnitten in 2020

8.5.2.7 *Prognostizierte Wirkung des Maßnahmenpaketes Verkehrsbeschränkungen und verkehrslenkende Maßnahmen zur Verringerung der Verkehrsmengen*

Die verkehrlichen Verlagerungseffekte durch das Maßnahmenpaket gemäß der Simulation des Verkehrsmodells der Stadt Darmstadt sind in Abb. 50 dargestellt.

Die Verkehrsbeschränkungen gelten auf der Hügelstraße für Dieselfahrzeuge der Euronormen 1 bis 5 und für Ottofahrzeuge der Euronormen 0 bis 2 sowie auf der Heinrichstraße für Dieselfahrzeuge der Euronormen 1/I bis 5/V und für Ottofahrzeuge der Euronormen 0 bis 2

Es werden folgende Varianten untersucht und die jeweilige Wirkung miteinander verglichen:

- Keine Ausnahmen von den oben genannten Verkehrsbeschränkungen für nachgerüstete Kfz (Variante 1)
- Ausnahmen von den oben genannten Verkehrsbeschränkungen für nachgerüstete Kfz die im realen Fahrbetrieb weniger als 270 mg/km Stickoxid emittieren (Variante 2)
- Ausnahmen von den oben genannten Verkehrsbeschränkungen für nachgerüstete Kfz die im realen Fahrbetrieb weniger als 270 mg/km Stickoxid emittieren sowie pauschalen Ausnahmen für 20 % aller eigentlich nicht zulässigen Fahrzeuge (Variante 3)

Für den Umsetzungsgrad der Hardwareausrüstung werden 70 % der Diesel-Pkw-Euro-5 angesetzt. Die Wirksamkeit der Hardwareausrüstung wird mit 70 % im Vergleich zum ursprünglichen Emissionswert der Fahrzeuge angesetzt.

Tab. 23 vergleicht die Minderungswirkung der verschiedenen Szenarien des Maßnahmenpaketes für das Jahr 2020.

	NO <sub>2</sub> -Minderungswirkung im Vergleich zum Prognosenullfall 2020					
	Variante 1		Variante 2		Variante 3	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
Heinrichstraße	11,4	22,7	10,4	20,6	8,1	16,3
Hügelstraße (PS)	22,5	36,8	19,3	31,5	17,7	28,8
Hügelstraße (MS)	14,0	30,7	12,4	27,2	11,3	24,8

Tab. 23: Minderung der NO<sub>2</sub>-Immissionen der verschiedenen Szenarien des Maßnahmenpaketes Verkehrsbeschränkungen und verkehrslenkende Maßnahmen zur Verringerung der Verkehrsmengen

### 8.5.2.8 Festlegung des Regelungscharakters der Verkehrsbeschränkungen anhand des Abgasstandards der Fahrzeuge

Die Hardware-Nachrüstung relativ neuer Diesel-Kfz (Euronorm 5/V), deren Stickoxid-Ausstoß vor einer Nachrüstung im Realbetrieb dennoch deutlich oberhalb der Emissionsgrenzwerte liegt, ist nicht nur aus Sicht der Luftreinhaltung eine sehr sinnvolle Maßnahme. Zum einen kann der Stickoxid-Ausstoß der Fahrzeuge signifikant gesenkt werden, zum anderen können somit noch relativ neue Fahrzeuge auch emissionsseitig auf einen aktuellen Stand gebracht werden. Folglich wird ein Werterhalt gewährleistet und gleichzeitig verhindert, dass ein Fahrzeug, das grundsätzlich noch längere Zeit fahrtauglich wäre, wegen drohender Verkehrsbeschränkungen abgeschafft werden müsste.

Wären auch nachgerüstete Fahrzeuge von Verkehrsbeschränkungen betroffen, so würde jeglicher Anreiz zu einer freiwilligen Nachrüstung entfallen. Dies wiederum kann nicht im Sinne der Luftreinhaltung sein, weshalb Variante 1 (trotz der größten Minderungswirkung) für eine Umsetzung nicht in Frage kommt.

Variante 2 nimmt zwar nachgerüstete Fahrzeuge von den Verkehrsbeschränkungen aus, sieht allerdings keine weiteren Ausnahmen vor. Aus Gründen der Verhältnismäßigkeit sind jedoch weitere Ausnahmen vorzusehen.

Daher ist Variante 3 die umzusetzende Regelung. Allerdings müssen im Sinne der Luftreinhaltung insbesondere vor dem Hintergrund der derzeit noch sehr hohen Belastungssituation die Ausnahmen auf das absolut notwendige Minimum reduziert werden. Die Ausnahmeregelungen werden im Kapitel 8.5.2.9 vorgestellt.

Aus dem Vorgenannten lässt sich allerdings schließen, dass der Ansatz von 20 % Ausnahmen aller eigentlich nicht zulässigen Fahrzeuge sehr konservativ gewählt wurde. Tatsächlich ist davon auszugehen, dass weit weniger als 20 % Ausnahmen erforderlich werden. Dies bedeutet auch, dass die Minderungswirkung des Szenarios 3 wahrscheinlich höher ausfällt. Je weniger Ausnahmen gewährt werden, desto größer ist die Minderungswirkung.

Weiterhin ist der hier angesetzte Nachrüstungsgrad von 70 % der Diesel-Pkw-Euro-5 sehr hoch. Sofern eine geringere Anzahl von Diesel-Pkw-Euro-5 umgerüstet wird, dürfen auch weniger Pkw die von Verkehrsbeschränkungen betroffenen Straßenabschnitte befahren. Dies bedeutet, gleichzeitig auch eine insgesamt gerin-

gere Stickoxid-Belastung, da das Verkehrsaufkommen insgesamt reduziert wäre. Durch Hardwarenachrüstung lässt sich zwar das Emissionsverhalten von Dieselfahrzeugen deutlich reduzieren, dennoch werden sie dadurch bei weitem nicht emissionsfrei.

### 8.5.2.9 Ausnahmen von Verkehrsbeschränkungen

#### 8.5.2.9.1 Generelle Ausnahmen

##### I) Nachgerüstete Fahrzeuge

Nachgerüstete Fahrzeuge, die im realen Fahrbetrieb weniger als 270 mg/km Stickoxid emittieren, sind von den Verkehrsbeschränkungen ausgenommen. Die Anforderungen an die Hardware-Nachrüstungssysteme sowie der Nachweis ihrer Wirksamkeit wird in der Technischen Vorschrift „Technische Anforderungen an Stickoxid (NO<sub>x</sub>)-Minderungssysteme mit erhöhter Minderungsleistung für die Nachrüstung an Pkw und Pkw-ähnlichen Fahrzeugen (NO<sub>x</sub>MS-Pkw)“ vom 21. Dezember 2018 definiert [43].

Gemäß Ziffer 14.2 der Technischen Vorschrift sind der ordnungsgemäße Einbau aller Teile und die einwandfreie Funktion des Nachrüstsatzes

- a) von der anerkannten AU-Kraftfahrzeugwerkstatt, sofern diese die Nachrüstung selbst vorgenommen hat, auf einer Abnahmebescheinigung für Nachrüstsätze zur Vorlage bei der Zulassungsbehörde,
- b) durch einen amtlich anerkannten Sachverständigen oder Prüfer für den Kraftfahrzeugverkehr oder durch einen Kraftfahrzeugsachverständigen oder Angestellten nach Anlage VIIIb StVZO auf einer Abnahmebescheinigung für Nachrüstsätze zu bestätigen oder
- c) durch einen technischen Dienst gemäß § 13 Abs. 3 EG-FGV [44].

Gemäß Ziffer 4. der Anlage 3 der Technischen Vorschrift erfolgt der Nachweis über die Hardwarenachrüstung auch durch Eintragung in den Fahrzeugpapieren. So ist in der Zulassungsbescheinigung Teil I (Fahrzeugschein) im Feld 22 „Bemerkungen“ folgende Kennzeichnung aufzunehmen:

„NO<sub>x</sub>MS-Pkw mit erh. Minderungsleistung, Typ, KBA (ABE-Nr. eintragen), ab (Einbaudatum eintragen)“

Somit ist auch im Falle einer Verkehrskontrolle gewährleistet, dass eine rechtmäßige Befahrung

eines von Verkehrsbeschränkungen betroffenen Straßenabschnittes durch Vorlage des Fahrzeugscheins nachgewiesen werden kann.

### II) Zeitlich befristete Ausnahmen für Anwohner und Taxis

Folgende zeitlich befristete weitere Ausnahmen von den Verkehrsbeschränkungen werden gewährt:

1. Anwohner der Heinrich- und Hügelstraße in den jeweils auf ihren Wohnstraßen von Verkehrsbeschränkungen betroffenen Bereichen bis zum 30. Juni 2020. Sollten bis zum 31. März 2020 keine geeigneten Nachrüstsysteme für die betroffenen Fahrzeuge zur Verfügung stehen, verlängert sich die Frist um ein Jahr.
2. Taxis bis zum 30. Juni 2020.

### III) Fahrzeuge nach § 35 StVO

Fahrzeuge nach § 35 StVO sind von den Verkehrsbeschränkungen nicht betroffen. Hierunter fallen auch Dienstfahrzeuge der US-Streitkräfte. Da nicht alle US-Dienstfahrzeuge über Zulassungspapiere im Sinne eines deutschen Fahrzeugscheins verfügen, lässt sich die Zugehörigkeit ziviler Fahrzeuge zu den Streitkräften sowie deren Nutzung aus dienstlichen Gründen nicht aus dem Fahrzeugschein ableiten. Stattdessen werden für alle zivilen Dienstfahrzeuge, im Einklang mit den einschlägigen Dienstvorschriften der Streitkräfte, sogenannte "Motor Equipment Utilization Record" basierend auf dem Department of Defense Form 1970 (ähnlich einem Dienstfahrtenbuch), ausgestellt und sind in jedem Fahrzeug mitzuführen.

Die „Motor Equipment Utilization Record wird als für die Ausnahmeregelung erforderlicher Nachweis anerkannt.

### IV) Schwerbehinderter Personen

Fahrzeuge, mit denen Personen fahren oder gefahren werden, die über einen Parkausweis für besondere Gruppen schwerbehinderter Personen nach § 46 Abs. 1 Nr. 11 StVO verfügen und diesen gut sichtbar hinter der Windschutzscheibe auslegen sind von den Verkehrsbeschränkungen ausgenommen.

#### 8.5.2.9.2 Individuelle Ausnahmen

Unter den Voraussetzungen des § 1 Abs. 2 der 35. BImSchV [37] kann die zuständige Behörde den Verkehr mit Fahrzeugen zulassen, die eigentlich von Verkehrsbeschränkungen betroffen

sind. Voraussetzung ist das dies im öffentlichen Interesse liegt, insbesondere 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 über die Fristen unter 8.5.2.9.1 II) hinaus sowie ansässige Gewerbebetriebe der von Verkehrsbeschränkungen betroffenen Abschnitte der Heinrich- und Hügelstraße 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 Verkehrsbeschränkungen betroffenen Abschnitte der Heinrich- und Hügelstraße 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 22. Januar 2019 auf den Fahrzeughalter zugelassen.
- A.1.2 Eine Nachrüstung des Fahrzeugs, mit der die für die Befahrung der mit Verkehrsbeschränkungen belegten Straßenabschnitte erforderliche 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 erforderliche 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. Zum 1. Juli 2017 wurden die [Pfändungsfreigrenzen](#) [45] aktualisiert.

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 und Fahrten bei medizinischen Notfällen,

#### 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.

#### 8.5.2.9.3 [Antrag auf Ausnahmegenehmigung](#)

Für die genannten Ausnahmemöglichkeiten nach 8.5.2.9.2 A. ist grundsätzlich ein Antrag erforderlich. Anträge auf Ausnahmegenehmigungen können formlos schriftlich bei der

Straßenverkehrsbehörde Darmstadt  
Bessunger Straße 125  
64295 Darmstadt  
Telefon: 06151 / 13-0  
Fax: 06151 / 13-4425  
E-Mail:  
strassenverkehrsbehoerde@darmstadt.de

gestellt werden. 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 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).

Außerdem erhält keine Ausnahmegenehmigung, wer die formalen Bedingungen bei Antragstellung nicht erfüllt und die erforderlichen Unterlagen nicht vorlegt.

### 8.5.2.9.4 Kosten für Ausnahmegenehmigungen

Die Kosten für Entscheidung über eine Ausnahme nach § 1 Abs. 2 der 35. BImSchV (Kennzeichnungsverordnung) sind in der Anlage zur Verwaltungskostenordnung für den Geschäftsbereich des Ministeriums für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz [38] geregelt. Demnach liegt der Rahmen für die Gebühr für eine Ausnahmegenehmigung nach § 1 Abs. 2 der 35. BImSchV je Fahrzeug zwischen 10 bis 100 €.

Dafür ist folgende Staffelung vorgesehen:

- ▶ 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.

### 8.5.2.10 Nachrüstbarkeit

Unter welchen Voraussetzungen derzeit eine Hardwarenachrüstung eines Diesel-Kfz möglich ist, wird in Kapitel 8.4.2 dargelegt. Zu welchem Zeitpunkt für einen bestimmten Fahrzeugtyp ein passender Nachrüstsatz zur Verfügung steht und in welchem Umfang ggf. Kosten übernommen werden unterliegt aktuellen Entwicklungen.

Sofern vor Inkrafttreten des Plans neue Entwicklungen eingetreten sind, wird dies an dieser Stelle im endgültigen Plan dargestellt. Haltern von betroffenen Fahrzeugen wird empfohlen hierzu auch die aktuelle Berichterstattung zu

verfolgen und sich direkt an den Fahrzeughersteller zu wenden.

### 8.5.2.11 Konzept zur Überwachung der streckenbezogenen Verkehrsbeschränkungen

Das Überwachungskonzept besteht aus vier tragenden Säulen.

1. Die unter 8.3.8.1 aufgeführten Lkw Kontrollen werden fortgeführt und inhaltlich um das Thema Verkehrsbeschränkungen erweitert. Die Kontrollen finden unangekündigt an zwei wechselnden Wochentagen pro Monat statt.
2. In Abstimmung mit der Landespolizei werden Kontrollen durchgeführt, um anhand des Fahrzeugscheins oder der Zulassungsbescheinigung gezielt die in 8.5.2.3 genannten Emissionsschlüsselnummern zu überprüfen und im Falle eines Verstoßes entsprechende Ordnungswidrigkeitsverfahren einleiten zu können. Die Überwachung der Verkehrsbeschränkungen wird seitens der Landespolizei im Rahmen des Streifenendienstes durchgeführt. Solange aufgrund rechtlicher oder technischer Hindernisse keine automatisierte Überwachung nach 4. möglich ist, wird die Kommunalpolizei zusätzlich an wechselnden Tagen unangekündigte Kontrollen durchführen.
3. Im Rahmen der Ahndung von in den Sperrbereichen begangenen Ordnungswidrigkeiten (fließender und ruhender Verkehr) werden, in Ermangelung einer automatisierten Regelung, zunächst händisch die begangenen Verstöße gezielt auf die in 8.5.2.3 genannten Emissionsschlüsselnummern überprüft. Der ruhende Verkehr wird darüber hinaus regelmäßig und unabhängig von begangenen Ordnungswidrigkeiten auf diese Weise kontrolliert.
4. Die automatisierte Überwachung der Verkehrsbeschränkungen durch die in der Heinrichstraße und der Hügelstraße aufgestellten Überwachungssäulen wird umgesetzt, sobald die rechtlichen Voraussetzungen für die Einführung von automatisierter Überwachung von Verkehrsbeschränkungen vorliegen. Hierzu laufen mit dem Hersteller der Überwachungssäulen Abstimmungsgespräche, um im Rahmen eines Pilotprojekts eine datenschutzrechtlich abgesicherte Lö-

sung zu finden. Sollte aufgrund der rechtlichen Festsetzungen keine automatisierte Überwachung in fest installierten Säulen möglich sein, wird die Kommunalpolizei ersatzweise regelmäßig mobile Geräte zur automatisierten Überwachung einsetzen. Daneben wird bei Geschwindigkeits- bzw. Rotlichtverstößen in den Straßen mit Verkehrsbeschränkungen (in der Hängelstraße nur Geschwindigkeit) im Rahmen der Auswertung der durch die Säulen gewonnenen Daten eine Prüfung dahingehend erfolgen, ob es sich um ein berechtigt durchfahrendes Fahrzeug gehandelt hat.

### 8.5.2.12 Inkrafttreten der streckenbezogenen Verkehrsbeschränkungen

Die streckenbezogenen Verkehrsbeschränkungen treten zum 1. Juni 2019 in Kraft.

## 8.6 Maßnahmenüberblick und Prognose der NO<sub>2</sub>-Entwicklung

Die Wirksamkeit des vorgesehenen Maßnahmenpakets und der darüber hinaus untersuchten Maßnahmen wurde bereits in den jeweiligen Kapiteln unter 8.3 bis 8.5 dargestellt. In Abb. 51 wird nochmals ein Gesamtüberblick über die Wirksamkeit der einzelnen Maßnahmen im Vergleich gegeben.

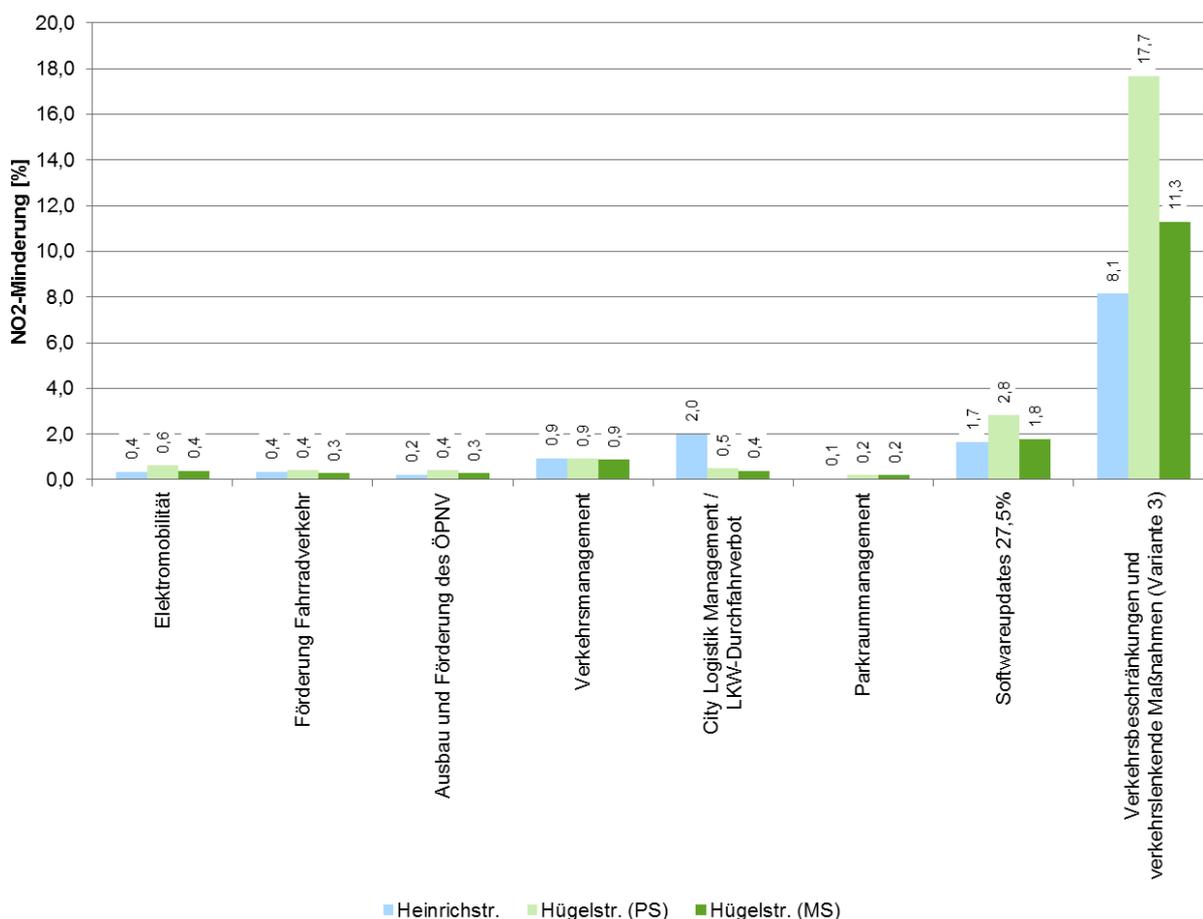


Abb. 51: Minderungswirkung der untersuchten Maßnahmen im Jahr 2020 im Verhältnis zum Prognosenullfall 2020

Nicht gesondert aufgeführt ist die Wirksamkeit von Hardwarenachrüstungen. Deren Wirkung ist jedoch im Maßnahmenpaket „Verkehrsbeschränkungen und verkehrslenkende Maßnahmen“ enthalten.

Durch die Umsetzung der Maßnahmen soll sichergestellt werden, dass an allen Straßen(abschnitten), die in 2017 messtechnisch oder rechnerisch von Grenzwertüberschreitungen betroffen waren, in 2020 der Immissions-

grenzwert für Stickstoffdioxid eingehalten werden kann.

Während Abb. 51 die verschiedenen Maßnahmen und Maßnahmenpakete in ihrer jeweiligen Einzelwirkung betrachtet, stellt Abb. 52 den Gesamteffekt der untersuchten Maßnahmen bei gemeinsamer Wirkungsentfaltung für 2020 dar. Dabei ist zu beachten, dass die jeweiligen Wirkungen der Einzelmaßnahmen nicht einfach aufsummiert werden können, da sie sich die Wirkungen teilweise gegenseitig relativieren. Die Summe der einzelnen Maßnahmenpakete würde die Gesamtwirkung aller Maßnahmen überschätzen. Für die Gesamtwirkung wird daher eine gesonderte Prognoserechnung durchgeführt.

Wie in der Abbildung zu erkennen ist, kann gemäß Prognose für den am stärksten belasteten

Abschnitt Hängelstraße (PS) eine Grenzwerteinhaltung in 2020 erreicht werden, wenn alle geplanten Maßnahmen umgesetzt werden.

Hierbei ist erneut darauf hinzuweisen, dass bei der Berechnung ein sehr konservativer Ansatz von 20 % Ausnahmen der eigentlich von Verkehrsbeschränkungen betroffenen Fahrzeuge angesetzt wurde. Aufgrund der strengen Ausnahmekriterien ist ein geringerer Anteil wahrscheinlich.

An der Heinrichstraße und auch dem Abschnitt Hängelstraße (MS) kann trotz des hohen Ansatzes für Ausnahmegenehmigungen der Grenzwert deutlich unterschritten werden.

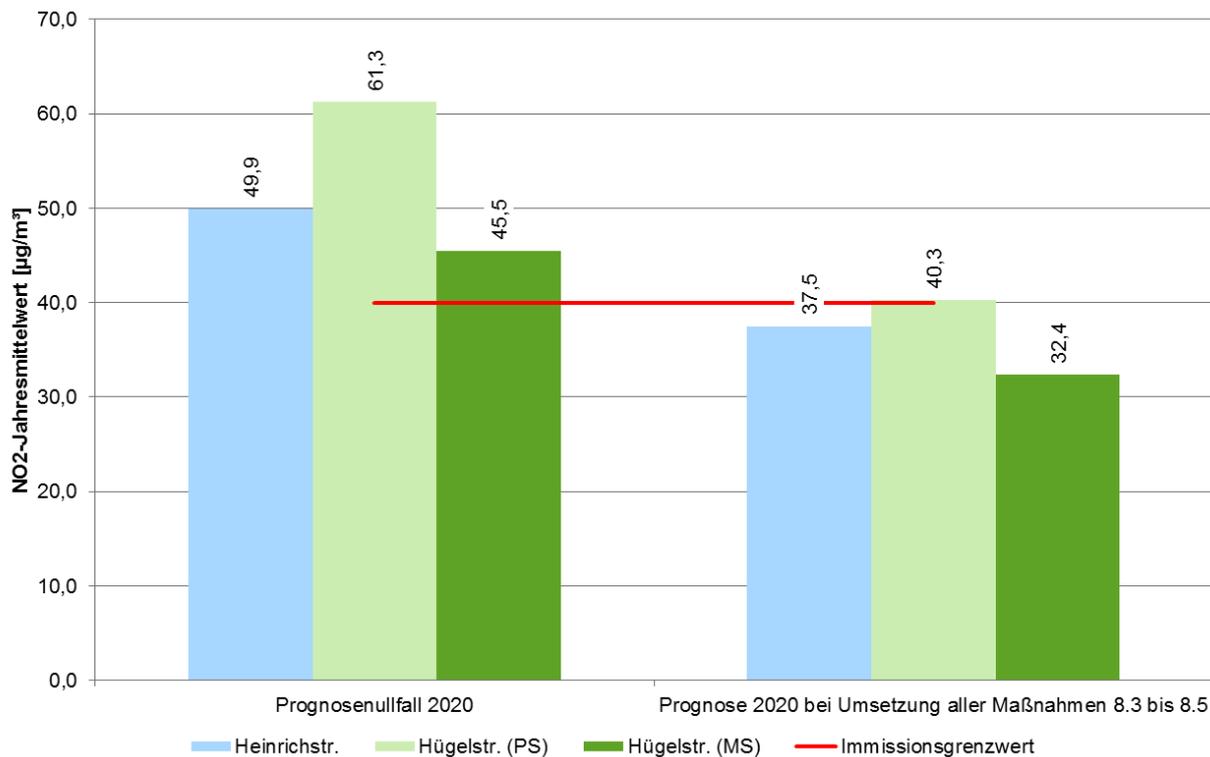


Abb. 52: Prognosenullfall und Wirksamkeiten der geplanten Maßnahmen für 2020

### 8.7 Überprüfung der Wirksamkeit der geplanten Maßnahmen

Prognosen enthalten immer gewisse Unsicherheiten. Daher ist es im Sinne des Gesundheitsschutzes notwendig die Wirksamkeit der geplanten Maßnahmen zeitnah zu überprüfen.

Diese Überprüfung wird auf Grundlage der NO<sub>2</sub>-Immissionswerte des zweiten Halbjahres 2019 zum 1. Februar 2020 durchgeführt.

Sollte sich herausstellen, dass unter Zugrundelegung der Werte des 2. Halbjahres 2019 bei Berücksichtigung einer meteorologischen Korrektur und Hochrechnung dieser Halbjahreswerte auf ein Gesamtjahr wider Erwarten eine Grenzwerteinhaltung im Stadtgebiet Darmstadt

nicht eintritt, werden von den zuständigen Behörden unverzüglich weitere geeignete Maßnahmen geprüft und jedenfalls solche ergänzenden Maßnahmen in einen unverzüglich fortzuschreibenden Luftreinhalteplan aufgenommen, die eine schnellstmögliche Grenzwerteinhaltung sicherstellen.

Gleiches gilt analog, wenn durch die Umsetzung der geplanten Maßnahmen wider Erwarten eine bisher nicht vorhandene Grenzwertüberschreitung an anderen Stellen im Stadtgebiet Darmstadt eintritt.

Sollte hingegen eine Überprüfung zeigen, dass mit den umgesetzten Maßnahmen eine Grenzwerteinhaltung eingetreten ist, so ist der Nachweis einer dauerhaften Grenzwerteinhaltung zu führen und der Nachweis zu erbringen, dass durch eine Außerkraftsetzung der Maßnahmen oder auch einzelner Maßnahmen keine neue Überschreitung prognostiziert wird.

## 9 Behandlung von Einwendungen

Fristgerecht gingen zehn Einwendungen/Anregungen im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung ein. Eine elfte Stellungnahme bezüglich Ausnahmeregelungen zu den Verkehrsbeschränkungen, wurde zwar nicht direkt als Einwendung zum Planentwurf vorgebracht, wird hier aber dennoch behandelt, da sie für den endgültigen Plan relevant ist. Folgende Punkte wurden angesprochen, wobei thematisch verwandte Punkte zusammengefasst wurden:

- Die ungeeignete Einteilung der Ballungsräume.
- Messstandorte in Darmstadt.
- Die Sinnhaftigkeit des Grenzwertes für die NO<sub>2</sub>-Konzentration in der Außenluft von 40 µg/m<sup>3</sup> und die diskutierte Absenkung des Immissionsgrenzwertes auf 30 µg/m<sup>3</sup>.
- Die Schätzung der Größe des verschmutzten Gebietes.
- Bewertung des Einflusses bzw. die Einbeziehung von Maßnahmen auf Seiten der Gebäudeheizung.
- Die Aktualität der angegebenen Emissions- und Immissionswerten.
  - Aktualität der gesamtstädtischen NO<sub>x</sub>-Emissionen.
  - Die Aktualität der Berechnungen zu Verursacheranteilen.
- Scheinbar inkonsistente Angaben zu Verursacheranteilen.
- Den Einsatz photokatalytischer Baustoffe.
- Weitere Prognoserechnungen im Luftreinhalteplan.
  - Eine Prognoserechnung zur Immissions-situation im Falle gesetzeskonformer Emissionswerte der Diesel-Kfz.
  - Zu den Verursacheranteilen des Straßenverkehrs.
- Weitere Maßnahmen im Verkehrsbereich.
  - Fehlende intelligente Ampelschaltungen.
  - Die Verlängerung der B 38.
  - Die Einrichtung einer „High-occupancy vehicle lanes“ bzw. „Transit lanes“ auf der B 26.
  - Die Installation von beweglichen Pollern in der Fußgängerzone.
- Pläne zur Verkehrsbeschränkung und verkehrslenkenden Maßnahmen.
  - Die Zunahme der Gesamt-Immissionsbelastung aufgrund der zu fahrenden Mehrkilometer.
  - Die mangelnde Eignung bzw. Kapazität der Ausweichrouten.
- Die Auswirkungen der Fahrspurreduzierungen und die geplante Nutzung dieser im Bereich der Hügelstraße.
- Die Forderung nach weiteren Messungen der NO<sub>2</sub>-Konzentration an gemäß Prognoserechnung stark belasteten Straßenabschnitten und daraus schlussfolgernd weitere Verkehrsbeschränkungen für diese Straßenabschnitte.
- Weitere verkehrslenkende Maßnahmen auf den Ausweichrouten.
- Die Aufstellung eines weiträumigen Umfahungskonzeptes für Innenstadtfeste.
- Das Beschilderungskonzept und die Ausweisung von Umleitungsempfehlungen für die verkehrsbeschränkten Straßenabschnitte.
- Die Ausnahmeregelungen zu den Verkehrsbeschränkungen.
- Die Förderung der Elektromobilität von Bundes- und Landesseite und das Elektromobilitätskonzept der Stadt Darmstadt.
- Maßnahmen im Bereich Förderung des Fahrradverkehrs.
  - Ein Gesamtkonzept zur Förderung des Fahrradverkehrs
  - Die Einrichtung des Fahrradstreifens auf der Heinrichstraße.
  - Einen Radweg von Roßdorf nach Darmstadt.
  - Der Fahrbahnreduzierungsversuch auf der Rheinstraße.
- Die Maßnahmen zum Parkraummanagement
  - Das Konzept zur Parkraumbewirtschaftung und dessen Auswirkungen auf den Handel in der Stadt.
  - Das Smart-Parking-Projekt.
  - Den Ausbau von P+R-Anlagen.
  - Mangelnde Ahndung von falsch geparkten Kfz.
- Die automatische Überwachung des Lkw-Durchfahrverbotes.
- Die Berücksichtigung des Einflusses des Luftverkehrs.
- Den Ausbau der Odenwaldbahn zur Bewältigung der Pendlerströme.
- Fehlende Angaben zum betrieblichen Mobilitätsmanagement.
- Monitoring-Systeme für den Green City Plan und zur Umsetzung der Maßnahmen im Bereich Fahrradverkehr.
- Fehlende Angaben zum Betrieblichen Mobilitätsmanagement.
- Die Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen.

Auf die genannten Punkte wird im Folgenden eingegangen.

### 9.1 Ungeeignete Einteilung der Ballungsräume

Wie schon im Rahmen der Öffentlichkeitsbeteiligung zum Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main, 2. Fortschreibung Teilplan Darmstadt, wurde eine Änderung der Grenzen des Ballungsraumes gefordert. Die Änderung solle dergestalt sein, dass auch Teile Südhessens, aus bzw. zu denen signifikante Pendlerströme fließen, in das Betrachtungsgebiet fallen. Die bestehende Einteilung verhindere, dass Maßnahmen mit lokalem Bezug auf Darmstadt in ihren Auswirkungen auch das davon stark beeinträchtigte Umland berücksichtigen.

Entsprechend der letzten Fortschreibung, kann keine Notwendigkeit zur Neufestlegung des Ballungsraumes erkannt werden. Die hessischen Ballungsräume und Gebiete wurden in dieser Form erstmalig durch das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) im Jahr 2002 ausgewiesen. Die Einteilung wird regelmäßig überprüft, wobei sich die bisherige Einteilung bewährt hat.

Alle hessischen Kommunen werden unabhängig von ihrer Zugehörigkeit zu einem Gebiet oder Ballungsraum im Hinblick auf die Luftschadstoffbelastung gleich behandelt. Dort wo sich der Verdacht einer Grenzwertüberschreitung ergibt, wird zunächst durch Berechnungen, dann durch Messungen verifiziert, ob sich der Verdacht bestätigt. Anschließend sind Maßnahmen festzusetzen, die gegen die Emittenten entsprechend dem Verursacheranteil gerichtet sein müssen.

Der Verkehr in Darmstadt ist Hauptverursacher der Stickstoffdioxidbelastung. Die in diesem Plan festgesetzten Verkehrsbeschränkungen sind die wesentliche Maßnahme, die eine Beeinträchtigung für einige Verkehrsteilnehmer bedeutet. Die verkehrlichen Auswirkungen indes bleiben auf die Stadt Darmstadt selbst beschränkt.

Da es sich um nur kurze, streckenbezogene Verkehrsbeschränkungen handelt, sind (auch für Pendler) Umfahrungen dieser Abschnitte zumutbar. Sofern sich ein Ziel direkt in einem betroffenen Abschnitt befindet, sind unter den Voraussetzungen unter Ziffer 8.5.2.9 Ausnahmen möglich. Eine andere Einteilung des Ballungsraums hätte auf diese Regelungen keinen Einfluss.

### 9.2 Messstandorte in Darmstadt

Mehrfach wurde angemerkt, dass die Messstandorte an der Hängelstraße nicht repräsentativ seien und daher nicht den Vorgaben nach Anlage 3 der 39. BImSchV entsprechen würden. Hierbei war nicht immer zweifelsfrei zu erkennen, ob damit beide Messstandorte oder lediglich die Messstation (DEHE040) bzw. der Passivsammlerstandort (DEHE132 / DaH8) gemeint war. Es wurde zudem bemängelt, dass eine wirklich repräsentative Messstelle zum Beispiel auf dem Luisenplatz fehle.

Bereits unter Ziffer 1.3.6 wurde im Entwurf zum Luftreinhalteplan dargelegt, dass der Passivsammlerstandort (DEHE132 / DaH8) konform mit den Anforderungen der 39. BImSchV errichtet wurde.

Die Diskussion über die deutschland- bzw. EU-weiten Standorte zur gebietsbezogenen Bestimmung der Luftqualität wird bereits seit längerem immer wieder von neuem begonnen und scheint nicht abzubrechen. Daher hat das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) die TÜV Rheinland Energy GmbH beauftragt, eine deutschlandweite Prüfung auf Einhaltung der rechtlichen Vorgaben bei den kleinräumigen Ortsbestimmungen aller verkehrsbezogenen NO<sub>2</sub>-Probenahmestellen, die im Jahr 2017 oder – soweit Messwerte verfügbar – im Jahr 2018 eine Überschreitung des Jahresgrenzwertes für NO<sub>2</sub> auswiesen, durchzuführen.

Der abschließende Bericht hierzu wurde zwar noch nicht veröffentlicht, die Beurteilung des TÜV zu den in Hessen untersuchten Standorten liegt der Landesregierung jedoch bereits in Form eines Zwischenberichtsentwurfs vor. Demnach erfüllen beide Messstandorte an der Hängelstraße sämtliche gesetzlichen Anforderungen.

Im Rahmen dieses Zwischenberichts fanden noch keine Ortsbesichtigungen der Messstandorte statt, diese werden im weiteren Verlauf der Überprüfung durchgeführt. Der Bericht beruht auf den Messstellendokumentationen des HLNUG und hat diese auf Vollständigkeit und Konsistenz in Bezug auf die kleinräumigen Anforderungen nach 39. BImSchV Anlage 3, Buchstabe C geprüft. Eine Prüfung der Dokumentation nach 39. BImSchV Anlage 3, Buchstabe B wird im weiteren Verlauf des Projektes – soweit anhand der Dokumentation möglich – durchgeführt. Im Zwischenberichtsentwurf wurde zunächst geprüft, welche Informationen von den einzelnen Bundesländern vorliegen, um eine

Beurteilung der Kriterien nach Anlage 3 Buchstabe B der 39. BImSchV vorzunehmen.

Der Endbericht wird zu gegebener Zeit veröffentlicht und wird dann für alle interessierten Bürgerinnen und Bürger einsehbar sein.

Die Beurteilung der Luftqualität erfolgt in Darmstadt messtechnisch aktuell bereits an vier Standorten (vgl. Kap. 1.3). Drei dieser Standorte bilden dabei Verkehrsschwerpunkte ab, die zeigen wie sich die maximale Belastung für Teile der Darmstädter Bevölkerung darstellt. Die Station in der Rudolf-Müller-Anlage bildet den städtischen Hintergrund ab und steht damit für die durchschnittliche Luftqualität in Darmstadt. Die Aufstellung einer weiteren Messstation ist damit nicht erforderlich.

### 9.3 Sinnhaftigkeit des bestehenden Grenzwertes und die diskutierte Absenkung des Grenzwertes

Genährt von der über die Medien geführten Diskussion zum geltenden NO<sub>2</sub>-Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel wurde angemerkt, dass dieser mittlerweile nicht mehr nachvollzogen werden könne. Eine Gruppe von mehr als 100 Lungenärzten hatte im Januar 2019 den gesundheitlichen Nutzen der Grenzwerte für NO<sub>2</sub> angezweifelt. In der Einwendung wurde auf entsprechende Belastungen durch das Verbrennen von Kerzen oder den Betrieb eines Gasherdes verwiesen. Zudem wurde darauf verwiesen, dass eine Absenkung des Grenzwertes auf 30 µg/m<sup>3</sup> erfolgen könnte.

Auf die gesundheitlichen Wirkungen von NO<sub>2</sub> wurde bereits im Planentwurf in der Einführung unter „Gesundheitliche Wirkung von Stickstoffdioxid“ eingegangen. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat schon 1997 auf Grundlage einer umfassenden Untersuchung von Daten aus tier-, humanexperimentellen und epidemiologischen Studien zu Gesundheitsauswirkung von NO<sub>2</sub>, einen Grenzwert von 40 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel empfohlen [57]. Dieser Wert wurde 2008 in der Richtlinie 2008/50/EG als Grenzwert für die gesamte EU festgelegt und entsprechend mit der 39. BImSchV in deutsches Recht umgesetzt. Neue Studien haben die WHO zwischenzeitlich dazu veranlasst auch einen Jahresmittelwert von 20 µg/m<sup>3</sup> in die Diskussion einzubringen [58]. Laut der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin (DGP) gibt es keinen belastbaren Schwellenwert zur NO<sub>2</sub>-Belastung, bei dem sich Erkrankungen vollständig ausschließen ließen. Daher sei es

zur Vorsorge wichtig, niedrige Jahresmittelwerte zu wählen, um wirklich alle Menschen vor gesundheitlichen Belastungen zu schützen [59].

Auch in Innenräumen kann es zu einer NO<sub>2</sub>-Belastung kommen, da nicht nur Verkehr, Gebäudeheizung und Industrie NO<sub>x</sub>-Emissionen verursachen. Kurzfristig können Kerzen oder auch ein Gasherd die Konzentration erhöhen, jedoch dürfte dies in aller Regel nur temporäre Anstiege bedeuten, da weder Kerzen noch Herde dauerhaft betrieben werden. So wird für Innenraumluft ein Vorsorgerichtwert von 80 µg/m<sup>3</sup> als Stundenmittelwert angeraten.

Jüngst äußerte sich die DGP, dass sie davon ausgehe, die WHO werde in absehbarer Zeit empfehlen die Grenzwerte für NO<sub>2</sub> abzusenken. Professor Holger Schulz vom Helmholtz Zentrum München sagte, dass er einen Grenzwert von 30 µg/m<sup>3</sup> sinnvoll halte [60].

Wie die WHO und schließlich die EU mit den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen umgehen und wann es zu einer etwaigen Anpassung der Grenzwerte kommen wird, ist zum jetzigen Zeitpunkt noch offen.

### 9.4 Schätzung der Größe des verschmutzten Gebietes

Zu Abb. 8 (Kapitel 2.2) wurde die Frage aufgeworfen, warum dort lediglich ein Höchstwert von 20 µg/m<sup>3</sup> dargestellt würde, obwohl der Grenzwert bei 40 µg/m<sup>3</sup> liegt.

In Abb. 8 wird lediglich die verkehrsbedingte Zusatzbelastung in der Hängelstraße dargestellt, nicht die Gesamtbelastung an Stickstoffdioxid. Die Bildunterschrift wurde entsprechend angepasst.

### 9.5 Die Aktualität der angegebenen Emissions- und Immissionswerte

Es wurde vorgetragen, dass in Tab. 10 (Kapitel 5.5) sieben Jahre alte Werte aus dem Jahr 2012 zur Darstellung der aktuellen Belastung herangezogen würden.

Zu Kapitel 6.1 „Ausbreitungsberechnungen zur Ermittlung der Verursacheranteile“ wurde auf veraltete Grundlagen verwiesen, da sich die Berechnungen zu den Verursacheranteilen auf 2013 beziehen. In der Folge würden die geringeren Schadstoffemissionen von Euro 6 Motoren nicht berücksichtigt, die es für Pkw erst seit 2014 und für Lkw seit 2013 gibt.

Die inzwischen vorliegenden Emissionsdaten zu Industrieanlagen aus 2016 wurden in Tab. 10 aktualisiert.

Die Verursacheranteile werden in aufwändigen Ausbreitungsrechnungen, die gutachterlich vergeben werden, ermittelt. Das Gutachten [16], auf dem die Aussagen in Kapitel 6.1 beruhen, wurde im Januar 2017 vorgelegt. Erst wenn die Grundlagen für neue Ausbreitungsrechnungen vorhanden sind, ergibt eine erneute Berechnung Sinn. Da voraussichtlich erst Mitte 2019 das Industriekataster und Ende 2019 das Verkehrskataster neu vorliegen werden, werden neue Ausbreitungsrechnungen erst Anfang 2020 beauftragt werden können.

Zudem geht aus Abb. 25 hervor, dass die Realemissionen an NO<sub>x</sub> auch der Euro 6 Diesel Pkw weit über dem geltenden Grenzwert liegen. Deswegen ist ihr Potential zur Minderung der Belastungssituation deutlich geringer als erhofft.

### 9.6 Scheinbar inkonsistente Angaben zu Verursacheranteilen

Es wurde angemerkt, dass laut Kapitel 5.5 im Planentwurf Gebäudeheizung und Industrie zu 31,1 % zur NO<sub>x</sub>-Emissionsbilanz von Darmstadt beitragen, während laut Kapitel 8.1 der Anteil nur noch bei 2 % läge.

In Kapitel 8.1 wird ausgeführt, dass in Darmstadt die Emittenten Industrie mit durchschnittlich 1,5 % und Gebäudeheizungen mit 7,9 % nur in untergeordnetem Maß zur Immissionsbelastung beitragen. Diese Aussage leitet sich aus Tab. 11 ab. Aus Tab. 10 (Kapitel 5.5) ist ersichtlich, dass Gebäudeheizung und Industrie in 2016 zu 30,2 % zur NO<sub>x</sub>-Emissionsbilanz von Darmstadt beitragen (aktualisierte Tabelle mit Emissionswerten von 2016). Der große Unterschied der Zahlen liegt darin begründet, dass es sich einmal um Emissions- und einmal um Immissionswerte handelt. Die hierfür ursächlichen Gründe werden in Kapitel 6.1 erläutert.

### 9.7 Bewertung des Einflusses bzw. die Einbeziehung von Maßnahmen auf Seiten der Gebäudeheizung

Es wurde vorgetragen, dass der Luftreinhalteplan auch Maßnahmen enthalten müsse, die auf die Emissionsreduzierung der Wärmebereitstellung, speziell biogen betriebenen Gebäudeheizungen hin wirken.

Unter 6.2 wird dargelegt, dass Gebäudeheizungen nur zu etwas weniger als 8 % der NO<sub>2</sub>-Immissionen an Verkehrsschwerpunkten in Darmstadt beitragen. Somit sind mit Maßnahmen in diesem Bereich praktisch keine nennenswerten Minderungen zu erzielen. Zudem gilt, wie unter 8.2.2 dargelegt, dass die Anforderungen an die Emissionen von kleinen und teilweise auch mittleren Feuerungsanlagen, wie sie zu Heizzwecken in Privathäusern und Bürogebäuden genutzt werden, in der 1. BImSchV abschließend geregelt sind. Eine Verschärfung dieser Anforderungen ist seitens des Bundesgesetzgebers derzeit nicht vorgesehen und im Rahmen eines Luftreinhalteplans nicht zulässig.

Daneben wurde bemängelt, der Planentwurf keine Hinweise zur energetischen Gebäudesanierung und den entsprechenden Förderprogrammen enthalte. Die im Entwurf enthaltenen Ausführungen zu Neubauten hätten aufgrund der überwiegenden Zahl an Bestandsimmobilien nur sehr wenig Potenzial.

Die Angaben zur Förderkulissen für die energetische Gebäudesanierung wurde daher unter 8.2.2 ergänzt.

### 9.8 Photokatalytische Baustoffe

Mit Verweis auf den Luftreinhalteplan der Stadt Stuttgart wurde auf den möglichen Einsatz photokatalytischer Baustoffe verwiesen. Diese können unter Bestrahlung mit Sonnenlicht Stickstoffdioxid in der Außenluft abbauen. An geeigneten Objekten entlang von Verkehrsachsen mit Grenzwertüberschreitungen von Stickstoffdioxid solle photokatalytische Fassadenfarbe angebracht werden. Eine entsprechende Regelung solle auch in den Luftreinhalteplan Darmstadt aufgenommen werden.

Zwar ist der photokatalytische Abbau von Stickoxiden durch Titandioxid als Katalysator im Labor gut nachweisbar (z.B.: ISO 22197-1), jedoch konnte der Effekt in Feldstudien nicht reproduziert werden.

Die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) hat in einem sehr aufwendigen Pilotprojekt seit 2011 an drei verschiedenen Standorten die NO<sub>x</sub>-mindernde Wirkung von TiO<sub>2</sub> unter Realbedingungen getestet. Dabei wurden an einem Abschnitt der A 1 Lärmschutzwände und an der B 433 in Hamburg die Fahrbahn selbst mit TiO<sub>2</sub> beschichtet. In einem dritten Versuchsaufbau wird Tunnelluft in ein geschlossenes System abgesaugt, dort photokatalytisch gereinigt und der Tunnelluft wieder zuführen.

Der Minderungseffekt im Bereich der untersuchten Lärmschutzwände liegt bei 1 – 3,6 %. Bei der Fahrbahnbeschichtung konnten lediglich 0,2 – 0,4 % Minderung gemessen werden. Für die Absaugung der Tunnelluft wurde in Laborversuchen und Modellrechnungen ein Minderungspotential von etwa 15 % am Tunnelausgang prognostiziert. Aufgrund von Lieferengpässen für Baumaterialien konnte der Versuchsaufbau lange Zeit nicht in der Praxis umgesetzt werden [54].

Die Wirksamkeit von Titandioxid zur Verbesserung der Luftqualität wurde auch in Hessen bereits frühzeitig untersucht. Dazu erfolgte als Maßnahme des Luftreinhalteplans Fulda eine Belegung der Gehwege beidseitig der am höchsten belasteten Straße mit einem mit Titandioxid beschichteten Pflaster. Das betraf ca. ein Drittel des gesamten Straßenraums (Gehwege inkl. Straße). Die Maßnahme wurde über drei Jahre messtechnisch vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie begleitet.

Die Messungen begannen im Januar 2010. Von Mitte April bis Mitte November 2010 erfolgten die Bauarbeiten zur Verlegung des Pflasters. Bis Ende 2013 wurden die Messungen danach weitergeführt. Die Messstation Fulda-Petersberger Straße lag außerhalb des mit Titandioxid-Pflaster belegten Bereichs und diente zur Einschätzung der Wirksamkeit der Maßnahme.

Die Messungen zeigten einen übereinstimmenden Verlauf über die Jahre. Sowohl innerhalb des neu gepflasterten Bereichs als auch außerhalb an der Messstation ist ein Rückgang der Belastung zu verzeichnen.

Lag die Minderung im gepflasterten Bereich im Jahr 2011 noch ein bis zwei Prozent höher als an der Messstation, glichen sich die Werte im darauf folgenden Jahr wieder an. Das Problem der Verschmutzung der Oberflächen entspricht auch den Erkenntnissen, welche die BAST in ihren diesbezüglichen Projekten [55] gewonnen hat.

Die höchste Belastung tritt in Darmstadt im City-Tunnel und weiter in der Hügelstraße auf. Ob sich eine entsprechende Beschichtung des Tunnels mit Titandioxid zur Schadstoffreduktion eignen würde, kann einer aufwändigen Untersuchung der Wirkung einer speziellen photokatalytischen Betonbeschichtung im Brüsseler Leopold-II-Tunnel entnommen werden, die im Rahmen eines EU LIFE+-Projektes vorgenommen wurde [56]. Die Ergebnisse des mit hohem finanziellem Aufwand betriebenen Versuchs waren mit einer Reduktion der Stickoxide (NOx) um

ca. 2 % eher ernüchternd. Auch hier wurde die schnelle Verschmutzung der Oberfläche eines der Hauptprobleme identifiziert.

Vor diesem Hintergrund wird diese sehr aufwändige Maßnahme mit vergleichsweise geringer Wirkung in Hessen nicht aktiv weiterverfolgt.

### 9.9 Weitere Prognoserechnungen im Luftreinhalteplan

#### 9.9.1 Prognoserechnung der Immissionssituation bei gesetzeskonformen Emissionswerten der Diesel-Kfz

Es wurde eine Prognoserechnung der Kfz-Emissionswerte angeregt, bei der betrachtet wird, welche Situation sich 2013 bis 2018 eingestellt hätte, wenn die Kfz regelkonforme, also den Grenzwerten entsprechende Emissionswerte aufgewiesen hätten.

Eine solche Betrachtung wäre von gewissem Interesse, um darzustellen wie groß der Anteil der Belastung allein aufgrund der Emissions-Grenzwertüberschreitung bis heute ist. Da solcherlei Prognoserechnungen jedoch sehr aufwändig sind und dabei weder der Bewertung der tatsächlichen Immissionssituation, noch der Maßnahmenbeurteilung dienen, ist eine solche Prognoserechnung im Rahmen der Fortschreibung dieses Luftreinhalteplans ohne Bedeutung.

#### 9.9.2 Verursacheranteile des Straßenverkehrs

In Bezug auf Abb.34 wurde vorgeschlagen die gemittelten Anteile der Verursacher aus dem Straßenverkehr anzugeben.

Abb.34 gibt für eine Reihe von Straßenzügen in Darmstadt die NOx-Emissionsanteile der einzelnen Fahrzeugtypen für das Bezugsjahr 2017 an. Hier wird deutlich, dass die Anteile auf den verschiedenen Straßenzügen unterschiedlich sind, je nachdem wie hoch beispielsweise der Anteil von Bussen oder schweren Nutzfahrzeugen (Lkw größer 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht) an der Gesamtverkehrsbelastung ist. Auch werden die durchschnittlichen Verursacheranteile angegeben, welche für Lkw bei 12,3 % liegen, während Benzin-Pkw für gut 7 % verantwortlich sind.

### 9.10 Weitere Maßnahmen im Verkehrsbereich

#### 9.10.1 Intelligente Ampelschaltungen

Es wurde bemängelt, dass es in Darmstadt an intelligente Ampelsteuerungen mangle, welche die Hauptverkehrsströme berücksichtigen.

Die Ampelsteuerung der Stadt Darmstadt ist auf den meisten Strecken koordiniert geschaltet. Allerdings gibt es in Darmstadt auch eine ÖPNV-Priorisierung, d.h. dem ÖPNV wird an fast allen Knotenpunkten Vorfahrt gewährt (Attraktivitätsförderung des ÖPNV). Die unter Ziffer 8.3.2.1 vorgestellte kooperative Leitzentrale wird künftig den Verkehrsfluss durch eine Koordination der Leitzentralen der Stadt Darmstadt und dem ÖPNV verbessern.

#### 9.10.2 Verlängerung der B 38

Um für Darmstadt Umfahrungsmöglichkeiten zu schaffen, wurde für eine Verlängerung der B 38 plädiert.

Eine etwaige nördliche Verlängerung der B 38 ist nicht Gegenstand des aktuellen Bundesverkehrswegeplans. Der mögliche Umsetzungszeitpunkt der genannten Maßnahme ist unbestimmt und hat somit auf die kurz- bzw. mittelfristige Immissionssituation innerhalb der Stadt Darmstadt keine Auswirkungen. Für die Aufstellung der 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Rhein-Main, Teilplan Darmstadt, ist eine etwaige nördliche Verlängerung der B 38 daher ohne Belang.

Zudem hat eine Untersuchung des Landkreises zur Verlängerung der B 38 gezeigt, dass dadurch nur Teile des Durchgangsverkehrs aus Darmstadt ferngehalten werden könnten. Gleichzeitig hat der Durchgangsverkehr in Darmstadt nur einen Anteil von ca. 6 %, d.h. der größte Einpendler-Anteil hat seine Ziele innerhalb Darmstadts.

#### 9.10.3 „High-occupancy vehicle lane“ bzw. „Transit lane“ auf der B 26

Zur Reduzierung des Pendlerverkehrs in Darmstadt wurde vorgeschlagen auf dem vierstreifigen Abschnitt der B 26 vor der Einfahrt nach Darmstadt eine „High-occupancy vehicle lane“ bzw. „Transit lane“ nach amerikanischem oder australischem Vorbild einzuführen. Auf so einem Fahrstreifen dürfen nur Fahrzeuge mit mindestens zwei Insassen verkehren, was die Bildung von Fahrgemeinschaften fördern und damit eine

Reduzierung des Verkehrsaufkommens bewirken soll.

Für die Anordnung von verkehrsrechtlichen Regelungen, die die Zulässigkeit des Befahrens einzelner Fahrstreifen in Abhängigkeit von der Anzahl der Fahrzeuginsassen stellen, gibt es keine entsprechende Rechtsgrundlage in der StVO. Daher ist eine Umsetzung in Deutschland nicht möglich.

#### 9.10.4 Installation beweglicher Pollern in Fußgängerzone

Ähnlich wie in anderen Städten solle geprüft werden, ob bestimmte Bereiche der Fußgängerzonen von Darmstadt mit beweglichen Pollern versehen werden können. Dies solle nicht zulässige Transportverkehr besser als derzeit aus den F-Zone heraushalten und damit ggf. das gesamte Aufkommen der Wirtschaftsverkehre herab zu setzen.

Im Rahmen des Mobilitätsplanes 2030+ wird auch der Wirtschaftsverkehr innerhalb der Innenstadt betrachtet. Hierbei kann die Pollerlösung als ein (Teil)-Lösungsweg mitbetrachtet werden.

### 9.11 Pläne zur Verkehrsbeschränkung und verkehrslenkenden Maßnahmen

#### 9.11.1 Zunahme der Gesamt-Immissionsbelastung aufgrund gefährerer Mehrkilometer

Die Verkehrsbeschränkungen führen zu Umfahrungsverkehren, was insgesamt eine geringfügige Zunahme der Gesamtverkehrsleistung in Darmstadt bedeutet. Daher wurde die Sorge formuliert, dass dieser Mehrverkehr die Schadstoff-Immissionsbelastung insgesamt verschlechtert.

Unter Ziffer 8.5.2.6 wird erläutert, dass die Mehrkilometer lediglich maximal 0,5 % der gesamten gefahrenen durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV) bedeuten. Diese Aussage bezieht sich auf das unter dieser Ziffer betrachtete Worst-Case-Szenario, tatsächlich dürften die Zusatzverkehre also noch geringer ausfallen.

Da die Hintergrundbelastung in Darmstadt relativ gering ist, kann davon ausgegangen werden, dass eine Erhöhung der Fahrleistung um maximal 0,5 % im Hinblick auf die Erhöhung der NO<sub>x</sub>-Hintergrundbelastung zu vernachlässigen ist.

### 9.11.2 *Mangelnde Eignung bzw. Kapazität der Ausweichrouten*

Verschiedentlich wurde vorgetragen, dass die Ausweichrouten für die unter Ziffer 8.5.2.6 dargestellten Verkehrsverlagerungen nicht geeignet seien. Zwar würden die Auswirkungen des Maßnahmenpaketes auf die Ausweichrouten untersucht, dies aber lediglich in Bezug auf die Einhaltung des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes an diesen Straßenabschnitten. Durch den zusätzlichen Verkehr würden dort u.a. Lärmbelastigungen und Gefährdungen durch die höhere Verkehrsbelastung entstehen. Dabei seien insbesondere die Annastraße (gesamte Länge) und die Karlstraße zwischen Annastraße und Heinrichstraße betroffen.

Die unter Ziffer 8.5.2.6 vorgestellten Untersuchungen wurden mit dem Verkehrsmodell der Stadt Darmstadt durchgeführt. Die Ausweichrouten wurden also im Vorfeld bereits entsprechend geprüft und zeigen die Leistungsfähigkeiten der alternativen Strecken. Weiterhin sei noch einmal darauf verwiesen, dass die unter Ziffer 8.5.2.6 vorgestellten Verlagerungseffekte eine Worst-Case-Betrachtung repräsentieren. Diese wurde für die ursprüngliche Betrachtung, bei Verkehrsbeschränkungen für sämtliche Diesel-Pkw, durchgeführt. Die tatsächliche Festlegung sieht jedoch unter anderem keine Verkehrsbeschränkungen für Diesel-Pkw der Euro Norm 6 vor, sodass die tatsächlichen Verlagerungsverkehre geringer ausfallen werden.

Derzeit liegt für den Bereich der Annastraße einschließlich der dortigen Kreuzungen kein Unfallschwerpunkt vor. Durch die Einführung von Verkehrsbeschränkungen ist grundsätzlich davon auszugehen, dass sich das Verkehrsverhalten der Verkehrsteilnehmer ändert und es unter Umständen auch zu Umfahrungen und damit einhergehend zu einem höheren Verkehrsaufkommen kommen kann. Vor dem Hintergrund der in der Annastraße heute schon bestehenden Tempo 30-Zone ist allerdings nicht davon auszugehen, dass es infolge der etwaigen Erhöhung des Verkehrsaufkommens in der Annastraße zu einer Verschlechterung der dortigen Verkehrssicherheit kommen wird.

Dies gilt auch für die von der heutigen Parksituation in der Annastraße etwaig ausgehenden Beeinträchtigungen der Verkehrssicherheit. Die Parksituation soll durch die Einführung einer Parkraumbewirtschaftung im Bereich der Annastraße optimiert werden. Dadurch sollen unübersichtliche Situationen bei Ausfahrten künftig vermieden werden. Eine Lichtsignalanlage wird

seitens des Stadtplanungsamtes der Stadt Darmstadt nicht als erforderlich angesehen.

In der Annastraße gibt es zwei Besonderheiten. Zum Einen befindet sich in der Wilhelminenstraße eine Fahrradstraße, die Vorrang hat vor dem Verkehr aus der Annastraße, d.h. der Verkehr aus der Annastraße ist wartepflichtig gegenüber den Verkehrsteilnehmern aus der Wilhelminenstraße. Daneben fährt in der Karlstraße eine Straßenbahn; dort sind Verkehrsteilnehmer aus der Annastraße kommend ebenfalls wartepflichtig und nicht vorfahrtsberechtigt. An dieser Stelle wurde vor einigen Jahren der Einmündungsbereich umgestaltet und verengt, so dass die Verkehrsteilnehmer in einem rechten Winkel von der Annastraße in die Karlstraße abbiegen können. Dies hat die Verkehrssicherheit in diesem Bereich schon vor Jahren erhöht.

Im Zuge der Prüfung einer „Einbahnstraßenlösung“ für die Heinrichstraße wurden Lärmprognoserechnungen durchgeführt. Diese ergaben, dass allein unter den Gesichtspunkten des Lärmschutzes eine Einbahnregelung möglich gewesen wäre, da die Lärmobergrenzen an den entsprechenden Wohnhäusern rechnerisch nicht überschritten worden wären. Da die Verkehrsverlagerungen der verworfenen Einbahnregelung von der Heinrichstraße auf die umliegenden Straßen größer sind als die Verkehrsverlagerungen, welche sich durch die im Luftreinhalteplan festgesetzten Verkehrsbeschränkungen ergeben, kann davon ausgegangen werden, dass es zu keinen Überschreitungen der Lärmobergrenzen an den Wohngebäuden der betroffenen Straßen kommen wird.

### 9.11.3 *Die Auswirkungen der Fahrspurreduzierungen und die geplante Nutzung dieser im Bereich der Hügelstraße*

Zur Fahrstreifenreduktion im City-Tunnel wurde die Sorge geäußert, dass diese zu Behinderungen der Tiefgaragen-Ausfahrt und somit zu mehr Stop-and-Go-Verkehr und Rückstaus führen würde.

Eine Behinderung ist nicht zu befürchten. Da die Fahrbahnreduzierung in den Ein- und Ausfahrten erfolgt, wird es zu keinem zusätzlichen Rückstau in der Hügelstraße kommen. Durch den Spurentfall besteht die Möglichkeit, die Verflechtung der aus der Tiefgarage ausfahrenden Fahrzeuge großzügiger zu gestalten. Hier ist eher von einer Verbesserung der Situation auszugehen. Die gesperrten Fahrspuren werden voraussichtlich als gesonderte Zufahrten zum Ladehof bzw. zum Parkhaus genutzt werden.

Zudem wurde die Frage aufgeworfen in welcher Weise die wegfallenden Fahrspuren im Bereich Hügelstraße anderweitig genutzt werden sollen, verbunden mit dem Vorschlag, diese auch im Tunnel dem Fahrradverkehr zu widmen.

Hierzu ist zu sagen, dass die Planung für die einstreifige Verkehrsführung im Bereich der westlichen Zufahrt zum City-Tunnel gerade begonnen hat und mit Planungen, die ohnehin für diesen Bereich bestehen, in Einklang gebracht wird. Die Verwendung der u.U. durch den Spurentfall gewonnenen Flächen erfolgt im Zuge der weiteren Planungsphasen. Primär werden die gewonnenen Flächen zur Verbesserung der Verflechtungssituationen im Bereich von Zu- und Ausfahrten verwendet. Deren bedarfsgerechtere Gestaltung trägt zur Erhöhung der Verkehrssicherheit und der Verflüssigung des Verkehrs bei.

Perspektivisch denkbar ist die Nutzung für die Aufwertung der straßenbegleitenden Flächen im Sinne eines besseren Platzangebotes für den Fußverkehr oder Begleitgrün. Die Realisierbarkeit hängt hier u.a. von der Situation im Untergrund (Ver- und Entsorgungsinfrastruktur) und den erforderlichen baulichen Eingriffen ab. Eine Freigabe für Radverkehr ist im Tunnel aus Sicherheitsgründen nicht möglich.

### 9.11.4 Weitere Messungen der NO<sub>2</sub>-Konzentration und Verkehrsbeschränkungen

Es wurde bemängelt, dass die flächendeckenden Prognoserechnungen zur Stickstoffdioxid-Belastungssituation im Stadtgebiet lediglich mit den real gemessenen Werten von zwei Messstellen abgeglichen wurden. Trotz der hohen Übereinstimmung sei für eine wissenschaftlich belegbare Verifikation der Vergleich jedoch mit nur zwei Messstellen ungenügend. Vor dem Hintergrund, dass auch an anderen Straßenabschnitten mit dem Modell NO<sub>2</sub>-Werte im Bereich knapp unterhalb des Grenzwertes von 40 µg/m<sup>3</sup> berechnet wurden, sei eine Überprüfung des Modells an weiteren Messstellen mit Passivsammlern dringend geboten.

Daher solle an folgenden Stellen gemessen werden:

- Kasinostrae zwischen Rheinstraße und Bismarckstraße
- Bleichstraße zwischen Kasinostrae und Steubenplatz
- Heinheimer Straße zwischen Dieburger Straße und Kopernikusplatz

- Heinrichstraße zwischen Hoffmannstrae und Gervinusstrae

Weiterhin wurde in diesem Zusammenhang bemängelt, dass bei den Prognoserechnungen für die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte, die in Darmstadt zugelassenen Diesel-Pkw angesetzt wurden, die einen insgesamt moderneren Emissionsstandard im Vergleich zum deutschlandweiten Durchschnitt aufweisen. Dies lasse außer Acht, dass der Verkehr in Darmstadt zu einem großen Teil durch die Pendler aus dem Umland verursacht wird.

Zunächst einmal ist festzuhalten, dass die Luftqualität eines Gebiets oder Ballungsraums entweder durch ortsfeste Messungen, Modellrechnungen oder eine Kombination aus beiden erfolgen kann. Wann ortsfeste Messungen erfolgen müssen und wann Modellrechnungen ausreichen, ist durch die 39. BImSchV geregelt. Die Verordnung macht dabei konkrete Vorgaben, ab welchen Schadstoffkonzentrationen ortsfeste Messungen vorzunehmen sind sowie zu deren Anzahl, Standorten und Methode der Probenahme (vgl. Kap. 4.2).

Die Beurteilung der Luftqualität erfolgt in Darmstadt messtechnisch aktuell an vier Standorten (vgl. Kap. 1.3). Damit werden die Mindestanforderungen an die Anzahl der ortsfesten Messungen in der Stadt Darmstadt übertroffen. Insgesamt werden in Hessen deutlich mehr ortsfeste Messungen durchgeführt, als auf Grundlage der 39. BImSchV erforderlich wäre.

In § 13 der 39. BImSchV wird ausgeführt, dass über ortsfeste Messungen hinaus Modellrechnungen durchgeführt werden können, um angemessene Informationen über die räumliche Verteilung der Luftqualität zu erhalten. Hier werden keine Forderungen formuliert wonach Modellrechnungen wiederum mit Messungen belegt werden müssten. So besteht der Sinn in Modellrechnungen eben darin, das sehr aufwändige flächendeckende Messen der Luftqualität entbehrlich zu machen.

Zudem ist es nicht zutreffend, dass die Modellrechnungen lediglich mit zwei tatsächlichen Messwerten abgeglichen wurden, sondern mit vieren. Dies waren zum einen die beiden Messstandorte auf der Hügelstraße und zum anderen die beiden Messstandorte auf der Heinrichstraße, von denen derzeit noch einer weiterbetrieben wird.

Bei einer Messkampagne die von der Deutschen Umwelthilfe (DUH) initiiert wurde, wurden in 2018 auch in Darmstadt an drei weiteren Stand-

orten mittels Passivsammler Monatsmittelwerte der Stickstoffdioxid-Konzentration gemessen [61]. Hierbei konnten keine Werte festgestellt werden, nach denen eine Überschreitung des Jahresmittelwertes zu befürchten wäre. Die Standorte waren:

- Bleichstraße zwischen Gagenstraße und Grafenstraße (Juni 2018): 23,8 µg/m<sup>3</sup>
- Heinrichstraße zwischen Wilhel-Glössing-Straße und Karlstraße (Februar 2018): 29,7 µg/m<sup>3</sup>
- Heinrichstraße zwischen Grüner Weg und Nieder-Ramstädter-Straße (Februar 2018): 30,1 µg/m<sup>3</sup>

Weiterhin sind die Aussagen, wonach bei den Prognoserechnungen die Emissionsstandards der in Darmstadt zugelassenen Fahrzeuge angesetzt wurden, nicht zutreffend. Unter Ziffer 5.4.3 wird zwar darauf verwiesen, dass die in Darmstadt zugelassenen Diesel-Pkw einen insgesamt moderneren Emissionsstandard im Vergleich zum deutschen Durchschnitt haben. Für die Prognoserechnung wurde jedoch die Durchschnittsflotte gemäß des Handbuchs der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA 3.3) angesetzt.

Vor diesem Hintergrund und der ohnehin kontinuierlichen Abnahme der Stickstoffdioxid-Belastung (vgl. 4.1.4) sowie der zu erwartenden Verbesserung durch die geplanten Maßnahmen, kann keine Notwendigkeit zur Aufnahme weiterer Messungen auf dem Gebiet der Stadt Darmstadt festgestellt werden.

### 9.11.5 Weitere verkehrslenkende Maßnahmen auf den Ausweichrouten

Es wurde die Einschätzung geäußert, dass zur Vermeidung von Gefährdungen auf den Ausweichrouten die Verkehrsbeschränkungen auf längeren Straßenabschnitten gelten müssten, oder Maßnahmen getroffen werden, die insgesamt den Verkehr im Stadtgebiet reduzieren. Um eine Überschreitung der Grenzwerte an anderen Straßen zu vermeiden, welche bisher nicht als betroffen erkannt wurden, könne es sein, dass auch an anderen Stellen als in der Hügelstraße und der Heinrichstraße Verkehrsbeschränkungen notwendig würden (vgl. 9.11.4).

Folgende Punkte sollten demnach ergänzend untersucht werden:

1. Reduzierung der Gefährdung auf den Ausweichrouten durch Verlängerung der Verkehrsbeschränkung auf der Hein-

richstraße bis zur Nieder-Ramstädter-Straße oder bis zum Breslauer Platz

2. Rücknahme von je einer Fahrspur pro Richtung an der Heinrichstraße im Kreuzungsbereich Heinrichstraße/Nieder-Ramstädter-Straße zur Reduzierung der Kapazität und damit Einhaltung der Grenzwerte
3. Notwendigkeit einer Verkehrsbeschränkung in der Kasinostraße zwischen Rheinstraße und Bismarckstraße
4. Notwendigkeit einer Verkehrsbeschränkung in der Bleichstraße zwischen Kasinostraße und Steubenplatz
5. Notwendigkeit einer Verkehrsbeschränkung in der Heinheimer Straße zwischen Dieburger Straße und Kopernikusplatz
6. Aufnahme eines expliziten Verbotes in den Luftreinhalteplan, die Verkehrsbeschränkungen auf der Heinrichstraße für die Dauer der Innenstadtfeste temporär aufzuheben

Sämtliche Maßnahmen sind aus Gründen der Luftreinhaltung nicht erforderlich, da nicht von einer Grenzwertüberschreitung an weiteren Straßenabschnitten ausgegangen werden muss (vgl. 9.11.4). Zu den Aspekten, die die Verkehrssicherheit betreffen sei auf Ziffer 9.11.2 verwiesen.

Zu 6.: Stadtfeste in der Darmstädter Innenstadt und die damit einhergehenden Streckenspernungen sind singuläre Ereignisse, deren Auswirkungen auf die innerörtliche Immissionssituation vor dem Hintergrund der maßgeblichen Jahresgrenzwerte als sehr gering einzuschätzen sind. Entsprechende Betrachtungen sind daher für die Aufstellung der 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Rhein-Main, Teilplan Darmstadt, ohne entscheidungsrelevanten Belang.

### 9.11.6 Weiträumiges Umfahrungskonzept für Innenstadtfeste

Weiterhin wurde eine fehlende Untersuchung der Auswirkungen der Verkehrsbeschränkungen bemängelt, wenn aufgrund der jährlich in Darmstadt stattfindenden Feste (Schlossgrabenfest und Heinerfest) zusätzliche Straßenzüge in der Innenstadt gesperrt sind. Bisher wurde zu diesen Zeiten die Heinrichstraße als Ausweichroute für die B 26 am Friedensplatz für den Lkw-Verkehr freigegeben, was vor dem Hintergrund der NO<sub>2</sub>-Grenzwertüberschreitungen in der Heinrichstraße zukünftig nicht mehr zulässig sein dürfe. Die Verkehrsführung während dieser

Feste müsse gesondert betrachtet werden, da aufgrund der Dauer der Verkehrsbehinderungen durch die Feste, diese nicht zu vernachlässigende Auswirkungen auf die Emissionen im Bereich der Innenstadt hätten.

Da während dieser Feste der überwiegende Teil der Ost-West-Verbindungen durch die Darmstädter Innenstadt gesperrt würde, sei die Ausschilderung einer weiträumigen Umfahrung der Darmstädter Innenstadt eine sinnvolle Lösung.

Fahrzeuge auf der B 26 aus Richtung Osten müssten bereits vor Roßdorf auf die B 38 und dann weiter auf die B 426 umgeleitet werden. So könne der Durchgangsverkehr südlich von Darmstadt zur Autobahnanschlussstelle Eberstadt vorbeigeleitet werden.

Wie schon unter Ziffer 9.11.5 erläutert, sind Stadtfeste in der Darmstädter Innenstadt und die damit einhergehenden Streckensperrungen singuläre Ereignisse, deren Auswirkungen auf die innerörtliche Immissionssituation vor dem Hintergrund der maßgeblichen Jahresgrenzwerte als sehr gering einzuschätzen sind. Entsprechende Betrachtungen sind daher für die Aufstellung der 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Rhein-Main, Teilplan Darmstadt, ohne entscheidungsrelevanten Belang.

Die Stadt Darmstadt hält ein Konzept zur großräumigen Umfahrung generell für sinnvoll und notwendig. Ein solches bezieht sich im Wesentlichen auf das Streckennetz im Landkreis, sodass eine diesbezügliche Entscheidung nicht durch die Straßenverkehrsbehörde der Stadt Darmstadt getroffen werden kann. Das Einverständnis des Baulastträgers, der Polizei und der zuständigen Straßenverkehrsbehörden ist erforderlich. Der Vorschlag wird insofern aufgegriffen, dass die Stadt im Vorfeld der Stadtfeste Gespräche zur möglichen Realisierung einer großräumigen Umleitung führen möchte. Dies wird aber vor den Innenstadtfesten in 2019 nicht mehr möglich sein.

### **9.11.7 Beschilderungskonzept Ausweisung von Umleitungsempfehlungen**

Es wurde eine offizielle Umleitungsempfehlung für die von Verkehrsbeschränkungen betroffenen Straßenabschnitte gefordert. Zudem wurde mit Verweis auf Abb. 49 gefragt, ob auf der Rheinstraße keine Vorankündigung für die Verkehrsbeschränkungen vorgesehen ist.

Das in der 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Rhein-Main, Teilplan Darmstadt enthaltene Beschilderungskonzept für die vorgesehenen Verkehrsbeschränkungen in der Hängel- bzw. Heinrichstraße beinhaltet auch eine entsprechende Hinweisbeschilderung.

Zur Vorankündigung der Verkehrsbeschränkungen wird derzeit weiter an dem umfassenden Konzept gearbeitet. Die Rheinstraße wird in dieses Konzept mitberücksichtigt. Dabei wird geprüft, wo entsprechende Vorankündigungen aufgestellt werden können, ohne dass die Verkehrsteilnehmer von der Menge der im öffentlichen Straßenraum befindlichen Informationen überfordert werden. Gegebenenfalls sind Ergänzungen an der im ersten Schritt geplanten Beschilderung vorzunehmen.

Das Konzept stellt sicher, dass Fehlfahrten in die beschränkten Straßenabschnitte effektiv vermieden werden. Vor dem Hintergrund des kleinräumigen Geltungsbereichs der vorgenannten Verkehrsbeschränkungen ist eine zusätzliche weiträumige Umleitungsbeschilderung im Hinblick auf die effektive Durchsetzung der Verkehrsbeschränkung nicht zwingend erforderlich. Die Festlegung einer entsprechenden Umleitungsbeschilderung ist für die Aufstellung der 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für den Ballungsraum Rhein-Main, Teilplan Darmstadt daher ohne entscheidungsrelevanten Belang.

### **9.11.8 Ausnahmeregelungen**

Es wurde die Frage aufgeworfen warum nicht alle Ausnahmemöglichkeiten, die auch für die Umweltzone möglich waren, realisiert wurden. Zudem wurde darauf hingewiesen, dass eine nicht turnusmäßige Neuanschaffung für keinen Taxiunternehmer wirtschaftlich nicht tragbar sei und daher dauerhafte Ausnahmen gelten müssten. Weiterhin müsse die Schulstraße zu den Straßen mit generellen Ausnahmen unter Ziffer 8.5.2.9.1 II) aufgenommen werden, da diese nur über jenen Abschnitt der Hängelstraße zu erreichen ist der von Verkehrsbeschränkungen betroffen ist.

Weiterhin wurde um Klärung zu Ziffer 8.5.2.9.2 „Individuelle Ausnahmen“ gebeten. Die Frage zielte darauf ab, ob auch in den betroffenen Abschnitten ansässige Firmen für eine individuelle Ausnahme eine Voraussetzung nach A.2 erfüllen müssen. Es wurde um eine klarere Formulierung gebeten, da die Überschrift zu A.2 „Besondere Voraussetzungen für bestimmte

Fahrtzwecke mit Ziel oder Quelle in den betroffenen Abschnitten“ missverständlich sei.

Zudem wurde um Klärung gebeten, ob für Dienstfahrzeuge der US-Streitkräfte (die unter die generellen Ausnahmen nach Ziffer 8.5.2.9.1 III) fallen), sogenannte "Motor Equipment Utilization Record" als Nachweis dafür ausreichen, dass für sie der generelle Ausnahmetatbestand gilt.

Die Ausnahmeregelungen nach Ziffer 8.5.2.9 sind Bestandteil des gerichtlichen Vergleichs vom 12. Dezember 2018 und damit abschließend geregelt.

In den betroffenen Abschnitten ansässige Firmen müssen für eine individuelle Ausnahme die Voraussetzungen unter nach Ziffer 8.5.2.9.2 A.1 kumulativ erfüllen. Nur nicht ansässige Firmen müssen zusätzlich mindestens eine Voraussetzung nach Ziffer 8.5.2.9.2 A.2 erfüllen. Dies geht aus den Ausführungen unter 8.5.2.9.2 eindeutig hervor und bedarf keiner präzisierten Formulierung.

Bezüglich des Nachweises für Dienstfahrzeuge der US-Streitkräfte mittels "Motor Equipment Utilization Record" wurde zur Klärung ein entsprechender Absatz unter Ziffer 8.5.2.9.1 III) ergänzt.

### **9.12 Förderung der Elektromobilität sowie Elektromobilitätskonzept der Stadt Darmstadt**

Im Hinblick auf das Elektromobilitätskonzept und dessen Wirkung wurde vorgetragen, dass Elektro-Fahrzeuge aufgrund ihrer geringen Verbreitung keinen signifikanten Beitrag zur Luftreinigung beitragen würden. Daher müsse das Land hier zusätzliche Anstrengungen unternehmen. Die Landesförderung zur Elektromobilität sei für Privatpersonen ungeeignet und insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) nur sehr schwer nutzbar, da lediglich die Differenz zwischen Verbrenner und E-Auto nur anteilig gefördert werde. Dies gelte sogar nur dann, wenn ein Begleitprojekt mit anderen Partnern erfolge. Die Förderung sei aktuell forschungs- und weniger anwendungsbezogen.

Das Land Hessen stellt seit 2015 Mittel zur Förderung der Elektromobilität zur Verfügung. Sie stiegen von 1 Mio. Euro im Jahr 2015 auf 6,9 Mio. Euro (2018) bzw. 6,8 Mio. Euro im Jahr 2019 an. Damit sind die Mittel zur Förderung dieses Themas bereits stark angestiegen und werden auf diesem Niveau verbleiben. Darüber

hinaus stehen seit 2017 jährlich weitere 5 Mio. Euro für die Anschaffung von Elektrobussen und die Installation der für den Betrieb der Busse notwendigen Infrastruktur zur Verfügung.

Mit diesen Fördermitteln werden unterschiedlichste Projekte aus dem Bereich der Elektromobilität gefördert. Im Hinblick auf die Unterstützung eines klima- und umweltfreundlichen Verkehrs sind in diesen Fördermaßnahmen nicht die Maßnahmen zur Stärkung des Rad- und Fußverkehrs enthalten.

Beispielhaft sei hier ein Projekt aus dem Darmstädter bzw. südhessischen Raum angeführt. Mit rund 500.000 Euro Fördermitteln wurde ein Projekt der ENTEGA AG gefördert, bei dem im südhessischen Raum über 100 Ladesäulen mit jeweils zwei Ladepunkten (das sind 2 „Stecker“, die parallel zum Laden eines E-Pkw genutzt werden können) im öffentlichen Straßenraum errichtet wurden. Damit wurde ein erster wichtiger Baustein für den Markthochlauf der Elektromobilität in Darmstadt bzw. Südhessen gelegt.

Darüber hinaus informiert das HMWEVW bzw. die beauftragte Hessen Agentur umfassend über Elektromobilität (siehe [www.strom-bewegt.de](http://www.strom-bewegt.de)) und stellt z. B. Informationsmaterial für verschiedene Zielgruppen bereit.

Förderung hat grundsätzlich das Ziel, die Marktfähigkeit eines Produktes – in diesem Fall der Elektromobilität – schneller zum Durchbruch zu verhelfen. Daher sind die Mittel so einzusetzen, dass sie die größte Wirkung entfalten. Mit Wirkung ist dabei zum einen gemeint, den Markt so zu stimulieren, dass rasch ein sich selbsttragender Markt entsteht, der dann eine Förderung überflüssig macht (das ist im Bereich der Pedelecs bereits gelungen). Zum anderen ist gemeint, die Förderung dort einzusetzen, wo die positive Umweltwirkung am größten ist. Daher sind in der Regel Unternehmen, die idealerweise über eine größere Anzahl an Fahrzeugen verfügen, im Fokus der Förderung und nicht Privatpersonen. Bei einer eventuellen Förderung von Privatpersonen kommt der große Aufwand für die Antragsteller und für die bescheinigende Stelle für eine verhältnismäßig geringe Fördersumme dazu. Das führt zu der Situation, dass die Verwaltungskosten für die Bearbeitung einer Förderung von Privatpersonen höher sind als die eigentliche Fördersumme. Und das ist keine wirtschaftliche und sparsame Verwendung der Haushaltsmittel, wie es § 7 Landeshaushaltsordnung vorsieht.

Bei den Förderquoten hat sich die Landesregierung an die Vorgaben der Europäischen Union zu halten. Nach Art. 107 und 108 AEUV stellt eine staatliche Förderung einen Eingriff in den Markt dar und hat daher in der Regel zu unterbleiben. In der Allgemeinen Gruppenfreistellungsverordnung (AGVO) definiert die EU jedoch Bereiche und die maximalen Förderquoten, in denen eine staatliche Förderung zulässig ist. Im Bereich der Elektromobilität kann man die EU-beihilferechtliche Grundlage für die Förderung in den Artikeln 25 (Forschung und Entwicklung) und 36 (Umweltschutzbeihilfen) finden. Die Landesregierung kann keine Förderung anbieten, die über die dort festgelegten Förderhöchstsätze hinausgeht.

Die Aussage, dass ein Projekt nur dann gefördert würde, wenn es ein Begleitprojekt mit weiteren Partnern gäbe, ist nicht zutreffend.

Daher wird für beide angesprochenen Punkte keine Möglichkeit zur Nachsteuerung gesehen.

Im Hinblick auf die Förderung von Privatpersonen im Bereich der Elektromobilität muss daher auf die Bundesförderung verwiesen werden.

### 9.13 Maßnahmen im Bereich Förderung des Fahrradverkehrs

#### 9.13.1 Gesamtkonzept Radverkehrsförderung

Zum Maßnahmenpaket „Förderung des Fahrradverkehrs“ (Ziffer 8.3.5) wurde eingewendet, dass vor der Umsetzung von Einzelmaßnahmen ein Gesamtkonzept erstellt werden müsse. Andernfalls bestehe die Gefahr, dass die vereinzelte Wegnahme von Pkw-Spuren zugunsten des Radverkehrs die Funktionsfähigkeit des Gesamtnetzes beeinträchtigen und der Verkehrsfluss negativ beeinflusst würde.

Weiterhin wurde bemängelt, dass die Formulierung „Schaffung eines geschlossenen Radverkehrsnetzes“ nicht konkretisiere, was genau ein "geschlossenes" Radverkehrsnetz ist und in welcher Qualität es hergestellt wird.

Vor der Umsetzung jeder Einzelmaßnahme zur Förderung des Fahrradverkehrs muss geprüft werden welche Auswirkung diese auf die gesamte Verkehrsabwicklung hat. Dies ergibt sich automatisch aufgrund der Zuständigkeiten der jeweiligen Ämter der Stadt, so wie bei allen anderen straßenverkehrsrechtlichen Maßnahmen. Die Machbarkeitsstudie bezüglich eines Radstreifens auf der Heinrichstraße (vgl.

8.3.5.6) belegt, dass die Stadt dieser Pflicht selbstverständlich nachkommt.

Der Text unter Ziffer 8.3.5 wurde zur Konkretisierung des Formulierung "geschlossenes" Radverkehrsnetz entsprechend dem in der Einwendung gemachten Vorschlag folgendermaßen geändert (vgl. erster Spiegelstrich unter Ziffer 8.3.5): "Das Radverkehrsnetz der Stadt Darmstadt wird dem Standard der Empfehlungen für Radverkehrsanlagen in der jeweils gültigen Fassung angepasst und vorhandene Lücken geschlossen."

#### 9.13.2 Einrichtung des Fahrradstreifens auf der Heinrichstraße

Es wurde darauf hingewiesen, dass unter Ziffer 8.3.5 im letzten Spiegelstrich ein "Schutzstreifen für Radfahrer in der Heinrichstraße" als Maßnahme benannt wird, während unter Ziffer 8.3.5.6 „Einrichtung eines Fahrradstreifens auf der Heinrichstraße" der rechtlich unbestimmten Begriff "Radstreifen" verwendet wird. Da die Heinrichstraße in der östlichen Richtung von der Wilhelminenstraße bis zur Nieder-Ramstädter-Straße bei weitem breit genug sei, um einen (geschützten) Radfahrstreifen im Regelmäß umzusetzen, solle die Formulierung unter Ziffer 8.3.5.6 wie folgt geändert werden: "Auf der Heinrichstraße ist im Abschnitt Wilhelminenstraße bis Nieder-Ramstädter-Straße auf beiden Straßenseiten je ein Radfahrstreifen anzuordnen und mit baulichen Maßnahmen zu verhindern, dass dieser vom Kfz-Verkehr zum Halten oder Parken überfahren werden kann."

Gleichzeitig wurde der Vorwurf erhoben, dass mit der Einrichtung eines Radstreifens auf der Heinrichstraße, der Pkw-Verkehr geschwächt würde, ohne dass ausreichende Alternativen geprüft würden. Den eingeführten Restriktionen stehe gleichzeitig kein Alternativangebot entgegen.

Bezüglich eines Radstreifens auf der Heinrichstraße ist im weiteren Planungsverlauf zu prüfen, in welcher Form eine Radverkehrsanlage gestaltet werden kann. Ziel ist die Umsetzung eines Radverkehrsstreifens, auch wenn dies nur mit dem Wegfall von Stellplätzen zu realisieren ist. Dem Formulierungsvorschlag der Einwendung kann mit dem bisherigen Planungsstand jedoch nicht gefolgt werden.

Dem Vorwurf der mangelnden Alternativangebote sei entgegengehalten, dass durch den Ausbau und die Förderung des ÖPNV (vgl. 8.3.4) sowie die Förderung des Fahrradverkehrs (vgl.

8.3.5) der Plan sehr wohl Maßnahmen enthält, welche die Möglichkeiten zum Umstieg auf umweltfreundlichere Verkehrsträger ausweiten.

### 9.13.3 Radweg Roßdorf - Darmstadt

Es wurde ein asphaltierter Radweg von Roßdorf nach Darmstadt gefordert. Die Anbindung nach Darmstadt aus Richtung Osten für Radfahrer würde der Entwicklung des sonstigen Straßennetzes nicht Schritt halten.

Der hessischen Landesregierung sind keine gravierenden Gründe bekannt, die darauf schließen lassen, dass die Strecke von Roßdorf nach Darmstadt nicht bzw. überdurchschnittlich schwierig mit dem Fahrrad zu befahren ist. Ohne konkretere Angaben zu der bemängelten Route und den Missständen sind allerdings keine weiteren Angaben möglich.

Davon unabhängig beabsichtigt die Stadt Darmstadt dass der Radweg Roßdorf-Darmstadt möglichst bis Ende 2020 (Abschnitt ab Hanauer Straße) fertig gestellt und durchgehend asphaltiert sein soll. Für den zuführenden Abschnitt ab Heinrichstraße wurde mit Variantenuntersuchungen begonnen. Hier kann noch kein Zeitfenster für eine Fertigstellung genannt werden.

### 9.13.4 Fahrbahnreduzierungsversuch auf der Rheinstraße

Es wurde gefragt, wann der Fahrbahnreduzierungsversuch auf der Rheinstraße beendet würde. Hintergrund der Frage war die Einschätzung, dass dieser eher zur Verunsicherung der Radfahrer beitragen, als das Fahrradfahren erleichtern würde.

Die Stadtverordnetenversammlung hat am 12. März 2019 eine Umplanung der Rheinstraße beschlossen, die im April/Mai umgesetzt werden soll. Die Planungen sehen eine einstreifige Führung des Kfz-Verkehrs in der mittleren Rheinstraße zwischen Neckarstraße und Grafenstraße und eine geschützte komfortable Führung für den Radverkehr vor.

## 9.14 Maßnahmen zum Parkraummanagement

### 9.14.1 Parkraumbewirtschaftung

Zur Maßnahme „Ausweitung der Parkraumbewirtschaftung“ (vgl. Ziffer 8.3.7.3) wurde angemerkt, dass dessen Auswirkungen auf den Handel in Darmstadt nicht betrachtet wurde.

Zudem würden Pkw-Nutzer durch die Maßnahme mit Einschränkungen konfrontiert, ohne dass gleichzeitig Alternativen zur Verfügung stünden.

Eine nach wie vor häufig vorherrschende Meinung ist, dass motorisierte Kunden die wichtigsten Kunden seien, da im Vergleich Radfahrer gemäß entsprechenden Untersuchungen durchschnittlich weniger ausgeben würden.

In einer Studie der European Cyclists' Federation [52] wurden zur Überprüfung dieser These Beispiele aus ganz Europa zusammengetragen. Demnach sei es zutreffend, dass Radfahrer im Schnitt pro Einkauf weniger ausgeben als Kunden die das Auto nutzen, gleichzeitig gehen sie aber pro Woche etwa doppelt so häufig einkaufen wie Autofahrer. Radfahrer werden in der Studie als treue und häufige Kunden identifiziert, die den lokalen Einzelhandel stärken, da sie meistens in kurzer Distanz zum Wohnort einkaufen. Mit der Besuchshäufigkeit erhöht sich proportional auch die Kontakthäufigkeit für Aktionen, Kampagnen und sonstige direkte Kundenansprache.

Zudem ergeben sich durch die Umwandlung von Parkplätzen weitere Vorteile, da sie gleich mehreren Radfahrern zu Gute käme, was die Kundenrentabilität pro Quadratmeter erhöht. Radverkehr sichert somit die Struktur der Ortskerne und Innenstädte und zieht das Angebot des lokalen Einzelhandels in diesen Bereichen den „Grüne Wiese“-Standorten vor.

Die österreichische Studie „Radfahren und Einkaufen“ kommt vor diesem Hintergrund anhand eines Rechenmodells zu dem Schluss, dass eine Erhöhung des Radverkehrsanteils um 1 % für den lokalen Einzelhandel insgesamt ein zusätzliches Umsatzpotenzial von 0,2 % ergibt [53].

Die pauschale Aussage, dass Maßnahmen der Parkraumbewirtschaftung, die eine Reduzierung des Autoverkehrs bewirken sollen den Einzelhandel schädigen, ist daher nicht zutreffend. Detailliertere Untersuchungen speziell für Darmstadt hierzu sind daher nicht erforderlich.

Der Vorwurf der mangelnden Alternativangebote wurde bereits unter Ziffer 9.13 behandelt. Tatsächlich enthält der Plan mit der Förderung des ÖPNV (vgl. 8.3.4) und der Förderung des Fahrradverkehrs (vgl. 8.3.5) Maßnahmen, welche die Möglichkeiten zum Umstieg auf umweltfreundlichere Verkehrsträger ausweiten.

### 9.14.2 Smart-Parking

Zu den vorgesehenen Parking-Apps und anderen digitalen Services zur Auffindung von Parkmöglichkeiten zwecks Verringerung des Parksuchverkehrs, wurde eine Überprüfung vorgeschlagen, ob durch diese Verbesserung nicht der gegenteilige Effekt eintreten kann.

Dazu ist zu sagen, dass keine Digitalwegweiser, sondern Smart-Parking geplant ist. Hierbei handelt es sich um ein Modellprojekt, bei dem auch öffentliche Parkhäuser in das System einbezogen werden. Das Ziel ist tatsächlich den Parksuchverkehr im öffentlichen Straßenraum zu verringern. Falls es widererwartend zu einer Zunahme des motorisierten Individualverkehrs (MIV) kommen sollte wird in jedem Fall gegensteuert.

### 9.14.3 Ausbau von P+R-Anlagen

Kritik wurde daran geübt, dass P+R-Anlagen bereits in der 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans angesprochen wurden, ohne dass es zur Umsetzung kam. Folglich bestünde nach wie vor ein Mangel an entsprechenden Anlagen.

Unter Ziffer 8.3.7.2 werden die Pläne zum Ausbau von P+R-Anlagen vorgestellt. Für Anlagen auf dem Gebiet der Stadt Darmstadt sind die Planungen auch im Masterplan 2030+ aufgeführt. Außerhalb der Stadt sind Abstimmungen mit den Landkreisen erforderlich bzw. liegt die Zuständigkeit dort.

### 9.14.4 Mangelnde Ahndung falsch parkender Kfz

Es wurde beklagt, dass Radwege regelmäßig als Halte- oder auch Parkplätze für Lieferwagen und Handwerker genutzt würden. Als Beispiel wurde der Rhönring in östlicher Richtung benannt, wo der eigentlich komfortable Radweg, sicher durch Bäume von der Straße getrennt, neben dem Gehweg verläuft. Die tatsächliche Situation des regelmäßig durch Kraftfahrzeuge blockierten Radweges würde aber zum ständigen Ausweichen auf die Straße zwingen. Folglich würde Radfahren schon dadurch viel attraktiver, dass die vorhandenen Fahrradwege von falsch parkenden Kraftfahrzeugen freigehalten würden.

Daher sei eine deutlich straffere Ahndung von Falschparkern umzusetzen, was in anderen Städten wesentlich strenger erfolge. Dazu könnten beispielsweise ca. zehn noch zu bestimmende Schwerpunkte des Falschparkens zu-

künftig als Sofortabschleppzonen benannt werden in denen nicht mehr nach Opportunitätsprinzip, sondern zwingend abgeschleppt würde. Dadurch solle auch die Quote von 500 abgeschleppten Kfz pro Jahr erhöht werden.

Das Halten/Parken auf Radwegen kontrolliert und ahndet die Kommunalpolizei im Rahmen der personellen und organisatorischen Möglichkeiten. Eine Aufstockung des Personals, gerade zur stärkeren Überwachung des ruhenden Verkehrs, befindet sich in Planung.

Die Qualität der Verkehrsüberwachung lässt sich nicht (alleine) an der Anzahl der abgeschleppten Fahrzeuge messen. Das Abschleppen verkehrswidrig abgestellter Fahrzeuge ist an enge rechtliche Kriterien gebunden. Entscheidungen vor Ort müssen rechtssicher getroffen werden, d.h. diese müssen auch notfalls vor Gericht Bestand haben. Die Abwicklung von Abschleppaufträgen ist sehr zeitaufwändig. In der Regel sind zwei Bedienstete für die Dauer von einer Stunde örtlich gebunden, was jedoch die Kontrolle weiterer Örtlichkeiten bei gleichem Personaleinsatz erschwert. Im Rahmen des Projektes zur intensiveren Überwachung des ruhenden Verkehrs ist geplant, gemischte Streifen in Zusammenarbeit mit einer privaten Sicherheitsfirma durchzuführen. Deren Angestellte sind nicht berechtigt, Abschleppvorgänge durchzuführen. Durch gemeinsame Streifen wäre gewährleistet, dass Abschleppaufträge in allen Kontrollsituationen beauftragt und umgesetzt werden könnten.

Die Benennung und Kommunikation von „Sofortabschleppzonen“ wird kritisch gesehen. Die Kommunalpolizei kennt solche Hotspots sehr genau. Diese werden daher bereits regelmäßig(er) überwacht.

Das Opportunitätsprinzip hat sich aus kommunalpolizeilicher Sicht bewährt und soll auch weiter so praktiziert werden.

## 9.15 Einfluss des Luftverkehrs

In einer Einwendung wurde angemerkt, dass sich der Luftreinhalteplan lediglich mit dem „Bodenverkehr“ befasse, während die Einflüsse des Luftverkehrs nicht betrachtet würden. Daher wurde die Frage formuliert, ob nicht ein Überflugverbot mit einer Mindesthöhe von 2500 m anzustreben sei?

In Kapitel 6.1 wird auf die Ermittlung von Verursacheranteilen an der Gesamtbelastung eingegangen. Dabei wird auch der Einfluss des Flug-

verkehrs betrachtet. Wie Tab. 11 zu entnehmen ist, trägt der Luftverkehr zu lediglich etwa 0,4 % zur Stickstoffdioxidimmission an Verkehrsschwerpunkten in Darmstadt bei. Somit wäre durch Maßnahmen im Luftverkehr praktisch kein messbarer Einfluss auf die Gesamtbelastung möglich.

### 9.16 Die automatische Überwachung des Lkw-Durchfahrverbotes

Zum projektierten System zur Überwachung des Lkw-Durchfahrverbotes wurde eine sehr baldige Installation und zügige Ausweitung auf ganz Darmstadt angeregt.

Für die automatisierte Überwachung gibt es aktuell noch keine technisch erprobte Lösung. In der automatisierten Überwachung wird jedoch ein zielführender und zukunftsweisender Ansatz gesehen. Nach erfolgter Markterkundung wurde ein Unternehmen ausgewählt, mit dem im Rahmen eines Pilotprojektes die automatisierte Überwachung des Durchfahrverbotes realisiert werden soll.

### 9.17 Ausbau der Odenwaldbahn

Es wurde vorgetragen, dass die geplanten Verkehrsbeschränkungen den Pendlerverkehr deutlich behindern würden, da dieser nicht durch den ÖPNV aufgefangen werden könne. In der Schlussfolgerung sei der Ausbau der Odenwaldbahn dringend erforderlich.

Für das Verkehrsangebot im künftigen Verkehrsvertrag auf der Odenwaldbahn hat der Rhein-Main-Verkehrsverbund als zuständiger Aufgabenträger eine Machbarkeitsstudie beauftragt, die die Voraussetzungen dafür ermitteln soll, wie auf wirtschaftliche Weise Verbesserungen des Verkehrsangebots (mehr und schnellere Verbindungen in Richtung Darmstadt und Frankfurt) erreicht werden können. In der Machbarkeitsstudie werden unter anderem Varianten des Infrastrukturausbaus, wie beispielsweise zweigleisige Begegnungsabschnitte oder der Ausbau von Begegnungsbahnhöfen, dimensioniert und anhand des Aufwands und der verkehrlichen Wirkung bewertet. Ebenfalls untersucht wird eine evtl. Elektrifizierung. Mit den Ergebnissen der Machbarkeitsstudie zur Odenwaldbahn ist gemäß den Angaben des RMV im Sommer/Frühherbst dieses Jahres zu rechnen. Die Ergebnisse dieser Machbarkeitsstudie sollten zunächst abgewartet werden.

### 9.18 Monitoring-Systeme für den Green City Plan und Entwicklung der Fahrradfreundlichkeit

Um für jeden interessierten Bürger die Fortschritte im Hinblick auf die Umsetzung des Green City Plans (GCP) und die Fortschritte bei der Förderung des Fahrradverkehrs transparent zu machen, wurde angeregt, für beides eine Art Monitoring einzurichten. Zusätzlich solle der Green City Plan mit einem Lenkungsausschuss versehen werden. So würde es leichter zu erfahren, welche Umsetzung wann startet, wie weit sie bereits umgesetzt ist bzw. wann sie voll umgesetzt ist.

Für das Maßnahmenprogramm Radverkehr sind seitens der Stadt Darmstadt jährliche Berichte für die interessierte Öffentlichkeit und eine aktuelle Online-Präsenz geplant.

Eine stadtinterne Arbeitsgruppe wurde durch den Oberbürgermeister unter Federführung des Umweltamtes eingesetzt und kümmert sich nicht nur um die Vorbereitung der Verkehrsbeschränkungen ab Juni 2019 sondern begleitet und koordiniert auch die kontinuierliche Umsetzung des GCP.

### 9.19 Betriebliches Mobilitätsmanagement

Unter dem Verweis auf den aktuellen Koalitionsvertrag, in dem sich die Landesregierung verpflichtet Maßnahmen des betrieblichen Mobilitätsmanagements (BMM) zu fördern, wurde die Frage aufgeworfen warum der Entwurf des Luftreinhalteplans keine Maßnahmen des BMM enthielte.

Beim BMM handelt es sich um eine Daueraufgabe. Das vom Netzwerk „Südhessen effizient mobil“ entwickelte Beratungsprogramm für Unternehmen und Institutionen ging bereits 2017 in die 7. Runde. Netzwerkpartner sind neben der Wissenschaftsstadt Darmstadt, DADINA, Landkreis Darmstadt-Dieburg und Groß-Gerau, RMV, ivm und die IHK Darmstadt Rhein Main Neckar. Bisher haben 70 Unternehmen und Institutionen, davon 22 Arbeitgeber aus Darmstadt mit insgesamt ca. 18.000 Beschäftigten an dem Programm teilgenommen, d.h. eine ausführliche Bestandsanalyse (u.a. mit Beschäftigtenbefragung, Standortanalyse usw.) durchgeführt und einen Mobilitätsplan erstellt sowie erste Maßnahmen zur Förderung einer nachhaltigen Mobilität umgesetzt.

Die IHK hat in Zusammenarbeit mit den kommunalen Gebietskörperschaften ein Audit „Betriebliches Mobilitätsmanagement“ erarbeitet. Eine Erstauditierung wurde mittlerweile von 9 Betrieben und Institutionen durchgeführt, ein Arbeitgeber hat bereits nach 3 Jahren ein Reaudit erstellt.

Das Audit ist ein strategisches Instrument für Entscheider in Unternehmen und Behörden, um nachhaltige Strategien für die eigene Mobilität zu entwickeln und um Verbindlichkeit für die Umsetzung von Mobilitätsmaßnahmen zu schaffen. (TeilnehmerInnen waren u.a. TU Darmstadt, GSI, Finanzamt, Alnatura, Landeswohlfahrtsverband, Planquadrat und andere).

Die Stadtverwaltung der Wissenschaftsstadt Darmstadt hat an dem Programm „Südhessen effizient mobil“ ebenfalls teilgenommen.

### **9.20 Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen**

Es wurde gefordert, dass sobald absehbar sei, dass restriktive Maßnahmen außer Kraft gesetzt werden können, ohne dass die Grenzwerte erneut überschritten werden, sollte dieser Schritt umgehend umgesetzt werden. Es wurde darum gebeten, dies explizit im Plan festzuhalten, da das Ziel des Plans dann als erfüllt anzusehen sei und Einschränkungen aufgehoben werden sollten.

Ausführungen zu einer etwaigen Außerkraftsetzung von Maßnahmen waren bereits im Planentwurf unter im letzten Absatz des Kapitel 8.7 „Überprüfung der Wirksamkeit der geplanten Maßnahmen“ enthalten. Darüber hinausgehende Formulierungen sind nicht erforderlich.

## 10 Quellen

- [1] Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main, Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlich Raum und Verbraucherschutz, Mai 2005
- [2] 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)
- [3] 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 29. März 2017 (BGBl. I S. 626, 637)
- [4] 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 10. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2244)
- [5] Umweltbundesamt; <https://www.umweltbundesamt.de/no2-krankheitslasten>; abgerufen am 20. Dezember 2018
- [6] Prof. Dr. Dieter Köhler, Feinstaub und Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>): Eine kritische Bewertung der aktuellen Risikodiskussion; Dtsch. Arztebl. 2018; 115(38): A-1645 / B-1387 / C-1375; [https://www.aerzteblatt.de/archiv/200863/Feinstaub-und-Stickstoffdioxid-\(NO-sub-2-sub-\)-Eine-kritische-Bewertung-der-aktuellen-Risikodiskussion](https://www.aerzteblatt.de/archiv/200863/Feinstaub-und-Stickstoffdioxid-(NO-sub-2-sub-)-Eine-kritische-Bewertung-der-aktuellen-Risikodiskussion); abgerufen am 21. Dezember 2018
- [7] WDR; Wie gefährlich sind Stickoxide? Das sagt die Wissenschaft; <https://www1.wdr.de/wissen/technik/abgasalarm/stickoxid-das-sagt-die-wissenschaft-100.html>; abgerufen am 20. Dezember 2018
- [8] Hessisches Statistisches Landesamt, <https://statistik.hessen.de/zahlen-fakten/bevoelkerung-gebiet-haushalte/bevoelkerung>, abgerufen am 2. Januar 2018
- [9] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie; <https://www.hlnug.de/messwerte/luft/recherche.html>
- [10] Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; 2. Fortschreibung Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main Teilplan Darmstadt, [https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/media/hmuelv/2.fortschreibung\\_lrp\\_ballungsraum\\_rhein-main\\_teilplan\\_darmstadt\\_0.pdf](https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/media/hmuelv/2.fortschreibung_lrp_ballungsraum_rhein-main_teilplan_darmstadt_0.pdf)
- [11] Hessischer Landtag; Drucksache 19/6214: Kleine Anfrage des Abg. Rock (FDP) vom 22. März 2018 betreffend Standort der Luftmessstation Darmstadt Hängelstraße und deren Vereinbarkeit mit den Vorgaben der Richtlinie 2008/50/EG und der 39. BImSchV und Antwort der Ministerin für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 20.04.2018
- [12] Stadt Darmstadt, [https://www.darmstadt.de/fileadmin/Bilder-Rubriken/Kurzbericht\\_Jahr\\_2017-internet.pdf](https://www.darmstadt.de/fileadmin/Bilder-Rubriken/Kurzbericht_Jahr_2017-internet.pdf), abgerufen am 12. März 2018
- [13] Hessisches Statistisches Landesamt, Hessische Gemeindestatistik 2017, <https://statistik.hessen.de/zahlen-fakten/bevoelkerung-gebiet-haushalte-familien/gebiet/tabellen>, abgerufen am 12. März 2018
- [14] Umweltatlas Hessen; Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie; <http://atlas.umwelt.hessen.de/atlas/index-ie.html>
- [15] Verordnung über Zuständigkeiten nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz, dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung, dem Treibhausgas-Emissionshandelsgesetz, dem Gesetz zur Ausführung des Protokolls über Schadstofffreisetzung- und -verbringungsregister und dem Benzinbleigesetz (Immissionsschutz-Zuständigkeitsverordnung – ImSchZuV) vom 26. November 2014, GVBl. 2014, S. 331
- [16] IVU Umwelt GmbH, E. Reimer, R. Stern i.A. des Hessischen Ministeriums für Um-

- welt, 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](https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/media/hmuelv/vorbelastung_hessen_eb_g16b.pdf)
- [17] Emissionskataster Hessen, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie <http://www.hlnug.de/start/luft/emissionskataster.html>
- [18] 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 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021, 1074)
- [19] Fünfte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - Emissionskataster in Untersuchungsgebiete (5. BImSchVwV) Vom 24. April 1992 (GMBl. S. 317, ber. GMBl. 1993, S. 343)
- [20] Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes 4. BImSchV - Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung vom 2. Mai 2013 (BGBl. I, S. 973 (3756))
- [21] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002, GMBl. S. 511
- [22] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV ) in der Fassung vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S. 38), zuletzt geändert durch Gesetz vom 10.3.2017 (BGBl. I S. 420)
- [23] Hessen Mobil, Verkehrsmengenkarten 2015, <https://mobil.hessen.de/%C3%BCberuns/downloads-formulare/stra%C3%9Fenverkehrsz%C3%A4hlung-2015>
- [24] HBEFA - Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.3, April 2017; 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)
- [25] 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 19.12.2017 (BGBl. I S. 4007)
- [26] 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)
- [27] Verordnung (EU) Nr. 582/2011 der Kommission vom 25. Mai 2011 zur Durchführung und Änderung der Verordnung (EG) Nr. 595/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich der Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen (Euro VI) und zur Änderung der Anhänge I und III der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Juni 2011 (ABl. L 167 S. 1)
- [28] Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Luftreinhalteplanung, <https://umwelt.hessen.de/umwelt-natur/luft-laerm-licht/luftreinhalteplanung>
- [29] Verordnung (EU) 2017/1151 der Kommission von 1. Juni 2017 zur Ergänzung 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 Fahrzeugreparatur- und -wartungsinformationen, zur Änderung der Richtlinie 2007/46/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission sowie der Verordnung (EU) Nr. 1230/2012 der Kommission und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 der Kommission
- [30] 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) 18. Juli 2008
- [31] Viertes Gesetz zur Änderung des Bundesfernstraßenmautgesetzes (4. BFStrM-GÄndG) vom 27.03.2017 BGBl. I S. 564 (Nr. 15)
- [32] HEAG mobilo GmbH, Mobilitätsdienstleister in Südhessen, <https://www.heagmobilo.de/de/presse/pressemitteilung/heag-mobilo-verzeichnet-deutlichen-fahrgastzuwachs>, abgerufen am 11. Januar 2019
- [33] Umweltbundesamt, Luftschadstoffbelastung in Deutschland, <http://gis.uba.de/Website/luft/index.html>, abgerufen am 5. Januar 2018
- [34] 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)
- [35] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (EnEV - Energieeinsparverordnung) vom 24. Juli 2007 (BGBl. I 2007, S. 1519), zuletzt geändert durch Verordnung 24.10.2015 (BGBl. I S. 1789)
- [36] 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))
- [37] Fünfunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung - 35. BImSchV) 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
- [38] Verwaltungskostenordnung für den Geschäftsbereich des Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (VwKostO-MUKLV) vom 8.12.2009, zuletzt geändert durch Verordnung vom 20. November 2018
- [39] Wissenschaftsstadt Darmstadt, Projektgruppe GCP DA; Benz + Walter GmbH, Wiesbaden; dmo - digital mobilities consultants, Hamburg; HEAG mobilo, Darmstadt: Green City Plan Darmstadt (GCP DA) - Masterplan – Maßnahmen und Maßnahmenbündel zur Reduzierung der NO<sub>2</sub>-Luftbelastung in der Wissenschaftsstadt Darmstadt vom 31. Juli 2018
- [40] [http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet\\_node.html](http://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienz/Elektromobilitaet/elektromobilitaet_node.html)
- [41] Endbericht: Begutachtung der Wirkung von fahrzeugtechnischen Umrüstmaßnahmen bei Dieselfahrzeugen auf die Luftqualität hinsichtlich der Stickoxidkonzentration in Berlin und München, IVU Umwelt GmbH 2018 im Auftrag des Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)
- [42] Bundesverwaltungsgericht, Urteil vom 27. Februar 2018, 7 C 30.17, VG 13 K 5412/15
- [43] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur: Technische Anforderungen an Stickoxid (NO<sub>x</sub>)-Minderungssysteme mit erhöhter Minderungsleistung für die Nachrüstung an Pkw und Pkw-ähnlichen Fahrzeugen (NO<sub>x</sub>MS-Pkw) vom 21. Dezember 2018
- [44] Verordnung über die EG-Genehmigung für Kraftfahrzeuge und ihre Anhänger sowie für Systeme, Bauteile und selbstständige technische Einheiten für diese Fahrzeuge (EG-Fahrzeuggenehmigungsverordnung - EG-FGV) vom 3. Februar 2011
- [45] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz: Pfändungsfreigrenzen für Arbeitseinkommen gemäß Bekanntmachung vom 28. März 2017 (BGBl. I S. 750) - ab 1. Juli 2017 geltende Pfändungsfreigrenzen – ([https://www.bmjv.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Pfaendungsfreigrenzen\\_Arbeitseinkommen\\_Juli2017.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=18](https://www.bmjv.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Pfaendungsfreigrenzen_Arbeitseinkommen_Juli2017.pdf?__blob=publicationFile&v=18))
- [46] PTV Planung Transport Verkehr AG: PTV Visum <https://www.ptvgroup.com/de/loesungen/produkte/ptv-visum/>

- [47] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Informationen zu Software-Updates bei Dieselfahrzeugen; <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/informationen-zu-software-updates.html>, abgerufen am 9. Oktober 2018
- [48] A. Friedrich, S. Annen; NO<sub>x</sub>- und CO<sub>2</sub>-Messungen im realen Fahrbetrieb – Wirksamkeit von Software-Updates und Hardware-Nachrüstungen; Berlin, 15. August 2018; [https://www.duh.de/fileadmin/user\\_upload/download/Projektinformation/Verkehr/dieselgate/EKI/2018-08-15\\_Bericht\\_Software-Updates\\_Hardware-Nachr%C3%BCstungen\\_final.pdf](https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/download/Projektinformation/Verkehr/dieselgate/EKI/2018-08-15_Bericht_Software-Updates_Hardware-Nachr%C3%BCstungen_final.pdf); abgerufen am 4. Januar 2019
- [49] Studie über das Potential einer Realisierung einer Hardware-Nachrüstung für Dieselfahrzeuge EU5 (EU4) zur NO<sub>x</sub>-Reduzierung; Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur; 8. Januar 2018
- [50] NO<sub>x</sub>-Reduzierung an Euro 5 Dieselfahrzeugen durch Hardwarenachrüstung; erstellt im Auftrag ADAC Württemberg e.V. durch ADAC e.V. Test und Technik, Landsberg a. Lech, 20. Februar 2018
- [51] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, Konzept für saubere Luft und die Sicherung der individuellen Mobilität in unseren Städten; <https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/konzept-klarheit-fuer-dieselfahrer.html>; abgerufen am 9. Oktober 2018
- [52] Arguments for an integrated EU cycling policy; European Cyclists' Federation asbl; Brüssel: 1. Dezember 2016 ([https://ecf.com/sites/ecf.com/files/FINAL%20THE%20EU%20CYCLING%20ECONOMY\\_low%20res.pdf](https://ecf.com/sites/ecf.com/files/FINAL%20THE%20EU%20CYCLING%20ECONOMY_low%20res.pdf))
- [53] Studie Radfahren und Einkaufen - Die wirtschaftliche Bedeutung und Potentiale des Fahrrades für den Einzelhandel in Österreich; CIMA Beratung + Management GmbH; 22. April 2010
- [54] Baum, Dr. Anja: Anwendungsmöglichkeiten und erste Ergebnisse aus Pilotstudien zur Photokatalyse an Straßenbauwerken - Kolloquium Luftreinhaltung durch Photokatalyse 23. September 2015, Bergisch Gladbach
- [55] [http://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Publikationen/Veranstaltungen/V3-Luftqualitaet-2015/luftqualit%C3%A4t-vortrag-sauer.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Publikationen/Veranstaltungen/V3-Luftqualitaet-2015/luftqualit%C3%A4t-vortrag-sauer.pdf?__blob=publicationFile&v=2)
- [56] <https://www.tropos.de/aktuelles/pressemitteilungen/details/photokatalytische-beschichtungen-nur-unter-bestimmten-umweltbedingung/>
- [57] Environmental Health Criteria 188 - Nitrogen Oxides; United Nations Environment Programme, International Labour Organisation, World Health Organisation; International Programme on Chemical Safety (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc188.htm>)
- [58] Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide; World Health Organisation; 2013 ([http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0006/238956/Health\\_risks\\_air\\_pollution\\_HRAPIE\\_project.pdf?ua=1](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf?ua=1))
- [59] Atmen: Luftschadstoffe und Gesundheit; Positionspapier Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin e.V.; Berlin 2018 ([https://pneumologie.de/fileadmin/user\\_upload/DGP\\_Luftschadstoffe\\_Positionspapier\\_20181127.pdf](https://pneumologie.de/fileadmin/user_upload/DGP_Luftschadstoffe_Positionspapier_20181127.pdf))
- [60] Lungenärzte erwarten Verschärfung der Grenzwerte, Ärzte Zeitung online, 07.03.2019 (<https://www.aerztezeitung.de/medizin/krankheiten/atemwegskrankheiten/article/982483/s tickstoffdioxid-lungenaerzte-erwarten-verschaerfung-grenzwerte.html>)
- [61] Messaktion "Decke auf, wo Atmen krank macht"! ; Deutsche Umwelthilfe e.V.; Radolfzell (<https://www.duh.de/abgasalarm/>)

## 11 Anhänge

### 11.1 Begriffsbestimmungen

#### *Ballungsraum*

... ist ein Gebiet mit mindestens 250.000 Einwohnern, das 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) [4] 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 [4].

#### *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 [4] 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.

#### *PM<sub>10</sub>*

... sind die Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm einen Abscheidegrad von 50 % aufweist.

#### *PM<sub>2,5</sub>*

... sind die Partikel, die einen gröÙenselektierenden 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.

## 11.2 Abbildungsverzeichnis

Abb.1:	Lage von Darmstadt im (rot abgegrenzten) Ballungsraum Rhein-Main; <i>Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2018</i> .....	12
Abb.2:	Stadtgebiet von Darmstadt (rote Umrandung); <i>Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2018</i> .....	13
Abb.3:	Messstandorte in Darmstadt; <i>Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2018</i> .....	14
Abb.4:	Verkehrsbezogene Luftmessstation Darmstadt -Hügelstraße; <i>Foto: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie</i> .....	14
Abb.5:	Luftmessstation des städtischen Hintergrundes in der Rudolf-Müller-Anlage in Darmstadt; <i>Foto: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie</i> .....	15
Abb. 6:	Verkehrsbezogener Messpunkt DaH8 am Ende der Tunnelausfahrt Hügelstraße Darmstadt; <i>Foto: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie</i> .....	16
Abb. 7:	Verkehrsbezogener Messpunkt DaHe2 an der Heinrichstraße 5 - 7; <i>Foto: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie</i> .....	16
Abb. 8:	Darstellung der durch den lokalen Fahrzeugverkehr verursachten räumlichen Zusatzbelastung von NO <sub>2</sub> ; MISKAM-Berechnung [vgl. 4.2.3] mit Gebäuden (obere Abbildung) und ohne Gebäude (untere Abbildung); <i>Kartengrundlage: Openstreetmap (www.openstreetmap.org), ODbL 1.0</i> .....	18
Abb.9:	Entwicklung der mittleren Jahrestemperaturen im Ballungsraum Rhein-Main in der Zeit von 1921 bis 2010 [14]; <i>Kartengrundlage: ALK®: © Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformationen, Datengrundlage: © Deutscher Wetterdienst, Offenbach, Bearbeitung: © HLNUG: Fachzentrum Klimawandel Hessen</i> .....	19
Abb.10:	Windrichtungsverteilung an der Messstation des städtischen Hintergrunds in Darmstadt (Zeitraum: Januar 2016 bis Dezember 2017) .....	20
Abb.11:	Ballungsraum Rhein-Main (rot schraffiert) mit Geländeschnitt; <i>Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2018</i> .....	20
Abb.12:	Höhenprofil des Ballungsraums Rhein-Main; <i>Kartengrundlage: © Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformationen</i> .....	20
Abb.13:	Entwicklung der PM <sub>10</sub> -Belastung in Darmstadt seit Aufnahme der Feinstaubmessungen....	22
Abb.14:	Anzahl der jährlichen Überschreitungen des Tagesmittelwertes von PM <sub>10</sub> .....	22
Abb.15:	Entwicklung der Schwefeldioxid- (SO <sub>2</sub> ) und Benzolbelastung in Darmstadt .....	23
Abb.16:	Entwicklung der Ozonbelastung in Darmstadt.....	23
Abb.17:	Entwicklung der NO <sub>x</sub> -Konzentrationen.....	23
Abb.18:	Langfristige Entwicklung der NO <sub>2</sub> -Belastung .....	24
Abb. 19:	Entwicklung der NO <sub>2</sub> -Belastung seit Inkrafttreten des Grenzwertes 2010 .....	24
Abb.20:	Zusammensetzung der Einzelbeiträge zur Schadstoffbelastung .....	25
Abb.21:	Hauptverkehrsstraßennetz in Darmstadt (gelbe Markierung); <i>Kartengrundlage: Openstreetmap www.openstreetmap.org), ODbL 1.0</i> .....	26
Abb.22:	Darstellung der anthropogen verursachten NO <sub>2</sub> -Belastung in Hessen [16] .....	28
Abb.23:	Entwicklung der NO <sub>x</sub> -Emissionen erklärungsspflichtiger Industrieanlagen in Darmstadt .....	29
Abb.24:	Entwicklung der NO <sub>x</sub> -Abgasgrenzwerte für Straßenfahrzeuge (Euronormen) .....	31
Abb. 25:	Vergleich der NO <sub>x</sub> -Emissionen von Fahrzeugen zwischen Abgasgrenzwert und Realemissionen; Innenstadt, Bezugsjahr 2017, HBEFA 3.3 .....	31

Abb.26:	Bestand an Personenkraftwagen in Darmstadt nach Kraftstoffarten jeweils zum 1. Januar eines Jahres (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt).....	32
Abb.27:	Verteilung der in Darmstadt zugelassenen Diesel-Pkw auf die Emissionsklassen (Euronormen) .....	32
Abb.28:	Aufteilung der in Deutschland zugelassenen Nutzfahrzeuge nach zulässigem Gesamtgewicht und Emissionsklasse; Stand: 1. Januar 2018; Quelle: KBA .....	33
Abb.29:	Aufteilung der in Darmstadt zugelassenen Nutzfahrzeuge nach zulässigem Gesamtgewicht und Emissionsklasse; Stand: 1. Januar 2018; Quelle: KBA .....	33
Abb.30:	Entwicklung der NO <sub>x</sub> -Emissionen des Straßenverkehrs in Darmstadt; Quelle: HLNUG, Verkehrskataster .....	33
Abb.31:	Luftschadstoffbelastung in Deutschland; Ballungsraum Rhein-Main; Schadstoff NO <sub>2</sub> ; Bezugsjahr 2016; <i>Quelle: UBA [26]</i> .....	34
Abb.32:	Durchschnittliche Immissionsanteile an der NO <sub>2</sub> -Belastung in Darmstadt, Bezugsjahr 2013 .....	35
Abb.33:	Berechnete NO <sub>2</sub> -Immissionsbelastung der Hauptverkehrsstraßen in Darmstadt, Bezugsjahr 2017, ohne Berücksichtigung der Autobahnen; <i>Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2018</i> .....	37
Abb.34:	Emissionsanteile der verschiedenen Fahrzeugtypen an den verkehrsbedingten NO <sub>x</sub> -Emissionen, HBEFA 3.3, Bezugsjahr 2017 .....	38
Abb.35:	Entwicklung des Anteils von Euro-6-Diesel-Pkw am Diesel-Pkw-Bestand in Darmstadt .....	40
Abb.36:	Entwicklung der NO <sub>x</sub> -Emissionen von Diesel-Pkw und Anteil der Euro-6d-Diesel-Pkw an der Diesel-Pkw-Flotte; HBEFA 3.3.....	41
Abb.37:	Fahrgastzahlen der Straßenbahn- und Buslinien in Darmstadt.....	42
Abb.38:	Berechnete Entwicklung der NO <sub>2</sub> -Belastung (Prognosenullfälle 2018 bis 2021) in Darmstadt ohne weitere Maßnahmen im Straßenverkehr ausgehend vom Analysenullfall 2017 .....	45
Abb. 39:	Gesamt-NO <sub>x</sub> -Emissionen [t/a] der Linienbusflotte für die Prognoseplanfälle bis 2021 .....	51
Abb. 40:	Übersichtskarte zur Parkraumbewirtschaftung in Darmstadt; © <i>Wissenschaftsstadt Darmstadt, Stadtplanungsamt</i> .....	57
Abb. 41:	Prognosenullfall und Wirksamkeiten der Maßnahmenpakete unter 8.3 inkl. Software-Updates gemeinsam für 2020 .....	63
Abb. 42:	Straßenabschnitte auf der Heinrich- und der Hängelstraße, für die Verkehrsbeschränkungen für besonders emittente Fahrzeuge gelten; <i>Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2018</i> .....	64
Abb. 43:	Kennzeichnung der Emissionsschlüsselnummer bei vor dem 1. Oktober 2005 ausgestellten Fahrzeugscheinen .....	65
Abb. 44:	Kennzeichnung der Emissionsschlüsselnummer bei nach dem 1. Oktober 2005 ausgestellten Zulassungsbescheinigungen .....	65
Abb. 45:	Maßnahmen zur Verkehrsreduzierung Hängelstraße; <i>Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2018</i> .....	66
Abb. 46:	Zeichen 274-30 StVO im Bereich des Wilhelminentunnels .....	66
Abb. 47:	Beschilderung für die Heinrichstraße zwischen Heidelberger Straße und Karlsstraße sowie in umgekehrter Fahrtrichtung.....	67
Abb. 48:	Beschilderung für die Hängelstraße zwischen Tunnelausfahrt und Karlsstraße sowie in umgekehrter Fahrtrichtung.....	67

Abb. 49:	Beschilderungskonzept für Tempo-30-Anordnung, Verkehrsbeschränkungen und Vorankündigung der Verkehrsbeschränkungen; .....	68
Abb. 50:	Differenznetz Nullfall / Planfall bei Verkehrsbeschränkungen für sämtliche Diesel-Pkw/LNfz auf den von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Straßenabschnitten Heinrich- und Hügelstraße sowie weiterer verkehrslenkender Maßnahmen; Kartengrundlage: <i>Openstreetmap</i> ( <a href="http://www.openstreetmap.org">www.openstreetmap.org</a> ), <i>ODbL 1.0</i> .....	70
Abb. 51:	Minderungswirkung der untersuchten Maßnahmen im Jahr 2020 im Verhältnis zum Prognosenullfall 2020 .....	79
Abb. 52:	Prognosenullfall und Wirksamkeiten der geplanten Maßnahmen für 2020 .....	80

### 11.3 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Immissionsgrenz- und -zielwerte nach der 39. BImSchV .....	10
Tab. 2:	Beschreibung der Luftmessstation Hügelstraße, Darmstadt .....	14
Tab. 3:	Beschreibung der Luftmessstation Rudolf-Müller-Anlage, Darmstadt .....	15
Tab. 4:	Beschreibung des NO <sub>2</sub> -Passivsammler-Messpunktes Hügelstraße 26 (DaH8), Darmstadt.	16
Tab. 5:	Beschreibung des NO <sub>2</sub> -Passivsammler-Messpunktes Heinrichstraße 5 - 7 (DaHe2), Darmstadt .....	16
Tab. 6:	Anteile sozialversicherungspflichtiger Beschäftigter an den verschiedenen Wirtschaftsbereichen in Darmstadt; Stand: 30.06.2016 [13] .....	18
Tab. 7:	Messergebnisse für die Jahre 2017 / 2018 in Darmstadt .....	25
Tab. 8:	Unterteilung der Industrieemissionen in Darmstadt nach Hauptgruppen der 4. BImSchV (Bezugsjahr 2016) .....	29
Tab. 9:	Beispiele für Emissionsfaktoren der Emittentengruppe Gebäudeheizung .....	30
Tab. 10:	NO <sub>x</sub> -Emissionsbilanz von Darmstadt .....	33
Tab. 11:	Berechnete NO <sub>2</sub> -Gesamtbelastung und Verursacheranteile in verschiedenen Straßenzügen in Darmstadt (Bezugsjahr 2013, HBEFA 3.2) .....	35
Tab. 12:	Berechnete NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerte einzelner Straßenabschnitte in Darmstadt für das Bezugsjahr 2017 .....	37
Tab. 13:	Vergleich der berechneten Werte mit den gemessenen Werten .....	45
Tab. 14:	Minderung der NO <sub>2</sub> -Immissionen durch Verkehrsmanagement in 2020 im Vergleich zum Prognosenullfall .....	50
Tab. 15:	Minderung der NO <sub>2</sub> -Immissionen durch Ausbau und Förderung des üblichen Personennahverkehrs in 2020 im Vergleich zum Prognosenullfall .....	53
Tab. 16:	Minderung der NO <sub>2</sub> -Immissionen durch Förderung des Fahrradverkehrs in 2020 im Vergleich zum Prognosenullfall .....	54
Tab. 17:	Minderung der NO <sub>2</sub> -Immissionen durch Ausbau und Förderung Elektromobilität in 2020 im Vergleich zum Prognosenullfall .....	55
Tab. 18:	Minderung der NO <sub>2</sub> -Immissionen durch Parkraummanagement in 2020 im Vergleich zum Prognosenullfall .....	57
Tab. 19:	Minderung der NO <sub>2</sub> -Immissionen durch City Logistik Management / Überwachung Lkw-Durchfahrverbot in 2020 im Vergleich zum Prognosenullfall .....	59
Tab. 20:	Minderung der NO <sub>2</sub> -Immissionen durch Software-Updates in 2020 im Vergleich zum Prognosenullfall .....	60
Tab. 21:	Minderung der NO <sub>2</sub> -Immissionen durch Hardware-Nachrüstungen in 2020 im Vergleich zum Prognosenullfall .....	62
Tab. 22:	Wirkung der streckenbezogenen Verkehrsbeschränkungen auf ausgewählten, nicht von Verkehrsbeschränkungen betroffenen Straßenabschnitten in 2020 .....	74
Tab. 23:	Minderung der NO <sub>2</sub> -Immissionen der verschiedenen Szenarien des Maßnahmenpaketes Verkehrsbeschränkungen und verkehrslenkende Maßnahmen zur Verringerung der Verkehrsmengen .....	74

## 11.4 Alphabetische Liste der Städte und Gemeinden im Ballungsraum Rhein-Main

Stadt/Gemeinde	Landkreis	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Einwohnerzahl (Stand:31. März 2018)	Einwohner je km <sup>2</sup>
Bad Homburg v. d. Höhe, Stadt	Hochtaunus	51,17	53.948	1.013
Bad Soden am Taunus, Stadt	Main-Taunus	12,55	22.540	1.729
Bad Vilbel, Stadt	Wetterau	25,65	33.774	1.233
Bischofsheim	Groß-Gerau	9,03	13.075	1.391
Bruckköbel, Stadt	Main-Kinzig	29,68	20.406	695
Büttelborn	Groß-Gerau	30,01	14.721	449
Darmstadt, Stadt	kreisfreie Stadt	122,09	158.345	1.175
Dietzenbach, Kreisstadt	Offenbach am Main	21,67	34.171	1.532
Dreieich, Stadt	Offenbach am Main	53,31	41.681	758
Egelsbach	Offenbach am Main	14,82	11.563	716
Erlensee	Main-Kinzig-Kreis	18,59	14.649	693
Erzhausen	Darmstadt-Dieburg	7,40	8.053	998
Eschborn, Stadt	Main-Taunus-Kreis	12,14	21.443	1.717
Flörsheim am Main, Stadt	Main-Taunus-Kreis	22,95	21.312	883
Frankfurt am Main, Stadt	kreisfreie Stadt	248,31	748.033	2.698
Ginsheim-Gustavsburg	Groß-Gerau	13,94	16.541	1.146
Griesheim, Stadt	Darmstadt-Dieburg	21,41	27.208	1.220
Groß-Gerau, Stadt	Groß-Gerau	54,47	24.892	427
Großkrotzenburg	Main-Kinzig-Kreis	7,45	7.580	986
Hainburg	Offenbach am Main	15,95	14.387	902
Hanau, Stadt	Main-Kinzig-Kreis	76,49	96.211	1.155
Hattersheim am Main, Stadt	Main-Taunus-Kreis	15,82	27.523	1.610
Heusenstamm, Stadt	Offenbach am Main	19,03	18.838	956
Hochheim am Main, Stadt	Main-Taunus-Kreis	19,43	17.698	870
Hofheim am Taunus, Kreisstadt	Main-Taunus-Kreis	57,38	39.692	668
Karben, Stadt	Wetteraukreis	43,95	22.048	496
Kelkheim (Taunus), Stadt	Main-Taunus-Kreis	30,65	28.918	896
Kelsterbach, Stadt	Groß-Gerau	15,38	16.633	873
Kriftel	Main-Taunus-Kreis	6,76	11.258	1.579
Langen (Hessen), Stadt	Offenbach am Main	29,12	37.622	1.218
Liederbach am Taunus	Main-Taunus-Kreis	6,20	8.797	1.403

Stadt/Gemeinde	Landkreis	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Einwohnerzahl (Stand 30. 09.2014)	Einwohner je km <sup>2</sup>
Maintal, Stadt	Main-Kinzig-Kreis	32,40	39.086	1.166
Mörfelden-Walldorf, Stadt	Groß-Gerau	44,16	34.359	766
Mühlheim am Main, Stadt	Offenbach am Main	20,67	28.374	1.285
Nauheim	Groß-Gerau	13,77	10.513	733
Neu-Isenburg, Stadt	Offenbach am Main	24,31	37.498	1.468
Niederdorfelden	Main-Kinzig-Kreis	6,55	3.945	553
Obertshausen, Stadt	Offenbach am Main	13,62	24.807	1.773
Oberursel (Taunus), Stadt	Hochtaunuskreis	45,37	46.095	936
Offenbach am Main, Stadt	kreisfreie Stadt	44,90	127.006	2.660
Raunheim, Stadt	Groß-Gerau	12,61	16.216	1.173
Rodenbach	Main-Kinzig-Kreis	16,73	11.178	668
Rödermark, Stadt	Offenbach am Main	29,99	44.762	871
Rodgau, Stadt	Offenbach am Main	65,04	27.838	662
Rüsselsheim, Stadt	Groß-Gerau	58,30	65.137	1.024
Schöneck	Main-Kinzig-Kreis	21,49	11.882	557
Schwalbach am Taunus, Stadt	Main-Taunus-Kreis	6,47	15.313	2.273
Seligenstadt, Stadt	Offenbach am Main	30,84	21.309	657
Steinbach (Taunus), Stadt	Main-Taunus-Kreis	4,40	10.581	2.260
Sulzbach (Taunus)	Main-Taunus-Kreis	7,85	8.979	1.062
Weiterstadt, Stadt	Darmstadt-Dieburg	34,40	25.840	704
Wiesbaden, Stadt	kreisfreie Stadt	203,90	278.091	1.362

### 11.5 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
BImSchV	Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes
BImSchVwV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz
BTX	Benzol, Toluol, Xylol
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	Benzol
Cd	Cadmium
CO	Kohlenmonoxid
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
DWD	Deutscher Wetterdienst
EG/EU	Europäische Gemeinschaften/Europäische Union
GMBI	Gemeinsames Ministerialblatt
GVBl	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
HMWEVW	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen
JM	Jahresmittelwert
Kfz	Kraftfahrzeug
KRad	Kraftrad = Motorrad
LNfz	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 <sup>3</sup>	Mikrogramm (1 tausendstel Milligramm) pro Kubikmeter
mg/m <sup>3</sup>	Milligramm (1 tausendstel Gramm) pro Kubikmeter
MIV	Motorisierter Individualverkehr
NH <sub>3</sub>	Ammoniak
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ammonium
Ni	Nickel
NO	Stickstoffmonoxid
NO <sub>2</sub>	Stickstoffdioxid
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Nitrat

NO <sub>x</sub>	Stickoxide (Summe NO + NO <sub>2</sub> , angegeben als NO <sub>2</sub> )
O <sub>3</sub>	Ozon
ÖPNV	Öffentlicher Personen-Nahverkehr
Pb	Blei
Pkw	Personenkraftwagen
PM	Particulate matter (Staub)
PM <sub>10</sub>	Partikel, die einen größenselektierenden 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 <sub>2</sub>	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