



Luftreinhalteplan für das Gebiet Süd Hessen

Teilplan Bensheim



Impressum

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

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

Titelfoto: ©pure-life-pictures - stock.adobe.com

Druck: HMuKLV

Kartengrundlagen: Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation
Openstreetmap (www.openstreetmap.org), [ODbL1.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
Bundesamt für Kartographie und Geodäsie: GeoBasis-DE / BKG 2019

Stand: Ursprünglicher Stand Juni 2019
Redaktionelle Änderungen November 2019

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Einführung | 6 |
| Situation in Bensheim | 6 |
| Öffentlichkeitsbeteiligung | 6 |
| Rechtsgrundlagen | 7 |
| Gesundheitliche Wirkung von Stickstoffdioxid | 8 |
| 1 Ort der Überschreitung | 10 |
| 1.1 Region | 10 |
| 1.2 Bensheim | 11 |
| 1.3 Messstandorte in Bensheim | 11 |
| 1.3.1 Nibelungenstraße 9 | 12 |
| 1.3.2 Rodensteinstraße 14 | 13 |
| 1.3.3 Rodensteinstraße 7 | 13 |
| 1.4 Weitere Messstandorte im Gebiet Südhessen | 14 |
| 1.4.1 Michelstadt | 14 |
| 1.4.2 Heppenheim-Lehrstraße | 14 |
| 1.4.3 Fürth/Odenwald | 15 |
| 1.4.4 Riedstadt | 15 |
| 2 Allgemeine Informationen | 16 |
| 2.1 Art des Gebiets | 16 |
| 2.2 Schätzung der Größe des verschmutzten Gebiets | 16 |
| 2.3 Klima und Topographie | 17 |
| 2.3.1 Das Klima in Bensheim | 17 |
| 2.3.2 Topographie des Gebiets | 18 |
| 3 Zuständige Behörden | 19 |
| 4 Art und Beurteilung der Verschmutzung | 20 |
| 4.1 Entwicklung der Luftqualität im Gebiet Südhessen und Bensheim | 20 |
| 4.1.1 Entwicklung der Feinstaubbelastung (PM10) | 20 |
| 4.1.2 Entwicklung der Ozonbelastung | 20 |
| 4.1.3 Entwicklung der Belastung mit Stickoxiden | 21 |
| 4.1.4 Belastungssituationen 2017/2018 | 21 |
| 4.2 Angewandte Beurteilungstechniken | 22 |
| 4.2.1 Beiträge zur Gesamtbelastung | 22 |
| 4.2.2 Modellrechnungen zur Ermittlung der der Verursacheranteile | 23 |
| 4.2.3 Berechnung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung durch Modellrechnung | 23 |
| 5 Ursprung der Verschmutzung | 25 |
| 5.1 Liste der wichtigsten Emissionsquellen | 25 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.2 | Industrie-Emissionen | 25 |
| 5.3 | Gebäudeheizungs-Emissionen | 26 |
| 5.4 | Verkehrsemissionen | 27 |
| 5.4.1 | Verkehrszählungen als Grundlage der Emissionsermittlung | 27 |
| 5.4.2 | Abgasgrenzwerte und Realemissionen von Fahrzeugen | 27 |
| 5.4.3 | Zusammensetzung der Kfz-Flotte | 29 |
| 5.4.4 | Verkehrsemissionen der Stadt | 30 |
| 5.5 | Gesamtmenge der Emissionen in Bensheim | 30 |
| 5.6 | Eintrag von Stickstoffoxiden aus anderen Gebieten | 30 |
| 6 | Analyse der Lage | 31 |
| 6.1 | Ausbreitungsberechnungen zur Ermittlung der Verursacheranteile | 31 |
| 6.2 | Modellrechnungen zur Ermittlung der Zusatzbelastung durch den lokalen Verkehr | 32 |
| 6.3 | Untersuchung der Verursacheranteile des Straßenverkehrs | 33 |
| 7 | Angaben zu bereits durchgeführten Maßnahmen oder bestehenden Verbesserungsvorhaben | 34 |
| 7.1 | Europaweite, nationale und regionale Maßnahmen | 34 |
| 7.1.1 | Emittentengruppe Industrie | 34 |
| 7.1.2 | Emittentengruppe Gebäudeheizung | 35 |
| 7.1.3 | Emittentengruppe Kfz-Verkehr | 35 |
| 7.1.3.1 | Einführung eines neuen Typprüfzyklus | 35 |
| 7.1.3.2 | Ausweitung der Lkw-Maut | 36 |
| 7.2 | Regionale Maßnahmen | 36 |
| 7.2.1 | Nahverkehrsplan Kreis Bergstraße 2014 bis 2018 | 36 |
| 7.2.2 | Regionalplan Südhessen 2010 | 37 |
| 7.3 | Lokale Maßnahmen der Stadt Bensheim | 37 |
| 7.3.1 | Flächennutzungsplan der Stadt Bensheim | 37 |
| 7.3.2 | Parkraumbewirtschaftungskonzept | 37 |
| 7.3.3 | Radverkehrskonzept | 37 |
| 7.3.4 | Buskonzept | 38 |
| 7.3.5 | Fahrradverleihstationen | 38 |
| 7.3.6 | Masterplan Klimaschutz | 38 |
| 8 | Maßnahmen zur Minderung der Stickstoffdioxid-Belastung | 39 |
| 8.1 | Einleitung | 39 |
| 8.1.1 | Analyse- und Prognosenullfälle | 39 |
| 8.1.2 | Vorgehen bei der Bewertung der Minderungswirkung von Maßnahmen | 40 |
| 8.2 | Europaweite, nationale und regionale Maßnahmen | 41 |
| 8.2.1 | Industrieanlagen | 41 |
| 8.2.1.1 | Abfall(mit)verbrennungsanlagen | 41 |
| 8.2.1.2 | Großfeuerungsanlagen | 41 |
| 8.2.1.3 | Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Industrie | 41 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 8.2.2 | Gebäudeheizung | 41 |
| 8.2.2.1 | Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Gebäudeheizung | 42 |
| 8.2.3 | Verkehr | 43 |
| 8.2.3.1 | Ausbau und Förderung der Elektromobilität | 43 |
| 8.2.3.2 | Nachträgliche Verbesserung der Abgasemissionen von Dieselfahrzeugen | 44 |
| 8.3 | Maßnahmen auf lokaler Ebene | 46 |
| 8.3.1 | Einrichtung einer Zuflussdosierung an der Lichtsignalanlage Nibelungenstraße / Platanenallee | 46 |
| 8.3.1.1 | Ausgangssituation | 46 |
| 8.3.1.2 | Verkehrssituation im Bestand | 46 |
| 8.3.1.3 | Maßnahmenkonzept | 47 |
| 8.3.1.4 | Wirkung | 48 |
| 8.3.1.5 | Umsetzung der Maßnahme | 50 |
| 8.3.2 | Einsatz von Bussen der EURO VI Norm | 50 |
| 8.3.3 | Masterplan nachhaltige Mobilität Stadt Bensheim | 51 |
| 8.4 | Maßnahmenüberblick und Prognose der NO ₂ -Entwicklung | 53 |
| 9 | Quellen | 55 |
| 10 | Anhänge | 58 |
| 10.1 | Begriffsbestimmungen | 58 |
| 10.2 | Abbildungsverzeichnis | 59 |
| 10.3 | Tabellenverzeichnis | 61 |
| 10.4 | Alphabetische Liste der Städte und Gemeinden im Gebiet Südhessen | 62 |
| 10.5 | Abkürzungsverzeichnis | 64 |

Einführung

Die Luftqualität hat eine entscheidende Wirkung auf die Gesundheit der Menschen. Vor allem die Belastung mit Luftschadstoffen kann dazu beitragen, Krankheiten auszulösen, 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. Zur Erkenntnis, ob die Grenzwerte eingehalten werden, sind regelmäßige Messungen nach bestimmten vorgegebenen Kriterien durchzuführen. 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.

Situation in Bensheim

Die Luftqualität in Bensheim wird im Wesentlichen durch hohe Konzentrationen von Stickstoffdioxid (NO₂) an der Bensheim durchquerenden Bundesstraße B47 belastet. Für die Stickstoffdioxidkonzentration gilt der EU-weite Grenzwert von 40 µg/m³ im Jahresmittel.

Das Hessische Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) hat an den Standorten Nibelungenstraße 9 (B47) und Rodensteinstraße 14 im Jahr 2014 Messungen der NO₂-Konzentration mittels Passivsammlern aufgenommen. Für das Jahr 2015 wurde an der Nibelungenstraße mit 45,5 µg/m³ NO₂ eine Grenzwertüberschreitung festgestellt, während in der Rodensteinstraße ein Wert von 35,5 µg/m³ NO₂ gemessen wurde. 2016 wurde an der Nibelungenstraße ein Jahresmittelwert von 42,8 µg/m³ gemessen, 2018 betrug der Jahresmittelwert 39,9 µg/m³. Bei der Feststellung von Grenzwertüberschreitungen, ist ein Luftreinhalteplan mit Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität aufzustellen.

Die Maßnahmen zur Luftreinhaltung wurden vom Hessischen Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV)

in Zusammenarbeit mit Vertretern der Stadt Bensheim und dem hessischen Verkehrsministerium festgelegt. Zu den Maßnahmen im Verkehrsbereich liegt das Einvernehmen mit der obersten Verkehrsbehörde des Landes Hessen vor.

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 u. U. finanzielle und/oder wirtschaftliche Beeinträchtigungen für Dritte ergeben, die jedoch hinter dem Allgemeinwohl zurückstehen müssen.

Zum besseren Verständnis der Situation in Bensheim beschreibt der Luftreinhalteplan die Entwicklung der Luftschadstoffkonzentrationen, zeigt die Verursacher auf, legt die Maßnahmen zur Verminderung der Luftschadstoffe fest und gibt einen Ausblick auf die voraussichtliche Wirkung der Minderungsmaßnahmen auf die lufthygienische Situation. Diese Gliederung entspricht den rechtlichen Vorgaben (Anlage 13 der 39. BImSchV [3]).

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 das Gebiet Südhessen Teilplan Bensheim, im Staatsanzeiger des Landes Hessen am 1. April 2019 sowie durch Pressemeldungen. Der Planentwurf konnte für die Dauer von einem Monat d.h. vom 2. April bis 2. Mai 2019 beim Magistrat der Stadt Bensheim eingesehen werden. An den Offenlegungszeitraum schloss sich eine Frist von zwei Wochen an, innerhalb dieser ebenfalls noch Bedenken, Anregungen oder Einwände schriftlich oder elektronisch 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/p>

[ublizierte-luftreinhalteplaene-nach-eu-recht.html](#)) zur Einsicht und zum Herunterladen bereit.

Eingehende Einwendungen, Bedenken und Anregungen sind daraufhin zu prüfen, ob sie zu einer Änderung und/oder Ergänzung des Luftreinhalteplans führen müssen. Da im Zeitraum der Öffentlichkeitsbeteiligung keine Einwendungen, Bedenken und Anregungen zum Luftreinhalteplanentwurf eingegangen sind, wurden nur geringfügige redaktionelle Änderungen und Aktualisierungen im Plan aufgenommen.

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 [1] verabschiedet. Die Umsetzung in deutsches Recht erfolgte im Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [2] und in der 39. Verordnung zum BImSchG (Verordnung über

Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) [3].

Von besonderer Bedeutung sind die in der Verordnung festgelegten Immissionsgrenzwerte, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit nicht überschritten werden dürfen. Darüber hinaus gibt es Immissionsgrenzwerte, die zum Schutz der Vegetation festgelegt wurden, die aber nur in bestimmten Abständen zu möglichen Emittenten gelten. In Hessen werden diese Abstände an keiner Stelle 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).

| Grenzwert | | | | | |
|--|---------------------------|-------------------|---|-------------|--------------------------|
| Luftschadstoff | Kenngröße | Einheit | (Anzahl zulässiger Überschreitungen pro Jahr) | gültig seit | Schutzziel |
| Benzol | Jahresmittel | µg/m ³ | 5 | 2010 | Gesundheit |
| Blei | Jahresmittel | µg/m ³ | 0,5 | 2005 | Gesundheit |
| Kohlenmonoxid (CO) | max. 8-h-Mittel | mg/m ³ | 10 | 2005 | Gesundheit |
| Stickstoffdioxid (NO₂) | 1-h-Mittel | µg/m ³ | 200 (18-mal) | 2010 | Gesundheit |
| | Jahresmittel | µg/m ³ | 40 | 2010 | Gesundheit |
| Stickstoffoxide (NO_x) | Jahresmittel | µg/m ³ | 30 | 2001 | Vegetation ¹⁾ |
| Feinstaub (PM₁₀) | 24-h-Mittel | µg/m ³ | 50 (35-mal) | 2005 | Gesundheit |
| | Jahresmittel | µg/m ³ | 40 | 2005 | Gesundheit |
| Feinstaub (PM_{2,5}) | Jahresmittel | µg/m ³ | 25 | 2015 | Gesundheit |
| Schwefeldioxid (SO₂) | 1-h-Mittel | µg/m ³ | 350 (24-mal) | 2005 | Gesundheit |
| | 24-h-Mittel | µg/m ³ | 125 (3-mal) | 2005 | Gesundheit |
| | Jahresmittel | µg/m ³ | 20 | 2001 | Ökosystem ¹⁾ |
| | Wintermitte ²⁾ | µg/m ³ | 20 | 2001 | Ökosystem ¹⁾ |

| Luftschadstoff | Kenngröße | Einheit | Zielwert | gültig seit | Schutzziel |
|-----------------------------|---------------------|----------------------|---|-------------|--------------------------|
| | | | (Anzahl zulässiger Überschreitungen pro Jahr) | | |
| Arsen | Jahresmittel | ng/m ³ | 6 | 2013 | Gesundheit / Umwelt |
| Benzo(a)pyren | Jahresmittel | ng/m ³ | 1 | 2013 | Gesundheit / Umwelt |
| Kadmium | Jahresmittel | ng/m ³ | 5 | 2013 | Gesundheit / Umwelt |
| Nickel | Jahresmittel | ng/m ³ | 20 | 2013 | Gesundheit / Umwelt |
| Ozon (O₃) | 8-h-Mittel | µg/m ³ | 120 (25) | 2010 | Gesundheit |
| | AOT40 ³⁾ | µg/m ³ ·h | 18.000 | 2010 | Vegetation ⁴⁾ |

¹⁾ aufsummierte Belastung, die über einer Schwelle von 40 ppb liegt.

²⁾ in der Zeit von Mai bis Juli.

³⁾ Messung an einem emissionsfernen Standort (mehr als 20 km entfernt von Ballungsräumen oder 5 km Bebauung, Industrie oder Bundesfernstraßen).

⁴⁾ in der Zeit vom 01. Oktober eines Jahres bis 31. März des Folgejahres.

Tab. 1: Immissionsgrenz- und Zielwerte nach der 39. BImSchV [3]

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 (s. Tab. 1). Wird für eine oder mehrere Komponenten der Immissionsgrenzwert überschritten, muss ein Luftreinhalteplan aufgestellt werden.

Für Feinstaub sind unterschiedliche Immissionsgrenzwerte für die beiden Größenfraktionen PM10 und PM2,5 festgelegt. Die „gröbere“ PM10-Fraktion ist nochmals unterteilt nach einem Jahresmittelwert und einem Tagesmittelwert, der 35-mal im Jahr zulässigerweise überschritten werden darf. Während die Einhaltung des Jahresmittelwerts kaum Probleme verursacht, bereitete in früheren Jahren die Einhaltung des Kurzzeitgrenzwertes – höchstens 35 Überschreitungen des Tagesmittelwerts – deutlich häufiger Schwierigkeiten. Der Jahresmittelwert für die „feinere“ PM2,5-Fraktion kam erst 2015 als verbindlicher Grenzwert hinzu. 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 sogenannte 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 µg/m³ jahrelang nicht in Frage gestellt wurde, entbrannte mit dem Dieselskandal und drohenden Fahrverboten eine Diskussion darüber, ab welcher Höhe der Belastung tatsächlich Gesundheitsgefahren zu befürchten sind. Immer wieder wird dabei auf die Unterschiede zwischen den Grenzwerten für die Außenluft und denen am Arbeitsplatz verwiesen. Während für die Außenluft ein Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ festgelegt ist, gilt für NO₂ eine maximale Arbeitsplatzkonzentration von 950 µg/m³. Warum diese beiden Werte nicht miteinander verglichen werden können, erklärt das Umweltbundesamt folgendermaßen:

„Bei der Ableitung von Grenzwerten für Stickstoffdioxid in der Außenluft können nicht die gleichen Maßstäbe angelegt werden wie für Arbeitsplatzgrenzwerte (Ableitung aus der Maximalen Arbeitsplatz-Konzentration, MAK). Der MAK-Wert für NO₂ ist eine wissenschaftliche Empfehlung der ständigen Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe der Deutschen Forschungsgemeinschaft und entspricht in seiner Höhe ebenfalls dem Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV). Arbeitsplatzgrenzwerte gelten nur für Arbeitende an Industriearbeitsplätzen und im Handwerk, bei denen aufgrund der Verwendung oder Erzeugung bestimmter Arbeitsstoffe eine erhöhte Stickstoffdi-

oxid-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 [7].

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 [8] 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 ver-

schlimmern. Expositionsstudien haben ergeben, dass NO₂ die Lungenfunktion verschlechtern kann. Für solche Studien wurden Menschen kontrolliert Stickoxid ausgesetzt. Wir wissen daher, dass es einen ursächlichen Zusammenhang gibt. Wir wissen auch, dass es bei den NO₂-Konzentrationen, die häufig in der Umwelt hier herrschen, kurzfristige gesundheitsschädigende Effekte gibt.

Wir wissen noch nicht genau, ab welchem Wert gesundheitliche Wirkungen von Luftschadstoffen nicht mehr nachweisbar sind und wie es mit Langzeitwirkungen von NO₂ bei heutigen Konzentrationen aussieht. Dazu braucht man große Kohortenstudien mit Menschen, die man über viele Jahre beobachtet. Dann schaut man sich an, welche Krankheiten Menschen entwickeln, die stärkerer mit NO₂ belastet sind im Vergleich zu Menschen, die weniger belastet sind. Für Feinstaub ist die Datenlage deutlich besser.

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

Für die Luftreinhalteplanung ist diese Diskussion so lange unbeachtlich, wie ein Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ im deutschen Recht festgelegt ist. Er ist als Maßstab für die Festlegung von Maßnahmen – unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit – heranzuziehen.

1 Ort der Überschreitung

Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von Stickstoffdioxid wurden an einer Messstelle der Stadt Bensheim gemessen. Die räumliche Lage der Überschreitungspunkte in Bensheim 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 Bensheim gehört zum Luftreinhaltegebiet Südhessen, das in seiner Abgrenzung in der nachstehenden Abbildung deutlich wird.

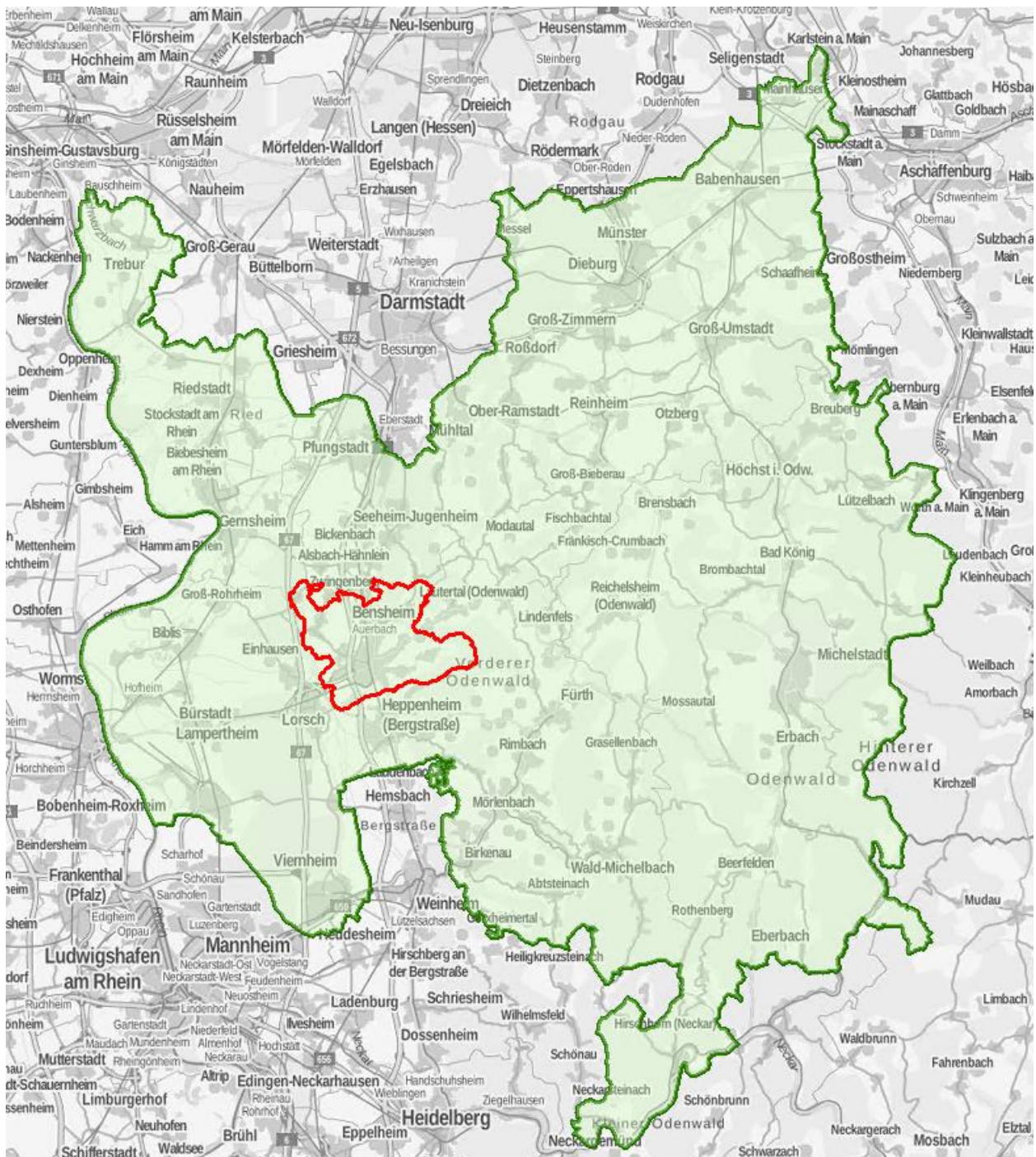


Abb. 1: Lage der Stadt Bensheim (rot umrandet) im Luftreinhaltegebiet Südhessen (hellgrün unterlegt); Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2019

Das Luftreinhaltegebiet Südhessen ist das zweitgrößte der hessischen Gebiete. Es besteht aus 64 Gemeinden mit einer Fläche von 2.158 km² und 667.093 Einwohnern (Hessisches Statistisches Landesamt, Stand 31. Dezember 2016). Aufgrund seiner Größe, seiner in weiten Teilen ländlich geprägten Struktur und einer durchschnittlichen Bevölkerungsdichte von rd. 309 Personen pro km² wird nachvollziehbar, dass die Luftqualität in dem Gebiet sehr heterogen ist. Als einziges Mittelzentrum mit kritischer Luftqualität steht Bensheim einer Vielzahl von Kommunen mit guter Luftqualität gegenüber. Daher wird für die Stadt Bensheim ein einzelner Teilplan als direkt von Überschreitungen betroffene Kommune aufgestellt.

1.2 Bensheim

Bensheim liegt am Kreuzungspunkt der Bundesstraßen 3 und 47 (B3, B47). Im Westen der Stadt verläuft die Bundesautobahn 5 (A5) als bundesweit bedeutende Nord-Süd-Verbindung, die über zwei Ausfahrten mit Bensheim verbunden ist. Parallel verläuft weiter westlich die A67, die von Bensheim über die Anschlussstelle Lorsch zu erreichen ist. Die direkte Lage der Stadt Bensheim an diesen wichtigen Verkehrsachsen bedingen im Wesentlichen die lufthygienisch kritische Situation.

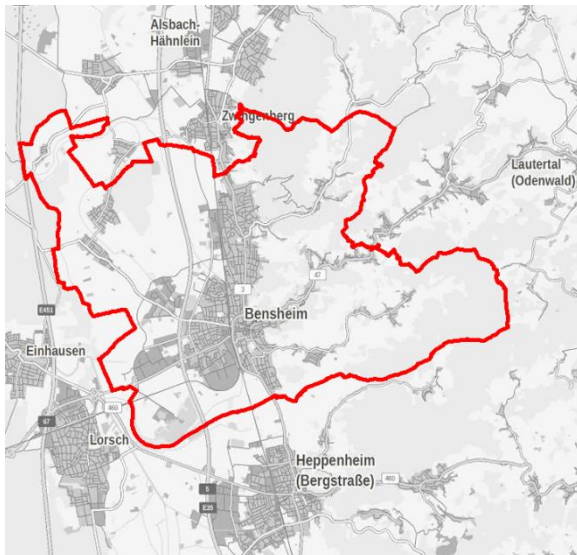


Abb. 2: Stadtgebiet von Bensheim (rote Umrandung); Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2019

Die verkehrlich hoch belastete Bundesautobahn A5 verläuft in weiten Bereichen jedoch abseits der Wohnbebauung. Dem positiven Aspekt einer guten Infrastruktur steht der negative Aspekt der

hierdurch verursachten Lärm- und Luftschadstoffbelastung gegenüber.

1.3 Messstandorte in Bensheim

In Bensheim wurde die NO₂-Belastung an drei verschiedenen Orten mittels Passivsammler gemessen (siehe Abb. 3).

BEH1: Rodensteinstr., (Hausnr. 14) bis 2015

BEH2: Nibelungenstr., (Hausnr. 9) fortlaufend

BEH3: Rodensteinstr., (Hausnr. 7) bis 2018

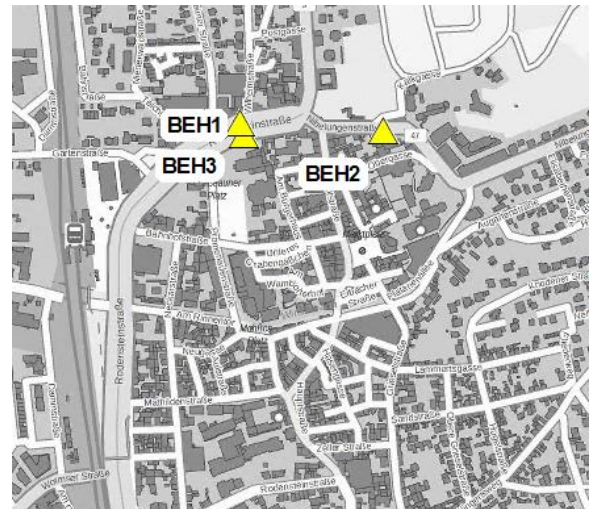


Abb. 3: Messstandorte in Bensheim; Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2019

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

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

Die NO₂-Passivsammlermessungen in Bensheim konzentrieren sich auf die verkehrsnahen Schadstoffbelastungen in den am meisten befahrenen Straßen in Bensheim und entsprechen den Vorgaben zu a).

Eine Messung die den Kriterien nach b) entspricht, wird in der Stadt Bensheim nicht direkt betrieben. Hierfür repräsentativ im Gebiet Südhessen ist die städtische Hintergrundstation Michelstadt.

Die Messungen wurden am Standort Nibelungenstr. 9 sowie Rodensteinstr. 14 im September 2014 aufgenommen. Während an der Rodensteinstraße der NO₂-Jahresmittelwert bereits im ersten Jahr mit 35,5 µg/m³ deutlich unterhalb des gültigen Grenzwertes lag, wurde der Grenzwert am Messpunkt Nibelungenstraße mit 45,5 µg/m³ noch um 13,8 % überschritten.

Aufgrund von anhaltendem Vandalismus am Messpunkt Rodensteinstraße 14 mussten die Messungen dort Ende 2015 eingestellt werden. Ersatzweise wurde ab 2016 an der Rodensteinstr. 7 ein neuer Messpunkt eingerichtet. Auch am neuen Messpunkt auf der gegenüberliegenden Straßenseite bestätigte sich die schon für 2015 festgestellte deutliche Unterschreitung des Grenzwertes für den Jahresmittelwert. Wegen der anhaltend niedrigen Messwerte wurden die Messungen in der Rodensteinstraße Anfang 2018 gänzlich beendet.

In den folgenden Abschnitten werden die einzelnen Messpunkte detailliert beschrieben.

1.3.1 Nibelungenstraße 9



Abb. 4: Passivsammler Nibelungenstraße (in Höhe der Hausnr. 9); Foto: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

| Beschreibung | |
|--------------------|-----------------------------|
| Gebiet: | Südhessen |
| Standortcharakter: | Straßenschlucht |
| EU-Code: | - |
| HLNUG-Code | BEH2 |
| Gemeinde: | Bensheim |
| Straße | Nibelungenstraße |
| Rechtswert (GK): | 3472889.543 |
| Hochwert (GK): | 5505187.928 |
| Längengrad | 8° 37' 23.8044" |
| Breitengrad | 49° 40' 57.8532" |
| Höhe über NN: | 113 m |
| Lage: | Städtisches Gebiet, Verkehr |
| Stickstoffdioxid | seit 2014 |

Tab. 2: Beschreibung NO₂-Passivsammler Nibelungenstraße

1.3.2 Rodensteinstraße 14

| Beschreibung | |
|--------------------|---|
| Gebiet: | Südhessen |
| Standortcharakter: | Städtisches Gebiet, Verkehr |
| EU-Code: | - |
| HLNUG-Code | BEH1 |
| Gemeinde: | Bensheim |
| Straße | Rodensteinstraße |
| Rechtswert (GK): | 3472679.209 |
| Hochwert (GK): | 5505180.644 |
| Längengrad | 8° 37' 13.314 |
| Breitengrad | 49° 40' 57.5832 |
| Höhe über NN: | 104 m |
| Lage: | Städtisches Gebiet, große und breite Straße |
| Stickstoffdioxid: | 2014 – 2015 |

Tab. 3: Beschreibung NO₂-Passivsammler Rodensteinstraße

1.3.3 Rodensteinstraße 7



Abb. 5: Standort Rodensteinstraße (in Höhe der Hausnr. 7); Foto: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

| Beschreibung | |
|--------------------|-----------------------------|
| Gebiet: | Südhessen |
| Standortcharakter: | Städtisches Gebiet, Verkehr |
| EU-Code: | - |
| HLNUG-Code | BEH3 |
| Gemeinde: | Bensheim |
| Straße | Rodensteinstraße |
| Rechtswert: | 3472672.378 |
| Hochwert: | 5505199.809 |
| Längengrad | 8° 37' 12.9684 |
| Breitengrad | 49° 40' 58.2024 |
| Höhe über NN: | 103 m |
| Lage: | Städtisches Gebiet, Verkehr |
| Stickstoffdioxid: | 2016 - 2018 |

Tab. 4: Beschreibung NO₂-Passivsammler Rodensteinstraße

1.4 Weitere Messstandorte im Gebiet Südhessen

1.4.1 Michelstadt

Die Luftmessstation in Michelstadt ist die einzige Messstation des städtischen Hintergrundes im Gebiet Südhessen.

| Beschreibung | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| Gebiet: | Südhessen |
| Standortcharakter: | Städtisches Gebiet, Hintergrund |
| EU-Code: | DEHE045 |
| Gemeinde: | Michelstadt |
| Straße | Ludwig-Arzt-Straße |
| Rechtswert (GK): | 3500217 |
| Hochwert (GK): | 5503981 |
| Längengrad | 9°00'11,2" |
| Breitengrad | 49°40'24,8" |
| Höhe über NN: | 209 m |
| Lage: | Innenstadt |
| Messzeitraum: | Seit 1999 |
| Komponente | Seit |
| Schwefeldioxid (SO ₂) | 2009 |
| Stickstoffmonoxid (NO) | 1999 |
| Stickstoffdioxid (NO ₂) | 1999 |
| Ozon (O ₃) | 1999 |
| Feinstaub (PM ₁₀) | 2000 |
| Windrichtung | 1999 |
| Windgeschwindigkeit | 1999 |
| Temperatur | 1999 |
| Luftfeuchte | 1999 |
| Globalstrahlung | 1999 |

Tab. 5: Beschreibung Messstation Michelstadt

1.4.2 Heppenheim-Lehrstraße

Die Luftmessstation Heppenheim-Lehrstraße ist die einzige Messstation an einem Verkehrsschwerpunkt im Gebiet Südhessen. Die Messungen in Bensheim werden nicht mittels einer Station, sondern mit Hilfe von NO₂-Passivsammlern durchgeführt.

| Beschreibung | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| Gebiet: | Südhessen |
| Standortcharakter: | Städtisches Gebiet, Verkehrsnah |
| EU-Code: | DEHE063 |
| Gemeinde: | Heppenheim |
| Straße | Lehrstraße 9 |
| Rechtswert (GK): | 3474218 |
| Hochwert (GK): | 550787 |
| Längengrad | 8°38'31,18" |
| Breitengrad | 49°38'35,65" |
| Höhe über NN: | 110 m |
| Lage: | Innenstadt |
| Messzeitraum: | Seit 2006 |
| Komponente | Seit |
| Stickstoffmonoxid (NO) | 2006 |
| Stickstoffdioxid (NO ₂) | 2006 |
| Benzol, Toluol m-/p-Xylol | 2006 |
| Feinstaub (PM ₁₀) | 2006 |
| Feinstaub (PM _{2,5}) | 2010 |
| PAK im Feinstaub PM ₁₀ | 2007 |

Tab. 6: Beschreibung Messstation Heppenheim-Lehrstraße

1.4.3 Fürth/Odenwald

Die Station Fürth/Odenwald ist eine von zwei Messstationen des ländlichen Hintergrundes im Gebiet Südhessen. Sie repräsentiert die Luftqualität in einem Waldgebiet im Odenwald, wo man einen direkten Einfluss menschlich verursachter Schadstoff-Immissionen weitgehend ausschließen kann.

| Beschreibung | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| Gebiet: | Südhessen |
| Standortcharakter: | Ländliches Gebiet, Hintergrund |
| EU-Code: | DEHE028 |
| Gemeinde: | Fürth/Odenwald |
| Straße | Erzberg |
| Rechtswert (GK): | 3486878 |
| Hochwert (GK): | 5501879 |
| Längengrad | 8°49'2,10" |
| Breitengrad | 49°39'12,46" |
| Höhe über NN: | 484 m |
| Lage: | Wald |
| Messzeitraum: | Seit 1986 |
| Komponente | Seit |
| Schwefeldioxid (SO ₂) | 1987 |
| Stickstoffmonoxid (NO) | 1987 |
| Stickstoffdioxid (NO ₂) | 1987 |
| Ozon (O ₃) | 1987 |
| Feinstaub (PM ₁₀) | 2003 |
| Windrichtung | 1987 |
| Windgeschwindigkeit | 1987 |
| Temperatur | 1987 |
| Luftfeuchte | 1987 |
| Luftdruck | 1990 |
| Globalstrahlung | 1987 |
| Niederschlag | 1987 |

Tab. 7: Beschreibung Messstation Fürth/Odenwald

1.4.4 Riedstadt

In Riedstadt befindet sich die zweite der beiden Messstationen des ländlichen Hintergrundes im Gebiet Südhessen.

| Beschreibung | |
|---|--------------------------------|
| Gebiet: | Südhessen |
| Standortcharakter: | Ländliches Gebiet, Hintergrund |
| EU-Code: | DEHE043 |
| Gemeinde: | Riedstadt |
| Straße | Flur 9/57 bei Goddelau |
| Rechtswert (GK): | 3465305 |
| Hochwert (GK): | 5521072 |
| Längengrad | 8°31'0,48" |
| Breitengrad | 49°49'30,59" |
| Höhe über NN: | 87 m |
| Lage: | Ebene, ländlich |
| Messzeitraum: | Seit 1996 |
| Komponente | Seit |
| Stickstoffmonoxid (NO) | 1996 |
| Stickstoffdioxid (NO ₂) | 1996 |
| Ozon (O ₃) | 1996 |
| Feinstaub (PM ₁₀) | 2000 |
| Schwermetall im Feinstaub (PM ₁₀) | 2001 |
| Windrichtung | 1996 |
| Windgeschwindigkeit | 1996 |
| Temperatur | 1996 |
| Luftfeuchte | 1996 |
| Luftdruck | 2004 |
| Globalstrahlung | 1996 |

Tab. 8: Beschreibung Messstation Riedstadt

2 Allgemeine Informationen

2.1 Art des Gebiets

Bensheim ist Teil des Luftreinhaltegebietes Südhessen (vgl. Abb. 1), welches das zweitgrößte der hessischen Gebiete ist. Es besteht aus 64 Gemeinden mit einer Fläche von 2.158 km².

Mit Stand 30. Juni 2018 lebten 40.427 Menschen in der Stadt Bensheim. Bei einer Fläche von 57,83 km² entspricht dies einer Bevölkerungsdichte von 699 Personen pro Quadratkilometer.

In der zentralörtlichen Hierarchie ist die Stadt Bensheim gemäß Regionalplan Südhessen als Mittelzentrum eingestuft. Durch die vorteilhafte straßenverkehrliche Anbindung zeichnet sich Bensheim durch eine erstrangige Standortattraktivität aus. Der dynamische Wirtschaftsstandort verfügt über eine überdurchschnittliche Erwerbstätigenquote, einem besonders hohen Akademikeranteil und eine deutlich über dem Bundeschnitt liegende Kaufkraft. Insgesamt ca. 15.000 Arbeitsplätze werden von Unternehmen aus einem vielfältigen Branchenmix im Stadtgebiet gestellt.

Die Verteilung der sozialversicherungspflichtig beschäftigten Arbeitnehmer am Arbeitsort auf die verschiedenen Wirtschaftsbereiche mit Stand 30.Juni 2017 ist in Tab. 9 aufgelistet.

| | Bensheim | Kreis Bergstraße | Hessen |
|--|----------|------------------|-----------|
| Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Arbeitnehmer insgesamt | 18.590 | 72.939 | 2.345.586 |
| Anteile in % | | | |
| Land- und Forstwirtschaft, Fischerei | 0,3 | 1,2 | 0,4 |
| Produzierendes Gewerbe | 33,0 | 32,1 | 24,3 |
| Handel, Gastgewerbe, Verkehr | 25,4 | 25,8 | 23,8 |

| | Bensheim | Kreis Bergstraße | Hessen |
|--|----------|------------------|--------|
| Finanzierung, Vermietung, Unternehmensdienstleistungen | 16,8 | 15,6 | 26,1 |
| Öffentliche und private Dienstleistungen | 24,5 | 25,3 | 25,4 |

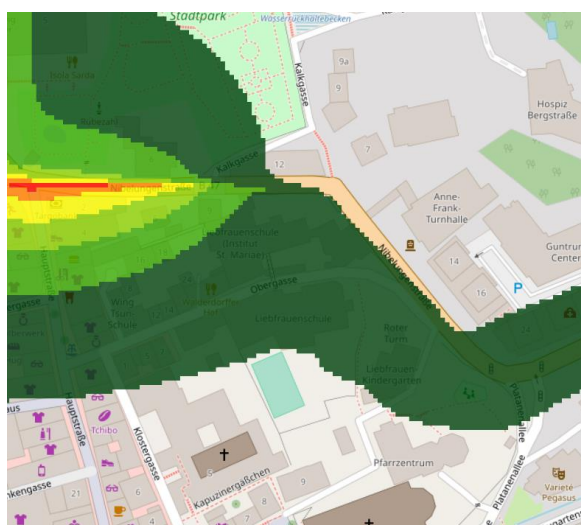
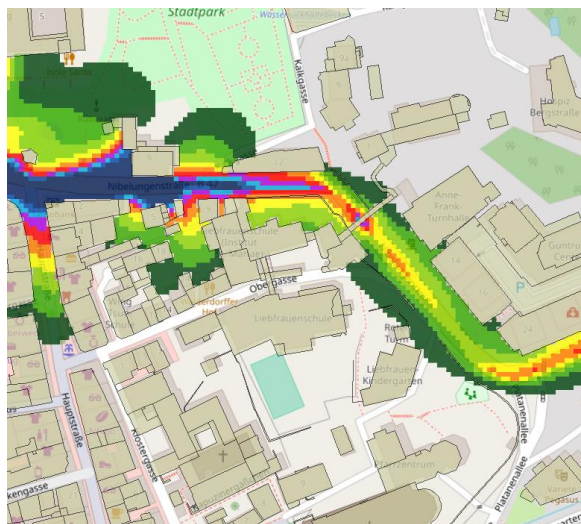
Tab. 9: Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Arbeitnehmer am Arbeitsort und deren Verteilung auf die verschiedenen Wirtschaftsbereiche in Bensheim; Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt [4]

2.2 Schätzung der Größe des verschmutzten Gebiets

Bisher wurden in Bensheim nur Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes von Stickstoffdioxid gemessen. Da seit 2012 hessenweit die Feinstaubgrenzwerte eingehalten werden, war zu Beginn der NO₂-Messkampagne auch in Bensheim keine Überschreitung der Feinstaubgrenzwerte mehr zu erwarten. Entsprechende Messungen wurden daher hier nicht durchgeführt.

Die konkrete Vorgehensweise zu Abschätzung der Größe des belasteten Gebiets wird unter Ziffer 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 auch eine theoretische Ausbreitungssituation ohne Gebäude simulieren (vgl. Abb. 6).



Legende
 [µg/m³] > 20 > 18 > 16 > 14 > 12 > 10 > 8 > 6 > 4 > 2

Abb. 6: Darstellung der durch den lokalen Fahrzeugverkehr verursachten räumlichen Zusatzbelastung von NO₂; MISKAM-Berechnung [vgl. 4.2.3] mit Bebauung (obere Abbildung) und ohne Bebauung (untere Abbildung); Kartengrundlage: *Openstreetmap* (www.openstreetmap.org), *ODbL1.0*

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. 6 verdeutlicht, dass durch die Häuserfront, bzw. die dort vorhandene Mauer, 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 des betroffenen Straßenabschnittes der Nibelungenstraße mit mehr als 40 µg/m³ NO₂ beträgt ca. 160 m. Von Überschreitungen des NO₂-Grenzwertes sind daher ca. 85 Personen an Ihrem Wohnort betroffen.

2.3 Klima und Topographie

Die Topographie und das Klima spielen für die Luftqualität einer Kommune eine wesentliche Rolle.

2.3.1 Das Klima in Bensheim

Das Bundesland Hessen gehört insgesamt 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 Südost abnimmt, sorgt für milde Winter und nicht zu heiße Sommer.

Wie alle Orte an der Bergstraße zeichnet sich auch Bensheim durch ein besonders mildes und sonniges Klima mit etwa 2000 Sonnenstunden jährlich und dem frühesten Frühlingsbeginn Deutschlands aus.

Die Wärme des Oberrheintals ist an der Bergstraße besonders ausgeprägt. Insbesondere die Hänge werden hier lang und intensiv von Sonne bestrahlt und weisen eine geringe Frostgefährdung auf. Grundsätzlich bestehen zwischen den klimatischen Sommer- und Winterextreme deutliche geringere Schwankungen als sonst am Oberrhein. Die Niederschläge erreichen ca. 750 bis 800 mm pro Jahr.

Geschützt durch den Odenwald gedeihen an der Bergstraße frühe und frostempfindliche Arten wie Kiwis, Mandeln und Feigen. Sie haben jedoch aus wirtschaftlicher Sicht aktuell keine herausragende Bedeutung.[14].

An der Station in Fürth (Odenwald) wehen am häufigsten Winde aus westlicher Richtung (vgl. Abb. 7). Die in der freien Atmosphäre vorherrschenden westlichen Winde werden in Bodennähe durch die Topographie teilweise abgelenkt.

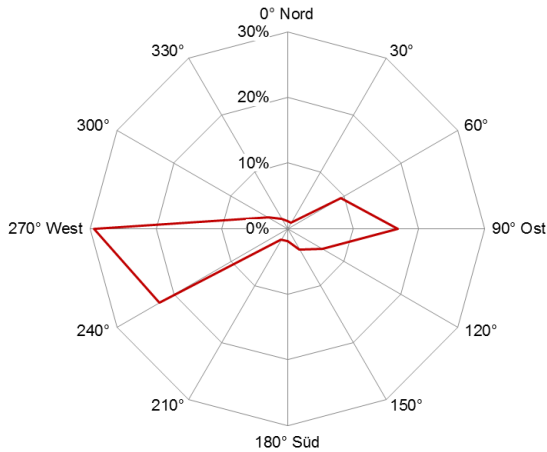


Abb. 7: Windrichtungsverteilung an der Messstation Fürth/Odenwald (Zeitraum: 2000 bis 2018)

Die mittlere Durchschnittstemperatur lag in den Jahren 2000 bis 2018 mit 9,4 °C stets über dem langjährigen Mittel für Hessen (Normalperiode 1961-1990) von 8,2°C.

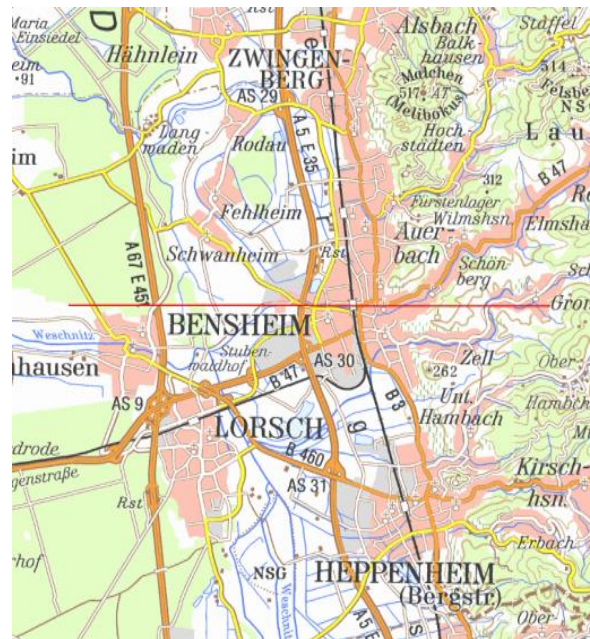
2.3.2 Topographie des Gebiets

Die Stadt Bensheim liegt mit Ihrer Lage an der Bergstraße an der Westgrenze des Naturraums Vorderer Odenwald. Die sich an Unterhang und Hangfuß am Westrand des Vorderen Odenwaldes hinziehende Bergstraße bildet eine eigenständige naturräumliche Haupteinheit (226).

Der Vordere Odenwald ist der gegenüber der Rheinebene tektonisch herausgehobene Grundgebirgsstock des Odenwaldes. Das waldreiche Mittelgebirge, im Höhenbereich zwischen 200 und 600 m ü. NHN, ist an seinem Westrand gegenüber der Hessischen Rheinebene, deren mittlere Höhenlage um 100 m ü. NHN liegt, randlich bis zu 400 m ü. NHN hoch über diese hinausgehoben. Die

markanteste Erhebung am Westrand des Vorderen Odenwaldes ist der Melibocus mit 517 m ü. NHN, der am Nordöstlichen Stadtrand von Bensheim liegt [15]. Die Stadt selbst liegt auf einer Höhe von 115 m ü. NHN.

Zur Verdeutlichung der Situation zeigt Abb. 8 einen Geländeschnitt in west-östlicher Richtung quer durch die Gemarkung.



Verlauf des Geländeschnitts

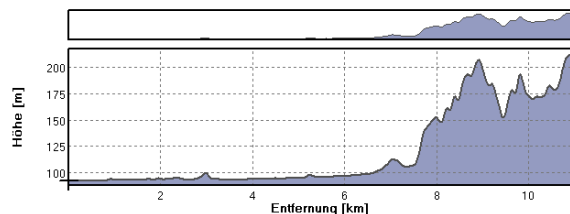


Abb. 8: Geländeschnitt durch die Gemarkung Bensheim; Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2019

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 [9]).

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

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 (HMWEVW) erteilt.

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.

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

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

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

Magistrat der Stadt Bensheim
Kirchbergstraße 18
64625 Bensheim

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 im Gebiet Südhessen und Bensheim

Innerhalb des Stadtgebiets Bensheim wird nur der Luftschadstoff Stickstoffdioxid (NO₂) mittels Passivsammlern gemessen (vgl. 1.3). Im Gebiet Südhessen gibt es zwei Messstationen des ländlichen Hintergrundes (Riedstadt, Fürth/Odenwald), eine städtische Hintergrundmessstation (Michelstadt) sowie eine verkehrsnahen Messstation (Heppenheim-Lehrstraße) (vgl. 1.4).

Bemerkenswert hierbei ist, dass die Station Riedstadt bezüglich sämtlicher Schadstoffe (mit Ausnahme Ozon) deutlich stärker belastet ist als die Station Fürth/Odenwald, obwohl es sich bei beiden um Stationen um ländliche Hintergrundstationen handelt. Die Station Riedstadt weist ein sehr ähnliches Belastungsprofil wie die städtische Hintergrundstation Michelstadt auf, wie nachfolgend unter 4.1.1 bis 4.1.4 deutlich wird. Ursächlich hierfür ist die sehr unterschiedliche räumliche Lage beider ländlicher Stationen. Während Riedstadt noch vom Ballungsraum Rhein-Main beeinflusst wird, befindet sich die Station Fürth/Odenwald in einem Waldgebiet mit relativ großem Abstand zu größeren Siedlungsagglomerationen.

4.1.1 Entwicklung der Feinstaubbelastung (PM₁₀)

Hohe Feinstaubkonzentrationen (PM₁₀) stellten in vielen Teilen Hessens eine Zeit lang ein gravierendes Problem dar. Insbesondere der Kurzzeitgrenzwert mit zulässigen 35 Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwertes wurde vielerorts lange Zeit überschritten. Seit 2012 ist jedoch in ganz Hessen keine Überschreitung mehr gemessen worden. Die PM₁₀-Messung von Feinstaub wurde in Riedstadt 2000 und Heppenheim im Jahr 2006 aufgenommen. Seit Inkrafttreten des Immissionsgrenzwertes im Jahr 2005 wurde der Immissionsgrenzwert in Südhessen nie überschritten. Auch der kritischere Kurzzeitgrenzwert mit zulässigen 35 Überschreitungen des PM₁₀-Tagesmittelwertes pro Jahr konnte immer eingehalten werden.

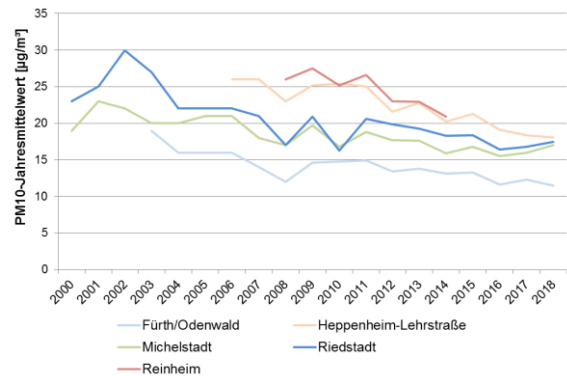


Abb. 9: Entwicklung der PM₁₀-Belastung im Gebiet Südhessen

4.1.2 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 keine Grenz-, sondern lediglich Zielwerte.

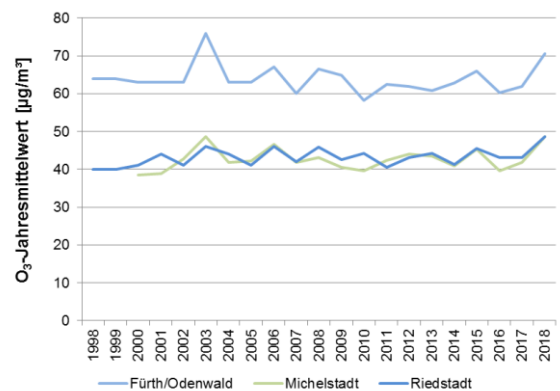


Abb. 10: Entwicklung der Ozonbelastung im Gebiet Südhessen

Der Zielwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Ozon beträgt 120 µg/m³ 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.

4.1.3 Entwicklung der Belastung mit Stickoxiden

Stickstoffoxide, d. h. Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) entstehen im Wesentlichen bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe. Direkt nach der Verbrennungseinrichtung werden die Stickstoffoxide überwiegend in Form von NO emittiert und nur in geringem Anteil in Form von NO₂. Das NO wird an der Luft relativ schnell zu NO₂ oxidiert, weshalb vor allem an emissionsfernen Standorten, wie den Luftmessstationen des ländlichen Raums, fast nur noch NO₂ gemessen wird. Von den Stickoxiden NO und NO₂ ist nur NO₂ als gesundheitsschädlich eingestuft.

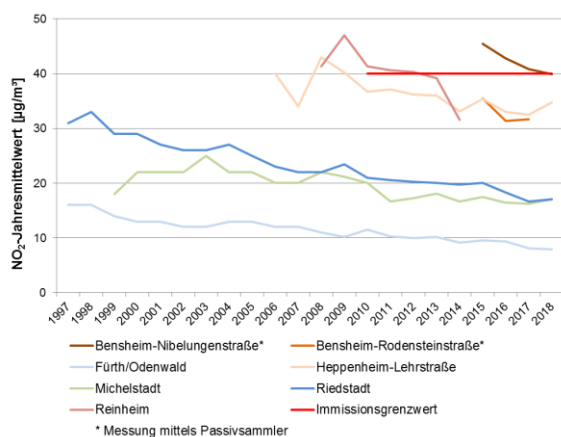


Abb. 11: Entwicklung der Stickstoffdioxidbelastung in Südhessen

Wie Abb. 11 zeigt, wurde der NO₂-Grenzwert für das Jahresmittel neben Bensheim für einige Jahre in Reinheim überschritten. Hier konnte aber durch den 2011 in Kraft getretenen Plan, der Grenzwert bereits ab 2012 dauerhaft eingehalten werden.

Abb. 12 zeigt die Entwicklung NO₂-Belastungssituation in Bensheim seit 2015. Deutlich erkennbar ist der kontinuierliche Abnahmeprozess an der Nibelungenstraße. Hier konnte der Grenzwert im vergangenen Jahr bereits eingehalten werden. Dies hängt auch

damit zusammen, dass die zentrale Maßnahme des Luftreinhalteplans bereits Ende des Jahres umgesetzt wurde (vgl. 8.3.1). In der Rodensteinstraße wurde der Grenzwert seit Beginn der Messung deutlich unterschritten, sodass die Messungen dort bereits eingestellt wurden (vgl. 1.3).

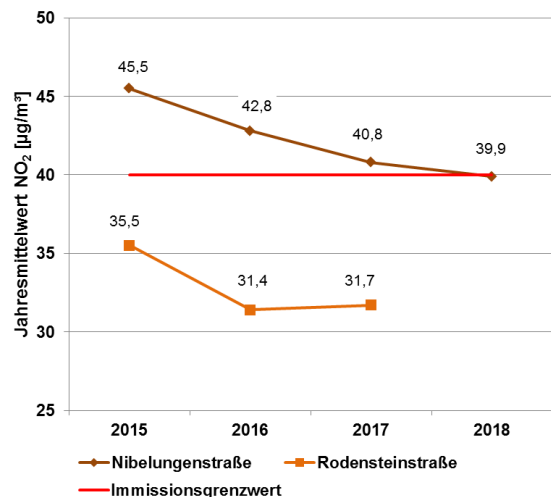


Abb. 12: Entwicklung der Stickstoffdioxidbelastung in Bensheim

4.1.4 Belastungssituationen 2017/2018

In Tab. 10 werden die Messergebnisse der Jahre 2017 und 2018 für das Gebiet Südhessen zusammenfassend dargestellt.

Es zeigt sich dass der NO₂-Grenzwert am verkehrsnahen Messstandort in der Nibelungenstraße 2017 noch leicht überschritten wurde. 2018 konnte dann eine Einhaltung erreicht werden, die einerseits dem seit Messbeginn anhaltenden Trend entspricht (vgl. Abb. 12) und andererseits durch Maßnahmenumsetzung zum Ende des Jahres unterstützt wurde (vgl. 8.3.1).

Somit wurden im gesamten Gebiet Südhessen im Jahr 2018 sämtliche Luftschadstoff-Grenzwerte eingehalten.

| Komponente | Einheit | PM ₁₀ | | NO ₂ | | NO | NO _x |
|---|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | µg/m ³ | µg/m ³ | µg/m ³ | µg/m ³ | µg/m ³ | µg/m ³ |
| Kenngröße | | 24-h | JM | 1-h | JM | kein Grenzwert | kein Grenzwert |
| Grenzwert | | 50 | 40 | 200 | 40 | | |
| zulässige Überschreitungen/a | | 35 | | 18 | | | |
| | | Anz. | Wert | Anz. | Wert | | |
| 2017 | | | | | | | |
| Bensheim - Rodensteinstraße ¹⁾ | Verkehr | – | – | – | 31,7 | – | – |
| Bensheim - Nibelungenstraße ¹⁾ | Verkehr | – | – | – | 40,8 | – | – |
| Heppenheim-Lehrstraße | Verkehr | 10 | 18,4 | 0 | 32,5 | 24,4 | 70,0 |
| Michelstadt | Städtischer Hintergrund | 5 | 16,0 | 0 | 16,2 | 6,5 | 26,1 |
| Riedstadt | im ländlichen Raum | 6 | 16,8 | 0 | 16,7 | 5,7 | 25,4 |
| Fürth/Odenwald | im ländlichen Raum | 2 | 12,3 | 0 | 8,1 | 0,8 | 8,5 |
| 2018 | | | | | | | |
| Bensheim - Nibelungenstraße ¹⁾ | Verkehr | - | - | 0 | 39,9 | - | - |
| Heppenheim-Lehrstraße | Verkehr | 6 | 18,0 | 0 | 34,8 | 24,7 | 72,8 |
| Michelstadt | Städtischer Hintergrund | 2 | 17,0 | 0 | 17,1 | 6,6 | 27,2 |
| Riedstadt | im ländlichen Raum | 6 | 17,5 | 0 | 17,1 | 4,0 | 22,9 |
| Fürth/Odenwald | im ländlichen Raum | 1 | 11,5 | 0 | 7,9 | 0,7 | 8,8 |

¹⁾ Messung durch Passivsammler

Tab. 10: Messergebnisse in Südhessen im Kalenderjahr 2017 / 2018

4.2 Angewandte Beurteilungstechniken

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.

Für die Beurteilung der Luftqualität in Bensheim wurde eine Kombination aus beiden Möglichkeiten gewählt. Neben den ortsfesten Messungen wurden Modellrechnungen zur Beurteilung der Luftqualität auch in einigen Straßenabschnitten vorgenommen, in denen keine Messungen durchgeführt werden oder wurden.

4.2.1 Beiträge zur Gesamtbelastung

Die höchsten Immissionskonzentrationen werden bundesweit 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 grundsätzlich zusammensetzt wird in Abb. 13 schematisch dargestellt. Eine detaillierte Analyse zur Situation in Hessen erfolgt unter Ziffer 6.1.

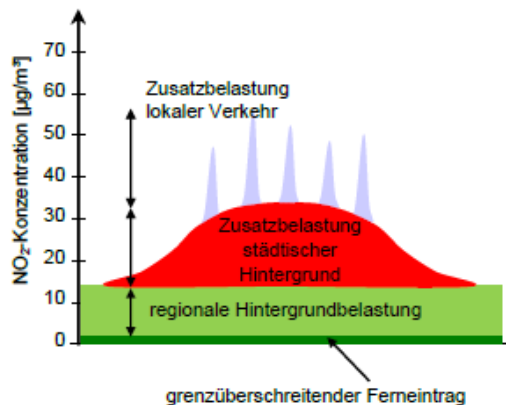


Abb. 13: Zusammensetzung der Einzelbeiträge zur Schadstoffbelastung

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 Hintergrundbelastung wird zusammen mit dem Ferneintrag an den Messstationen im ländlichen Raum gemessen.
- Der **Zusatzbelastung städtischer Hintergrund**, d.h. der Luftschadstoffkonzentration, die durch die Emissionen aus Industrieanlagen, Gewerbebetrieben, Verkehr und Gebäudeheizung innerhalb einer Kommune verursacht wird. Die gesamte städtische Hintergrundbelastung wird zusammen mit der regionalen Hintergrundbelastung an den Messstationen des städtischen Hintergrunds gemessen.
- Der **Zusatzbelastung aus dem lokalen Verkehr**, d.h. der Luftschadstoffkonzentration, die durch den lokalen Verkehr in einer Straße verursacht wird. Zusammen mit der städtischen Hintergrundbelastung addiert sich die verkehrsbedingte Zusatzbelastung zur **Gesamtbelastung**. Diese wird an den verkehrsbezogenen Messstationen registriert.

Die Beiträge können nicht separat gemessen werden. An Messstationen im ländlichen Raum wird der grenzüberschreitende Ferneintrag zusammen mit der Hintergrundbelastung gemessen. Die Messwerte der Messstationen im städtischen Hintergrund enthalten diese beiden Beiträge ebenso wie die städtische Zusatzbelastung. Und an den verkehrsbezogenen Messstationen addiert sich die verkehrsbezogene Zusatzbelastung zu den Messwerten des städtischen Hintergrunds hinzu.

4.2.2 Modellrechnungen zur Ermittlung der Verursacheranteile

Zur Ermittlung der hessenweiten Verursacheranteile werden regelmäßig aufwändige Gutachten in Form von Ausbreitungsrechnungen [21] beauftragt. Mit Hilfe solcher Modellberechnungen kann eine Aussage z.B. über den Ferneintrag von Luftschadstoffen mit der in den Ballungsraum einströmenden Luft als auch über die Immissionsanteile aus der Industrie, den Gebäudeheizungen und dem Kfz-Verkehr getroffen werden. Die Modellrechnungen werden dabei i. d. R. für Hauptbelastungspunkte in den Ballungsräumen durchgeführt.

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

Die Ergebnisse der Ausbreitungsrechnungen für ausgewählte verkehrsnahe Immissionspunkte in Hessen sind im Kap. 6.1 dargestellt. Die vollständigen Ergebnisse sind im vorgenannten Gutachten zu entnehmen.

4.2.3 Berechnung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung durch Modellrechnung

Da nur jeweils ein Abschnitt der Nibelungen- und der Rodensteinstraße messtechnisch überwacht wird bzw. wurde, erfolgt die Beurteilung der Luftqualität im übrigen Stadtgebiet anhand von Modellrechnungen. Als Berechnungsmodell-

le kommen die Programme IMMIS^{em/luft} [22] sowie ODEN [23] zum Einsatz.

IMMIS^{em/luft} berechnet die durch Kraftfahrzeuge erzeugten Emissionen und modelliert die Ausbreitung der Immissionen von Luftschadstoffen im Straßenraum. Es beruht auf dem CPB-Modell [24] für Straßenschluchten und einem Box-Modell für offene Bebauungen. Als Modell-Input werden eine 10 Jahres-Klimatologie des Deutschen Wetterdienstes sowie straßenspezifische Daten zur Verkehrszusammensetzung und -stärke verwendet.

ODEN (On Demand Environmental Analysis) ist eine webbasierte Softwareplattform für Umweltanalysen mittels Simulationsrechnungen im Bereich der Schall- oder Luftschadstoffausbreitung sowie der Solareinstrahlung.

Eingebunden in ODEN, kommt für die Ausbreitungsrechnungen zudem MISKAM (Mikroskaliges Klima- und Ausbreitungsmodell) [25] zum Einsatz. Dieses dreidimensionale, nicht-hydrostatische Strömungs- und Ausbreitungsmodell ermöglicht die kleinräumige Prognose von Windverteilung 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 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 Kap. 6.2 dargestellt.

Zur Ermittlung der verkehrsbedingte Zusatzbelastung wurde das Hauptstraßennetz in Bensheim mit MISKAM untersucht. Hierbei konnten keine Hinweise auf weitere Straßenabschnitte mit NO₂-Grenzwertüberschreitungen gefunden werden. Dies legen bereits die Messungen an der Rodensteinstraße nahe, die weit unterhalb des Grenzwertes liegen (vgl. 4.1.3). Das ist insofern von besonderer Bedeutung, weil hier die Verkehrsbelastung etwa 20 % höher liegt als auf der Nibelungenstraße. Die besondere Situation an der Nibelungenstraße ergibt sich daher vor

allem aufgrund der besonderen Bebauungssituation. Für zwei weitere Abschnitte der Nibelungenstraßen wurden zusätzlich Berechnungen mit IMMIS^{em/luft} durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind unter Ziffer 6.2 dargestellt. Die Berechnungen mit IMMIS^{em/luft} dienen zudem der Prognose für die zukünftige Entwicklung und die Maßnahmenwirksamkeit (vgl.8.3).

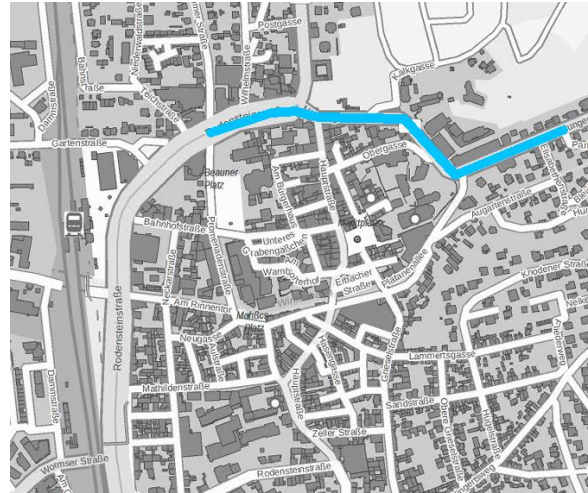


Abb. 14: Mittels IMMIS^{em/luft} detailliert untersuchte Straßenabschnitte in Bensheim (blaue Markierung); Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2019

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 durch das Ergreifen von 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.

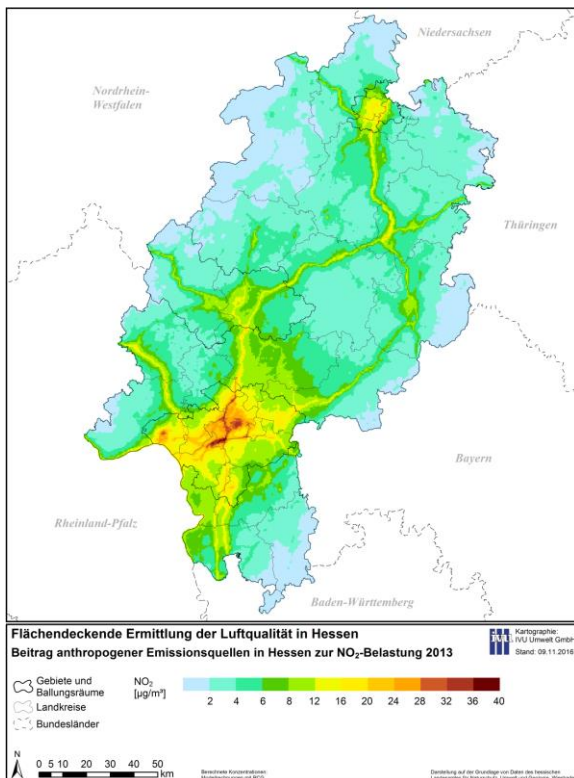


Abb. 15: Darstellung der anthropogen verursachten NO₂-Belastung in Hessen [21]

Stickoxide entstehen in erster Linie bei Verbrennungsvorgängen. Wesentliche Emissionsverursacher sind der Verkehr, Industrieanlagen – hier vor allem Kraftwerke – sowie die Gebäudeheizung. Einen Überblick über die Entwicklung der

wesentlichen Emittenten gibt das hessische Emissionskataster. Es wird für das Bundesland Hessen vom HLNUG geführt [11].

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 [12] alle vier Jahre mitzuteilen. Nach der 5. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz [13] 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, auf deren Grundlage unter Berücksichtigung der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) die Gesamtverkehrsemissionen berechnet werden. Da die offiziellen Verkehrszählungen für das hessische Emissionskataster „Kfz-Verkehre“ nur Verkehrsdaten auf Bundesautobahnen, Bundesstraßen und Landstraßen außerhalb von geschlossenen Ortschaften umfassen, wurden zur Beurteilung der Immissionen auch aktuelle innerstädtische Verkehrszählungen in Bensheim berücksichtigt.

5.2 Industrie-Emissionen

Das Emissionskataster Industrie erfasst die Emissionen der im Anhang der 4. BImSchV [20] genannten genehmigungsbedürftigen Anlagen.

In Bensheim wurde mit Stand 2016 eine NO_x-emittierende genehmigungsbedürftige Anlage betrieben, die der Emissionserklärungspflicht

unterliegt. Im Kreis Bergstraße waren es insgesamt 27.

| Hauptgruppe | Beschreibung | Anzahl | NO _x -Emissionen [t/a] |
|--------------|---|-----------|-----------------------------------|
| 1 | Wärmeerzeugung, Bergbau und Energie | 11 | 70,1 |
| 2 | Steine und Erden, Glas, Keramik, Baustoffe | 2 | 25,1 |
| 3 | Stahl, Eisen und sonstige Metalle einschließlich Verarbeitung | 1 | 1,4 |
| 4 | Chemische Erzeugnisse, Arzneimittel, Mineralölraffination und Weiterverarbeitung | 5 | 3,8 |
| 5 | Oberflächenbehandlung mit organischen Stoffen, Herstellung von bahnenförmigen Materialien aus Kunststoffen, sonstige Verarbeitung von Harzen und Kunststoffen | 1 | 0,1 |
| 6 | Holz, Zellstoff | - | - |
| 7 | Nahrungs-, Genuss- und Futtermittel, landwirtschaftliche Erzeugnisse | - | - |
| 8 | Verwertung und Beseitigung von Abfällen und sonstigen Stoffen | 4 | 13,5 |
| 9 | Lagerung, Be- und Entladen von Stoffen und Gemischen | - | - |
| 10 | Sonstige Anlagen | 3 | 3,4 |
| Summe | | 27 | 117,4 |

Tab.11: Unterteilung der Industrieemissionen im Kreis Bergstraße nach Hauptgruppen der 4. BImSchV (Bezugsjahr 2016)

Die zeitliche Entwicklung der Anzahl an großen Industrieanlagen im Kreis Bergstraße mit ihren NO_x-Emissionen zeigt Abb. 16.

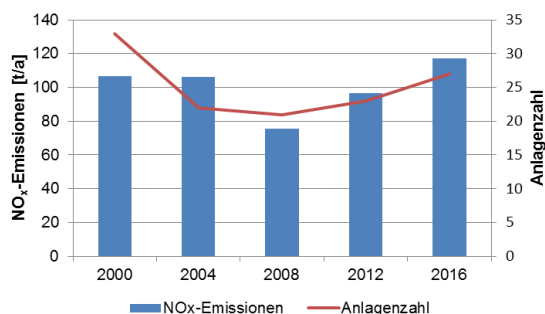


Abb. 16: Entwicklung der Industrieemissionen und der Anzahl erklärungsspflichtiger Industrieanlagen im Kreis Bergstraße

Eine Begrenzung der Emissionen von Industrieanlagen durch Maßnahmen in einem Luftreinhalteplan ist nicht möglich. Die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft [17]) ent-

hält 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 (s. Tab. 14), wäre selbst bei einer Verschärfung der Emissionsgrenzwerte keine messbare Verbesserung der Luftqualität zu erwarten.

5.3 Gebäudeheizungs-Emissionen

Das Emissionskataster Gebäudeheizung enthält die Daten der nicht genehmigungsbedürftigen kleinen und mittleren Feuerungsanlagen, deren Emissionen in der Verordnung für kleine und mittlere Feuerungsanlagen (1. BImSchV) [18] 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.12 sind für einige Energieträger die Emissionsfaktoren von NO_x aufgelistet, d.h. die Menge an Emissionen die pro Megawattstunde aus der Verbrennung des Brennstoffs resultiert.

| Energieträger | Heizwert [kWh/kg] | NO _x ¹⁾ [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 |

¹⁾ Summe aus NO und NO₂, angegeben als NO₂

Tab.12: 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_x-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 Schadstoff-

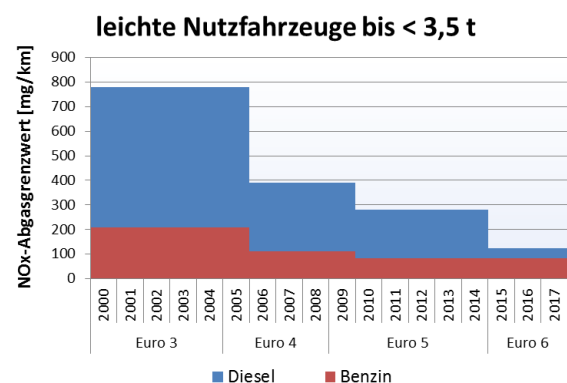
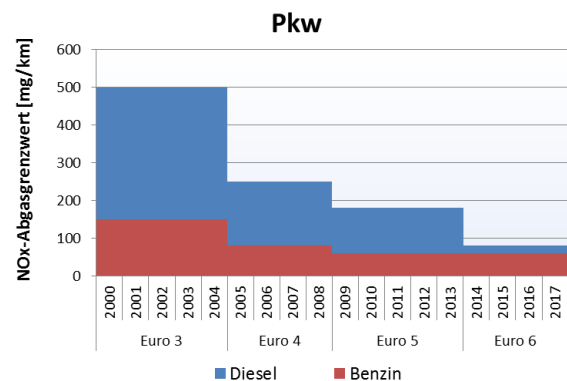
fissionen des Verkehrs nach Kommune auflistet.

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 so genannten Verkehrsmengenkarten dargestellt, die auf der Internetseite von Hessen Mobil abgerufen werden können [19].

Die bundesweiten Verkehrszählungen erfolgen nur alle fünf Jahre und i.d.R. außerhalb von Kommunen. Um die Verkehrsmengen auf den untersuchten Straßen zu erhalten, wird auf Verkehrszählungen, die im Rahmen eines Gutachtens erfasst wurden, zurückgegriffen [37].

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.



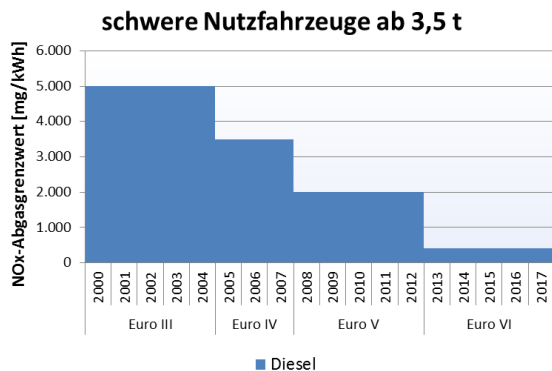


Abb. 17: Entwicklung der NO_x-Abgasgrenzwerte für Straßenfahrzeuge (Euronormen)

Wie Abb. 17 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_x-Abgasgrenzwert. Davor war ein Abgasgrenzwert für die Summe aus Kohlenwasserstoffe und Stickoxiden (HC + NO_x) 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 [10]. 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_x-Emissionen verursachen als in der Version HBEFA 3.2 aus dem Jahr 2014 angenommen worden war.

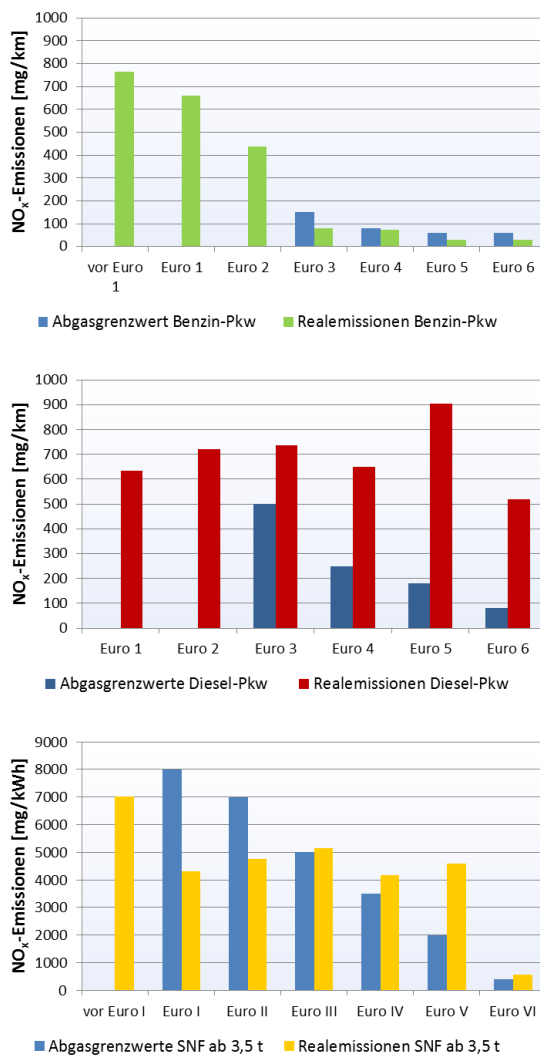


Abb. 18: Vergleich der NO_x-Emissionen von Fahrzeugen zwischen Abgasgrenzwert und Realemissionen; Innenstadt, Bezugsjahr 2017, HBEFA 3.3

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 festge-

legt 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 drohender Fahrverbote inzwischen leicht zurück.

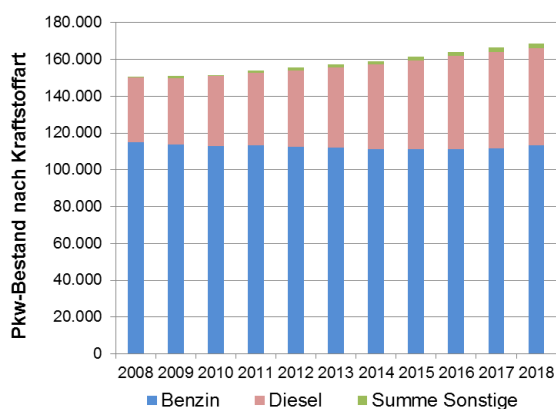


Abb. 19: Bestand an Personenkraftwagen im Zulassungsbezirk Kreis Bergstraße nach Kraftstoffarten jeweils zum 1. Januar eines Jahres (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)

Wie Abb. 19 zeigt, spiegelt sich dieser Trend auch im Zulassungsbezirk Kreis Bergstraße wider. So stieg der Anteil von Diesel-Pkw im Bestand von 23,3 % im Jahr 2008 auf 31,4 % im Jahr 2017 an. 2018 fiel der Anteil an Diesel-Pkw erstmalig (wenn auch nur geringfügig) wieder um 0,2 % auf 31,2 %. Damit liegt der Dieselanteil im Zulassungsbezirk Kreis Bergstraße leicht unterhalb des deutschlandweiten Durchschnitts, der mit Stand 1. Januar 2018 bei 32,8% lag.

Allerdings weisen die im Bezirk Bergstraße zugelassenen Diesel-Pkw einen insgesamt weniger moderneren Emissionsstandard im Vergleich zum Durchschnitt der deutschen Zulassungsbezirke auf.

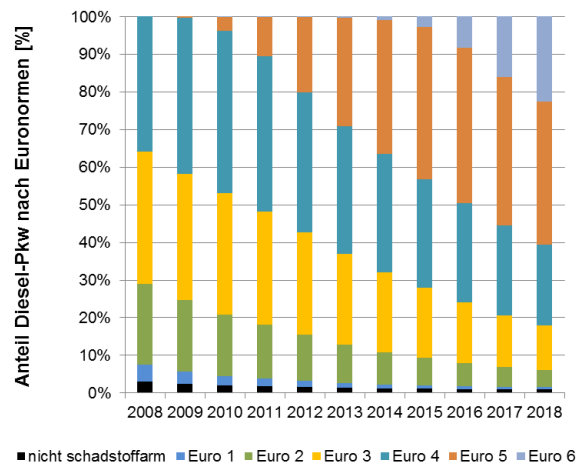


Abb. 20: Verteilung der im Kreis Bergstraße zugelassenen Diesel-Pkw auf die Emissionsklassen (Euronormen)

Mit Stand 1. Januar 2018 betrug der Anteil der Euro-6-Diesel-Pkw im Kreis Bergstraße 22,5 % an der Gesamtheit der im Kreis Bergstraße zugelassenen Diesel-Pkw und lag damit etwas unter dem bundesweiten Durchschnitt von 25 %, bzw. auch dem hessischen Durchschnitt von 29,3 %.

Lkw weisen im Vergleich zu Pkw einen deutlich höheren NO_x-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_x wie ein Diesel-Pkw der Euro-5-Norm und genauso viel NO_x 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. 21.

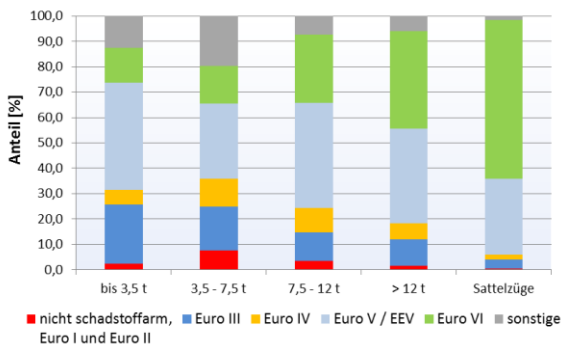


Abb. 21: Aufteilung der in Deutschland zugelassenen Nutzfahrzeuge nach zulässigem Gesamtgewicht und Emissionsklasse; Stand: 1. Januar 2018; Quelle: KBA

Kfz-Verkehr machen mehr weit über 80 % der Gesamt-NO_x-Emissionen in Bensheim aus.

| Emittentengruppe | Erhebungs-jahr | Bensheim | |
|---|----------------|--------------|------|
| | | t/a | % |
| Gebäudeheizung | 2012 | 47,1 | 13,7 |
| Industrie | 2016 | 0 | 0 |
| <i>darunter Großfeuerungsanlagen [16]</i> | 2016 | 0 | 0 |
| Kfz-Verkehr | 2010 | 297,0 | 86,3 |
| Summe | | 344,1 | |

Tab. 13: Emissionsbilanz von NO_x (Summe von NO₂ und NO, angegeben als NO₂) für Bensheim

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.

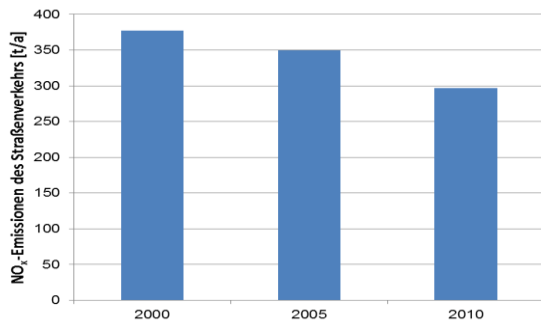


Abb. 22: Entwicklung der NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs in Bensheim; Quelle: HLNUG, Verkehrskataster [11]

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

5.5 Gesamtmenge der Emissionen in Bensheim

Tab. 13 zeigt die Emissionsbilanz der Hauptemittenten für Stickoxide in Bensheim. 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. Die Emissionen des

5.6 Eintrag von Stickstoffoxiden aus anderen Gebieten

Die Messwerte der städtischen Hintergrundstation Michelstadt sowie jene der beiden ländlichen Stationen im Gebiet Südhessen zeigen, dass die Belastung dort wesentlich geringer ist als am Verkehrsschwerpunkt Nibelungenstraße. Die Luftschadstoffkonzentration in einzelnen Straßen wird im Wesentlichen durch den lokalen Verkehr geprägt, während zur Hintergrundbelastung die Summe der anthropogenen Emissionen durch Wohnen, Arbeiten und Verkehr beitragen. Die Autobahnen A67 und A5 sind Hauptverkehrsachsen die parallel in Nord-Süd-Richtung verlaufen.

Die Menge von Stickoxidemissionen, die von Emittenten außerhalb von Hessen stammen, durch den Luftstrom verfrachtet und zur Immissionsbelastung in Hessen beitragen, wurde im Rahmen der bereits unter 4.2.2 benannten Ausbreitungsrechnungen [21] ermittelt. Für nähere Ausführungen hierzu sei auch auf Ziffer 6.1 verwiesen. Danach liegt der Ferneintrag an hessischen Verkehrsschwerpunkten im Schnitt bei knapp 10 % der Schadstoffbelastung mit Stickstoffdioxid (NO₂).

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. 6.

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 [13]. Der Verkehr wird bundesweit alle fünf Jahre gezählt. In Hessen werden diese Emissionen in den Emissionskatastern dargestellt und auf der Internetseite des HLNUG veröffentlicht [11].

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“ für das Bezugsjahr 2013. Das im Januar 2017 fertiggestellte Gutachten [21] kann auf der Internetseite des Umweltministeriums eingesehen und heruntergeladen werden.

Da die Grenzwertüberschreitung des Jahresmittelwertes von Stickstoffdioxid in der Nibelungenstraße zum Zeitpunkt der Beauftragung des Gutachtens noch nicht bekannt war, wurde keine spezifische Analyse der Verursacheranteile für Bensheim durchgeführt. Daher werden im Folgenden die Berechnungsergebnisse einiger exemplarischer hessischer Belastungsschwerpunkte, sowie die Verursacheranteile im hessischen Durchschnitt erläutert.

Das für das Jahr 2013 erstellte Gutachten zeigt für ausgewählte Straßenabschnitte in Hessen folgende Verursacheranteile:

| | Gesamtbelastung | Ferneintrag | Sonstige Quellen* | Industrie | Gebäudeheizung | Flugverkehr | Städt. Verkehr | Lokaler Verkehr |
|--|-----------------|-------------|-------------------|-----------|----------------|-------------|----------------|-----------------|
| | [µg/m³] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] | [%] |
| Heinrichstr. Darmstadt | 45,1 | 13 | 10 | 2 | 8 | 0,4 | 27 | 39 |
| Friedberger Landstr. Frankfurt am Main | 50,4 | 8 | 17 | 3 | 10 | 2 | 34 | 27 |
| Schiede I Limburg | 62,1 | 15 | 9 | 1 | 3 | 0,1 | 14 | 59 |
| Rugbyring Rüsselsheim | 41,9 | 16 | 17 | 3 | 7 | 6 | 33 | 28 |
| Leipziger Str. Fulda | 36,4 | 8 | 25 | 5 | 5 | 0,2 | 18 | 39 |
| Universitätsstraße Marburg | 40,2 | 9 | 18 | 1 | 9 | 0,1 | 15 | 48 |
| Westanlage Gießen | 38,4 | 9 | 16 | 3 | 8 | 0,2 | 26 | 38 |
| Fünfensterstr. Kassel | 43 | 8 | 11 | 2 | 10 | 0 | 26 | 44 |
| Durchschnitt Hessen** | 45,7 | 10 | 17,1 | 3 | 7 | 1,1 | 26 | 37 |

*Bahn-, Schiffsverkehr, Landwirtschaft, natürliche Quellen

**Die Angabe „Durchschnitt Hessen“ bezieht sich auf die 64 auf Hessen verteilten Verkehrsschwerpunkte die im Gutachten [21] detailliert untersucht wurden. Es bedeutet nicht die flächendeckenden Durchschnittswerte für ganz Hessen.

Tab. 14: Berechnete Verursacheranteile der Emittenten an der NO₂-Gesamtbelastung für das Bezugsjahr 2013

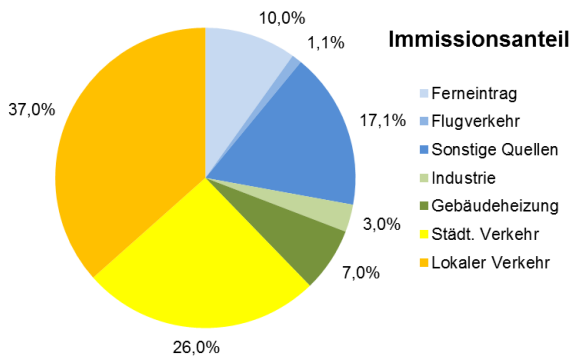


Abb. 23: Durchschnittliche Immissionsanteile an der NO₂-Gesamtbelastung der 64 untersuchten Straßenabschnitte in Hessen

Wie Tab. 14 und Abb. 23 zeigen, ist es der Verkehr, der mit seinen Stickoxidemissionen in erster Linie zur Überschreitung des NO₂-Grenzwertes an Verkehrsschwerpunkten in Hessen beiträgt. Dass sich die Immissionsanteile der einzelnen Verursacher teilweise stark von den Emissionsanteilen unterscheiden liegt an der Quellhöhe, d.h. der Höhe, in der die Emissionen die Quelle (Schornstein, Kamin, Auspuff) 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.

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, werden hier auch geringere Anforderungen an die Ableitungshöhe gestellt. 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 dem Boden 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 17,1 % 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.

Mit lokalen Maßnahmen lässt sich auch der Ferneintrag nicht beeinflussen. Daher ist es folgerichtig die Maßnahmen auf den Verkehr zu konzentrieren, da dieser mit 60 bis knapp 75 % den mit Abstand höchsten Beitrag zur Schadstoffbelastung liefert.

6.2 Modellrechnungen zur Ermittlung der Zusatzbelastung durch den lokalen Verkehr

Wie schon unter 1.3 bzw. 4.2.3 ausgeführt, wird die NO₂-Immissionssituation in Bensheim inzwischen nur noch an einem Straßenabschnitt der Nibelungenstraße messtechnisch abgebildet.

Aufgrund der geringen Messwerte am Messpunkt Rodensteinstraße und den Untersuchungen mit MISKAM kann geschlossen werden, dass sich die Grenzwertüberschreitung lediglich auf den etwa 160 m langen Abschnitt der Nibelungenstraße (Nibelungenstr. I) zwischen Ritterplatz und jenem Punkt, an dem die Straße in süd-östliche Richtung abknickt (zwischen Hsnr. 12 und 12a), beschränkt hat (vgl. Abb. 24).

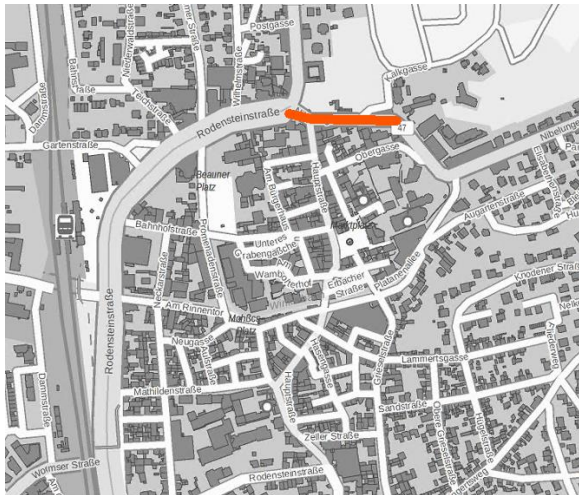


Abb. 24: Von NO₂-Grenzwertüberschreitungen betroffener Abschnitt (rot markiert) der Nibelungenstraße in Bensheim; Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2019

Die unter 8.3.1 vorgestellte Maßnahme hat allerdings auch Einfluss auf die weiter östlich liegenden Abschnitte der Nibelungenstraße bis Platanenallee (Nibelungenstr. II) sowie zwischen Platanenallee und Parkstraße (Nibelungenstr. III). Daher wurden auch diese Abschnitte modelltechnisch, wie auch der Abschnitt Rodensteinstraße zwischen Fehlheimer Straße/Promenadenstraße und Ritterplatz untersucht.

Tab. 15 stellt die Rechenergebnisse der NO₂-Immissionssituation dieser Straßenabschnitte für das Jahr 2017 dar.

| Abschnitt | zwischen | und | NO ₂ -JM* 2017 |
|--------------------|------------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Nibelungenstr. I | Ritterplatz | Hausnummer 12/12a | 40,8 |
| Nibelungenstr. II | Hausnummer 12/12a | Platanenallee | 31,1 |
| Nibelungenstr. III | Platanenallee | Parkstraße | 31,4 |
| Rodensteinstr. | Fehlheimer Straße/Promenadenstraße | Ritterplatz | 31,7 |

* JM = modellierte Belastung Jahresmittelwerte

Tab. 15: Berechnete NO₂-Jahresmittelwerte untersuchter Straßenabschnitte in Bensheim für das Bezugsjahr 2017 (Analysenullfall)

6.3 Untersuchung der Verursacheranteile des Straßenverkehrs

Mitentscheidend für die Höhe der lokalen Verkehrsemissionen sind neben dem Verkehrsaufkommen auch die Zusammensetzung der Fahr-

zeugflotte, ihre Motorisierung und ihr Emissionsstandard.

Für die bereits unter 6.2 untersuchten Straßenabschnitte in Bensheim werden die NO_x-Emissionsanteile der einzelnen Fahrzeugtypen für das Bezugsjahr 2017 in Abb. 25 dargestellt. Dabei wurden die Emissionsfaktoren für die verschiedenen Fahrzeugtypen den Daten des HBEFA 3.3 für das Bezugsjahr 2017 entnommen.

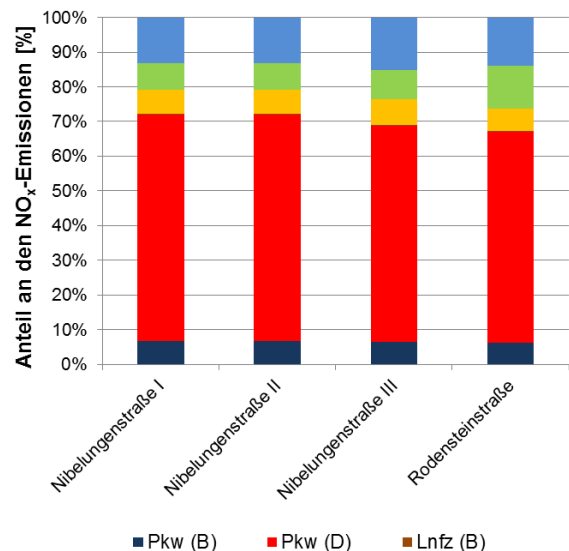


Abb. 25: Emissionsanteile der verschiedenen Fahrzeugtypen an den verkehrsbedingten NO_x-Emissionen, HBEFA 3.3, Bezugsjahr 2017

Der durchschnittliche Verursacheranteil von schweren Nutzfahrzeugen (Lkw größer 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht) liegt in den untersuchten Straßenabschnitten in Bensheim bei gut 13 %, während Benzin-Pkw lediglich zu etwa 6 % beitragen.

Wie Abb. 25 verdeutlicht, wird die Stickoxidemissionen jedoch mit deutlich über 60 % von den Emissionen der Diesel-Pkw dominiert. Im realen Fahrbetrieb niedrige NO_x-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 etwa zwischen 60 und 65 %. 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 oder bestehenden Verbesserungsvorhaben

7.1 Europaweite, nationale und regionale Maßnahmen

7.1.1 Emittentengruppe Industrie

Die Emissionen genehmigungsbedürftiger Industrieanlagen sind seit der Einführung der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft [17] im Jahr 1964 durch die fortwährenden verpflichtenden Anpassungen an den Stand der Technik flächendeckend verringert worden.

Mit Umsetzung der Industrieemissionsrichtlinie [35] 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 merkbare 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 Anforderungen an die systematische umweltbezogene

Einstufung und Regelüberwachung der Anlage gestellt.

Großfeuerungsanlagen

Großfeuerungsanlagen mit einer Feuerungsleistung > 50 MW unterliegen den spezifischen Anforderungen der Verordnung über Großfeuerungs-, Gasturbinen- und Verbrennungsmotorenanlagen – 13. BImSchV [16]. Sie haben einen Anteil von zwei Dritteln an der durch Industrieanlagen verursachten NOx-Belastung im Ballungsraum Rhein-Main.

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

Weder in Bensheim noch im Kreis Bergstraße waren mit Stand Februar 2018 immissionschutzrechtlich genehmigungsbedürftige Anlagen in Betrieb, die der 13. BImSchV sowie der Industrieemissionsrichtlinie unterliegen.

Abfall(mit)verbrennungsanlagen

Analog zur 13. BImSchV wurden die Anforderungen an Abfall(mit)verbrennungsanlagen, die der 17. BImSchV [36] unterliegen, ebenfalls durch die Umsetzung der IE-RL [35] erhöht. Für Anlagen mit einer Feuerungsleistung > 50 MW wurde der NOx-Tagesmittelwert von 200 mg/m³ auf 150 mg/m³ herabgesetzt.

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

In Bensheim war mit Stand Februar 2019 keine immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen in Betrieb, die der 17. BImSchV und der IE-Richtlinie unterliegen. Im gesamten

Kreis Bergstraße war lediglich in Neckarsteinach eine Anlage der 17. BImSchV in Betrieb, die allerdings nicht der IE-Richtlinie unterliegt.

Ob daneben 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 Emittentengruppe Gebäudeheizung

Die Emissionen aus der Gruppe der Gebäudeheizung werden durch kleine und mittlere Feuerungsanlagen verursacht, die den Anforderungen der Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV [18] unterliegen.

Die zwischenzeitlich gewachsene Erkenntnis, dass insbesondere Einzelraumfeuerungsanlagen wie Kaminöfen besonders zur PM₁₀-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. PM₁₀-Emissionen dieser Anlagen im Bundesgebiet rückläufig sein dürften.

7.1.3 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_x-Emissionen verursachten, als nach dem Abgasgrenzwert, den sie auf dem Prüfstand einhielten, vorgesehen war.

Bei den schweren Nutzfahrzeugen wurde dieses Problem durch neue Typprogenehmigungsanforderungen, die in der Verordnung EG/582/2011 [26] 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 [27]). 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.

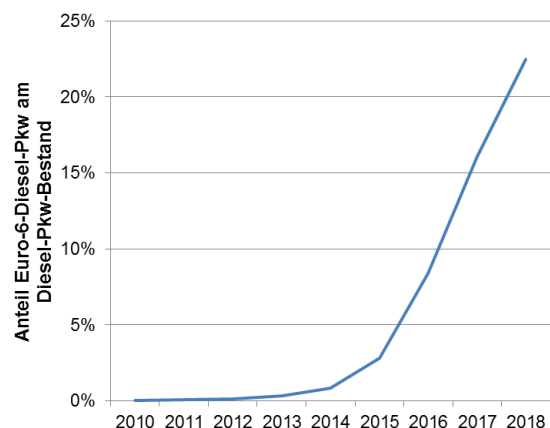


Abb. 26: Entwicklung des Anteils von Euro-6-Diesel-Pkw am Diesel-Pkw-Bestand im Kreis Bergstraße

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 Anfor-

derungen 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.

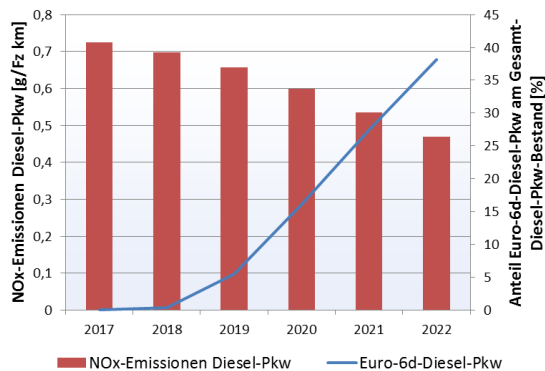


Abb. 27: Entwicklung der NO_x-Emissionen von Diesel-Pkw und Anteil der Euro-6d-Diesel-Pkw an der Diesel-Pkw-Flotte; HBEFA 3.3

Nach HBEFA 3.3 emittieren Diesel-Pkw pro km im Jahr 2020 im Durchschnitt 17% weniger NO_x 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. Letztmalig wurden seit dem 1. Juli 2015 weitere rund 1.100 Kilometer autobahnähnlich ausgebauter Bundesstraßen in Deutschland in das Lkw-Maut-Netz aufgenommen. Schließlich wurde die Lkw-Maut ab dem 1. Juli 2018 deutschlandweit für alle Bundesstraßen eingeführt. Die rechtliche Grundlage dafür ist das Vierte Gesetz zur Änderung des Bundesfernstraßenmautgesetzes, das am 31. März 2017 in Kraft getreten ist [29].

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.

Die für die Stadt Bensheim relevanten mautpflichtigen Strecken sind in Abb. 28 gekennzeichnet.

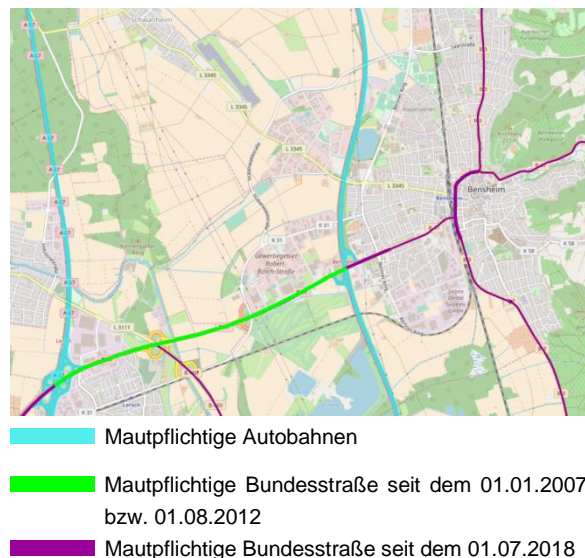


Abb. 28: Karte der mautpflichtigen Straßen in Bensheim; eigene Darstellung nach BMVI
Karte: Openstreetmap (www.openstreetmap.org), ODbL 1.0

7.2 Regionale Maßnahmen

7.2.1 Nahverkehrsplan Kreis Bergstraße 2014 bis 2018

Im Kreis Bergstraße nutzen an Werktagen etwa 60.000 Fahrgäste den Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) [28].

Die Kreise und kreisfreien Städte als Aufgabenträger für den ÖPNV stellen daher regelmäßig

Nahverkehrspläne auf. Vor dem Hintergrund eines Umbruchs im Mobilitätsmarkt (Multimodalität, Elektromobilität, Pedelecs, Bedeutungsverlust des Pkw) stehen Nahverkehrspläne in der jüngeren Vergangenheit vor besonderen Herausforderungen.

Unter diesen Bedingungen hat der Kreis Bergstraße gemeinsam mit der VRN GmbH Ende 2013 den dritten Nahverkehrsplan vorgelegt. Dabei attestierten die Gutachter dem Kreis Bergstraße bereits damals einen gut ausgebauten ÖPNV. Auf den Hauptachsen bestanden größtenteils bereits regelmäßige Taktverkehre, die mit dem Ziel eines Integralen Taktfahrplans weiter ausgebaut wurden. Der Plan beabsichtigt weiterhin eine vollständige Barrierefreiheit bis 2022. Daneben wurden im Zeitraum des Nahverkehrsplans im Schienenverkehr neue Betriebskonzepte umgesetzt.

Damit konnte der gesamte ÖPNV im Kreis Bergstraße deutlich an Attraktivität gewinnen.

Neu für den dritten Nahverkehrsplan war, dass bereits bei der Erstellung des Nahverkehrsplans die Bevölkerung mit einbezogen wurde. Dazu fanden drei Regionalkonferenzen in Lampertheim, Fürth und Heppenheim im April bzw. Mai 2013 statt.

7.2.2 Regionalplan Südhessen 2010

Der Regionalplan Südhessen von 2010 hat einen Planungshorizont bis 2020. Er stellt den planerischen und planungsrechtlichen Rahmen für raumbedeutsame Vorhaben und Investitionen für das Planungsgebiet dar. Während die Kernaufgabe die Flächen-, Trassen- und Standortssicherung und -vorsorge ist.

Durch die Schaffung einer polyzentrischen Raumstruktur wird dabei eine Minimierung des Verkehrs angestrebt. Eine Minderung des Gesamtverkehrsleistung innerhalb einer Region führt automatisch zu einer Minderung der Schadstoff-Emissionen aus dem Verkehrssektor.

7.3 Lokale Maßnahmen der Stadt Bensheim

7.3.1 Flächennutzungsplan der Stadt Bensheim

Der Flächennutzungsplan wurde im März 2001 aufgestellt, hat aber seitdem zahlreiche Änderungen in Teilgebieten erfahren und befindet

sich derzeit in einer Teilfortschreibung zur Integration des Landschaftsplanes. Der Flächennutzungsplan stellt für das gesamte Gemeindegebiet die sich aus der beabsichtigten städtebaulichen Entwicklung ergebende Art der Bodennutzung dar.

Die Relevanz des Flächennutzungsplans für die Luftreinhaltung ergibt sich dabei aufgrund des Ansatzes der „Stadt der kurzen Wege“. Die Stadt Bensheim verfolgt dabei das Ziel Bürgerinnen und Bürgern, aber auch Besucherinnen und Besuchern durch eine gezielte Bepflanzung des Stadtgebietes möglichst kurze Wege zu schaffen. Diese können dann problemlos zu Fuß oder mit dem Fahrrad bewältigt werden. So kann für eine Vielzahl von Erledigungen auf das Auto verzichtet werden, was insgesamt zu einer Reduktion an Schadstoff-Emissionen führt.

7.3.2 Parkraumbewirtschaftungskonzept

Die Stadt Bensheim hat im Jahr 2014 von einem Ingenieurbüro ein Parkraumbewirtschaftungskonzept erstellen lassen, welches im Jahr 2015 umgesetzt wurde.

Ziel dieses Konzeptes war u. a. die Reduktion der Abgas-Emissionen (entsprechend den Klimaschutzzielen der Stadt Bensheim) durch die Reduzierung des Parksuchverkehrs und Unterstützung der Elektromobilität durch eine Gebührenbefreiung.

7.3.3 Radverkehrskonzept

Im Jahr 2015 wurde für die Stadt Bensheim ein Radverkehrskonzept erstellt, das eine ganzheitliche Betrachtung der Radwegebeziehungen in Bensheim und den Stadtteilen enthält.

Es konnte bereits damals festgestellt werden, dass das vorhandene Radverkehrsnetz nahezu flächendeckend war und allgemein als gut bewertet wurde. Problematisch wurden allerdings u.a. jene Stellen identifiziert, auf denen Radfahrende im Mischverkehr bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h auf der Fahrbahn geführt wurden.

Das Maßnahmenkonzept enthält einen Katalog mit etwa 100 Einzelmaßnahmen, die Verbesserungsvorschläge für seinerzeit noch bestehende verkehrliche und bauliche Mängel der Strecken und Knotenpunkte darlegen. Schlüsselprojekte waren dabei der Knotenpunkt „Am Rinnentor“, die Schwanheimer Straße und die Robert-Bosch-Straße.

Daneben waren eine verbesserte Wegweisung und die Entwicklung neuer Radabstellanlagen Teil des Handlungskonzeptes.

Nachdem bereits viele kleinere Maßnahmen umgesetzt waren, wurde im Mai 2017 als eine der größten Einzelmaßnahmen die Markierungsarbeiten im Bereich Schwanheimer Straße/Rinntor durchgeführt. Die Umgestaltung des Knotenpunktes B3 / B47 wurden damit abgeschlossen.

7.3.4 Buskonzept

Die Busverbindungen in Bensheim und den Ortsteilen sind über einen Linienbündelvertrag mit dem Verkehrsverbund Rhein-Neckar und dem Kreis Bergstraße als Aufgabenträger für den ÖPNV geregelt. Da der bisherige Vertrag zum Dezember 2018 endete, hat die Stadt Bensheim bereits im Jahr 2015 eine Überplanung des bestehenden Systems durch ein Ingenieurbüro durchführen lassen. Hierzu sei auch auf die geplanten Maßnahmen unter Ziffer 8.3.2 verwiesen.

7.3.5 Fahrradverleihstationen

Im Jahr 2016 wurden in Bensheim 8 Verleihstationen der Firma Nextbike installiert. In Kooperation mit dem Verkehrsverbund Rhein Neckar wurde hier ein einfaches Angebot für die Nutzung von Fahrrädern geschaffen. Alle Stationen wurden in unmittelbarer Nähe zu Radwegen oder ÖPNV-Verbindungen aufgestellt, so dass hier ein leichter Übergang für Nutzer besteht. Im Jahr 2017 wurden weitere 3 Stationen realisiert.

7.3.6 Masterplan Klimaschutz

Im Rahmen der Nationalen Klimaschutzinitiative des Bundes ist die Stadt Bensheim als eine von bundesweit 19 Modellkommunen für einen „Masterplan 100 % Klimaschutz“ ausgewählt worden. Daraufhin wurde in den Jahren 2012-2014 ein Klimaschutzkonzept für den gesamten Stadtbereich erstellt und 2014 durch die Stadtverordnetenversammlung beschlossen. Dieses Konzept enthält insgesamt 49 Maßnahmen die 2014 seit bearbeitet werden.

Die übergeordneten Zielsetzungen des Masterplans sind insbesondere eine Minderung der Treibhausgasemissionen in den durch die kommunalen Gremien beeinflussbaren Bereichen bis zum Jahr 2050 um mindestens 95% gegenüber dem Jahr 1990. Bei den weiteren nicht beeinflussbaren Sektoren wird eine ähnliche

CO₂-Reduzierung angestrebt. Hier erfolgt auch eine intensive Einbindung des Wirtschaftssektors. Das zweite wesentliche Ziel ist eine Minderung des Endenergiebedarfs in den durch die kommunalen Gremien beeinflussbaren Bereichen bis zum Jahr 2050 um mindestens 50 % gegenüber dem Jahr 1990. Bei den weiteren nicht beeinflussbaren Sektoren wird eine ähnliche Endenergiebedarfs-Reduzierung angestrebt.

An die Bundesförderung des "Masterplan 100% Klimaschutz" schloss sich das Projekt "Anschlussvorhaben Masterplanmanagement" an. Dabei soll u.a. die Verstetigung der geschaffenen Masterplan-Strukturen sowie der begonnen Masterplan-Prozesse und die regionale Vernetzung relevanter Akteure erreicht werden. Gleichzeitig sollen die eingeleiteten zivilgesellschaftlichen Prozesse verstetigt werden und die "alten" Masterplankommunen von 2012 mit den "neuen" Masterplankommunen von 2016 vernetzt werden.

Die Förderung ausgewählter Klimaschutzmaßnahmen hat es der Stadt Bensheim ermöglicht ihren Fuhrpark teilweise auf lokal abgasfreie Elektrofahrzeuge umzustellen. Die Stadt verfügt derzeit über acht reine Elektrofahrzeuge, die den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern für den Dienstbetrieb zur Verfügung stehen. Dies ist nur ein Beispiel dafür, dass Maßnahmen aus dem Klimaschutz in vielen Fällen auch zu einer Verbesserung der Luftqualität beitragen.

Mit dem seit 2007 bestehenden städtischen Förderprogramm Klimaschutz unterstützt Bensheim Bürgerinnen und Bürger bei der Investition in Energieeffizienzmaßnahmen (z.B. effiziente Heizsysteme), regenerative Stromerzeugung, Fassadendämmung, Begrünung und Entsiegelung. Diese Maßnahmen tragen unter anderem dazu bei, Emissionen aus der Emittentengruppe „Gebäudeheizung“ zu reduzieren.

8 Maßnahmen zur Minderung der Stickstoffdioxid-Belastung

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 unter Ziffer 6.1 dargelegt, tragen an Verkehrsschwerpunkten in Hessen die Emittenten Industrie mit durchschnittlich 3 % und Gebäudeheizungen mit 7 % 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 1,5 % 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 durchschnittlich 10 % trägt der Ferneintrag zur Belastung in Hessen 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.

68 % 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 unter Ziffer 6.3 dargestellt, ist es vor allem der Diesel-Pkw-Verkehr, der für die maßgeblichen NO_x-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 [30] 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.

8.1.1 Analyse- und Prognosenullfälle

Wie bereits unter Ziffer 4.2.3 und 6.2 dargestellt, haben die Untersuchungen gezeigt, dass die NO₂-Belastung in Bensheim in 2017 lediglich an einem etwa 160 m langem Abschnitt der Nibelungenstraße (Nibelungenstr. I) oberhalb des Grenzwertes für den Jahresmittelwert lag.

Aus Erfahrung ist bekannt, dass die Belastung auch ohne weitere Maßnahmen im Straßenverkehr sukzessive abnimmt. Dies zeigt sich auch klar an den an der Nibelungenstraße seit 2015 gemessenen Immissionswerten (vgl. 4.1.3). 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 NO₂-Belastung der nächsten Jahre zu berechnen, wenn keine weiteren Maßnahmen im Straßenverkehr umgesetzt würden. Diese Betrachtungen werden als Nullfälle bezeichnet. Im Falle der Jahre 2017 und 2018 wird vom Analysenullfall gesprochen. Für die auf die zukünftige Entwicklung gerichtete Prognose (2019, 2010) wird von Prognosenullfällen gesprochen.

Wie bereits mehrfach geschildert, wurde der Grenzwert in 2018 auch an der Nibelungenstraße bereits knapp eingehalten. Dies hängt auch mit der bereits Ende September 2018 umgesetzten Zuflussdosierung (vgl. 8.3.1) zusammen. Um aufzuzeigen welche Wirkung von dieser Maßnahme ausgeht, wurde auch für das Jahr 2018 der Fall prognostiziert, in dem die Maßnahme als noch nicht umgesetzt unterstellt wurde. Hier wird von einem Analyseplanfall gesprochen, also jenem Fall, der die aufgrund der Luftreinhalteplanung tatsächlich eingetretene Situation wiedergibt.

Bei den Nullfällen wird je Bezugsjahr jeweils die Fahrzeugflotte gemäß HBEFA 3.3 (vgl. 5.4.2) angesetzt. In diesem sind jedoch die in Folge des „Diesel-Skandals“ durchgeführten Software-Updates nicht berücksichtigt (vgl. 8.2.3.2.1), sodass die entsprechenden im HBEFA hinterlegten Emissionsfaktoren angepasst wurden. Die Busflotte wird auf dem Emissionsstand des Jahres 2018 „eingefroren“. Daneben wird eine gemäß Trendfortschreibung prognostizierte Entwicklung der Hintergrundbelastung angesetzt.

Die Prognoserechnungen haben ergeben, dass sich im Jahr 2018 nur eine leichte Verbesserung im Vergleich zum Vorjahr ergeben hätte, wenn die Zuflussdosierung nicht bereits zum vierten Quartal hin umgesetzt worden wäre. Allerdings wäre gemäß Prognose bereits 2019 auch ohne Umsetzung der Maßnahme eine Grenzwertreicherung möglich gewesen. In 2020 könnte der Grenzwert bereits um 2,2 µg/m³ unterschritten werden. Einschränkend ist hierzu jedoch zu erwähnen, dass die Prognoserechnungen naturgemäß beispielsweise keine Wetterphänomene voraussehen können. Das Wetter kann jedoch großen Einfluss insbesondere auf die Belüftungssituation in einer Straßenschlucht haben. Dies kann zur Folge haben, dass sich die tatsächliche Immissionssituation in den kommenden Jahren schlechter darstellt als hier prognostiziert.

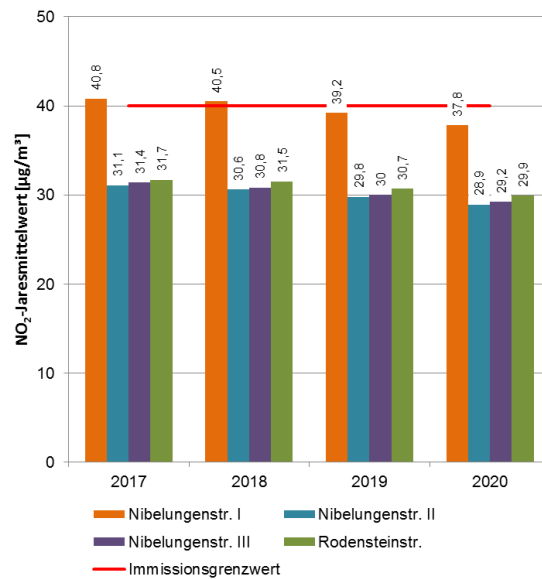


Abb. 29: Berechnete Entwicklung der NO₂-Belastung in Bensheim ohne die Umsetzung von Maßnahmen im Straßenverkehr

8.1.2 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 der einzelnen Straßenabschnitte 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 Zusammensetzung der Busflotte und, im Falle von Software-Updates, die Emissionen der verschiedenen Fahrzeugtypen.

Sofern sich ein Effekt rechnerisch bestimmen lässt, wird für die Maßnahmen angegeben, welche Parameter gegenüber dem Prognosenullfall zur Berechnung der Wirksamkeit geändert wur-

den. Dass die Maßnahmen in den unterschiedlichen Straßenabschnitten unterschiedliche Wirkungen erzielen, hängt zum einen damit zusammen, dass Maßnahmen nicht überall gleich wirksam werden – so führt eine Reduzierung des Staus am Abschnitt Nibelungenstr. I zu einer Verlagerung in den Abschnitt Nibelungenstr. III –, wie auch mit den unterschiedlichen Verkehrsbelastungen und der Bebauungssituationen. Zur übersichtlichen Darstellung wird die Wirkung auf die NO₂-Immissionssituation der vier 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 NO_x-Emissionsgrenzwert einhalten. Der NO_x-Tagesgrenzwert wurde von 500 mg/m³ auf 200 mg/m³ in Zementwerken und von 500 mg/m³ auf 350 mg/m³ NO_x in Kalkbrennanlagen gesenkt.

Mit Stand Februar 2019 war allerdings keine immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Anlagen, die der 17. BImSchV und der IE-Richtlinie unterliegen, auf dem Gebiet des Kreises Bergstraße in Betrieb.

8.2.1.2 Großfeuerungsanlagen

Am 31. Juli 2017 verabschiedete die Europäische Kommission einen Durchführungsbeschluss zu den besten verfügbaren Techniken für Großfeuerungsanlagen [16], 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. Dies betrifft im Kreis Bergstraße jedoch ohnehin keine Anlagen.

8.2.1.3 Prognostizierte Wirkung der Maßnahmen im Bereich Industrie

Aufgrund des geringen Anteils der Industrie an der NO₂-Immissionsbelastung in Hessen von lediglich 2 %, ist die Minderungswirkung der Maßnahmen in der Bensheimer Nibelungenstraße rechnerisch nicht darstellbar.

Die in den vergangenen Jahren durchgeführten Ausbreitungsberechnungen haben einen rückläufigen Anteil der Industrie an der NO₂-Immissionsbelastung von durchschnittlich 0,2 µg/m³ 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 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 [18] 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 [41] und die Energieeinsparverordnung – EnEV [42] festgelegt. Das EnEG setzt vor allem bei Neubauten auf höhere energetische Standards, d.h., ab 2021 gilt dann für Neubauten der Niedrigstenergie-Gebäudestandard. Damit darf nahezu keine Wärme aus dem Gebäude mehr verloren gehen, was dazu führt, dass kaum noch geheizt werden muss.

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 Ausfuhrkontrolle (BAFA): Energieberatung Wohngebäude https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieberatung/Energieberatung_Wohngebäude/energieberatung_wohngebäude_node.html
- Förderung des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA): Energieberatung Mittelstand 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/Foerprodukte/EE-Bauen-und-Sanieren-Unternehmen-276-277-278/>

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

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

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 NO₂-Immissionsbelastung in Hessen liegt durchschnittlich bei 7 % 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 NO₂-Immissionsbelastung von durchschnittlich 0,15 µg/m³ pro Jahr ergeben.

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

8.2.3 Verkehr

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

Am wirkungsvollsten zur Verbesserung der Luftqualität sind Minderungsmaßnahmen, die direkt an der Quelle ansetzen, d.h. die 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.

8.2.3.1.1 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.

8.2.3.1.2 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.

8.2.3.2 *Nachträgliche Verbesserung der Abgasemissionen von Dieselfahrzeugen*

8.2.3.2.1 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_x-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 [31] 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_x-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 teilweise stark voneinander abweichende Ergebnisse dabei 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_x- und CO₂-Messungen im realen Fahrbetrieb – Wirksamkeit von Software-Updates und Hardware-Nachrüstungen“ vom 15. August 2018 veröffentlicht [32]. 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_x-Emissionen um ca. 22% auf.

Prognostizierte Wirkung

Im Sinne eines konservativen Ansatzes werden bei der Prognose der Wirksamkeit von Software-Updates nur die verpflichtenden bzw. die bereits durchgeführten Software-Updates angesetzt. Das entspricht ca. 50 % der ursprünglich angesetzten Fahrzeuge. Da insbesondere die Wirksamkeit der Updates auch bei tiefen Temperaturen angezweifelt wird, erscheint der Ansatz einer 10 prozentigen Minderungswirkung im Vergleich zum ursprünglichen Emissionswert der Dieselfahrzeuge realistisch. Da die Software-Updates im Laufe des Jahres 2018 erfolgten, wurden Sie für die Prognosenußfälle bereits berücksichtigt.

8.2.3.2.2 Hardware-Nachrüstung bei Dieselpkw

Auch das Emissionsverhalten von Dieselpkw 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_x-Reduzierung“ beauftragt. Das bereits im Januar 2018 vorgelegte Gutachten wurde im April 2018 veröffentlicht [33]. 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 theoretisch 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 [34]. Im Ergebnis kamen die Gutachter zu dem Schluss, dass durch die Nachrüstung von SCR-Systemen bei einem innerstädtischen Fahrprofil etwa 70% der NO_x-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.

Das Bundesverkehrsministerium hat inzwischen ein für die Hardware-Nachrüstsysteme für Diesel-Pkw der Euronormen 4 und 5 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 erfolgte am 28. Dezember 2018 die Veröffentlichung der technischen Prüfvorschriften für die Nachrüstung von Diesel-Pkw. Demnach müssen die Nachrüstsysteme garantieren, dass die NO_x-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.

Prognostizierte Wirkung

Weder Bensheim, noch eine der direkt angrenzenden Kommunen zählt zu den 15 hoch belasteten Städten, bei denen auch eine Hardware-Nachrüstung von Euro-5-Diesel-Pkw finanziert werden soll. Da derzeit nicht abzusehen ist in wie weit von der Hardwarenachrüstung tatsächlich Gebrauch gemacht wird, ist keine Prognose über eine Minderungswirkung möglich.

8.2.3.2.3 Hardware-Nachrüstung 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 Prozent oder mehr der Aufträge pro Jahr bzw. 25 Prozent 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 Prozent 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.“

Prognostizierte Wirkung

Genau wie bei der Nachrüstung von privaten Pkw, ist derzeit nicht abzuschätzen in welchem Umfang Gewerbetreibende von der Möglichkeit der Nachrüstung ihrer Nutzfahrzeuge Gebrauch machen werden. Beispielsweise Handwerksbetriebe sind in den meisten Fällen dringender auf ihre Fahrzeuge angewiesen als Privatpersonen und haben daher vor dem Hintergrund drohender oder bereits verhängter Fahrverbote in einigen deutschen Kommunen ein größeres Interesse daran die Nachrüstung auch in Anspruch zu nehmen. Allerdings gibt es auch hierzu noch keine konkreten Angaben bezüglich der Nachfrage. Andererseits ist der Anteil leichter Nutzfahrzeuge an der Gesamtflotte relativ gering, sodass auch hier keine Prognose einer konkreten Minderungswirkung abgegeben werden kann.

8.3 Maßnahmen auf lokaler Ebene

8.3.1 Einrichtung einer Zuflussdosierung an der Lichtsignalanlage Nibelungenstraße / Platanenallee

8.3.1.1 Ausgangssituation

Wie aus den vorangegangenen Erläuterungen hervorgeht, wird der Grenzwert für den Jahresmittelwert von Stickstoffdioxid lediglich auf der Nibelungenstraße zwischen der Einmündung der Platanenallee und dem Ritterplatz, bzw. nur auf dem etwa 160 m langen Abschnitt der B47 vom Ritterplatz bis zur Nibelungenstraße 12 (Nibelungenstr. I) überschritten.

Bezüglich der Gesamtverkehrsbelastung in der Innenstadt ist festzustellen, dass ein großer Anteil der Verkehre keine Binnenverkehre, sondern Durchgangsverkehre sind. Dies gilt besonders für die B47 vom Odenwald Richtung der Anschlussstelle der Bundesautobahn A5.

Da für diese Verkehrsströme keine Möglichkeit zum Ausweichen auf andere geeignete Routen besteht, kann die Immissionssituation dadurch verbessert werden, den Zufluss aus Richtung Osten durch eine „Pfortnerampel“ zu dosieren.

Hierdurch sollen die Stauanteile, bzw. die Länge des Staus an der Lichtsignalanlage Ritterplatz in den Spitzenzeiten reduziert werden. Dadurch verringern sich die Abgasemissionen der im Stau wartenden Kraftfahrzeuge. Um die grundsätzliche Machbarkeit der Zuflussdosierung nachzuweisen, wurde ein entsprechendes Verkehrsgutachten [37] beauftragt, welches zu den im Folgenden beschriebenen Ergebnissen gekommen ist.

8.3.1.2 Verkehrssituation im Bestand

Zu Erstellung des o.g. Gutachtens wurde zunächst die Verkehrssituation im Bestand erfasst. Charakteristisch ist, dass sich insbesondere während der Morgenspitze in Fahrtrichtung von Osten nach Westen ein Stau aufbaut, der zeitweise vom Ritterplatz mehr als 1000 m nach Osten reicht.

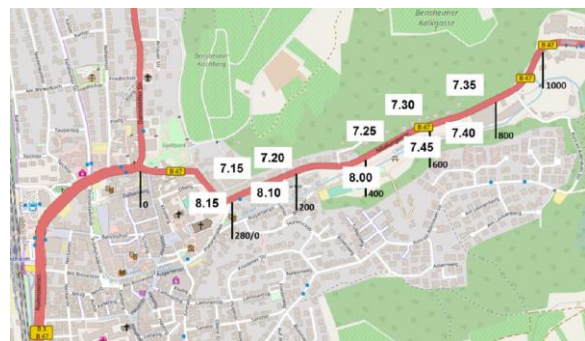


Abb. 30: Stauentwicklung in der Nibelungenstraße während der Morgenspitze; Kartengrundlage: Openstreetmap (www.openstreetmap.org), ODbL 1.0

Etwa um 7.15 Uhr erreicht der Stau vom Ritterplatz den Knotenpunkt Nibelungenstraße / Platanenallee und baut sich zügig weiter auf bis er etwa um 7.35 Uhr seine maximale Länge erreicht. Anschließend reduziert sich die Staulänge wieder kontinuierlich und ist um ca. 8.15 Uhr wieder auf den Wert von 7.15 Uhr zurückgegangen.

Während der Abendspitze dominieren die Verkehrsbewegungen stadtauswärts in Richtung Lautertal. Die Verkehrsmengen stadteinwärts in Richtung Ritterplatz sind deutlich geringer als am Morgen, so dass keine vergleichbare Stauentwicklung auftritt.

Unter Berücksichtigung der Signalprogramme der Lichtsignalanlagen für die Knotenpunkte B 3 / B47 und B47 / Platanenallee ist festzustellen, dass – zumindest in den Spitzenzeiten – wesentlich mehr Fahrzeuge in den kritischen Streckenabschnitt zwischen Platanenallee und Ritterplatz einfahren als am Ritterplatz wieder abfließen können (siehe Abb. 31).



Abb. 31: Gegenüberstellung Zufluss- und Abflusskapazität; Kartengrundlage: Openstreetmap (www.openstreetmap.org), ODbL 1.0

Die Untersuchungen zur Verkehrssituation der beiden Knotenpunkte in den beiden Zeiträume Morgenspitze und Abendspitze im Bestand wurden durch Leistungsfähigkeitsberechnungen nach dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2015 [38]) vervollständigt. Auf diese Weise werden Verkehrsqualitätsstufen (A – F) ermittelt, die in der folgenden Tab. 16 erläutert werden.

| Qualitätsstufe | Mittlere Wartezeit | Definition |
|----------------|--------------------|---|
| A | ≤ 20 s | Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sehr kurz. |
| B | ≤ 35 s | Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer kurz. Alle während der Sperrzeit auf dem betrachteten Fahrstreifen ankommenden Kraftfahrzeuge können in der nachfolgenden Freigabezeit weiterfahren. |
| C | ≤ 50 s | Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer spürbar. Nahezu alle während der Sperrzeit auf dem betrachteten Fahrstreifen ankommenden Kraftfahrzeuge können in der nachfolgenden Freigabezeit weiterfahren. Auf dem betrachteten Fahrstreifen tritt im Kfz-Verkehr am Ende der Freigabezeit nur gelegentlich ein Rückstau auf. |
| D | ≤ 70 s | Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer beträchtlich. Auf dem betrachteten Fahrstreifen tritt im Kfz-Verkehr am Ende der Freigabezeit häufig ein Rückstau auf. |
| E | > 70 s | Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer lang. Auf dem betrachteten Fahrstreifen tritt im Kfz-Verkehr am Ende der Freigabezeit in den meisten Umläufen ein Rückstau auf. |
| F | ($q_i > C_i$) | Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sehr lang. Auf dem betrachteten Fahrstreifen wird die Kapazität im Kfz-Verkehr überschritten. Der Rückstau wächst stetig. Die Kraftfahrzeuge müssen bis zur Weiterfahrt mehrfach vorrücken. |

Tab. 16: Grenzwerte der mittleren Wartezeit im Kfz-Verkehr (nach HBS 2015)

Am Knotenpunkt B47 / Platanenallee ergeben sich für die Verkehrsströme auf der Nibelungenstraße in beiden Zeitbereichen die Qualitätsstufen A und B. Die Verkehrsqualität für die Zufahrt Platanenallee ist in der Spitzenstunde morgens E und abends F.

Für den Ritterplatz ergibt sich für die Zufahrt zur Nibelungenstraße in der Morgenspitze die Qualitätsstufe D. Dabei unterstellt das Rechenmodell des HBS, dass die beiden Fahrstreifen in ihrer Länge nicht begrenzt sind. Werden durch ergänzende Berechnungen die tatsächlich vorhandene Restriktion berücksichtigt, so wird Qualitätsstufe F errechnet. Folglich ist die Zufahrt nicht ausreichend leistungsfähig.

Sämtliche weitere Verkehrsströme weisen Qualitätsstufen B und C auf.

Da sich die HBS-Berechnungen auf das jeweilige Festzeitprogramm beziehen, ist davon auszugehen, dass die verkehrsabhängige Steuerung für eine gewisse Angleichung der Wartezeiten und damit einer leichten Verbesserung der Verkehrsqualität in den einzelnen Knotenpunktzufahrten am Ritterplatz sorgt. Der Gutachter kommt zu dem Schluss, dass sowohl die HBS-Berechnungen als auch die Auswertung der Videoaufzeichnungen keine nennenswerten Optimierungsmöglichkeiten des Programms der Lichtsignalanlage Ritterplatz erkennen lassen. Im Frühjahr 2010 wurde die Steuerung anhand aktueller Verkehrsdaten überprüft, wobei die damaligen Gutachter keine Änderungen an der bestehenden verkehrsabhängigen Steuerung vorschlugen.

In der Abendspitze hat die Zufahrt Nibelungenstraße die Qualitätsstufe C, was sich auch nicht ändert, wenn die eingeschränkten Aufstellmöglichkeiten berücksichtigt werden. Für die Hauptrichtungen im Zuge der B 3 ergeben sich die Qualitätsstufen B und C. Dagegen hat der Linksabbiegestrom von Norden nach Osten zur B47 die Qualitätsstufe E.

8.3.1.3 Maßnahmenkonzept

Die unter 8.3.1.2 erläuterten Beobachtungs- und Analyseergebnissen führen gemäß Gutachten zu folgenden Schlussfolgerungen und Vorschlägen:

- Eine Zuflussdosierung in Fahrtrichtung von Osten nach Westen ist (weitgehend auf die Morgenspitze beschränkt) eine geeignete Maßnahme zur Reduzierung der Kfz-bedingten Schadstoffbelastung im kritischen Streckenabschnitt der Nibelungenstraße zwischen Platanenallee und Ritterplatz.

- Hierfür sollte die bestehende Lichtsignalanlage am Knotenpunkt B47 / Platanenallee verwendet werden. Einerseits ist dies die kostengünstigste Variante, die andererseits Akzeptanzprobleme vermeidet, das bei einer neuen, zusätzlichen Anlage im Zuge der Nibelungenstraße zu erwarten wäre. Weiterhin gibt es keinen anderen Knotenpunkt, der sich dafür eignet, sodass alternativ die stadteinwärts fahrenden Fahrzeuge auf der Strecke angehalten werden müssten, ohne dass Konflikte mit anderen Verkehrsströmen vorhanden sind.
- An der Lichtsignalanlage am Knotenpunkt B47 / Platanenallee sind die Freigabezeiten für die stadteinwärts führenden Verkehrsströme so zu reduzieren, dass der Zufluss in den kritischen Streckenabschnitt die Abflusskapazität am Ritterplatz nicht nennenswert übersteigt. Dabei muss in den Spitzenzeiten am Ritterplatz immer ein gesättigter Abfluss gewährleistet werden, damit die vorhandene Leistungsfähigkeit ausgeschöpft werden kann.
- Die Gutachter schlagen vor, die Nebenrichtung und die Fußgänger über die Hauptrichtung während der kritischen Zeit in der Morgenspitze in jedem Umlauf freizugeben und die Freigabezeit des Geradeausstroms in Richtung Ritterplatz zu kürzen.
- Aufgrund der zufallsbedingten Schwankungen im Verkehrsablauf sollte im Zufluss auf den Ritterplatz – außerhalb des regelmäßigen Staubereichs – eine geeignete Stauerfassung erfolgen, deren Messergebnisse zur verkehrsabhängigen Anpassung der Zuflussdosierung genutzt werden können.
- Nach einer ausreichenden Eingewöhnungsphase muss die Steuerung im Sinne einer Feinjustierung aufgrund des beobachteten Verkehrsablaufs anzupassen. Dies gilt sowohl für die Grünzeitverteilung als auch für die Stauerfassung und die entsprechenden Reaktionen.
- Der Zeitversatz zwischen beiden Lichtsignalanlagen sollte gegenüber dem Bestand nicht wesentlich verändert werden. In stadteinwärtiger Richtung beträgt er derzeit in den Festzeitenplänen für die Morgenspitze 39 s. Bezogen auf die Entfernung zwischen den entsprechenden Haltlinien von 280 m ergibt sich daraus eine mittlere Geschwindigkeit von 25,8 km/h. Dieser Wert ist im Sinne einer funktionierenden Grünen Welle deutlich zu niedrig, berücksichtigt aber die besonderen örtlichen Randbedingungen. Zum einen steht auf der Strecke nur ein Fahrstreifen zur Verfügung, so dass der

Verkehrsfluss störungsanfällig ist. Zum anderen ist die Zufahrt vor dem Ritterplatz auf 2 Fahrstreifen aufgeweitet. Die ankommenden Fahrzeuge müssen zunächst aufschließen und den 2-streifigen Aufstellbereich füllen, damit während der Freigabezeit ein gesättigter Abfluss möglich ist und die verfügbare Leistungsfähigkeit ausgeschöpft werden kann.

8.3.1.4 Wirkung

Die Zuflussdosierung erzeugt keinen zusätzlichen Stau, sofern der Abfluss aus dem kritischen Bereich nicht verringert wird. Lediglich wird der Stau teilweise aus dem kritischen Streckenabschnitt auf der Nibelungenstraße in den Bereich östlich der Platanenallee verlagert.

Folglich entstehen für den allgemeinen Kraftfahrzeugverkehr als auch für den ÖPNV keine zusätzlichen Verlustzeiten. Während die Fahr- und Verlustzeiten zwischen Ritterplatz und Platanenallee reduziert werden, nehmen sie im Bereich östlich der Platanenallee in gleichem Maße zu.

Daher ist auch unter Berücksichtigung der Struktur des Straßennetzes im Umfeld der Nibelungenstraße nicht von einer Entwicklung problematischer Schleichverkehre auszugehen. Eine Umfahrung des Staubereichs bis zur Lichtsignalanlage am Knotenpunkt B47 / Platanenallee ist wegen der Einbahnregelung im westlichen Teil der Augartenstraße nicht möglich. Gleichzeitig bietet eine Fahrt über die Elisabethenstraße wieder zur Nibelungenstraße keinen wirklichen Vorteil, da nach links in den gestauten Bereich eingebogen werden müsste (vgl. Abb. 32).

Bereits die Verkehrssituation im Bestand bestätigt nach Einschätzung des Gutachtens diese Schlussfolgerung: Trotz der großen Staulänge in der Nibelungenstraße entstehen keine nennenswerten Schleichverkehre über die Konrad-Adenauer-Straße.



Abb. 32: Übersichtskarte des Straßennetzes südlich der Nibelungenstraße; Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2019

8.3.1.5 Umsetzung der Maßnahme

Am 28. September 2018 wurde in Abstimmung der Stadt Bensheim mit Hessen Mobil eine Parameteränderung an der Lichtsignalanlage eingesetzt. Am darauffolgenden Tag wurde seitens Hessen Mobil eine Verkehrsbeobachtung im morgendlichen Berufsverkehr durchgeführt. Dabei konnte festgestellt werden, dass es nicht mehr zur Stauentwicklung mehr im Straßenabschnitt zwischen Ritterplatz Platanenallee (Nibelungenstr. I und II), wobei das beobachtete Verkehrsaufkommen auf der B47 (Nibelungenstr.) und im umliegenden Straßennetz eher geringer als sonst um diese Jahreszeit war.

Konkret wurde an der Lichtsignalanlage Platanenallee in der Morgenspitze (zwischen 6:30 und 9:00 Uhr) eine Grünzeitanpassung vorgenommen, indem die maximale Grünzeit aus Richtung Osten / Odenwald um 15 s reduziert wurde. Dabei wurde die Verkehrsabhängigkeit der Signalprogramme und die Koordinierung mit den Lichtsignalanlagen im weiteren Verlauf der B47 beibehalten.

Desweiteren wurden an der Lichtsignalanlage B3 / B47 (Ritterplatz) die Zeitlücken der Detektoren DE 31, DE 32, DE 33, DE 34, DE 35 und DE 36 für die Morgenspitze (P1) etwas vergrößert. Dadurch wurde ein besserer Verkehrsablauf an der Lichtsignalanlage Ritterplatz erreicht.

Bereits zuvor wurde Ende August 2018 durch Hessen Mobil ein Auftrag zur Überplanung der gesamten Lichtsignalanlage an ein Ing.-Büro vergeben. Voraussichtlich wird die dann endgültige Lösung jedoch nicht signifikant von der oben beschriebenen Umsetzung abweichen.

Die von den Gutachtern vorgeschlagene Einrichtung einer Stauerfassung wurde nicht realisiert. Hierzu ist gemäß Angaben der Stadt Bensheim ergänzend auszuführen, dass sich eine Verlängerung des Rückstaus nur in einem relativ kurzen Zeitfenster von maximal einer halben Stunde zu den morgendlichen Stoßzeiten beobachten lässt. Aber auch hier ist zu beobachten, dass der Bereich des maximalen Stauendes recht klar definierbar ist und eine Ausweitung darüber hinaus nicht vorkommt. Eine Stauerfassungsanlage wird daher nicht als zweckmäßig angesehen.

8.3.1.5.1 Prognostizierte Wirkung

Die Maßnahme wirkt auf die Verlagerung des Staus aus dem, aufgrund der Bebauungssituation lufthygienisch, kritischen Abschnitt der Nibelungenstraße (Nibelungenstr. I), in den aufgrund

der lockeren Bebauung unkritischen Abschnitt östlich der Platanenallee hin. Der anzupassende Parameter ist damit der Anteil des Stop & Go-Verkehrs. Wie bereits dargelegt wurde die Maßnahme bereits umgesetzt und konnte somit im letzten Quartal 2018 ihre Wirkung bereits entfalten.

Tab. 17 stellt die Wirkung der Maßnahme für die Jahre 2018 bis 2020 auf den einzelnen Straßenabschnitten dar. Die Umsetzung der Maßnahme hat dabei bereits 2018 zu einer knappen Einhaltung des Grenzwertes geführt. Wie zu erkennen ist, führt die Maßnahme aufgrund des dorthin verlagerten Staus dauerhaft zu einer leichten Verschlechterung der Immissionssituation im Abschnitt Nibelungenstr. III. Diese ist jedoch aufgrund der dort herrschenden Bebauungssituation nur geringfügig, wodurch lediglich ein Anstieg auf insgesamt 31,3 µg/m³ in 2018 prognostiziert wird. Da sich die Maßnahme sich verkehrlich nicht auf die Rodensteinstraße auswirkt, kann sich dort auch keine immissionsseitige Wirkung einstellen.

| | Wirkung auf den NO ₂ - Jahresmittelwert im Verhältnis zum Nullfall [µg/m ³] | | |
|--------------------|--|------|------|
| | 2018 | 2019 | 2020 |
| Nibelungenstr. I | -0,6 | -0,8 | -0,8 |
| Nibelungenstr. II | -0,3 | -0,3 | -0,2 |
| Nibelungenstr. III | +0,3 | +0,4 | +0,3 |
| Rodensteinstr. | -0,0 | -0,0 | -0,0 |

Tab. 17: Minderungswirkung im Hinblick auf den NO₂-Jahresmittelwert bei Umsetzung der Maßnahme „Zuflussdosierung“

8.3.2 Einsatz von Bussen der EURO VI Norm

Zum Wechsel der Fahrpläne am 9. Dezember 2018 hat die Verkehrsgesellschaft Gersprenzthal (VGG) die Bedienung sämtlicher Buslinien in Bensheim übernommen [39]. Nach Auskunft der VGG handelt es sich bei allen verkehrenden Bussen um Fahrzeuge mit der EURO VI Norm. Lediglich einige Schulbusse zur Spitzenlastabdeckung verkehren noch mit älteren Abgasnormen. Es handelt sich dabei um Fahrleistungen von durchschnittlich 4 Fahrten pro Werktag.

Nach Angaben des Verkehrsverbund Rhein-Neckar (VRN) hatte der Anteil der in Bensheim verkehrenden Busse der EURO VI Norm bis dahin lediglich bei etwa 32 % gelegen. Hierdurch ergibt sich somit eine deutliche Verbesserung des Emissionsaufkommens.

8.3.2.1.1 Prognostizierte Wirkung

Zur Berechnung der Wirkung der Maßnahme in Hinblick auf die NO₂-Immissionssituation wurden die Angaben der zum Fahrplanwechsel 2018/2019 in Bensheim befindliche Busflotte angesetzt. Da diese im Vergleich zur Bestandsflotte 2018 ein erheblich besseres Emissionsniveau aufweist, sind die Wirkungen entsprechend hoch.

Die Wirkung im Abschnitt Nibelungenstr. I entspricht jener, die aufgrund der Zuflussdosierung erzielt werden kann. Für den Abschnitt Nibelungenstr. II wird eine höhere Wirksamkeit als durch die Zuflussdosierung im Vergleich zum Nullfall ermittelt. Schließlich lässt sich auch auf der Rodensteinstraße eine Wirkung erzielen.

| | Wirkung auf den NO ₂ - Jahresmittelwert im Verhältnis zum Nullfall [µg/m ³] | |
|--------------------|--|------|
| | 2019 | 2020 |
| Nibelungenstr. I | -0,8 | -0,8 |
| Nibelungenstr. II | -0,5 | -0,5 |
| Nibelungenstr. III | -0,6 | -0,6 |
| Rodensteinstr. | -0,8 | -0,9 |

Tab. 18: Minderungswirkung im Hinblick auf den NO₂-Jahresmittelwert bei Umsetzung der Maßnahme „Einsatz von Bussen der EURO VI Norm“

8.3.3 Masterplan nachhaltige Mobilität Stadt Bensheim

Für die Stadt Bensheim wurde in 2018 ein „Masterplan nachhaltige Mobilität“ [40] erstellt. Die Ausführungen hierzu an dieser Stelle sind weitestgehend dem Masterplan entnommen.

Am 02. August 2017 fand auf Einladung der Bundesregierung das erste Treffen des „Nationalen Forums Diesel“ statt. Diesem folgten am 04. September 2017 sowie am 23. Oktober 2017 weitere Spitzengespräche bzw. Treffen der Bund-Länder-Kommunen-AG in Berlin. Als Ergebnis dieser Gespräche hat der Bund ein auf 1 Mrd. Euro aufgestocktes „Sofortprogramm Saubere Luft 2017–2020“ aufgelegt, das den von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Kommunen für Maßnahmen der Luftreinhaltung zur Verfügung stehen soll, um Fahrverbote zu verhindern.

Gegenstand des Programms sind Maßnahmen

- für den Ausbau der Elektromobilität,
- zur Digitalisierung von Verkehrssystemen und

- zur Nachrüstung von Diesel-Bussen im ÖPNV.

Die Umsetzung des Sofortprogramms erfolgt auf Grundlage bestehender Förderrichtlinien, welche finanziell aufgestockt wurden sowie erforderlicher neuer Förderprogramme des Bundes.

Ursprünglich war hierbei angedacht, dass ein von den Kommunen zu entwickelnder Masterplan Basis für etwaige Förderaufrufe und Förderzusagen aus dem Sofortprogramm sein sollte. Im Masterplan sollten die Kommunen Luftreinhalte-Maßnahmen zusammenfassen, deren Wirksamkeit berechnen und eine Priorisierung vornehmen. Hiervon ausgehend sollten Förderanträge gestellt werden.

Abweichend von dieser ursprünglichen Planung veröffentlichte der Bund im Laufe des Jahres 2018 bereits zahlreiche Förderaufrufe und setzte teilweise kurze Antragsphasen fest, bei denen ein Masterplan keine Fördervoraussetzung war. Derzeit sind Masterpläne nur Voraussetzung für den 3. Förderaufruf im Rahmen der Förderrichtlinie „Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme“.

Die Stadt Bensheim war als von NO₂-Grenzwertüberschreitungen betroffene Kommune ebenfalls zur Erarbeitung eines Masterplanes aufgerufen. Der erstellte Masterplan ergänzt die bestehenden Planungs- und Handlungsgrundlagen der Stadt Bensheim und des Kreises Bergstraße durch eine fokussierte Betrachtung des Themas Verkehr und der hierdurch hervorgerufenen Stickstoffdioxidemissionen.

Durch die zeitliche Einordnung der Umsetzbarkeit und der erwarteten Wirksamkeit von Maßnahmen hat der Masterplan den Charakter einer strategischen Roadmap auf dem Weg zur „Vision Bensheim 2035“. Die im Masterplan aufgelisteten Maßnahmen haben dabei nicht den Anspruch eine abschließende Planung festzusetzen, sondern sollen dem politischen Diskurs, der Beratung und der Skizzierung für eine praktische Umsetzung dienen.

Die Stadt Bensheim will mit diesem Masterplan die Erprobung neuer Technologien und Mobilitätslösungen zur Verbesserung der Lebens- und Aufenthaltsqualität in der Stadt grundsätzlich offen und offensiv angehen.

Die im Masterplan zusammengestellten Maßnahmen und fachlichen Priorisierungen gemäß den Vorgaben des Fördermittelgebers, des Bundesministeriums für Verkehr und Digitale Infrastruktur (BMVI), stellen weder eine abschließende Liste oder eine finale Priorisierung

dar, noch greifen sie den notwendigen Beschlussfassungen in der Stadtverordnetenversammlung vor.

Eine Durchführung der einzelnen Maßnahmen bedarf folglich einer Beschlussfassung durch die Stadtverordnetenversammlung. Die aufgezeigten Maßnahmen stehen daher unter Finanzierungsvorbehalt, bzw. sind nicht ohne Fördermittel umsetzbar, wodurch eine Umsetzung von der Bereitstellung und Bewilligung von Bundes- und Landesmitteln abhängig ist.

Im Ergebnis der Arbeiten wurden aus einer Fülle von Einzelprojekten und Maßnahmen Themenschwerpunkte gebildet und zu Kernmaßnahmen zusammengefasst. Für diese Kernmaßnahmen wurden die vom Fördermittelgeber vorgeschriebene Ermittlung der Zeithorizonte, der Kosten sowie der NO₂-Minderungspotenziale durchgeführt.

Der Masterplan bündelt die verkehrlichen und sonstigen Maßnahmen, die einen Beitrag zur Reduktion der Schadstoffemissionen und -immissionen leisten sollen.

Wie bereits unter 8.3.1.1 festgestellt, beruht die hohe Verkehrs- und damit auch die hohe NO₂-Belastung auf dem großen Anteil an Durchgangsverkehren aus dem Odenwald kommend hin zu Anschlussstelle der Autobahn A5. Da es keine geeignete Ausweichroute für diese Verkehre gibt, wurde mit der Zuflussdosierung eine Möglichkeit gefunden, um das Emissionsaufkommen im kritischen Abschnitt entscheidend zu reduzieren.

Die Maßnahmen aus dem Masterplan jedoch zielen auf eine langfristige Verbesserung der Verkehrssituation und deren Umweltauswirkungen ab. Er enthält daher keine Maßnahmen die punktgenau eine kurzfristige Verbesserung der Immissionssituation in der Nibelungenstraße bewirken könnten. Daher erfolgt im Rahmen dieses Luftreinhalteplans keine Wirkungsanalyse des Masterplans. Für weitere Informationen sei an dieser Stelle daher direkt auf den Masterplan selbst [40] verwiesen.

8.4 Maßnahmenüberblick und Prognose der NO₂-Entwicklung

Die jeweilige, für sich genommene Wirksamkeit der Maßnahmen „Zuflussdosierung“ und „Einsatz von Bussen der EURO VI Norm“ wurde bereits unter Ziffer 8.3.1 und 8.3.2 betrachtet. In

Abb. 33 wird nochmals ein Gesamtüberblick über die Wirksamkeit der beiden Maßnahmen in den einzelnen Jahren im Vergleich gegeben.

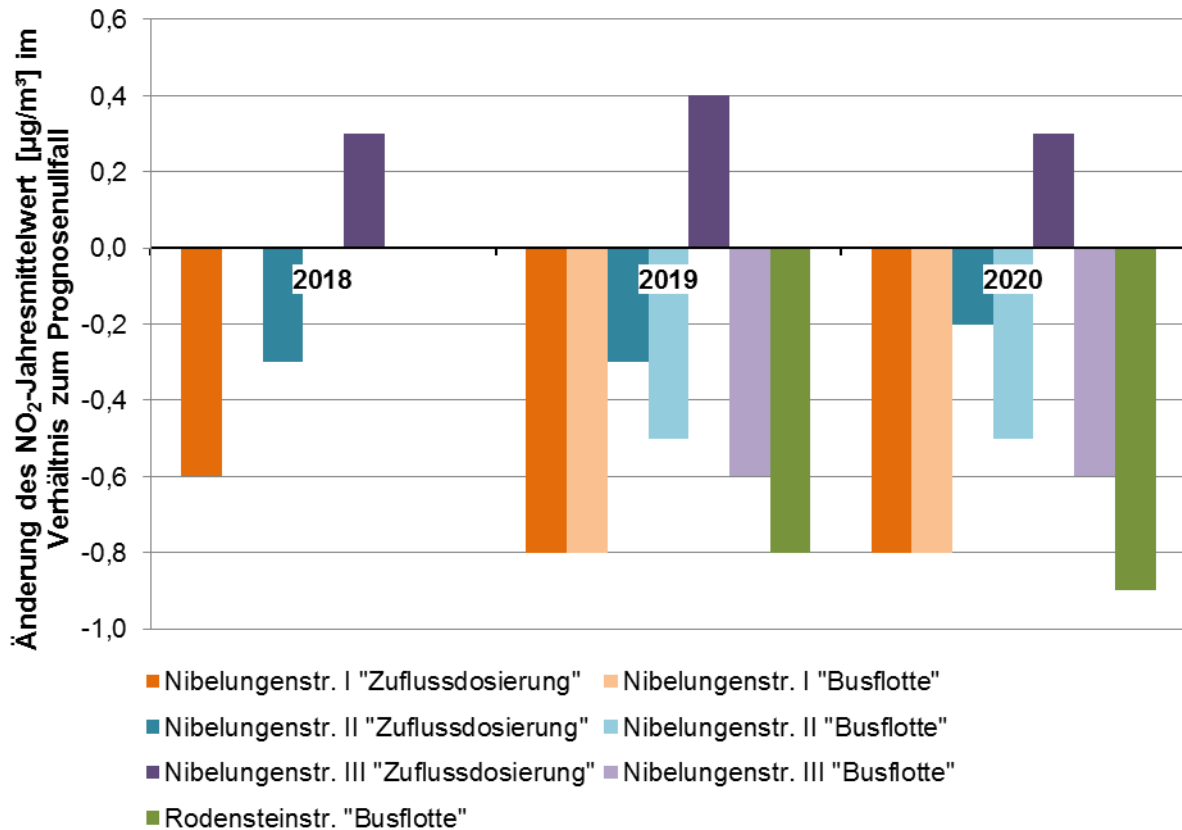


Abb. 33: Jeweilige Wirksamkeiten der untersuchten Maßnahmen 2018 bis 2020

Während Abb. 33 die beiden Maßnahmen in ihrer jeweiligen Einzelwirkung betrachtet, stellt Abb. 34 den Gesamteffekt der untersuchten Maßnahmen bei gemeinsamer Wirkungsentfaltung bis 2020 dar. Dabei ist zu beachten, dass die jeweilige Wirkung der Einzelmaßnahmen nicht einfach aufsummiert werden kann, da sich die Wirkungen teilweise gegenseitig relativieren. Die Summe der beiden Maßnahmen würde die Gesamtwirkung aller Maßnahmen überschätzen. Für die Gesamtwirkung wird daher eine gesonderte Prognoserechnung durchgeführt.

Wie in der Abbildung zu erkennen ist, kann die verschlechternde Wirkung aufgrund der Zuflussdosierung auf dem Abschnitt Nibelungenstr. III, durch die neue Busflotte kompensiert werden. Absolut wird daher auch dort eine Verbesserung der Immissionssituation für 2019 prognostiziert. Im Jahresmittel 2020 erscheint am Abschnitt Nibelungenstr. I bereits eine Unterschreitung des NO₂-Grenzwertes um 3,7 µg/m³ bzw. gut 9 % unterschritten möglich.

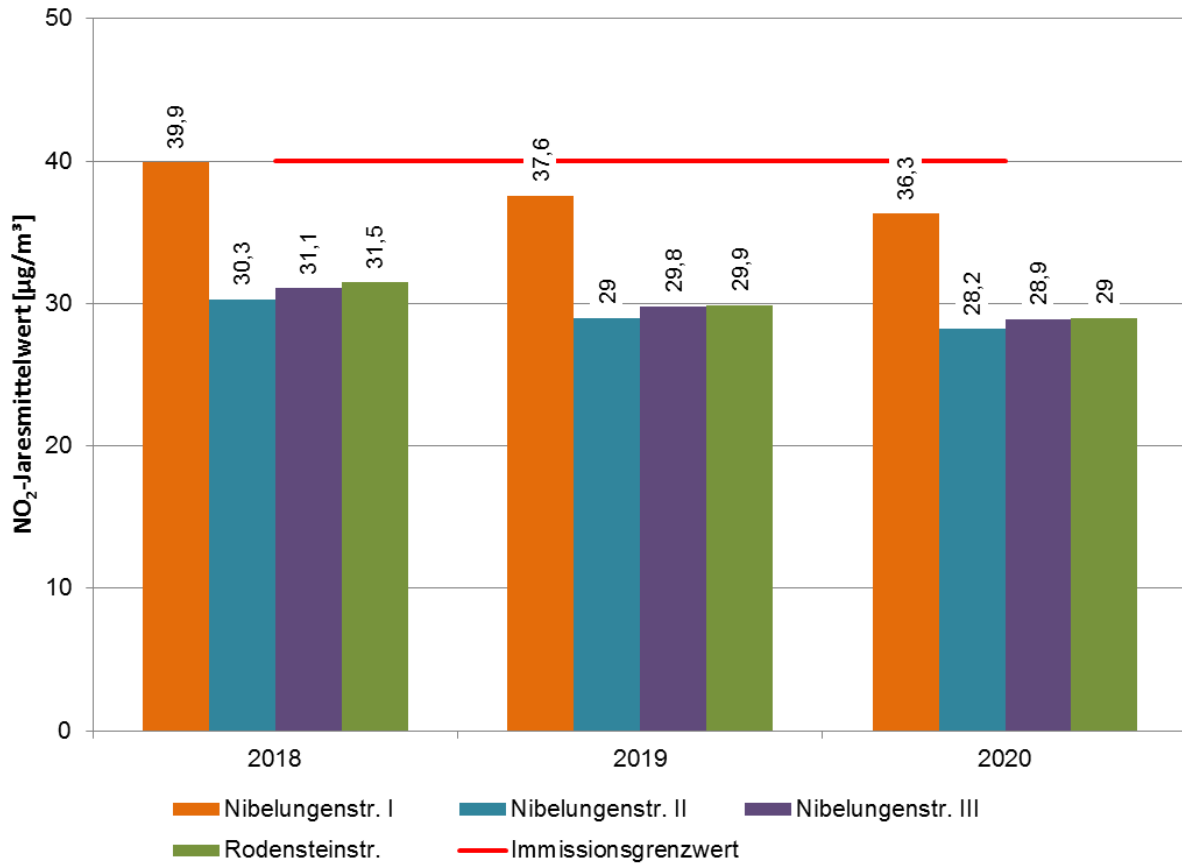


Abb. 34: Analyse und Prognose der NO₂-Immissionssituation auf den untersuchten Straßenabschnitten in 2018 bis 2020 bei Umsetzung der Maßnahmen

9 Quellen

- [1] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa – Luftqualitätsrichtlinie vom 11. Juni 2008 (ABl. L 152, S. 1 – 44)
- [2] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) in der Fassung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Gesetz vom 30. November 2016 (BGBl. I S. 2749)
- [3] Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), zuletzt geändert durch Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474, 1489)
- [4] Hessisches Statistisches Landesamt, Wiesbaden, <https://statistik.hessen.de/>
- [5] Ausbreitungsberechnungen zur flächendeckenden Ermittlung der Luftqualität in Hessen als Grundlage der Luftreinhalteplanung. Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV) vom Januar 2017
- [6] Umweltbundesamt; <https://www.umweltbundesamt.de/no2-krankheitslasten>; abgerufen am 20. Dezember 2018
- [7] Prof. Dr. Dieter Köhler, Feinstaub und Stickstoffdioxid (NO₂): 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
- [8] WDR; Wie gefährlich sind Stickoxide? Das sagt die Wissenschaft; <https://www1.wdr.de/wissen/technik/abgasalarm/stickoxid-das-sagt-die-wissenschaft-100.htm>; abgerufen am 20. Dezember 2018
- [9] Verordnung über die 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, 331)
- [10] 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)
- [11] Emissionskataster Hessen, Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie, <http://www.HLNUG.de/start/luft/emissionskataster.html>
- [12] 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)
- [13] Fünfte Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz - Emissionskataster in Untersuchungsgebiete (5. BImSchVwV) Vom 24. April 1992 (GMBI. S. 317, ber. GMBI. 1993, S. 343)
- [14] Landesarchiv Baden-Württemberg: Bergstraße (Naturraum Nr. 226) <https://www.leo-bw.de/themen/natur-und-umwelt/naturraume/bergstrasse>; Abgerufen am 12.02.2019
- [15] Umweltatlas Hessen; Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie; <http://atlas.umwelt.hessen.de/atlas/index-1e.html>
- [16] 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)

- [17] Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002 (GMBI. S. 511)
- [18] Erste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV) vom 26. Januar 2010 (BGBl. I S. 38), zuletzt geändert durch Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474, 1487)
- [19] Hessen Mobil, Verkehrsmengenkarten 2015, <https://mobil.hessen.de/%C3%BCberuns/downloads-formula-re/stra%C3%9Fenverkehrs%C3%A4hlung-2015>
- [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, ber. 3756), zuletzt geändert durch Verordnung vom 9. Januar 2017 (BGBl. I S. 42)
- [21] IVU Umwelt GmbH, E. Reimer, R. Stern i.A. des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Ausbreitungsberechnungen zur flächendeckenden Ermittlung der Luftqualität in Hessen als Grundlage der Luftreinhalteplanung, Januar 2016 https://umwelt.hessen.de/sites/default/files/medi-a/hmuelv/vorbelastung_hessen_eb_g16b.pdf
- [22] IMMIS^{em/luft}; IVU Umwelt GmbH, Freiburg
- [23] ODEN – „On Demand Environmental Analysis“; NGIS China, Ltd. Hong Kong / Stapelfeldt Ingenieurgesellschaft mbH, Dortmund
- [24] Yamartino, R. J.; Wiegand, G. (1986): Development and evaluation of simple models for the flow, turbulence and pollutant concentration fields within an urban street canyon. Atmospheric Environment Vol. 20; S. 2137 – 2156; Pergamon Journals Ltd.; Großbritannien.
- [25] Eichhorn, Dr. J.; Arbeitsgruppe Stadtklima; Institut für Physik der Atmosphäre; Johannes Gutenberg-Universität Mainz
- [26] 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)
- [27] 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
- [28] Nahverkehrsplan Kreis Bergstraße 2014 – 2018; Kreis Bergstraße – Der Kreisausschuss, Verkehrsverbund Rhein-Neckar GmbH (VRN GmbH); 16. Dezember 2013
- [29] Viertes Gesetz zur Änderung des Bundesfernstraßenmautgesetzes (4. BFStrM-GÄndG) vom 27.03.2017 BGBl. I S. 564 (Nr. 15)
- [30] 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
- [31] 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
- [32] A. Friedrich, S. Annen; NOx- und CO2-Messungen im realen Fahrbetrieb – Wirkksamkeit von Software-Updates und Hardware-Nachrüstungen; Berlin, 15. August 2018; https://www.duh.de/fileadmin/user_upload/duh-load/Projektinformation/Verkehr/dieseltgate/EKI/2018-08-15_Bericht_Software-Updates_Hardware-Nachr%C3%BCstungen_final.pdf; abgerufen am 4. Januar 2019

- [33] Studie über das Potential einer Realisierung einer Hardware-Nachrüstung für Dieselfahrzeuge EU5 (EU4) zur NO_x-Reduzierung; Gutachten im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur; 8. Januar 2018
- [34] NO_x-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
- [35] 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)
- [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, ber. 3754)
- [37] HEINZ + FEIER GmbH, Heinz, G., Göbel, C.: Verkehrsgutachten Pfortnerampel Nibelungenstraße in Bensheim im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; Erläuterungsbericht 19. März 2018
- [38] Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS); Ausgabe 2015; FGSV-Verlag, Köln
- [39] Stadt Bensheim: Verkehrsgesellschaft Gersprenzthal mbH (VGG) übernimmt ab dem Fahrplanwechsel im Dezember die Buslinien im Linienbündel Nördliche Bergstraße und Bensheim; <https://www.bensheim.de/neues-events/presse/pressemitteilungen/detail/verkehrsgesellschaft-gersprenzthal-mbh-vgg-uebernimmt-ab-dem-fahrplanwechsel-im-dezember-die-buslini.html>, abgerufen am 12.02.2019
- [40] Masterplan nachhaltige Mobilität Stadt Bensheim; team red Deutschland GmbH, Dortmund; Dr. Grauthoff Unternehmensberatung für Energie und Umwelt, Dinslaken; 2018
- 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)
- [41] 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)
- [42] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (EnEV – Energieeinsparverordnung) vom 24. Juli 2007 (BGBl. I 2007, S. 1519), geändert durch Verordnung vom 24. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1789)

10 Anhänge

10.1 Begriffsbestimmungen

Beurteilung

... ist die Ermittlung und Bewertung der Luftqualität durch Messung, Rechnung, Vorhersage oder Schätzung anhand der Methoden und Kriterien, die in der 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) [3] genannt sind.

Emissionen

... sind die von einer Anlage ausgehenden Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Erscheinungen.

Gebiet

... ist ein von den zuständigen Behörden festgelegter Teil der Fläche eines Landes im Sinne des § 1 Nr. 9 der 39. BImSchV [3].

Immissionen

... sind auf Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie Kultur- und sonstige Sachgüter einwirkende Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Erscheinungen.

Immissionsgrenzwert

... ist ein Wert für einen bestimmten Schadstoff, der nach den Regelungen der §§ 2 bis 9 der 39. BImSchV [3] bis zu dem dort genannten Zeitpunkt einzuhalten ist und danach nicht überschritten werden darf.

Immissionskenngrößen

... kennzeichnen die Höhe der Vorbelastung, der Zusatzbelastung oder der Gesamtbelastung für den jeweiligen luftverunreinigenden Stoff.

Kurzzeitkenngröße

... beschreibt den im Vergleich zu einer Langzeitkenngröße wie z. B. den Jahresmittelwert für den jeweiligen Luftschadstoff spezifisch festgesetzten kurzzeitig einzuhaltenden Immissionsgrenzwert wie z. B. Stunden- oder Tagesmittelwert.

Luftverunreinigungen

... sind Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Rauch, Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe oder Geruchsstoffe.

PM₁₀

... sind die Partikel, die einen gröÑenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm einen Abscheidegrad von 50 % aufweist.

PM_{2,5}

... sind die Partikel, die einen gröÑenselektierenden 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.

10.2 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Lage der Stadt Bensheim (rot umrandet) im Luftreinhaltegebiet Südhessen (hellgrün unterlegt); *Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2019*
- Abb. 2: Stadtgebiet von Bensheim (rote Umrandung); *Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2019*
- Abb. 3: Messstandorte in Bensheim; *Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2019*
- Abb. 4: Passivsammler Nibelungenstraße (in Höhe der Hausnr. 9); *Foto: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie*
- Abb. 5: Standort Rodensteinstraße (in Höhe der Hausnr. 7); *Foto: Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie*
- Abb. 6: Darstellung der durch den lokalen Fahrzeugverkehr verursachten räumlichen Zusatzbelastung von NO₂; MISKAM-Berechnung [vgl. 4.2.3] mit Bebauung (obere Abbildung) und ohne Bebauung (untere Abbildung); *Kartengrundlage: Openstreetmap (www.openstreetmap.org), ODbL 1.0*
- Abb. 7: Windrichtungsverteilung an der Messstation Fürth/Odenwald (Zeitraum: 2000 bis 2018)
- Abb. 8: Geländeschnitt durch die Gemarkung Bensheim; *Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2019*
- Abb. 9: Entwicklung der PM₁₀-Belastung im Gebiet Südhessen
- Abb. 10: Entwicklung der Ozonbelastung im Gebiet Südhessen
- Abb. 11: Entwicklung der Stickstoffdioxidbelastung in Südhessen
- Abb. 12: Entwicklung der Stickstoffdioxidbelastung in Bensheim
- Abb. 13: Zusammensetzung der Einzelbeiträge zur Schadstoffbelastung
- Abb. 14: Mittels IMMIS^{em/luft} detailliert untersuchte Straßenabschnitte in Bensheim (blaue Markierung); *Kartengrundlage: Openstreetmap www.openstreetmap.org), ODbL 1.0*
- Abb. 15: Darstellung der anthropogen verursachten NO₂-Belastung in Hessen [21]
- Abb. 16: Entwicklung der Industrieemissionen und der Anzahl erklärungsspflichtiger Industrieanlagen im Kreis Bergstraße
- Abb. 17: Entwicklung der NO_x-Abgasgrenzwerte für Straßenfahrzeuge (Euronormen)
- Abb. 18: Vergleich der NO_x-Emissionen von Fahrzeugen zwischen Abgasgrenzwert und Realemissionen; Innenstadt, Bezugsjahr 2017, HBEFA 3.3
- Abb. 19: Bestand an Personenkraftwagen im Zulassungsbezirk Kreis Bergstraße nach Kraftstoffarten jeweils zum 1. Januar eines Jahres (Quelle: Kraftfahrt-Bundesamt)
- Abb. 20: Verteilung der im Kreis Bergstraße zugelassenen Diesel-Pkw auf die Emissionsklassen (Euronormen)
- Abb. 21: Aufteilung der in Deutschland zugelassenen Nutzfahrzeuge nach zulässigem Gesamtgewicht und Emissionsklasse; Stand: 1. Januar 2018; Quelle: KBA
- Abb. 22: Entwicklung der NO_x-Emissionen des Straßenverkehrs in Bensheim; Quelle: HLNUG, Verkehrskataster [11]
- Abb. 23: Durchschnittliche Immissionsanteile an der NO₂-Gesamtbelastung der 64 untersuchten Straßenabschnitte in Hessen
- Abb. 24: Von NO₂-Grenzwertüberschreitungen betroffener Abschnitt (rot markiert) der Nibelungenstraße in Bensheim; *Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2019*
- Abb. 25: Emissionsanteile der verschiedenen Fahrzeugtypen an den verkehrsbedingten NO_x-Emissionen, HBEFA 3.3, Bezugsjahr 2017

- Abb. 26: Entwicklung des Anteils von Euro-6-Diesel-Pkw am Diesel-Pkw-Bestand im Kreis Bergstraße
- Abb. 27: Entwicklung der NO_x-Emissionen von Diesel-Pkw und Anteil der Euro-6d-Diesel-Pkw an der Diesel-Pkw-Flotte; HBEFA 3.3
- Abb. 28: Karte der mautpflichtigen Straßen in Bensheim; eigene Darstellung nach BMVI *Karte: Openstreetmap (www.openstreetmap.org), ODbL1.0*
- Abb. 29: Berechnete Entwicklung der NO₂-Belastung in Bensheim ohne die Umsetzung von Maßnahmen im Straßenverkehr
- Abb. 30: Stauentwicklung in der Nibelungenstraße während der Morgenspitze; *Kartengrundlage: Openstreetmap (www.openstreetmap.org), ODbL1.0*
- Abb. 31: Gegenüberstellung Zufluss- und Abflusskapazität; *Kartengrundlage: Openstreetmap (www.openstreetmap.org), ODbL1.0*
- Abb. 32: Übersichtskarte des Straßennetzes südlich der Nibelungenstraße; *Kartengrundlage: © GeoBasis-DE / BKG 2019*
- Abb. 33: Jeweilige Wirksamkeiten der untersuchten Maßnahmen 2018 bis 2020
- Abb. 34: Analyse und Prognose der NO₂-Immissionssituation auf den untersuchten Straßenabschnitten in 2018 bis 2020 bei Umsetzung der Maßnahmen

10.3 Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Immissionsgrenz- und Zielwerte nach der 39. BImSchV [3]
- Tab. 2: Beschreibung NO₂-Passivsammler Nibelungenstraße
- Tab. 3: Beschreibung NO₂-Passivsammler Rodensteinstraße
- Tab. 4: Beschreibung NO₂-Passivsammler Rodensteinstraße
- Tab. 5: Beschreibung Messstation Michelstadt
- Tab. 6: Beschreibung Messstation Heppenheim-Lehrstraße
- Tab. 7: Beschreibung Messstation Fürth/Odenwald
- Tab. 8: Beschreibung Messstation Riedstadt
- Tab. 9: Sozialversicherungspflichtig beschäftigte Arbeitnehmer am Arbeitsort und deren Verteilung auf die verschiedenen Wirtschaftsbereiche in Bensheim; Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt [4]
- Tab. 10: Messergebnisse in Südhessen im Kalenderjahr 2017 / 2018
- Tab. 11: Unterteilung der Industrieemissionen im Kreis Bergstraße nach Hauptgruppen der 4. BImSchV (Bezugsjahr 2016)
- Tab. 12: Beispiele für Emissionsfaktoren der Emittentengruppe Gebäudeheizung
- Tab. 13: Emissionsbilanz von NO_x (Summe von NO₂ und NO, angegeben als NO₂) für Bensheim
- Tab. 14: Berechnete Verursacheranteile der Emittenten an der NO₂-Gesamtbelastung für das Bezugsjahr 2013
- Tab. 15: Berechnete NO₂-Jahresmittelwerte untersuchter Straßenabschnitte in Bensheim für das Bezugsjahr 2017 (Analysenullfall)
- Tab. 16: Grenzwerte der mittleren Wartezeit im Kfz-Verkehr (nach HBS 2015)
- Tab. 17: Minderungswirkung im Hinblick auf den NO₂-Jahresmittelwert bei Umsetzung der Maßnahme „Zuflussdosierung“
- Tab. 18: Minderungswirkung im Hinblick auf den NO₂-Jahresmittelwert bei Umsetzung der Maßnahme „Einsatz von Bussen der EURO VI Norm“

10.4 Alphabetische Liste der Städte und Gemeinden im Gebiet Südhessen

| Stadt/Gemeinde |
|----------------------------------|
| Abtsteinach |
| Alsbach-Hähnlein |
| Bürstadt |
| Babenhausen |
| Bad König |
| Beerfelden |
| Bensheim |
| Biblis |
| Bickenbach |
| Biebesheim am Rhein |
| Birkenau |
| Brensbach |
| Breuberg |
| Brombachtal |
| Dieburg, St. |
| Einhausen |
| Eppertshausen |
| Erbach |
| Fürth |
| Fischbachtal |
| Fränkisch-Crumbach |
| Gemeindefreies Gebiet Michelbuch |
| Gernsheim |
| Gorxheimertal |
| Grasellenbach |
| Groß-Bieberau |
| Groß-Rohrheim |
| Groß-Umstadt |
| Groß-Zimmern |
| Höchst i. Odenwald |
| Heppenheim |
| Hesseneck |
| Hirschhorn |
| Lützelbach |
| Lampertheim |

| Stadt/Gemeinde |
|-------------------------|
| Lautertal |
| Lindenfels |
| Lorsch |
| Mörtenbach |
| Mühltal |
| Münster |
| Mainhausen |
| Messel |
| Michelstadt |
| Modautal |
| Mossautal |
| Neckarsteinach |
| Ober-Ramstadt |
| Otzberg |
| Pfungstadt |
| Reichelsheim (Odenwald) |
| Reinheim |
| Riedstadt |
| Rimbach |
| Roßdorf |
| Rothenberg |
| Schaafheim |
| Seeheim-Jugenheim |
| Sensbachtal |
| Stockstadt am Rhein |
| Trebur |
| Viernheim |
| Wald-Michelbach |
| Zwingenberg |

10.5 Abkürzungsverzeichnis

| Abkürzung | Bedeutung |
|-------------------------------|--|
| a | pro Jahr, jährlich |
| Abl. EWG | Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften |
| Anz. | Anzahl |
| AOT40 | Accumulated Exposure Over a Threshold of 40 parts per billion (ppb), (zu Deutsch "Kumulierte Exposition über einer Schwelle von 40 Teile pro Milliarde (ppb)") |
| 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 |
| BMVI | Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur |
| BTX | Benzol, Toluol, Xylol |
| C ₆ H ₆ | Benzol |
| Cd | Cadmium |
| CO | Kohlenmonoxid |
| DSL | Digital Subscriber Line |
| DTV | Durchschnittlicher täglicher Verkehr |
| DWD | Deutscher Wetterdienst |
| EG/EU | Europäische Gemeinschaften/Europäische Union |
| GMBI | Gemeinsames Ministerialblatt |
| GVBI | Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen |
| GW | Grenzwert |
| h | pro Stunde, stündlich |
| HLNUG | Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie |
| HMUKLV | Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz |
| HMWEVL | Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung |
| JM | Jahresmittelwert |
| KBA | Kraftfahrtbundesamt |
| Kfz | Kraftfahrzeug |
| LNF | leichte Nutzfahrzeuge (bis 3,5 t) |
| LRP | Luftreinhalteplan |
| max. 8-h-Wert | höchster 8-Stunden-Mittelwert eines Tages aus stündlich gleitenden 8-Stunden-Mittelwerten |
| µg/m ³ | Mikrogramm pro Kubikmeter |
| µm | Mikrometer = 1 millionstel Meter |
| mg/m ³ | Milligramm (1 tausendstel Gramm) pro Kubikmeter |
| MIV | Motorisierter Individualverkehr |

| Abkürzung | Bedeutung |
|------------------------------|--|
| NH ₃ | Ammoniak |
| NH ₄ ⁺ | Ammonium |
| Ni | Nickel |
| NO | Stickstoffmonoxid |
| NO ₂ | Stickstoffdioxid |
| NO ₃ ⁻ | Nitrat |
| NO _x | Stickstoffoxide (Summe NO + NO ₂ , angegeben als NO ₂) |
| O ₃ | Ozon |
| ÖPNV | Öffentlicher Personen-Nahverkehr |
| Pb | Blei |
| Pkw | Personenkraftwagen |
| PM | Particulate matter (Staub) |
| PM ₁₀ | Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist |
| PM _{2,5} | Partikel, die einen gröÙenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist |
| ppb | parts per billion (zu Deutsch „Teile pro Milliarde“) |
| SCR | Selective Catalytic Reduction, (zu Deutsch „selektive katalytische Reduktion“) |
| SNF | Schwere Nutzfahrzeuge (z. B. Lkw ab 3,5 t oder Busse) |
| SO ₂ | Schwefeldioxid |
| t/a | Tonnen (eintausend Kilogramm) pro Jahr |
| TA Luft | Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft |
| TM | Toleranzmarge |
| UBA | Umweltbundesamt |

HESSEN



**Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz**

Abteilung II
Referat II 4
Mainzer Straße 80
65189 Wiesbaden