

**Fortschreibung
Luftreinhalteplan Kiel**

**Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt,
Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein
Referat Immissionsschutz, Anlagensicherheit,
Anlagenbezogene Energieeffizienz, Marktüberwachung
Mercatorstraße 3
24106 Kiel**

Ansprechperson:
Dr. Dirk Jürgens

21. Januar 2020

Informationen im Internet:
<http://www.melund.schleswig-holstein.de>
<http://www.luft.schleswig-holstein.de>

Inhalt

1 Einleitung	4
1.1 Luftreinhalteplan Kiel	4
1.2 Fristverlängerung.....	4
1.3 Fortschreibung des Luftreinhalteplans.....	5
2 Grundlagen	6
2.1 EU-Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa.....	6
2.2 Vorgehensweise	6
2.3 Beschreibung des Gebiets „Ballungsraum Kiel“	7
2.4 Beschreibung der Standorte der Kieler Luftmessstationen.....	8
2.4.1 Kiel-Bahnhofstraße	8
2.4.2 Kiel-Theodor-Heuss-Ring	9
2.4.3 Stationen im städtischen Hintergrund von Kiel	10
2.5 Passivsammler	11
3 Art und Beurteilung der Luftverschmutzung	13
3.1 Ergebnisse der Messungen.....	13
3.1.1 Monats- und Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid.....	13
3.1.2 Verläufe der Wochengänge für Stickstoffoxide.....	14
3.2 Zusammenfassung der Messergebnisse	16
3.3 Bedeutung der Messergebnisse für die Aufstellung des Luftreinhalteplans.....	19
3.4 Trend im Jahr 2019	20
4 Katalog allgemeiner Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität	21
4.1 Ergebnis der Ursachenanalysen.....	21
4.2 Maßnahmen in Luftreinhalteplänen	21
5 Ursachenanalyse und Prognose der Entwicklung	22
5.1 Methodik	22
5.1.1 Berechnungsverfahren	22
5.1.2 Zusammensetzung der Luftschadstoffbelastung	24
5.1.3 Unsicherheitsfaktoren	24
5.2 Theodor-Heuss-Ring	25
5.2.1 Die Bedeutung des Theodor-Heuss-Rings	25
5.2.2 Verkehrsbelastung.....	27
5.2.3 Verkehrssituation	29
5.2.4 Ergebnisse der Modellrechnungen	30
5.3 Schätzung der betroffenen Bevölkerung.....	34
5.4 Prognose ohne Durchführung von zusätzlichen Maßnahmen	34

6 Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität am Theodor-Heuss-Ring	36
6.1 Einleitung	36
6.1.1 Rechtliche Anforderung an die Auswahl und Bewertung von Maßnahmen	37
6.2 Maßnahmen zur Senkung des städtischen Anteils der Hintergrundbelastung....	38
6.2.1 Green City Plan	38
6.2.2 Jobticket	39
6.3 Zeitlich befristete Änderungen im Verkehrsablauf	39
6.4 Technische Maßnahmen	40
6.4.1 Luftfilteranlagen	40
6.4.2 Photokatalytische Oberflächen	41
6.5 Verkehrslenkende Maßnahmen zur Reduzierung der NO ₂ Belastung am Theodor-Heuss-Ring.....	42
6.5.1 Änderung der Verkehrsführung für Diesel – Kraftfahrzeuge – „Diesel-links“ ...	42
6.5.2 Sperrung der Abfahrt vom Theodor-Heuss-Ring zum Waldwiesenkreisel	42
6.5.3 Zusammenfassung/Rechtliche Bewertung	43
6.6 Selektive Sperrung des Theodor-Heuss-Ringes.....	43
6.6.1 Erfordernis und Auswahl betroffener Kraftfahrzeugkategorien für eine streckenbezogene selektive Sperrung	43
6.6.2 Verkehrliche Auswirkung der selektiven Sperrung des Theodor-Heuss-Ringes	46
6.6.3 Auswirkung auf die Umleitungsstrecken	47
6.6.4 Rechtliche Bewertung/Verhältnismäßigkeit der Maßnahme	47
6.6.5 Hinweis auf bestehende Ausnahmeregelungen	49
6.7 Weitere Maßnahmen	49
6.8 Maßnahmen zur Einhaltung des Grenzwertes.....	50
6.8.1 Maßnahmen zur Senkung der Belastung im Jahr 2020.....	50
6.8.2 Maßnahmen zur Senkung der Belastung im Jahr 2021	51
6.8.3 Maßnahmen zur Einhaltung des Grenzwertes.....	52
7 Zusammenfassung.....	54
8 . Anlagen	55
8.1 Anhang 1 - Green City Plan der Stadt Kiel (Stand 13.11.2019).....	55

1 Einleitung

1.1 Luftreinhalteplan Kiel

Im Rahmen der allgemeinen Untersuchung der Luftqualität in Schleswig-Holstein wurden an verschiedenen Verkehrsschwerpunkten in Kiel Messungen für Feinstaub, Stickstoffdioxid und Benzol durchgeführt. Dabei wurden erhöhte Belastungen in der Bahnhofstraße im Abschnitt zwischen Schwedendamm und Joachimplatz festgestellt. Im Mai 2005 wurde dort eine automatische Luftmessstation in Betrieb genommen. Die Messergebnisse des Jahres 2006 für den Luftschadstoff Stickstoffdioxid zeigten mit 62 Mikrogramm pro Kubikmeter Außenluft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), dass der ab dem 1. Januar 2010 geltende Immissionsgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert über die im Jahr 2006 anzuwendende Toleranzmarge hinaus überschritten wurde. Der Kurzzeitgrenzwert für Stickstoffdioxid und die Grenzwerte für Feinstaub (PM10), Schwefeldioxid und Benzol wurden sicher eingehalten.

Für den Bereich Bahnhofstraße zwischen Schwedendamm und Joachimplatz in der Stadt Kiel wurde daraufhin im Einvernehmen mit den zuständigen Straßenverkehrsbehörden ein Luftreinhalteplan aufgestellt und im Juli 2009 in Kraft gesetzt. Darin wurde unter der Voraussetzung, dass festgelegte Maßnahmen aus dem Bereich der Verkehrslenkung durchgeführt werden und die Emissionen der Fahrzeugflotte gemäß Stand der Technik abnehmen, die Einhaltung des Grenzwerts für Stickstoffdioxid von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert im Jahr 2010 prognostiziert. Die Angaben des Luftreinhalteplans¹ wurden im Oktober 2008 an das Umweltbundesamt für die fristgemäße Berichterstattung an die Europäische Kommission übermittelt.

1.2 Fristverlängerung

Das angestrebte Ziel der Einhaltung des Grenzwerts für Stickstoffdioxid in der Bahnhofstraße im Jahr 2010 wurde aufgrund verschiedener Ursachen verfehlt:

- a) Die geplante Änderung der Verkehrsführung erforderte Baumaßnahmen, für die zunächst die rechtlichen Grundlagen durch Beteiligung der Gremien geschaffen und die Finanzierung, Vergabe und Durchführung der entsprechenden Aufträge geregelt werden mussten. Zudem mussten zum Teil bereits laufende Baumaßnahmen erst abgeschlossen werden. Trotz frühzeitigen Planungsbeginns waren die Maßnahmen von der Feststellung der Überschreitung der Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge im Jahr 2006 bis zum Inkrafttreten des Grenzwertes im Jahr 2010 nicht durchführbar.
- b) Die Emissionen der Fahrzeugflotte haben nicht im erwarteten Maß abgenommen. Die bei der Erstellung des Luftreinhalteplans als Eingangsparemeter zur Modellrechnung verwendeten Emissionsfaktoren des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) in der damals geltenden Version 2.1 wurden erheblich überarbeitet. Die in den folgenden Jahren aktualisierten Versionen 3.1 bis 3.3 beinhalten deutlich höhere Emissionsfaktoren als die Version 2.1.

¹ Im Internet: <http://www.luft.schleswig-holstein.de>

Gemäß Artikel 22 der EU-Richtlinie 2008/50/EG vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa konnte die Frist für die Erfüllung der Vorschriften und Ausnahmen von der vorgeschriebenen Anwendung der Grenzwerte für Stickstoffdioxid um bis zu fünf Jahre verlängert werden, wenn gezeigt werden konnte

- wie der Grenzwert vor Ablauf der neuen Frist eingehalten werden soll
- dass in den Jahren der Fristverlängerung der Grenzwert um nicht mehr als die in der Richtlinie festgelegte maximale Toleranzmarge überschritten wird.

Die dazu erforderliche Mitteilung wurde im Jahr 2011 an die Europäische Kommission übermittelt. Die Entscheidung ist im Februar 2013 für alle betroffenen Gebiete in Deutschland gefällt worden. Für Kiel hat die Kommission keinen Einspruch geltend gemacht, so dass für den Ballungsraum Kiel grundsätzlich eine Fristverlängerung bis zum 31.12.2014 galt.

1.3 Fortschreibung des Luftreinhalteplans

Die Luftreinhalteplanung ist kein abgeschlossener Prozess. Insbesondere in größeren Gebieten bzw. Ballungsräumen, aber auch an einzelnen Straßenzügen mit hohem Straßenverkehrsaufkommen können:

- fortlaufende Untersuchungen der Luftqualität neue Erkenntnisse über Belastungssituationen ergeben,
- Stadt- und Verkehrsplanung und wirtschaftliche Entwicklung zu Verlagerungen und Änderungen der Verkehrsströme führen,
- Prognosen hinsichtlich Fahrzeugaufkommen, Flottenzusammensetzungen usw. sich als nichtzutreffend erweisen.

Parallel zu den Messungen in der Bahnhofstraße wurde eine weitere Messstation von Mai 2006 bis Mai 2008 an der Südseite des Theodor-Heuss-Rings (Liebfrauenkirche, Nähe Krusenrotter Weg) betrieben. Die Messwerte für Stickstoffdioxid lagen im Kalenderjahr 2007 bei $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel. Eine Berücksichtigung im Luftreinhalteplan war damit nicht erforderlich (geltende Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge: $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Im Mai 2011 wurden die Messungen am Theodor-Heuss-Ring im Bereich des Krusenrotter Wegs wieder aufgenommen, diesmal jedoch auf der Nordseite gegenüber der Liebfrauenkirche. Im Kalenderjahr 2012 wurde für Stickstoffdioxid ein Jahresmittelwert von $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt, so dass dieser Straßenzug in die aktuellen Betrachtungen einbezogen wird und der Luftreinhalteplan Kiel fortgeschrieben werden muss.

2 Grundlagen

2.1 EU-Richtlinie 2008/50/EG über Luftqualität und saubere Luft für Europa

Die aktuelle gesetzliche Grundlage der Luftreinhalteplanung ist die Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Zusammengefasst bestehen darin folgende Zielsetzungen:

1. Definition und Festlegung von Luftqualitätszielen zur Vermeidung, Verhütung oder Verringerung schädlicher Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt insgesamt
2. Beurteilung der Luftqualität ... anhand einheitlicher Methoden und Kriterien
3. Gewinnung von Informationen über die Luftqualität zur Bekämpfung von Luftverschmutzungen ... und zur Überwachung langfristiger Tendenzen und der Verbesserung....
4. Gewährleistung des Zugangs der Öffentlichkeit zu solchen Informationen über die Luftqualität
5. Erhaltung der Luftqualität, sofern sie gut ist, und Verbesserung der Luftqualität, wenn dies nicht der Fall ist
6. Förderung der verstärkten Zusammenarbeit der Mitgliedstaaten bei der Verringerung der Luftverschmutzung

Die Richtlinie wurde durch Änderungen im Bundes-Immissionsschutzgesetz und durch die im Jahr 2010 neu erlassene Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) in nationales Recht umgesetzt. Die 39. BImSchV ersetzte die 22. und 33. Verordnungen zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, in denen bis dahin die Grundlagen der Messungen und Modellrechnungen und die inhaltlichen Ausführungen zur Luftreinhalteplanung festgelegt waren.

Die Richtlinie wurde im Jahr 2015 geändert und die Änderungen in der 39. BImSchV umgesetzt.

Mit Ausnahme der Überschreitung des Grenzwerts für Stickstoffdioxid als Jahresmittelwert (festgelegt: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und der erstmaligen und bisher einmaligen Überschreitung des Kurzzeitgrenzwertes im Jahr 2015 (zugelassen: 18 Überschreitungen von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) am Theodor-Heuss-Ring wurden in Schleswig-Holstein bisher keine Grenzwertüberschreitungen für die weiteren in den Luftqualitätsrichtlinien festgelegten Komponenten festgestellt. Die folgenden Ausführungen beschränken sich daher auf Stickstoffdioxid.

2.2 Vorgehensweise

Ausgehend von den Ergebnissen der automatischen Messungen mit dem gesetzlich festgelegten Referenzverfahren werden die Größe des von einer Überschreitung betroffenen Gebiets bzw. die Länge eines Straßenabschnitts abgeschätzt, um die betroffene Bevölkerung zu ermitteln, die Luftschadstoffkonzentrationen ausgesetzt ist, die oberhalb der Grenzwerte liegen.

Für die Aufstellung des ersten Luftreinhalteplans in Schleswig-Holstein in Itzehoe wurden umfangreiche Betrachtungen der Emittentengruppen gewerbliche Anlagen, Gebäudeheizungen (nicht genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen), Schienenverkehr, Schiffsverkehr und Straßenverkehr über das gesamte Stadtgebiet durchgeführt. Die notwendigen Angaben wurden bei verschiedenen Behörden und Institutionen abgefragt bzw. statistischen Angaben entnommen. Es zeigte sich dabei eine geringe Relevanz des Einflusses auf die messtechnisch festgestellte lokale Überschreitungssituation. Screening-Rechnungen des Hauptstraßennetzes ergaben mögliche weitere Überschreitungssituationen, die anhand der Ergebnisse orientierender Messungen mit Passivsammlern nicht bestätigt werden konnten.

Auf der Basis dieser Erkenntnisse wurde und wird in Schleswig-Holstein die Untersuchung der mit dem Referenzmessverfahren ermittelten Überschreitungssituationen auf den unmittelbaren von der Struktur her ähnlichen Bereich um die Messstationen beschränkt und der Verkehr in der Straße selbst als bestimmende Größe für die Abschätzung herangezogen.

Die flächenhafte (horizontale) Verteilung der Luftschadstoffkonzentrationen und ihre Verteilung in die Höhe (vertikal) werden mit Hilfe von Modellrechnungen bestimmt. Als relevant zur Beurteilung der Überschreitung des Grenzwertes für Stickstoffdioxid als Jahresmittelwert sind die Konzentrationen entlang der Baufluchtlinie anzusehen, da diese die Exposition der Wohnbevölkerung beschreiben und damit die Anforderungen der Anlage 3 der 39. BImSchV erfüllt werden, „Daten über Bereiche innerhalb von Gebieten und Ballungsräumen zu gewinnen, in denen die höchsten Werte auftreten, denen die Bevölkerung wahrscheinlich direkt oder indirekt über einen Zeitraum ausgesetzt sein wird, der im Vergleich zum Mittelungszeitraum der betreffenden Immissionsgrenzwerte signifikant ist“.

Als Überschreitung, die die Aufstellung eines Luftreinhalteplans erforderlich macht, wird gewertet, wenn modellierte Konzentrationen über dem Grenzwert auf einem Straßenabschnitt von mehr als 100 m Länge unmittelbar an der Baufluchtlinie auftreten².

Für die Bereiche modellierter Konzentrationen, die an der Baufluchtlinie horizontal und vertikal über dem Grenzwert (als Jahresmittelwert) liegen, wird geprüft, ob dort Wohnungen vorhanden sind und mit wie vielen Einwohnern in diesen Wohnungen zu rechnen ist. Die Angaben werden zum Teil über das Einwohnermeldeamt zusammengestellt und zum Teil auch die im Rahmen der Lärmaktionsplanung der Kommunen erhobenen Daten verwendet. Die auf diese Weise ermittelte Zahl wird als „Anzahl der betroffenen (Wohn)Bevölkerung“ angegeben.

2.3 Beschreibung des Gebiets „Ballungsraum Kiel“

Die Stadt Kiel ist Landeshauptstadt von Schleswig-Holstein und hat 247.548 Einwohner. Zum Ballungsraum Kiel gehören außerdem noch die Gemeinden Altenholz, Heikendorf, Kronshagen, Laboe, Molfsee, Schönkirchen, Schwentinental und Mönkeberg (Einwohner insgesamt: 312.043, Stand: 31.12.2018 Quelle: Statistikamt Nord).

Die Stadt Kiel liegt auf beiden Seiten der Kieler Förde, einer etwa 17 km langen, schmalen Bucht der Ostsee, die durch Gletscherbewegungen in der letzten Eiszeit entstanden ist. Die Förde endet an der Hörn im Kieler Stadtzentrum. Sie bildet einen natürlichen Tiefwasserhafen. Der Hafenbetrieb ist gekennzeichnet durch tägliche Passagier- und Frachtfährverbindungen nach Skandinavien und ins Baltikum. Seit einigen Jahren kommen zunehmend Kreuzfahrtschiffe hinzu. Zwischen den Stadtteilen Wik und Holtenau am westlichen Ufer der Förde befindet sich die östliche Ein-/Ausfahrt des Nord-Ostsee-Kanals, eine der meistbefahrenen künstlichen Wasserstraße der Welt.

Abbildung 1 zeigt eine Übersicht über den Ballungsraum Kiel.

² aus Anlage 3 der 39. BImSchV: „Der Ort von Probenahmestellen ist im Allgemeinen so zu wählen, dass die Messung von Umweltzuständen, die einen sehr kleinen Raum in ihrer unmittelbaren Nähe betreffen, vermieden wird. Dies bedeutet, dass der Ort der Probenahmestelle so zu wählen ist, dass die Luftproben – soweit möglich – für die Luftqualität eines Straßenabschnitts von nicht weniger als 100 Meter Länge bei Probenahmestellen für den Verkehr repräsentativ sind.“



Abbildung 1: Übersichtskarte von Kiel (Quelle: GeoBasis-DE/LVermGeo SH,BKG)

2.4 Beschreibung der Standorte der Kieler Luftmessstationen

2.4.1 Kiel-Bahnhofstraße

Die Messstation Kiel-Bahnhofstraße wurde im Mai 2005 im Abschnitt der Bahnhofstraße zwischen den Straßen Zum Brook und Asmusstraße auf dem Parkstreifen auf der südwestlichen Straßenseite installiert. Dieser Abschnitt der Bahnhofstraße ist mit 12 bis 15 m hohen Gebäuden beidseitig und weitgehend geschlossen bebaut und steigt von der Kreuzung Schwedendamm im Norden zum Joachimspatz im Süden an.

Im Oktober 2011 wurde der Parkstreifen auf die nordöstliche Straßenseite verlegt, so dass auch die Messstation auf diese Seite umgestellt werden musste.

Im Juni 2012 wurde die Bahnhofstraße zu einer stadtauswärts führenden zweispurigen Einbahnstraße umgestaltet.

Im Juli 2014 wurden der Parkstreifen und damit zwangsweise auch die Messstation wieder auf die südwestliche Straßenseite versetzt. Da die Station auf dem Parkstreifen sehr dicht an der Fahrspur steht, werden dort höhere Immissionen gemessen als an der Baufluchtlinie zu erwarten sind. Die Bahnhofstraße in Kiel ist keine Bundesstraße, leitet aber durch die Kieler Verkehrsführung (Aus-schilderung) den Fernverkehr insbesondere von den Fähren aus der Stadt über die Bundesstraße 76 ins Umland ab.

Die folgenden Abbildungen zeigt die Standorte der Messstation Kiel-Bahnhofstraße unter Angabe der Zeiträume, in denen die Station an dem jeweiligen Standort betrieben wurde bzw. wird.



Abbildung 2: Fotos der automatischen Luftmessstation Kiel-Bahnhofstraße (Quelle: LLUR, Dezernat 74)

2.4.2 Kiel-Theodor-Heuss-Ring

Wie in der Einleitung bereits beschrieben, wurde die Messstation am Theodor-Heuss-Ring im Bereich des Krusenrotter Wegs zunächst von Mai 2006 bis Mai 2008 auf der Südseite vor der Liebfrauenkirche betrieben. Im Mai 2011 wurden die Messungen mit einer kleineren Station, für die auch ein Gehweg ausreichend Platz bietet, wiederaufgenommen. Die Station wurde unmittelbar an der Gebäudefront auf der nördlichen Straßenseite etwa gegenüber der Liebfrauenkirche aufgestellt.

Die Nordseite des Theodor-Heuss-Rings ist im Abschnitt zwischen Krusenrotter Weg und Dithmarscher Straße geschlossen mit etwa 15 – 18 m hohen Häuserblocks, die Südseite im Bereich des Krusenrotter Wegs etwas aufgelockerter mit der Liebfrauenkirche und kleineren Wohngebäuden bebaut.

Der Theodor-Heuss-Ring ist Teil der Bundesstraße 76 und im Bereich der Messstation eine sechsspurige, nach Westen hin ansteigende Stadtautobahn, die die westlich und östlich der Kieler Förde liegenden Stadtteile miteinander verbindet und die Verkehre der von Osten und Süden kommenden Bundesstraßen 202, 404 und 502 bündelt. Im weiteren Verlauf leitet sie die Verkehre auf die BAB 215.

Auch die aus Skandinavien und dem Baltikum per Fähre ankommenden Fahrzeuge werden über den Theodor-Heuss-Ring zur Autobahn geleitet.

Die folgenden Abbildungen zeigt die Standorte der Messstation Kiel-Theodor-Heuss-Ring unter Angabe der Zeiträume, in denen die Station an dem jeweiligen Standort betrieben wurde bzw. wird.

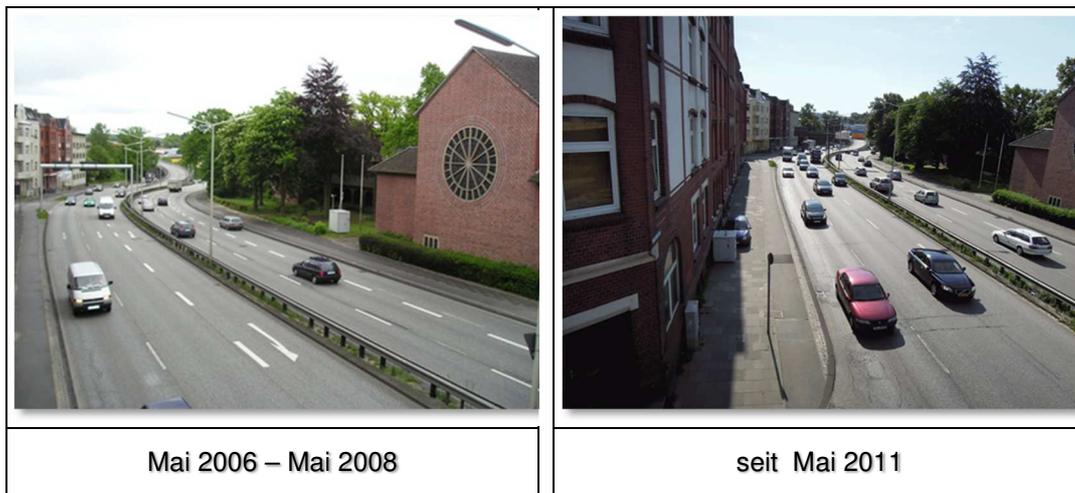


Abbildung 3: Fotos der automatischen Luftmessstation Kiel-Theodor-Heuss-Ring (Quelle: LLUR, Dezernat 74)

2.4.3 Stationen im städtischen Hintergrund von Kiel

Im Ballungsraum Kiel muss eine automatische Luftmessstation zur Erfassung der Luftschadstoffkonzentrationen im städtischen Hintergrund betrieben werden. Im Zeitraum von 2006 bis 2018 musste diese Station aufgrund von Standortvorgaben der Stadt Kiel zweimal verlegt werden.

Die folgenden Abbildungen zeigt die Standorte unter Angabe der Zeiträume, in denen die Station an dem jeweiligen Standort betrieben wurde bzw. wird.



Abbildung 4: Fotos der automatischen Luftmessstationen im städtischen Hintergrund von Kiel (Quelle: LLUR, Dezernat 74)

Die folgende Abbildung zeigt die Lage der aktuellen (blaue Punkte) und ehemaligen (grüne Punkte) Luftmessstationen im Ballungsraum Kiel.

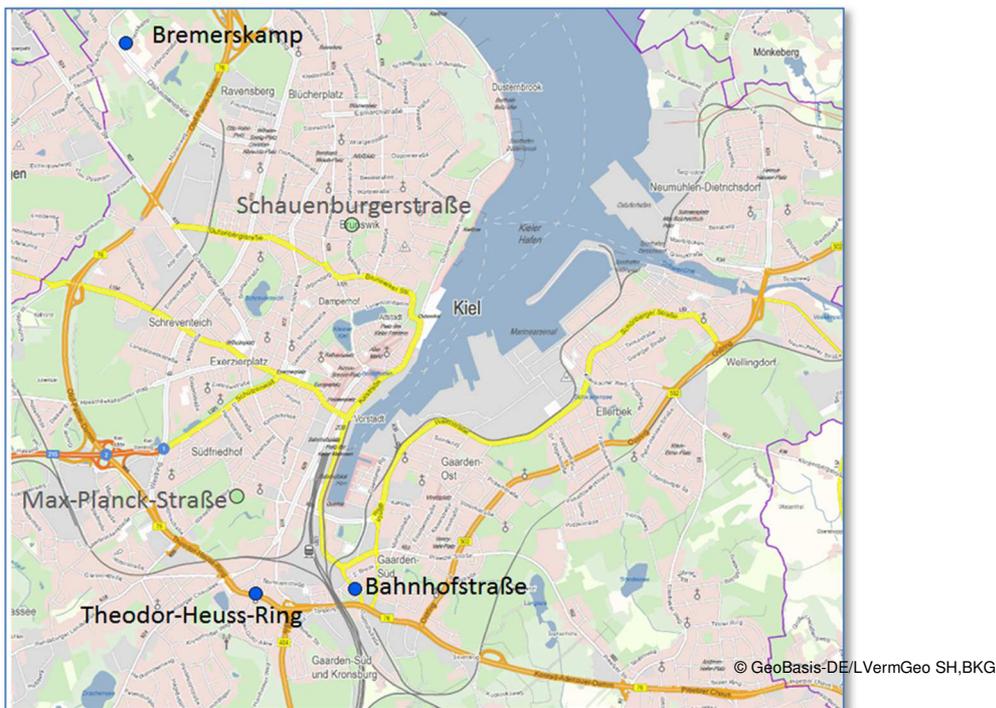


Abbildung 5: Standorte der automatischen Luftmessstationen in Kiel

2.5 Passivsammler

Seit August 2007 (erstes Kalenderjahr 2008) führt die Lufthygienische Überwachung Schleswig-Holstein ergänzend zu den Messungen an den automatischen Luftmessstationen orientierende Messungen für Stickstoffdioxid mit so genannten Passivsammlern an verschiedenen verkehrsorientierten Standorten in Kiel durch.

Die Auswahl der Probenahmestandorte in der Alten Lübecker und Hamburger Chaussee, der Gutenberg- und der Ringstraße und am Ziegelteich in Kiel war das Ergebnis eines so genannten Luftschadstoffscreenings (Berechnung der Luftschadstoffkonzentrationen mit Modellen) aus dem Jahr 2005. Berücksichtigt wurden Straßen mit mehr als 10.000 KFZ pro Tag. Die Verkehrszahlen, die von der Stadt Kiel zur Verfügung gestellt wurden, beinhalteten Angaben zum DTV (durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke) und zum Anteil schwerer Nutzfahrzeuge. Für leichte Nutzfahrzeuge und Busse lagen keine Angaben vor. Entsprechend den Anforderungen des Screening-Modells wurden aus den ebenfalls von der Stadt Kiel zur Verfügung gestellten Bebauungsdaten die Straßenbreite, die durchschnittliche Höhe der Bebauung und die so genannte Porosität (Durchlässigkeit der Bebauung – offen, geschlossen) abgeschätzt.

Die anzusetzenden Parameter für den Fahrmodus wurden nach Ortsbesichtigungen festgelegt. Für die Hintergrundbelastung wurde ein konstanter Wert entsprechend der Konzentrationen an der Luftmessstation Kiel-Schauenburgerstraße angenommen, andere Quellen, die zu einer räumlichen Struktur der Vorbelastung führen, wurden im Rahmen des Screenings nicht betrachtet.

Ergänzt wurden diese zuerst ausgewählten Standorte später durch Messpunkte in der Sörensenstraße, die von verkehrslenkenden Maßnahmen im Bereich der Bahnhofstraße betroffen war (Luftreinhalteplan Kiel, 2009).

Die Luftmessstation am Theodor-Heuss-Ring in Kiel wurde im Jahr 2011 auf der Basis der standortspezifischen Gegebenheiten (hohes Verkehrsaufkommen, Bebauungsstruktur mit Schluchtcharakter, Betroffenheit von Wohnbevölkerung) eingerichtet. Es wurden Konzentrationswerte für Stickstoffdioxid festgestellt, die über dem Grenzwert als Jahresmittelwert lagen.

Sowohl in der Bahnhofstraße als auch Theodor-Heuss-Ring wurden zur Feststellung der Länge der von der Überschreitung betroffenen Bereiche zusätzlich Passivsammler zur Messung von Stickstoffdioxid installiert.

In der Bahnhofstraße wurden die Passivsammler auf der gleichen Straßenseite, auf der auch die Messstation zuerst installiert wurde, angebracht. Ausgewählt wurden zwei Standorte am nördlichen und südlichen Ende des Straßenabschnitts zwischen den Straßen Zum Brook und Asmusstraße. Diese Probenahmestandorte blieben durchgehend während sämtlicher Umbaumaßnahmen in der Straße und auch während der Versetzung der Station auf die südwestliche Straßenseite bestehen.

Am Theodor-Heuss-Ring wurden im Abschnitt um den Bereich der Fußgängerbrücke Krusenrotter Weg ergänzend zur Luftmessstation drei Standorte für Passivsammler auf der Nordseite und drei auf der Südseite eingerichtet. Zwei weitere Messpunkte befinden sich im Krusenrotter Weg (jeweils einer nördlich und einer südlich der Fußgängerbrücke über den Theodor-Heuss-Ring).



Abbildung 6: Probenahmestandort Kiel-Krusenrotter Weg-Südseite, Probenahmetopf und Passivsammler für Stickstoffdioxid (Quelle: LLUR, Dezernat 74)

3 Art und Beurteilung der Luftverschmutzung

3.1 Ergebnisse der Messungen

Dieses Kapitel fasst die Ergebnisse der Messungen für Stickstoffoxide zusammen, die bisher in der Kieler Bahnhofstraße und am Theodor-Heuss-Ring durchgeführt wurden. Ergänzt werden die Darstellungen durch Ergebnisse der Stationen im städtischen Hintergrund.

3.1.1 Monats- und Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid

Die folgende Abbildung zeigt den Verlauf der Monatsmittelwerte der Stickstoffdioxidkonzentrationen an den Standorten der automatischen Luftmessstationen in Kiel von 2005 bis 2018.

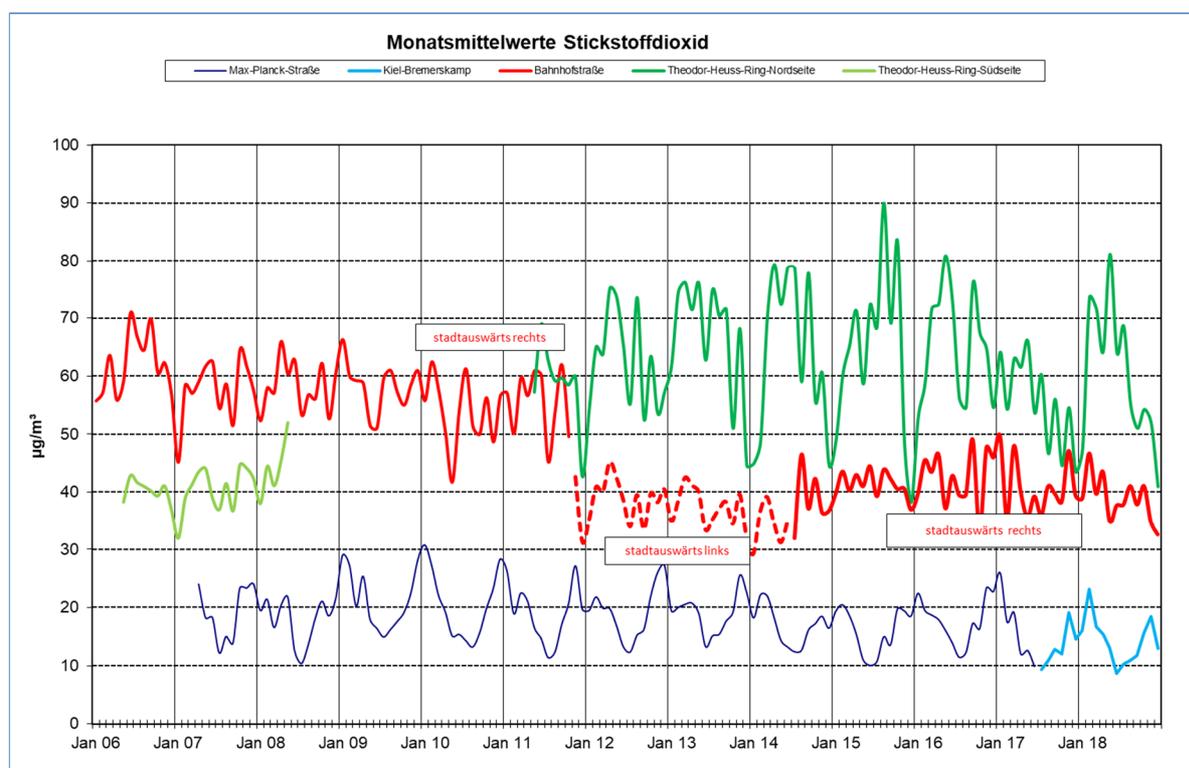


Abbildung 7: Monatsmittelwerte für Stickstoffdioxid an den automatischen Luftmessstationen in Kiel von 2005 bis 2018

Die Konzentrationen der Stickstoffoxide weisen starke, zeitliche Schwankungen auf. An den Stationen im städtischen Hintergrund liegen niedrige Konzentrationen in den Sommermonaten und höhere Konzentrationen im Winter vor.

An den Verkehrsmessstationen überwiegen die Auswirkungen des Straßenverkehrs, was sich grundsätzlich an den deutlich höheren Konzentrationen zeigt.

Insbesondere auf der Nordseite des Theodor-Heuss-Rings ergibt sich im Vergleich zum städtischen Hintergrund ein gegenläufiger Jahresgang. Zurückzuführen ist das auf die höheren Ozonkonzentrationen im Sommer, durch die das durch den Straßenverkehr direkt emittierte Stickstoffmonoxid zusätzlich in Stickstoffdioxid umgewandelt wird. Außerdem sind die Konzentrationen an diesem Standort

sehr stark windrichtungsabhängig: Wind aus südwestlichen Richtungen lässt die Luftschadstoffwerte deutlich absinken.

Der zusätzliche Konzentrationsanstieg am Theodor-Heuss-Ring im Jahr 2015 gegenüber den Vorjahren ist vermutlich auf verkehrliche Auswirkungen der Baumaßnahmen an der Hochstraße am Barkauer Kreuz zurückzuführen, die von Mai bis November 2015 dauerten.

Aktuelle Ergebnisse orientierender Vergleichsmessungen mit Passivsammlern für Stickstoffdioxid auf der Südseite des Theodor-Heuss-Rings bestätigen die Ergebnisse der automatischen Messungen aus dem Kalenderjahr 2007, dass die Konzentrationen auf der Südseite deutlich niedriger ausfallen und etwa um den Grenzwert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert liegen (s. Kapitel 3.2).

Bei der Beurteilung der Entwicklung der Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Bahnhofstraße nach der Inbetriebnahme im Mai 2005 müssen folgende Faktoren berücksichtigt werden:

- 09.05.2005 – 21.10.2011: Station auf der südwestlichen Straßenseite (Parkstreifen, stadtauswärts); zweispurige Straßenführung; Grenzwertüberschreitungen beim Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid
- 21.10.2011 – 30.06.2014: Station auf der nordöstlichen Straßenseite (Parkstreifen); ab 05.06.2012 Einrichtung der Straße als zweispurige Einbahnstraße stadtauswärts; Grenzwerte für Stickstoffdioxid werden eingehalten
- 16.07.2014 – aktuell: Station auf der südwestlichen Straßenseite (Parkstreifen); Fahrbahn mit Titandioxid beschichtet; 2015 wird der Grenzwert als Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid wieder knapp überschritten. Seit 2018 liegt keine Grenzwertüberschreitung vor.

Im Zeitraum 2006 bis zur Verlegung im Oktober 2011 ist ausgehend von einem Stickstoffdioxidwert von $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert eine jährliche Abnahme von ca. $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festzustellen. Auf der anderen Straßenseite wurde eine deutlich geringere Belastung unterhalb des Grenzwertes festgestellt. Am ursprünglichen Standort werden seit Juli 2014 wiederum höhere Werte ermittelt, die seit dem Jahr 2015 wieder zu Überschreitungen des als Grenzwert festgelegten Konzentrationswertes führen. Sie fallen jedoch nur noch sehr gering aus.

Der Vollständigkeit halber ist zu ergänzen, dass die Probenahmehöhe an der Messstation Bahnhofstraße im Juni 2012 von 1,5 m auf 3,5 m geändert und in der Bahnhofstraße im Juli 2014 eine Fahrbahndecke mit Titandioxidbeschichtung aufgetragen wurde. Titandioxid soll unter dem UV-Einfluss des Sonnenlichts Stickstoffoxide aus der Luft in leicht lösliche Salze (Nitrat) umwandeln und damit die Luftschadstoffkonzentrationen verringern.

Im August 2017 wurde diese Maßnahme auf den nördlichen Fahrstreifen am Theodor-Heuss-Ring im Bereich der Luftmessstation ebenfalls durchgeführt.

Worauf der Konzentrationsrückgang auf der Südwestseite in der Bahnhofstraße zwischen den Standortwechseln der Luftmessstation im Einzelnen zurückzuführen ist, lässt sich nicht abschließend quantifizieren. Auch der insgesamt festzustellende Konzentrationsrückgang lässt sich nicht auf bestimmte Faktoren zurückführen, entspricht jedoch dem bundesweit festgestellten Trend.

3.1.2 Verläufe der Wochengänge für Stickstoffoxide

In diesem Abschnitt werden die mittleren Wochengänge (von Montag bis Sonntag) der Stickstoffoxidbelastung dargestellt, die Hinweise auf Ursachen der Belastung geben.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Konzentrationsverläufe der Stickstoffoxide anhand der Wochengänge an den automatischen Luftmessstationen beispielhaft für das Jahr 2017.

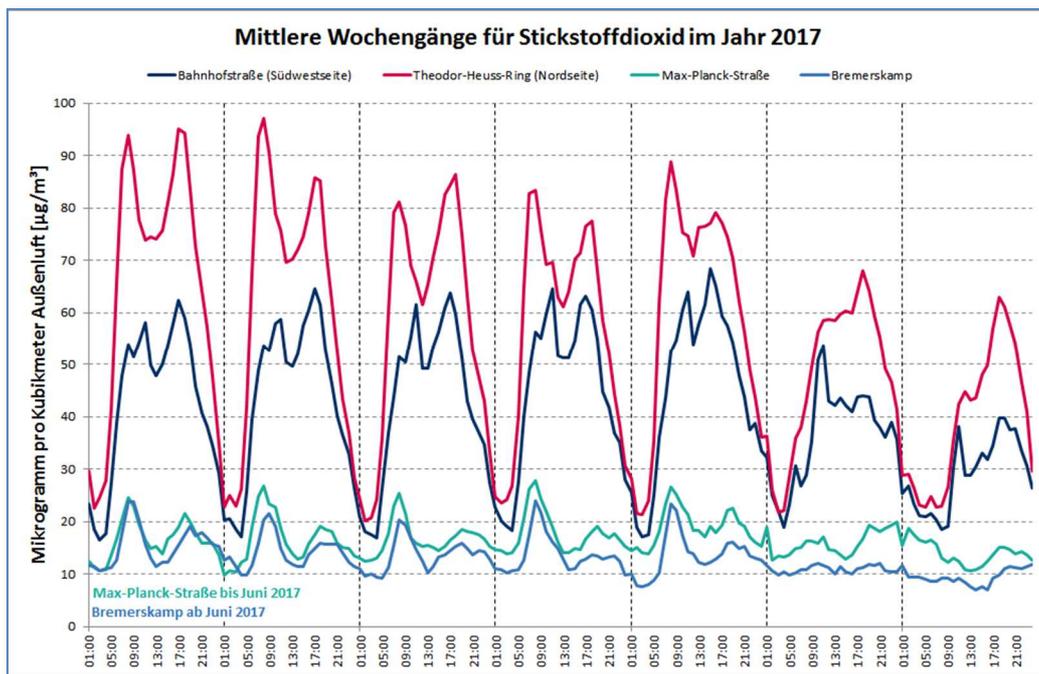
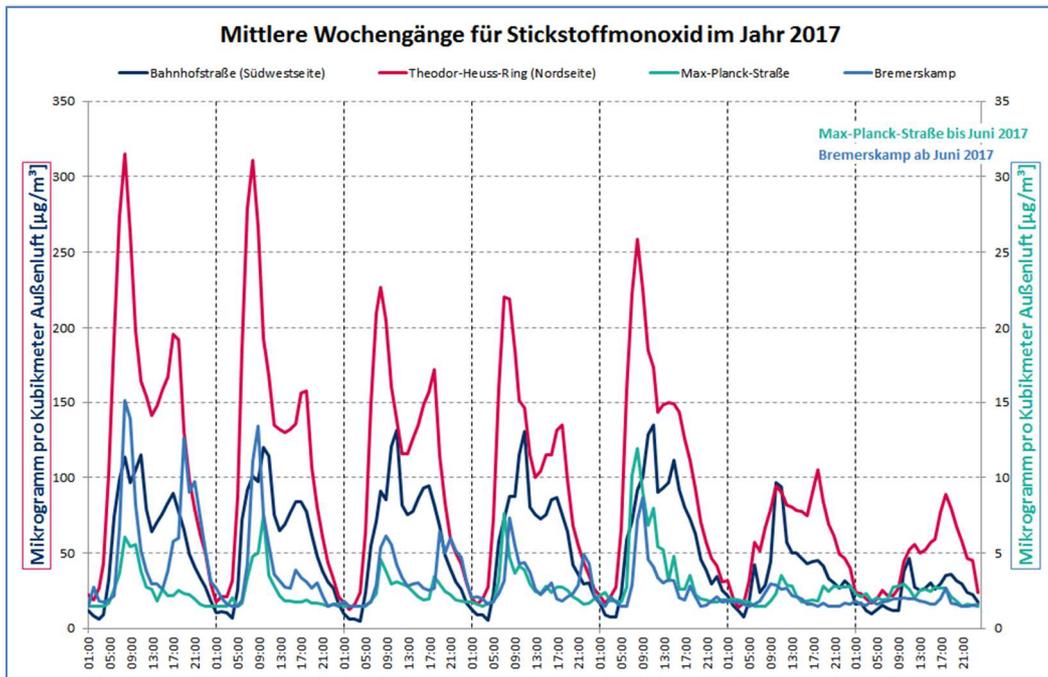


Abbildung 8: Mittlere Wochengänge für Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid an den automatischen Luftmessstationen in Kiel im Jahr 2017

Wie an anderen verkehrsbelasteten Standorten treten auch in der Bahnhofstraße und am Theodor-Heuss-Ring in Kiel Konzentrationsspitzen bei Stickstoffmonoxid an den Werktagen vormittags und nachmittags bedingt durch den Berufsverkehr auf. Die Spitze am Nachmittag fällt dabei aufgrund et- was anderer luftchemischer Umwandlungsbedingungen niedriger aus. Am Wochenende gehen die Konzentrationen insgesamt zurück.

In Kiel ist als Besonderheit zu berücksichtigen, dass die Bahnhofstraße den Fernverkehr morgens von den Fähren aus der Stadt über die Bundesstraße 76 ins Umland ableitet. Besonders auffällig dafür

sind die morgendlichen Spitzenwerte am Samstag und Sonntag. Nachmittags werden höhere Belastungen durch den dann stadtauswärts fließenden Feierabendverkehr verursacht.

Am Theodor-Heuss-Ring treten die Spitzenwerte morgens etwas früher als in der Bahnhofstraße auf. Im städtischen Hintergrund ohne wesentlichen Verkehrseinfluss werden insgesamt nur sehr geringe Stickstoffmonoxidkonzentrationen beobachtet.

Bei Stickstoffdioxid, das zum Teil direkt emittiert wird, sich aber auch aus dem primär emittierten Stickstoffmonoxid durch chemische Reaktionen bildet, sind die räumlichen und zeitlichen Unterschiede über den Tagesverlauf geringer. Auch hier nehmen die Konzentrationen am Wochenende ab, wenn auch weniger deutlich als bei Stickstoffmonoxid.

3.2 Zusammenfassung der Messergebnisse

Für die Einschätzung der Langzeitbelastungen und den Vergleich mit den Beurteilungswerten der 39. BImSchV werden Jahresmittelwerte als arithmetische Mittelwerte aus den Einstundenmittelwerten der kontinuierlichen Stickstoffdioxidmessungen berechnet. Zusätzlich werden Überschreitungshäufigkeiten aus den Einstundenmittelwerten festgestellt.

Die folgende Tabelle 1 enthält Vergleiche mit dem Langzeitwert (Jahresmittelwert) und dem Kurzzeitwert (Überschreitungshäufigkeit) für die Jahre 2006 bis 2018.

Jahr	Stickstoffdioxid Jahresmittelwert Grenzwert: 40 Mikrogramm pro Kubikmeter				Überschreitungshäufigkeit des Stundenmittelwertes Zulässige Anzahl: 18			
	Bahnhof- straße	Theodor- Heuss- Ring	Max- Planck- Straße	Bremers- kamp	Bahnhof- straße	Theodor- Heuss- Ring	Max- Planck- Straße	Bremers- kamp
2006	62				8			
2007	58	40*	19 (ab 25.04.)		8	0*	0 (ab 25.04.)	
2008	58		18		1		0	
2009	58		21		1		0	
2010	54		20		7		1	
2011	53	59 (ab 20.05.)	19		6	4 (ab 20.05.)	0	
2012	39**	63	19		0**	1	0	
2013	37**	67	19		2**	9	0	
2014	37**	64	17		0**	11	0	
2015	41	65	16		0	20	0	
2016	42	65	18		0	8	0	
2017	41	56	17 (bis 22.06.)	13 (ab 23.06.)	0	0	0 (bis 22.06.)	0 (ab 23.06.)
2018	39	60		14	0	9		0

* Station auf der südlichen Straßenseite

** Station auf der nordöstlichen Straßenseite

Tabelle 1: Zusammenstellung der Jahresmittelwerte und Überschreitungshäufigkeiten des Kurzzeitwertes

Ergänzend dazu sind in den folgenden Tabellen 2 und 3 die Ergebnisse der orientierenden Messungen mit Passivsammlern als Jahresmittelwerte zusammengestellt, die in Kiel an weiteren Verkehrsschwerpunkten und an mehreren Messpunkten im Umfeld der Messstationen Kiel-Bahnhofstraße und Kiel-Theodor-Heuss-Ring vorgenommen wurden/werden:

Jahr	Passivsammler Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid [Mikrogramm pro Kubikmeter]					
	Alte Lübecker Chaussee	Hamburger Chaussee	Gutenberg- straße	Ringstraße	Ziegelteich	
2008	33	36	36 <small>(Aug 2007-Jul 2008)</small>	36	49	Berechnung der Ergebnisse auf der Basis von Literaturangaben; im Vergleich sind ermit- telte Konzentrations- werte etwa 7 – 10% höher als die des Referenzverfahrens
2009	35	38		38	54	
2010	36	40		39	56	
2011	31	35		37	49	Berechnung der Konzentrationswerte nach DIN EN 16339 mit durch Vergleich mit Referenzverfahren ermittelten Aufnahmeraten
2012	30	33		35	45	
2013	29	31		31	45	
2014	27	29		31	43	
2015	28	31		31	40	
2016	27	29		31	40	
2017	24	27		30	37	
2018	25	27		29	43	

Tabelle 2: Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid in der Alten Lübecker Chaussee, Hamburger Chaussee, Gutenbergstraße, Ringstraße und Ziegelteich in Kiel, Passivsammler, 2008 - 2018

Jahr	Passivsammler Kiel-Bahnhofstraße Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid [Mikrogramm pro Kubikmeter]				
	Passiv-samm- ler Nord Südwestseite	Messstation Südwestseite	Passiv-samm- ler Süd Südwestseite	Messstation Juli 2012– Juli 2014 Nordostseite	
2006		62			Berechnung der Ergebnisse auf der Basis von Literaturangaben; im Vergleich sind ermittelte Konzentrationswerte etwa 7 – 10% höher als die des Referenzverfahrens
2007	44	58	46		
2008	46	58	45		
2009	47	58	47		
2010	46	54	47		
2011	46	53	46		Berechnung der Konzentrationswerte nach DIN EN 16339 mit durch Vergleich mit Referenzverfahren ermittelten Aufnahmeraten
2012	51		48	39	
2013	46		42	37	
2014	42		38	37	
2015	42	41	38		
2016	43	42	38		
2017	41	41	37		
2018	41	39	36		

Tabelle 3: Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid in der Bahnhofstraße in Kiel, Passivsammler und Messstation, 2006 - 2018

Die im Jahr 2018 am Ziegelteich festgestellten erhöhten Werte haben sich im Jahr 2019 nicht bestätigt. Auch die Ergebnisse der Messstation und der Passivsammler in der Bahnhofstraße lassen für das Jahr 2019 keine Überschreitung des Grenzwertes erwarten.

Für den Theodor-Heuss-Ring sind in den folgenden Tabellen 4 und 5 die Ergebnisse der Messungen als Jahresmittelwerte getrennt nach Nord- und Südseite zusammengestellt. Die Ergebnisse der Messungen der automatischen Luftmessstation sind ergänzend als Spalte auf der Tabelle für die Nordseite eingefügt.

Jahr	Nordseite von Westen nach Osten Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid [Mikrogramm pro Kubikmeter]					
	Passivsammler Nr. 61	Passivsammler Krusenrotter Weg Nr. 29	Messstation Nr. 65	Passivsammler Nr. 69/71	Passivsammler Nr. 75	
2012	62	34	63	61	57	Berechnung der Konzentrationswerte nach DIN EN 16339 mit durch Vergleich mit Referenzverfahren ermittelten Aufnahmeraten
2013	66	34	67	64	60	
2014	65	36	64	63	61	
2015	65	34	65	66	61	
2016	68	35	65	65	59	
2017	60	36	56	59	55	
2018	62	35	60	60	61	

Tabelle 4: Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid auf der Nordseite des Theodor-Heuss-Ring im Abschnitt um die Fußgängerbrücke Krusenrotter Weg

Jahr	Südseite von Westen nach Osten Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid [Mikrogramm pro Kubikmeter]				
	Passivsammler Einfahrt Nr. 56/58	Passivsammler Nr. 64	Passivsammler Krusenrotter Weg Nr. 40	Passivsammler Liebfrauen- kirche	
2012	31	35	21	34	Berechnung der Konzentrationswerte nach DIN EN 16339 mit durch Vergleich mit Referenzverfahren ermittelten Aufnahmeraten
2013	32	32	22	32	
2014	30	31	19	30	
2015	27	31	18	32	
2016	28	31	19	33	
2017	26	29	16	29	
2018	29	30	17	30	

Tabelle 5: Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid auf der Südseite des Theodor-Heuss-Ring im Abschnitt um die Fußgängerbrücke Krusenrotter Weg

Sowohl in der Bahnhofstraße als auch am Theodor-Heuss-Ring ist zu erkennen, dass beide Straßenseiten deutlich unterschiedliche Luftbelastungen aufweisen. So liegen die Luftschadstoffkonzentrationen am Theodor-Heuss-Ring auf der südlichen Straßenseite unter den Grenzwerten. Die Konzentrationswerte auf der nördlichen Straßenseite am Theodor-Heuss-Ring sind in etwa gleich. Die Standorte der automatischen Messstationen können als repräsentativ angesehen werden.

Die Messergebnisse in der Bahnhofstraße für das Jahr 2018 und auch die aktuellen Messwerte im Jahr 2019 zeigen eine Einhaltung des Grenzwertes für Stickstoffdioxid. Damit sind weitere Maßnahmen zur Senkung der Belastung in der Bahnhofstraße nicht erforderlich. Die messtechnische Überwachung wird zur Beobachtung der Luftschadstoffsituation bis auf weiteres fortgesetzt.

3.3 Bedeutung der Messergebnisse für die Aufstellung des Luftreinhalteplans

Werden die in der 39. BImSchV festgelegten Immissionsgrenzwerte überschritten, besteht für die zuständige Behörde, in Schleswig-Holstein das MELUND, die Pflicht einen Luftreinhalteplan aufzustellen. Diese Pflicht ergibt sich aus § 47 (1) BImSchG (Bundes-Immissionsschutzgesetz). In § 47 (1) und (4) BImSchG sind darüber hinaus weitere Anforderungen an den Luftreinhalteplan geregelt. So sollen die getroffenen Maßnahmen geeignet sein, den Zeitraum der Überschreitung so kurz wie möglich zu halten. In Kiel ist zurzeit nur eine Grenzwertüberschreitung bezüglich des Jahresmittelwertes für Stickstoffdioxid von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ am Theodor-Heuss-Ring vorhanden, so dass der Luftreinhalteplan für die Stadt Kiel Maßnahmen enthalten muss, die zu einer schnellstmöglichen Einhaltung des Jahresmittelwertes für Stickstoffdioxid am Theodor-Heuss-Ring führen.

Für die Stadt Kiel wurde wie beschrieben ein Screening durchgeführt, um die mit Luftschadstoffen am höchsten belasteten Gebiete festzustellen. Die Modellrechnungen wurden mit orientierenden Untersuchungen mit Passivsammlern überprüft und an den höchstbelasteten Stellen, wo eine Überschreitung der Grenzwerte auftritt bzw. aufgetreten ist, wird die Schadstoffbelastung mit Messstationen kontinuierlich überwacht. Das Messnetz aus Passivsammlern dient dazu, mögliche weitere Grenzwertüberschreitungen im Kieler Stadtgebiet festzustellen. Dabei werden die Standorte der Passivsammler regelmäßig überprüft und gegebenenfalls die Messungen an anderen Standorten fortgeführt bzw. das Messnetz um neue Standorte ergänzt und so an veränderte Randbedingungen angepasst.

Insbesondere die hohen Verkehrszahlen auf dem Theodor-Heuss-Ring mit durchschnittlich mehr als 100.000 Fahrzeuge an Werktagen in Kombination mit einer einseitig geschlossenen Bebauung und direkt angrenzender Wohnbebauung stellt eine besondere Situation dar, die an anderen Orten im Kieler Stadtgebiet nicht gegeben ist. Auch bei einer Zunahme der Verkehrszahlen werden vergleichbar hohe Belastungen wie am Theodor-Heuss-Ring nicht erreicht werden.

Zusätzlich zu den Ergebnissen der Messungen mit Passivsammlern zeigen auch aktuelle Verkehrsgutachten³, dass für 2019 neben den bekannten Standorten nicht mit weiteren relevanten Überschreitungen des Jahresmittelwertes für Stickoxide an der Baufluchtlinie von Wohngebäuden zu rechnen ist.

Aufgabe eines Luftreinhalteplans ist es, Maßnahmen festzulegen, die die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte sicherzustellen. Im vorliegenden Luftreinhalteplan werden daher keine Maßnahmen berücksichtigt, die zu einer Absenkung der Belastung weit unterhalb der Grenzwerte führen bzw. zu einer Absenkung für weitere Luftschadstoffe wie z.B. Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5}) führen, deren Grenzwerte sicher einhalten werden. Bewertungsmaßstab sind die aktuell gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte entsprechend der europäischen Luftqualitätsrichtlinie und der deutschen Umsetzung in die 39. BImSchV. Eine mögliche, zukünftige Absenkung der Grenzwerte für Stickoxide bzw. Feinstaub, die zurzeit diskutiert wird, würden in einer Fortschreibung des Luftreinhalteplan berücksichtigt. Weitere Ziele, außer der Einhaltung von überschrittenen Grenzwerten, verfolgt der Luftreinhalteplan nicht.

Die Maßnahmen des Luftreinhalteplans, die einen Eingriff in die Planungshoheit und kommunale Selbstverwaltung der Stadt Kiel bedeuten, beschränken sich somit auf solche, die kurzfristig die Einhaltung der Grenzwerte am Theodor-Heuss-Ring sicherstellen. Es wäre eine kommunale Aufgabe,

³ Simulation und Modellierung im Rahmen des Aktionsplan Luftreinhaltung in Städten – Maßnahmen und deren Wirkung zur Reduzierung der NO₂-Immissionen in der Landeshauptstadt Kiel, PTV AG und PTV Transport Consult GmbH, 14.12.2018

umweltpolitische Ziele wie z.B. eine Änderung des Mobilitätsverhaltens im Kieler Stadtgebiet durch Maßnahmen wie den Green City Plan sowie Mobilitäts- und Klimaschutzkonzepte voranzubringen.

Dieser Luftreinhalteplan beschränkt sich somit auf die Situation am Theodor-Heuss-Ring und die dort erforderlichen Maßnahmen, die die kurzfristige Einhaltung der Grenzwerte sicherstellen sollen.

3.4 Trend im Jahr 2019

Die Belastung der Luft mit Stickstoffdioxid (NO₂) am Theodor-Heuss-Ring zeigt im Zeitraum Januar bis Oktober des Jahres 2019 im Vergleich zu den Vorjahren insgesamt niedrigere Werte.

Als Ursache für den Rückgang kommen beispielsweise in Frage:

- Änderungen der Fahrzeugflotte (neue Fahrzeuge, weniger Dieselizeulassungen)
- Lokale Maßnahmen, Änderungen von Verkehrsflüssen
- Meteorologie (Windstärke, Windrichtung, Ozonkonzentrationen)

Die folgende Abbildung zeigt die Monatsmittelwerte für Stickstoffdioxid am Theodor-Heuss-Ring für den Zeitraum 2012 bis Oktober 2019.

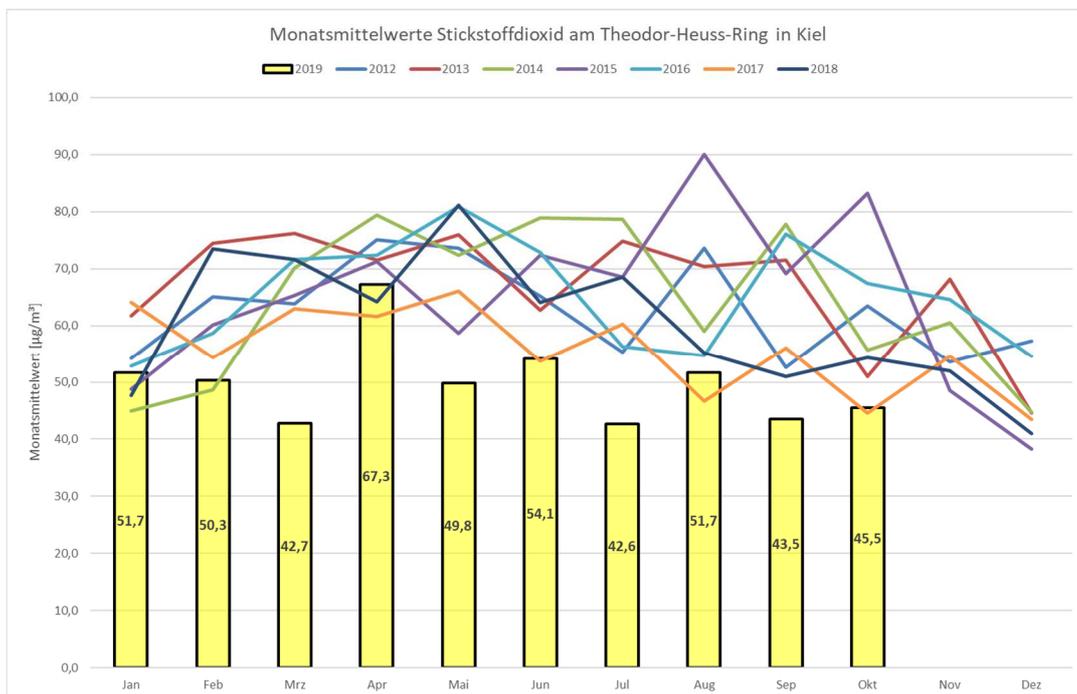


Abbildung 9: Monatsmittelwerte für Stickstoffdioxid am Theodor-Heuss-Ring, 2012- Oktober 2019

Die Grafik und insbesondere die großen Unterschiede benachbarter Monate zeigen den großen Einfluss, den das Wetter auf die ermittelte Belastung hat. Aufgrund der bisherigen Messergebnisse ist für das Jahr 2019 ein Jahresmittelwert von etwa 50 µg/m³ zu erwarten.

Die Jahresmittelwerte, die bei mittleren meteorologischen Bedingungen für das Jahr 2019 und folgende zu erwarten sind, werden in Kapitel 5.4 dargestellt.

4 Katalog allgemeiner Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität

4.1 Ergebnis der Ursachenanalysen

Nach allen bisher durchgeführten Analysen ist die Ursache erhöhter Stickstoffdioxidkonzentrationen der Kraftfahrzeugverkehr. Minderungsmaßnahmen müssen daher in erster Linie auf eine Minderung der Kfz-bedingten Emissionen ausgerichtet sein. Gleichzeitig ist zu gewährleisten, dass die ergriffenen Maßnahmen nicht zu Grenzwertüberschreitungen in anderen Gebieten führen.

4.2 Maßnahmen in Luftreinhalteplänen

In einem Luftreinhalteplan sind gemäß §47 (1) und (4) BImSchG die Maßnahmen darzustellen, die zur dauerhaften Verminderung der Luftverunreinigungen führen. Die Maßnahmen sind entsprechend des Verursacheranteils gegen alle Emittenten zu richten, die zum Überschreiten des Immissionswertes beitragen. Dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit ist dabei Rechnung zu tragen.

Nachfolgend ist beispielhaft eine Reihe von Maßnahmen aufgeführt, die im Rahmen von Luftreinhalteplänen in anderen Städten Berücksichtigung fanden. Eine ausführliche Zusammenstellung von Maßnahmen enthält die Datenbank [MARLIS „Maßnahmen zur Reinhaltung der Luft in Bezug auf Immissionen an Straßen“ der Bundesanstalt für Straßenwesen⁴](#).

Verkehrslenkung:

- Ausdünnung und Lenkung des Verkehrs z. B. durch Verkehrsleitsysteme,
- Bau/Ausweisung von (neuen) Umgehungsstraßen (Verkehrsverlagerung in weniger sensible Bereiche),
- Verbesserung des Verkehrsflusses: Optimierung der Lichtsignalanlagen, -schaltungen

Verkehrsbeschränkung:

- Selektive Sperrung für bestimmte Fahrzeuggruppen gemäß 35. BImSchV
- Reduktion des LKW-Anteils,
- Zufahrt nur für Einwohner, Zeitfenster usw.

Verkehrstechnik:

- Einsatz emissionsärmerer Fahrzeuge im ÖPNV, Förderung schadstoffarmer Fahrzeuge

Verkehrsvermeidung:

- Verbesserung des ÖPNV-Angebotes (Kapazität, Attraktivität) und günstige Tarifangebote für Familien und Gruppen im Vergleich zum Pkw und Verschiebung des modalen Splits zugunsten des ÖPNV
- Förderung des Fahrradverkehrs durch Ausbau des Radwegenetzes, Erhöhung der Verkehrssicherheit

Die Auswahl konkreter Maßnahmen richtet sich nach den standortspezifischen Bedingungen und berücksichtigt die Größe des von hohen Schadstoffbelastungen betroffenen Bereichs.

⁴ https://www.bast.de/BAST_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v3-MARLIS/MARLIS-DB/MARLIS_node.html

5 Ursachenanalyse und Prognose der Entwicklung

5.1 Methodik

5.1.1 Berechnungsverfahren

Für die detaillierte Modellierung der Luftschadstoffbelastung an Verkehrsschwerpunkten in Schleswig-Holstein wurden auf der Basis des Tabellenkalkulationsprogramms Microsoft Excel so genannte Emissions-Immissions-Matrizes spezifisch für den jeweils zu untersuchenden Straßenabschnitt entwickelt⁵. Mit ihnen können die Luftschadstoffkonzentrationen ohne erneute umfangreiche und zeitaufwändige Ausbreitungsrechnungen abgeschätzt werden, wenn sich die Eingangsparameter, die für die Schadstoffemissionen relevant sind, ändern (zum Beispiel Verkehrszahlen aufgrund von verkehrslenkenden Maßnahmen). Der Vergleich zwischen Messergebnissen und Modellrechnung wird anhand der Konzentrationen von „Stickstoffoxiden“ (NO_x) durchgeführt. Dieses Verfahren wurde auch für die Modellierung der Stickstoffdioxidbelastungen in weiteren untersuchten Straßenabschnitten in Kiel angewendet.

Weitere Parameter sind:

- Vorgabe einer Hintergrundbelastung (Ergebnisse ortsfester oder orientierender Messungen aus dem städtischen Hintergrund der betroffenen Städte bzw. des ländlichen Bereichs in Schleswig-Holstein (Kiel, Bornhöved),
- Meteorologie: Verwendung einer stundenfeinen Zeitreihe ("AKTerm") vom Deutschen Wetterdienst (DWD) eines repräsentativen Standorts (hier: Kiel-Holtenau),
- Verwendung der Verkehrszahlen mit stundenfeiner Auflösung unter Berücksichtigung des Verkehrsmodus und der Anteile der leichten und der schweren Nutzfahrzeuge,
- Berechnung der motorbedingten Emissionsfaktoren für Stickstoffoxide unter Verwendung der jeweils aktuellen Version des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ (hier: Version 4.1, September 2019),
- Berechnung der Wind- und Turbulenzfelder mit dem prognostischen Strömungsmodell MISKAM unter Berücksichtigung der maßgeblichen Straßenrandbebauung,
- Berechnung der Luftschadstoffausbreitung im Straßenabschnitt mit dem Modell AUSTAL2000,
- ergänzende Ausbreitungsrechnung zur Ermittlung der Immissionsanteile des unmittelbar angrenzenden Straßennetzes,
- Kalibrierung der Modellergebnisse auf der Grundlage der Berechnungen für die Komponente Stickstoffoxide anhand der Ergebnisse der Messungen an den automatischen Messstationen durch Ermittlung eines Kalibrierfaktors. Damit werden die Effekte berücksichtigt, die durch die Unsicherheiten bei der

⁵ Luftschadstoffuntersuchung zur Luftreinhalteplanung der Stadt Kiel - Erstellung von Emissions-Immissions-Matrizes als Excel-Tabellenkalkulation für die Prognose der Stickstoffdioxidkonzentrationen an verschiedenen verkehrsexponierten Standorten, LAIRM CONSULT GmbH, Dezember 2010

Verwendung der Emissionsfaktoren oder anderer Eingangsdaten entstehen. Ist der Faktor z.B. kleiner als 1, sind die modellierten Ergebnisse höher als die tatsächlich gemessenen Werte und müssen daher zur Anpassung an die tatsächliche Situation abgesenkt werden.

- Kalibrierfaktor für Kiel-Theodor-Heuss-Ring für das Jahr 2016: 1,0,
- Verwendung einer für Schleswig-Holstein ermittelten Regressionsfunktion zur Berechnung der Stickstoffdioxidkonzentrationen aus den modellierten Stickstoffoxidwerten (Funktion: Jahresmittelwerte NO₂ als f(NO_x) – siehe Abbildung 10).

Erläuterung:

Modelle zur Berechnung der Luftschadstoffkonzentrationen arbeiten auf der Basis der Komponente Stickstoffoxide. Für die Beurteilung der zukünftigen Entwicklung und Vergleich mit den Beurteilungswerten der 39.BImSchV werden aber die Konzentrationen von Stickstoffdioxid benötigt, die aus einer Funktion ermittelt werden.

Häufig wird hierfür die folgende Beziehung (Romberg et.al., 1996) verwendet:

$$[NO_2] = [NO_x] \cdot \left(\frac{103}{[NO_x] + 130} + 0,005 \right)$$

Mit dieser Funktion werden aber insbesondere im Bereich um 40 Mikrogramm pro Kubikmeter aus den NO_x-Werten NO₂-Werte ermittelt, die nicht mit den Verhältnissen an den Messstandorten in Schleswig-Holstein übereinstimmen (Stickstoffdioxid wird dann eher überschätzt).

Daher wird mit Funktionen gearbeitet, die aus den Messergebnissen für NO_x und NO₂ an den schleswig-holsteinischen Luftmessstationen ermittelt wurden. Diese Funktionen werden fortgeschrieben und können sich dadurch je nach Auswertungszeitraum etwas verändern („Basis-Regressionsfunktion“).

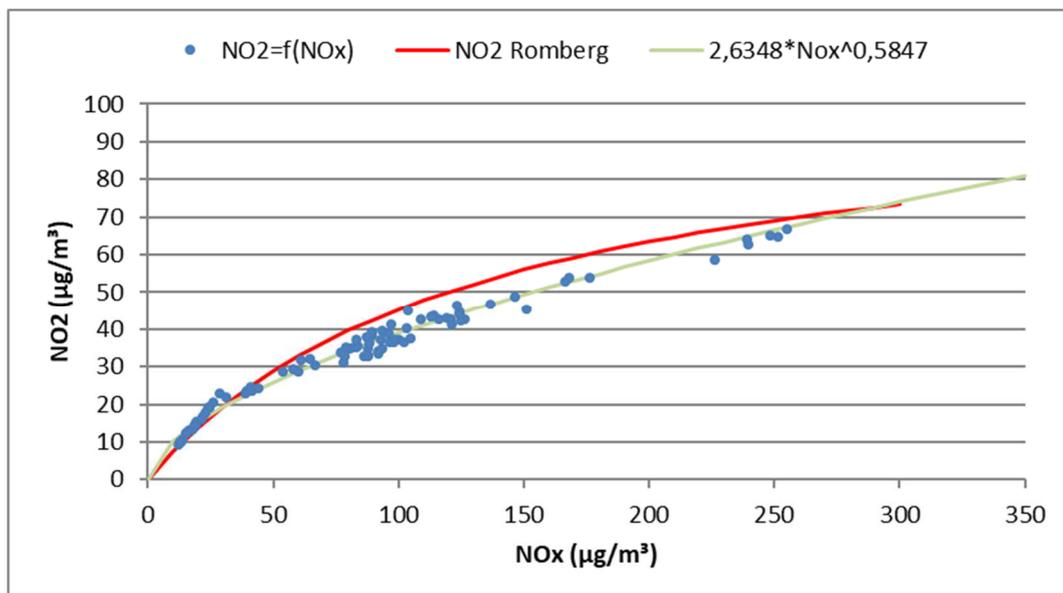


Abbildung 10: Regressionsfunktion zur Ableitung der NO₂-Konzentration aus den berechneten NO_x-Werten

5.1.2 Zusammensetzung der Luftschadstoffbelastung

Die Luftschadstoffkonzentrationen am Theodor-Heuss-Ring setzen sich aus regionalen, städtischen und lokalen Anteilen zusammen. Regionale und städtische Anteile werden zusammen als so genannte Hintergrundbelastung bezeichnet.

- **Regionaler Anteil:**
Luftschadstoffkonzentrationen in ländlichen emittentenerfernen Bereichen
- **Städtischer Anteil:**
Luftschadstoffkonzentrationen aus den Quellen allgemeiner Straßenverkehr, Hausbrand, Industrie und Gewerbe

Als Anhaltspunkt für die Hintergrundbelastung können Werte aus Stationen im städtischen Hintergrund, an Verkehrsstationen zu verkehrsarmen Zeiten oder aus Messungen in ausreichendem Abstand zur betrachteten Straße abgeschätzt werden.

In den folgenden Untersuchungen wird für die Hintergrundbelastung für das Jahr 2016 ein Wert von 25 µg/m³ für NO_x (\cong ca. 18 µg/m³ NO₂) angesetzt.

Wird als Maßstab für die regionale Hintergrundbelastung die Luftmessstation Bornhöved mit einem Jahresmittelwert von 12 µg/m³ NO_x verwendet, ergibt sich ein städtischer Anteil an der Hintergrundbelastung von 13 µg/m³ NO_x.

Darauf aufbauend zeigt die folgende Tabelle 6 die typische, quantitative Quellenzuordnung am Theodor-Heuss-Ring anhand der an den Stationen festgestellten Jahresmittelwerte für Stickstoffoxide (NO_x). Die Daten können von Jahr zu Jahr schwanken.

	Theodor-Heuss-Ring	
	NO _x [µg/m ³]	Anteil
regionaler Anteil		
gesamt	12	
davon aus dem Mitgliedstaat	12	5%
grenzüberschreitend	0	0%
städtischer Anteil	13	5%
Hintergrundbelastung	25	10%
örtliche Komponente		
gesamt	225	90%
Verkehr	225	90%
Summe	250	100%

Tabelle 6: Quellenzuordnung für Stickstoffoxide am Theodor-Heuss-Ring in Kiel

5.1.3 Unsicherheitsfaktoren

In Anlage 1 der 39. BImSchV ist als Anforderung die Unsicherheit von Modellrechnungen als Datenqualitätsziel festgelegt. Sie ist definiert als die maximale Abweichung der gemessenen und berechneten Konzentrationswerte in Bezug auf den Grenzwert und beträgt für den Jahresmittelwert von Stickstoffdioxid 30%.

Die Abweichungen resultieren neben Modelldefiziten aus der Tatsache, dass die Eingangsdaten und deren zeitliche Entwicklung nicht genau bestimmt werden können.

Folgende Faktoren beeinflussen die Genauigkeit von Modellrechnungen:

- Die meteorologischen Daten sind nicht an den Straßenstandorten unter Einfluss von Bebauung erhoben worden, sondern am Stadtrand (freie Anströmung, Flugplatz Holtenau).
- Die Verkehrszahlen, der Anteil des Schwerlastverkehrs, die Flottenzusammensetzung (Anteil Diesel, Anteile verschiedener Emissionskonzepte), Ganglinien, Kapazitäten, Verkehrsmodi (insbesondere stop&go) sind aufgrund fehlender hoch aufgelöster Verkehrszählungen nicht genau bekannt.
- Die Emissionsfaktoren aus dem HBEFA unterliegen laufend Änderungen aufgrund neuer Erkenntnisse über die Emissionen im realen Fahrbetrieb.
- Berechnet wird verfahrensbedingt die Komponente „Stickstoffoxide“ NO_x. Die Umrechnung auf das beurteilungsrelevante „Stickstoffdioxid“ NO₂ erfolgt über einen statistischen Zusammenhang.

Um diese Unsicherheiten zu berücksichtigen, wird im ersten Schritt eine Analyse durchgeführt, um die Übereinstimmung von Modellierungs- und Messergebnissen zu überprüfen. Weichen beide voneinander ab, kommt es zur Einführung und Verwendung eines Kalibrierfaktors, wie in Kapitel 5.1.1 beschrieben.

5.2 Theodor-Heuss-Ring

5.2.1 Die Bedeutung des Theodor-Heuss-Rings

Die Bundesstraße (B) 76 ist wie alle Bundesstraßen und Bundesautobahnen eine Bundesfernstraße. Gemäß § 1 des Bundesfernstraßengesetzes sind „Bundesstraßen des Fernverkehrs (Bundesfernstraßen) öffentliche Straßen, die ein zusammenhängendes Verkehrsnetz bilden und einem weiträumigen Verkehr dienen oder zu dienen bestimmt sind.“

Die Bundesstraße B 76 verläuft zwischen der B 75 in Lübeck-Travemünde im Südosten und der B 201 bei Schleswig in der Nähe der Verknüpfung der B 201 mit der A 7 bei Schuby im Norden Schleswig-Holsteins. Die B 76 ist damit für den Fernverkehr die wichtigste Verbindung zwischen der Lübecker Bucht und der Schlei. Sie verbindet im Bundesfernstraßennetz die Bundesautobahnen A 1 (Anschlussstelle (AS) Eutin), A 215 (AS Kiel-Mitte) sowie darüber unmittelbar die A 210 (Autobahndreieck Kiel-West), A 7 (AS Schleswig/Jagel bzw. AS Schleswig/Schuby) sowie auch die zukünftige zur A 21 auszubauende B 404 im Barkauer Kreuz in Kiel miteinander.

Von der Verknüpfung mit der A 1 an der Anschlussstelle (AS) Eutin verläuft sie als zweistreifige Bundesstraße bis zur Verknüpfung mit der B 430 im Stadtgebiet von Plön. Auf dem Stadtgebiet von Plön ist sie im Bereich der Parallelführung der Bundesstraßen 76 und 430 vierstreifig. Zwischen dem Abzweig der B 430 und der Verknüpfung mit der B 202 südlich von Schwentinental ist sie wieder zweistreifig. Der anschließende lange Streckenabschnitt zwischen Schwentinental und Gettorf ist durchgängig zweibahnig vierstreifig ausgebaut und es befinden sich in diesem Bereich die Verknüpfungen mit der B 502 (Ostring Kiel), mit der B 404 und zukünftigen A 21 im sogenannten Barkauer Kreuz, mit der A 215 (AS Kiel-Mitte) und über die A 215 mit der A 210 sowie mit der B 503 am sogenannten Holstein(stadion)knoten.

Im Verlauf zwischen Gettorf und Eckernförde ist die B 76 wieder zweistreifig bevor sie nach der Verknüpfung mit der B 203 im Stadtgebiet von Eckernförde in Parallelführung mit der B 203 vierstreifig bis

im Norden von Eckernförde ausgebaut ist. Der Abschnitt der B 76 zwischen dem Abzweig der B 203 Richtung Kappeln in Eckernförde und der B 77 im Süden von Schleswig ist wieder zweistreifig, der Abschnitt zwischen der Verknüpfung mit der B 77 und der Verknüpfung mit der B 201 nördlich von Schleswig vierstreifig. Die vierstreifigen Verkehrsführungen in Schleswig, Eckernförde, Kiel und Plön übernehmen neben der Verknüpfungsfunktion im Bundesfernstraßennetz auch teilweise oder ganz die Funktion einer Ortsumgehung.

Über die B 76 werden auch die Verkehre zu und von den Kieler Häfen zu den Autobahnen gelenkt, so dass die B 76 insbesondere im Kieler Stadtgebiet auch eine wichtige Funktion für die Hafenhinterlandanbindung der Kieler Häfen übernimmt.

Auf dem gesamten Kieler Stadtgebiet mit Ausnahme des kurzen Abschnitts des Theodor-Heuss-Rings zwischen Barkauer Kreuz und Waldwiesenkreisel sowie im Bereich der direkten Anbindung der Müllverbrennungsanlage Kiel an die B 76 ist die B 76 anbaufrei und niveaufrei mit dem nachgeordneten Kieler Straßennetz verknüpft.

Auch wenn die B 76 im Abschnitt des Theodor-Heuss-Rings zwischen Barkauer Kreuz und Waldwiesenkreisel nicht anbaufrei ist und somit dort auch noch eine gewisse Erschließungsfunktion aufweist, übernimmt sie gleichwohl überwiegend die Funktion einer innerstädtischen Umgehungsstraße, die neben dem bestimmungsgemäßen überregionalen Fernverkehr auch regionalen und innerstädtischen Verkehr aufnimmt und somit das übrige innerstädtische Straßennetz vom Kfz-Verkehr entlastet. Die vierstreifige, kreuzungsfreie Bundesfernstraße in diesem Bereich erzeugt eine gewollte Sogwirkung auf den innerstädtischen Kfz-Verkehr, der auf ihr gebündelt und relativ konfliktarm an den hochbelasteten innerstädtischen Knotenpunkten vorbeigeführt werden kann. Insbesondere Konflikte mit den schwächeren Verkehrsteilnehmern (Fußgängern und Radfahrern) sind nahezu ausgeschlossen, da es im Gegensatz zum übrigen innerstädtischen Straßennetz keine niveaugleichen Kreuzungsstellen des Kfz-Verkehrs mit den schwächeren Verkehrsteilnehmern gibt. So befindet sich z.B. in diesem Bereich im Verlauf des Krusenrotter Weges eine Brücke für Radfahrende und Fußgehende zur gefahrlosen, niveaufreien Kreuzung des Theodor-Heuss-Rings.

Mit einer aktuellen Verkehrsstärke von werktags bis zu 111.000 Kfz/24h ist der vierstreifige Theodor-Heuss-Ring (zwischen Barkauer Kreuz und Saarbrückenstraße) der höchstbelastete Straßenabschnitt auf dem Kieler Stadtgebiet, gefolgt von dem sechsstreifigen Abschnitt des Olof-Palme-Damms zwischen Kronshagener Weg und der A 215 mit etwa 95.000 Kfz/24h sowie der eigentlichen, ebenfalls sechs-streifigen A 215 im Bereich der AS Kiel-Mitte mit etwa 85.000 Kfz/24h.

Die Situation des Straßennetzes von Kiel unterscheidet sich insofern von vielen anderen deutschen Großstädten, als dass es hier kaum Alternativrouten für die eine zentrale Verkehrsachse gibt. Dies gilt sowohl weiträumig, als auch kleinräumig. Aufgrund der topographischen Lage an der Förde, gibt es nur einen etwa 2 Kilometer breiten Bereich, in dem Verkehrsachsen zwischen der Uferkante und dem sich anschließenden kleinen Höhenrücken geführt werden können. Da es in diesem Bereich auch sehr umfangreiche Bahnanlagen gibt, müssen diese gekreuzt oder umfahren werden. Die Bahnanlagen werden durch den Theodor-Heuss-Ring (B 76) und die Gablenzstraße (K 20) niveaufrei gekreuzt und durch den Streckenzug Bahnhofstraße – Kaistraße umfahren.

Da sich der stark durch Luftschadstoffe belastete Bereich des Theodor-Heuss-Rings unmittelbar aus Osten kommend direkt hinter der Brücke über Bahnanlagen liegt und keine zumutbare südliche Umfahrungsmöglichkeit existiert, gibt es genau drei Straßenquerschnitte, die der Kraftfahrzeugverkehr durchqueren könnte:

- a) die Alte Lübecker Chaussee (K 11),
- b) die Gablenzstraße mit der Gablenzbrücke (K 20) sowie
- c) den Straßenzug Bahnhofstraße / Kaistraße.

Das Bundesfernstraßennetz ist in Schleswig-Holstein recht weitmaschig. Da die B 76 in Kiel die küstennächste Bundesfernstraße in Nord-Süd-Richtung ist, wäre nur eine weiträumige westliche Umfahrung im Bundesfernstraßennetz möglich. Von Plön kommend wäre für eine Umfahrung und Bundesfernstraßennetz die Nutzung der B 430 bis Neumünster sowie dann die Nutzung der A 7 und der A 215 die nächstgelegene Route. Die Strecke von Plön zum Kreuzungspunkt der A 215 mit der B 76 an der Anschlussstelle Kiel-Mitte würde statt der 31 Kilometer direkter Strecke auf der B 76, 77 Kilometer betragen, was einen Umweg von 36 Kilometern bedeuten würde.

Die kürzeste Umfahrung des Streckenabschnitts des Theodor-Heuss-Rings (THR) zwischen Alter Lübecker Chaussee (ALC) und Waldwiesenkreisel ist die Strecke über Alte Lübecker Chaussee (ALC) und Hamburger Chaussee (HC). Diese drei Streckenabschnitte von B 76 (THR), K 11 (ALC) und K 29 (HC) bilden ein Dreieck, in dessen Süden der Theodor-Heuss-Ring verläuft. Die Streckenlänge über ALC und HC ist in etwa doppelt so lang wie die Strecke auf dem Theodor-Heuss-Ring. Die Umweglänge beträgt gut 600 Meter. Bedingt durch zwei alte Eisenbahnüberführungen über die ALC, die nicht die heutige Regeldurchfahrthöhe von 4,50 m erreichen, ist die ALC in diesem Bereich auf 3,90 m Durchfahrthöhe höhenbeschränkt, so dass nicht alle Kfz diese Strecke nutzen können.

5.2.2 Verkehrsbelastung

Grundlage für die nachfolgenden Analysen sind die Verkehrszahlen, die von der Stadt Kiel zur Verfügung gestellt wurden. Sie basieren auf dem Verkehrsmodell der Stadt Kiel, mit dem durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärken (DTV_w) im Straßennetz der Stadt Kiel ermittelt werden.

Die nachfolgend dargestellten Verkehrszahlen beziehen sich auf die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV). Für die Umrechnungen wurden Faktoren verwendet, die aus den Daten einer automatischen Dauerzählstelle abgeleitet wurden. Die automatische Dauerzählstelle befindet sich am westlichen Ende des Betrachtungsgebiets im Bereich „Waldwiese“. Abbildung 11 zeigt die Lage der Detektoren, der Luftmessstation (roter Kreis) und die Nummerierung der Fahrspuren.

Danach fahren im Querschnitt des Standortes der Messstation ca. 44.600 Fahrzeuge (incl. 1.530 schwere Nutzfahrzeuge) in west-östliche und ca. 44.400 KFZ (incl. 1.420 schwere Nutzfahrzeuge) in ost-westliche Richtung. Daten für die Aufteilung des Verkehrs auf die insgesamt sechs Fahrspuren entstammen dem Verkehrsmodell der Stadt Kiel.

Im Modell werden die einzelnen Spuren durch insgesamt 12 Emissionsquellen entsprechend der Nummerierung in Abbildung 11 simuliert.

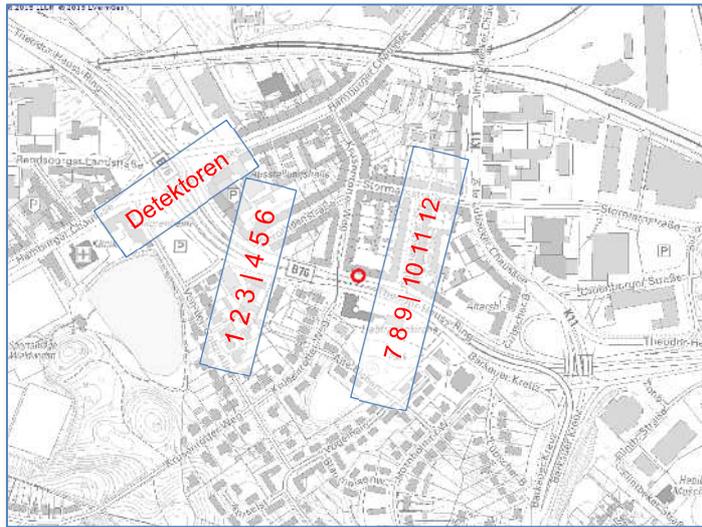


Abbildung 11: Lage der Luftmessstation und der Detektoren und Nummerierung der Fahrspuren

Theodor-Heuss-Ring	Fahrtrichtung Ost				Fahrtrichtung West			
	Spur 1 rechts	Spur 2 Mitte	Spur 3 links	Summe	Spur 4 links	Spur 5 Mitte	Spur 6 rechts	Summe
PKW	3700	17600	20000	41300	16800	20100	4500	41400
LNF	120	760	860	1740	690	810	110	1610
SNF	70	1180	280	1530	90	1240	90	1420
Summe	3890	19540	21140	44570	17580	22150	4700	44430
	Spur 7 rechts	Spur 8 Mitte	Spur 9 links	Summe	Spur 10 links	Spur 11 Mitte	Spur 12 rechts	Summe
PKW	8600	16200	16500	41300	4500	17000	19900	41400
LNF	530	660	550	1740	290	420	900	1610
SNF	450	990	90	1530	190	240	990	1420
Summe	9580	17850	17140	44570	4980	17660	21790	44430

Tabelle 7: Verkehrszahlen für die Modellrechnung (Quelle: Stadt Kiel)⁶

In Tabelle 7 sind die Verkehrsstärken dargestellt, die sich aus dem Verkehrsmodell für die aktuelle Verkehrssituation ergeben.

Die an den Detektoren ermittelten Werte weisen für die PKW zwei Spitzenzeiten und nur einen relativ geringen Abfall an den Wochenenden aus. Für die schweren Nutzfahrzeuge werden die höchsten Werte in der Zeit von 8 bis 10 Uhr vormittags sowie ein deutlicher Rückgang am Wochenende festgestellt.

In dem zur Berechnung verwendeten Modell können die Ganglinien nicht nach KFZ-Typen getrennt berücksichtigt werden. Daher werden gewichtete Ganglinien gebildet, die den starken Abfall des LKW-Anteils am Wochenende entsprechend abbilden. Abbildung 12 zeigt diese Ganglinien für die vier Detektoren.

⁶ Tabelle 4 Bericht PTV Group vom 18.04.2019.

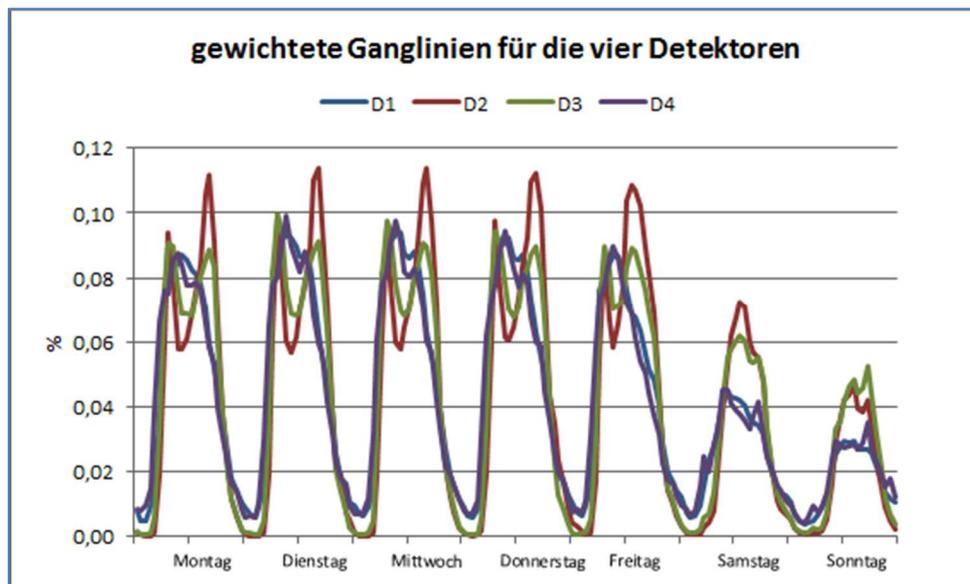


Abbildung 12: gewichtete Ganglinien für die vier Detektoren

5.2.3 Verkehrssituation

Die Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs sind außer von den Verkehrszahlen auch vom Straßentyp, der erlaubten Geschwindigkeit, der Steigung und der Kapazität der einzelnen Spuren abhängig.

Die Verkehrssituation am Theodor-Heuss-Ring wird gemäß HBEFA 4.1 für die Jahre bis 2018 folgendermaßen eingestuft:

- Straßentyp: Hauptverkehrsstraße
- Geschwindigkeit: 70 km/h
- Kapazität pro Spur: 1800 KFZ/h
- Steigung: 2% - 4%

Die Emissionen werden darüber hinaus durch den sogenannten Verkehrsmodus (level of service - LOS) bestimmt, für den vier Zustände definiert sind: flüssig, dicht, gesättigt, stop&go. Die Emissionen der Kraftfahrzeuge nehmen von „flüssig“ bis „stop&go“ erheblich zu.

Die Verteilung auf die Verkehrsmodi erfolgt in Abhängigkeit von der Kapazität gemäß folgender Tabelle 8. Grundlage ist die sogenannte PKW-Einheit, die sich aus der Anzahl der Personenkraftwagen und Schwere Nutzfahrzeuge nach folgender Formel berechnet wird: $PKW-E = PKW + 2 \cdot SNF$ (s. BAST, 2013).

Kapazität Auslastung	flüssig	dicht	gesättigt	stop&go
50%	100%	0%	0%	0%
80%	0%	100%	0%	0%
100%	0%	0%	80%	20%
120%	0%	0%	60%	40%
>120%	0%	0%	40%	60%

Tabelle 8: Aufteilung der Fahrzeuge auf die Verkehrsmodi in Abhängigkeit von der Auslastung (Angaben pro Stunde)

In Abhängigkeit von einer vorgegebenen Kapazität wird die Auslastung stundenfein ermittelt und dem entsprechenden Verkehrsmodus zugeordnet. Die Zeitanteile der verschiedenen Verkehrsmodi sowie die Anzahl Fahrzeuge, die sich jeweils in den Verkehrsmodi befinden, sind in der folgenden Tabelle 9 für die Fahrspuren 7 bis 12 entsprechend Abbildung 11 zusammengestellt.

	Zeitanteile der Verkehrsmodi für die Spuren 7 – 12					
	Spur 7	Spur 8	Spur 9	Spur 10	Spur 11	Spur 12
Flüssig	71%	43%	48%	71%	48%	39%
Dicht	29%	28%	32%	29%	41%	29%
Gesättigt	0%	20%	14%	0%	9%	22%
Stop&go	0%	8%	6%	0%	2%	11%
	Anteile der Fahrzeuge in den Verkehrsmodi für die Spuren 7 – 12					
	Spur 7	Spur 8	Spur 9	Spur 10	Spur 11	Spur 12
Flüssig	56%	17%	9%	43%	12%	15%
Dicht	44%	40%	45%	57%	64%	36%
Gesättigt	0%	30%	32%	0%	19%	32%
Stop&go	0%	13%	14%	0%	5%	16%

Tabelle 9: Zeitanteile der Verkehrsmodi und Anteile der Fahrzeuge in den Verkehrsmodi für die Spuren 7 – 12 in %

5.2.4 Ergebnisse der Modellrechnungen

Untersuchungen zum Theodor-Heuss-Ring waren im bestehenden Luftreinhalteplan Kiel bisher nicht enthalten, da die Station erst im Mai 2011 in Betrieb genommen wurde. Die Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid liegen auf der Nordseite des Abschnitts um die Fußgängerbrücke Krusenrotter Weg jedoch seit dem Jahr 2012 auch deutlich über 50 µg/m³, so dass Analysen und Prognosen der Schadstoffbelastung erforderlich werden.

Die folgenden Parameter werden für die Modellsimulationen (Analyse und Prognose) verwendet:

- Quellkonfiguration: Messstation auf der nördlichen Seite, Fahrspuren aufgeteilt in 12 Emissionsquellen (2 Bereiche westlich und östlich der Messstation, jeweils 6 Spuren)
- meteorologische Zeitreihen des Jahres 2016
- Verkehrsdaten: Verkehrsmodell der Stadt Kiel
- Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), Version 4.1
- Emissionsfaktoren: Analyse: Jahr 2016 / Prognose: Jahr ab 2017
- Basis-Regressionsfunktion: $NO_2 = 2,6348 * NOx^{0,5847}$
- Kalibrierfaktor: 1,0

Zur Analyse und Kontrolle der getroffenen Annahmen und der Modellresultate werden mit den oben aufgeführten Eingangsparametern aus den stündlich berechneten NOx-Konzentrationen Wochengänge berechnet und mit den tatsächlich gemessenen Werten verglichen. Abbildung 13 zeigt die ermittelten Verläufe, die gut übereinstimmen und die grundsätzliche Geeignetheit der Vorgehensweise belegen.

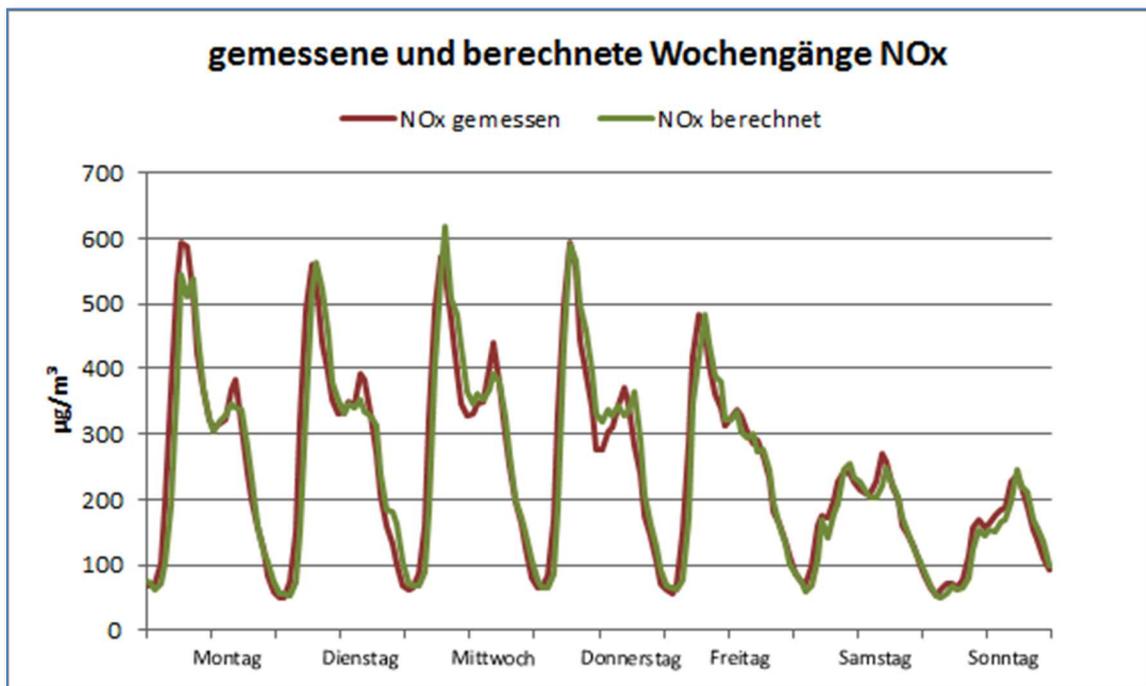


Abbildung 13: Mittlerer Wochengang der berechneten und gemessenen NOx-Konzentrationen

Auf dieser Basis können die vertikale und horizontale Verteilung der Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Straße modelliert werden.

Abbildung 14 zeigt anhand der roten Bereiche die Grenzwertüberschreitungen für Stickstoffdioxid im Straßenabschnitt Theodor-Heuss-Ring im Umfeld des Krusenrotter Wegs in Höhe des Erdgeschosses. Die Maschenweite des Netzes beträgt 1,5 m x 1,5 m.

Konzentrationswerte über dem Grenzwert von 40 µg/m³ treten an der gesamten Baufluchtlinie auf der Nordseite und ein Stück weit bis in den nördlichen Abschnitt des Krusenrotter Wegs hinein auf. Die Wohnbebauung auf der Südseite ist nicht von der Überschreitungssituation betroffen.

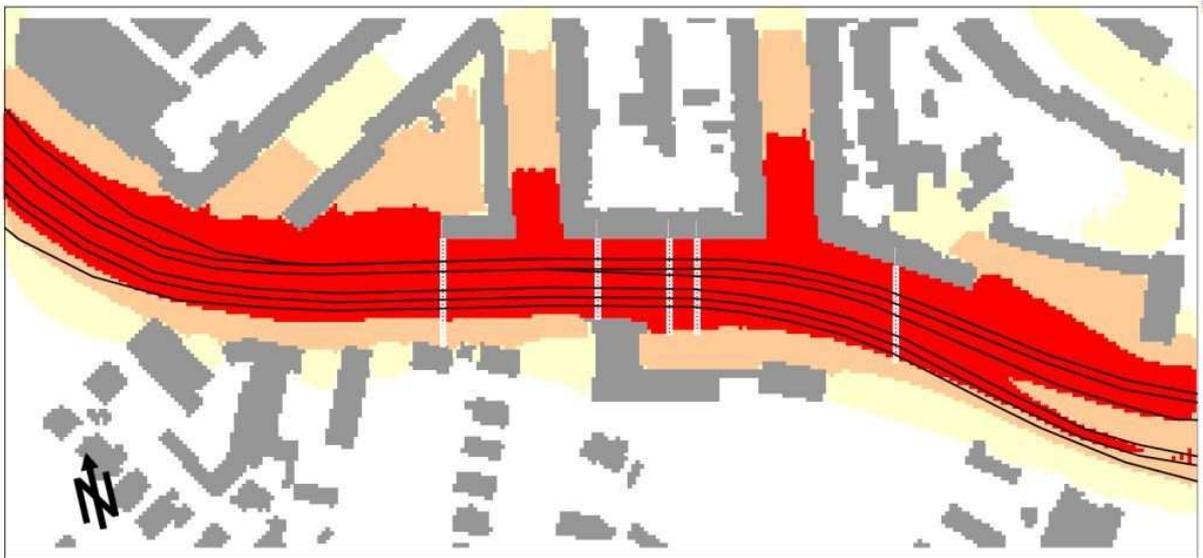


Abbildung 14: Räumliche Verteilung der NO₂-Belastung am Theodor-Heuss-Ring im Bereich Krusenrotter Weg

Abbildung 15 zeigt im Querschnitt Theodor-Heuss-Ring (Messstation) die Stickstoffdioxid-Belastung am Standort der Messstation mit der südlichen Begrenzung durch die Liebfrauenkirche. Der von Grenzwertüberschreitungen betroffene Bereich erstreckt sich auf der Nordseite mit Wohnbebauung bis in die oberen Stockwerke. Das grüne Kästchen symbolisiert die Lage der Probenahme der Luftmessstation.

Mit gemessenen Jahresmittelwerten von 65 µg/m³ in den Jahren 2015 und 2016 werden die Aussagen grundsätzlich bestätigt.

12,0-15,0		37	38	38	37	37	36	36	35	35	34	34	33	33	32	32	31	30	30	29	28						
9,0-12,0		43	44	43	43	43	42	42	41	40	40	39	38	38	37	37	36	36	36	36	34						
6,0-9,0		49	51	50	50	49	49	48	48	47	46	45	44	43	43	42	42	42	42	42	40						
4,5-6,0		54	56	48	56	56	55	55	54	53	51	50	49	48	47	46	45	45	45	45	43						
3,0-4,5	Nord	57	60	60	60	61	61	61	60	58	56	54	52	51	50	49	48	48	47	47	44						Süd
1,9-3,0		58	62	63	66	68	69	68	66	63	60	57	55	54	53	52	51	50	49	49	45						
1,1-1,9		59	63	65	70	76	77	75	74	69	63	59	58	57	56	56	54	52	51	49	45						
0,5-1,1		59	63	75	74	89	89	84	86	77	65	60	61	52	60	61	58	55	52	49	45						
0,0-0,5		56	61	65	76	93	94	87	90	80	66	61	62	62	61	62	60	56	52	48	43						
Höhe in m		Querschnitt Theodor-Heuss-Ring (Messstation)																									

Abbildung 15: Vertikale Verteilung der Belastung am Standort der Messstation

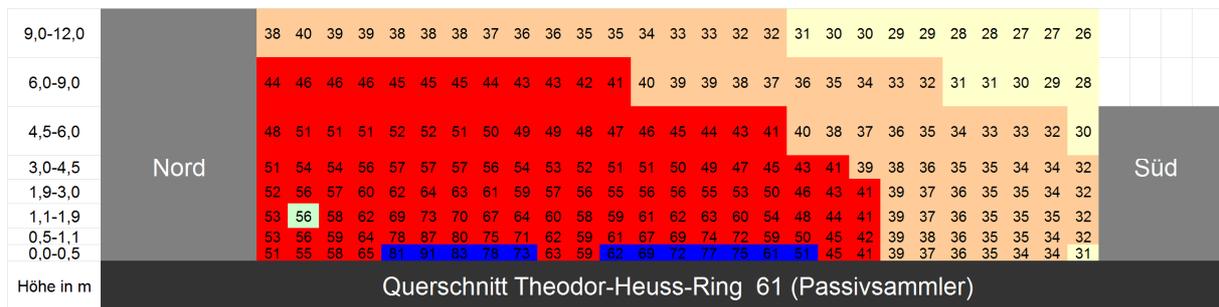


Abbildung 16: Vertikale Verteilung der Belastung auf Höhe des Hauses Theodor-Heuss-Ring 61

Abbildung 16 zeigt die Stickstoffdioxidverteilung entsprechend für den Querschnitt Theodor-Heuss-Ring (Passivsammler) im Bereich der auf der Südseite niedrigeren, aufgelockerten Bebauung.

Zum Vergleich: Die Passivsammlermessungen, die in diesem Querschnitt unmittelbar am Gebäude auf der Nordseite und in der Nähe der Gebäude auf der Südseite durchgeführt werden, ergaben in den Jahren 2015 und 2016 folgende Jahresmittelwerte: 59/68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Nordseite) und 27/28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Südseite).

Die einzelnen Fahrspuren liegen in unterschiedlicher Entfernung zur Bauflucht und weisen verschiedene Verkehrsbelastungen auf. Mit den Modellrechnungen kann abgeschätzt werden, in welchem Umfang die einzelnen Fahrspuren zur Belastung beitragen.

Die folgende Abbildung 17 zeigt die Beiträge der einzelnen Fahrrichtungen an der Immissionskonzentration am Standort der Messstation für das Jahr 2016. Ergänzt wurden die Anteile des umliegenden Straßennetzes und der Hintergrundbelastung. Danach trägt Fahrtrichtung West zur Stickstoffoxidbelastung mit ca. 74 % bei, da sie die geringste Entfernung zur Station und da die Straße in dieser Richtung eine Steigung aufweist. Der städtische Hintergrund, das umliegende Straßennetz und die Gegenrichtung tragen nur in geringerem Maße zur Belastung bei.

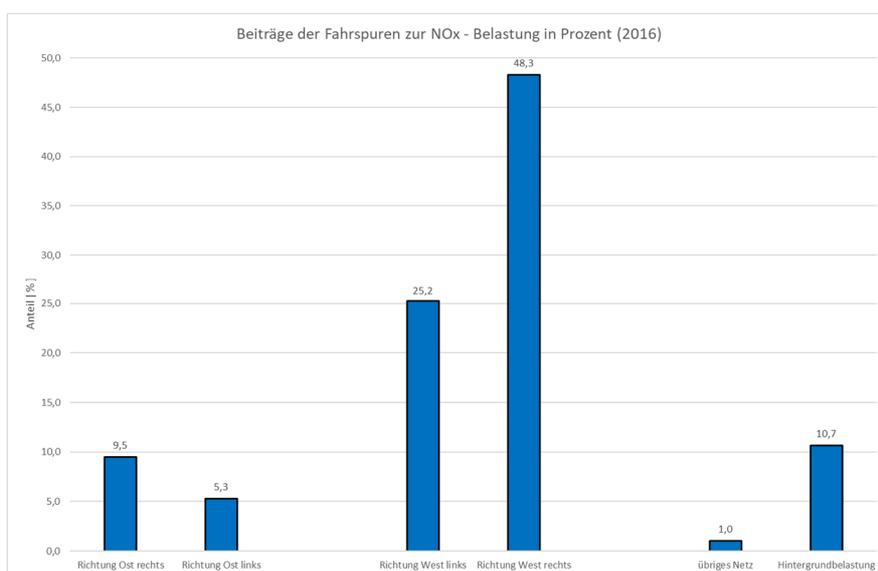


Abbildung 17: Beiträge der Fahrrichtungen zur NOx-Konzentration am Theodor-Heuss-Ring (HBEFA 4.1)

5.3 Schätzung der betroffenen Bevölkerung

Die Berechnungen für den Theodor-Heuss-Ring zeigen, dass nur die Bebauung an der nördlichen Straßenseite Grenzwertüberschreitungen aufweist, allerdings nahezu in allen Stockwerken. Von den ca. 200 Bewohnern dieser Häuserzeile wird ca. $\frac{3}{4}$ von einer Grenzwertüberschreitung betroffen sein, so dass sich eine Gesamtzahl von ca. 150 betroffenen Bewohnern ergibt.

5.4 Prognose ohne Durchführung von zusätzlichen Maßnahmen

Auch ohne die in diesem Luftreinhalteplan vorgesehenen Maßnahmen auf lokaler Ebene wird sich die Schadstoffbelastung in den kommenden Jahren am Theodor-Heuss-Ring verändern, insbesondere aufgrund der Änderungen in der Flottenzusammensetzung in Richtung auf emissionsärmere Kraftfahrzeuge. Nachfolgend werden die hierzu durchgeführten Abschätzungen dargestellt.

In einem ersten Schritt wurde die zukünftige Entwicklung der Stickstoffdioxidbelastung am Theodor-Heuss-Ring ohne die Durchführung von Maßnahmen abgeschätzt. Verwendet wurden hierbei die Emissionsfaktoren des Handbuches für Emissionsfaktoren (HBEFA, Version 4.1), das für die kommenden Jahre eine fortlaufende Modernisierung der Fahrzeugflotte und eine Absenkung der Emissionen durch verbesserte Fahrzeugtechnik prognostiziert und hierfür Daten bereitstellt. Alle anderen Parameter, insbesondere auch die Verkehrsbelastung, wurden unverändert beibehalten.

Abbildung 18 zeigt die zeitliche Entwicklung der Stickstoffdioxidkonzentrationen auf der Grundlage der getroffenen Annahmen bis ins Jahr 2025 ohne (Faktor 1) und mit Kalibrierfaktor (Faktor 0,8) und die entsprechenden, gemessenen Werte für die Jahre 2014 bis 2018. Für das Jahr 2019 ist der aufgrund der bisher vorliegenden Messwerte zu erwartende Jahresmittelwert von ca. $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mit eingetragen.

Zur Verflüssigung des Verkehrs sind von der Stadt Kiel die Herabsetzung der Höchstgeschwindigkeit von 70 km/h auf 50 km/h sowie die Sperrung von Ein- und Ausfahrten am Theodor-Heuss-Ring durchgeführt worden. Dies wurde bei der Prognose einbezogen.

Im Einzelnen sind folgende Maßnahmen bereits umgesetzt bzw. befinden sich in der Umsetzung

- Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf dem Theodor-Heuss-Ring zwischen Waldwiesenkreisel und Ostring von 70 km/h auf 50 km/h,
- Sperrung der Zu- und Abfahrten vom und zum Theodor-Heuss-Ring an folgenden Straßen,
 - Krusenrotter Weg nördlich und südlich des Theodor-Heuss-Rings,
 - Dithmarscher Straße,
 - Lübscher Baum nördlich des Theodor-Heuss-Rings,
- Einrichtung Einbahnstraße Krusenrotter Weg von Hamburger Chaussee aus,
- Zuflussteuerung am Überflieger von der B 404 zum Theodor-Heuss-Ring in Fahrtrichtung Westen.

Eine wesentliche Änderung in den Verkehrszahlen ist aufgrund dieser Maßnahme nicht zu erwarten und auch seitens der Verkehrsbehörde nicht als Ziel dieser Maßnahme formuliert.

Zur Berücksichtigung der Wirkung der Verflüssigung wird modelltechnisch die Kapazität der Fahrspuren soweit heraufgesetzt, dass eine Situation ohne Stauanteile modelliert wird.

Die voneinander abweichenden Verläufe der berechneten und gemessenen Werte spiegeln die Schwankungsbreiten aufgrund tatsächlich unterschiedlicher meteorologischer Bedingungen oder zeitlicher Änderungen anderer Parameter wider.

Weiterhin wurde angenommen, dass die Hintergrundbelastung im Mittel um $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pro Jahr abnimmt.

Für die in den folgenden Kapiteln durchgeführten Abschätzungen der zukünftigen Entwicklung und der Wirksamkeit der untersuchten Maßnahmen wird eine mittlere Entwicklung der Belastung angesetzt (in Abbildung 18 als „Schlauchmitte“ bezeichnet).

Die Wirkung von Software-Updates wird entsprechend dem Handbuch für Emissionsfaktoren berücksichtigt. Dort sind aktuell nur für Euro-5 Diesel-Pkw mit Motoren der Reihe EA 189 des VW-Konzern deren Fahrleistungsanteile und die Änderungen im Emissionsverhalten, die durch das Software-Update im Rahmen des verpflichteten Rückrufes hervorgerufen werden, enthalten.

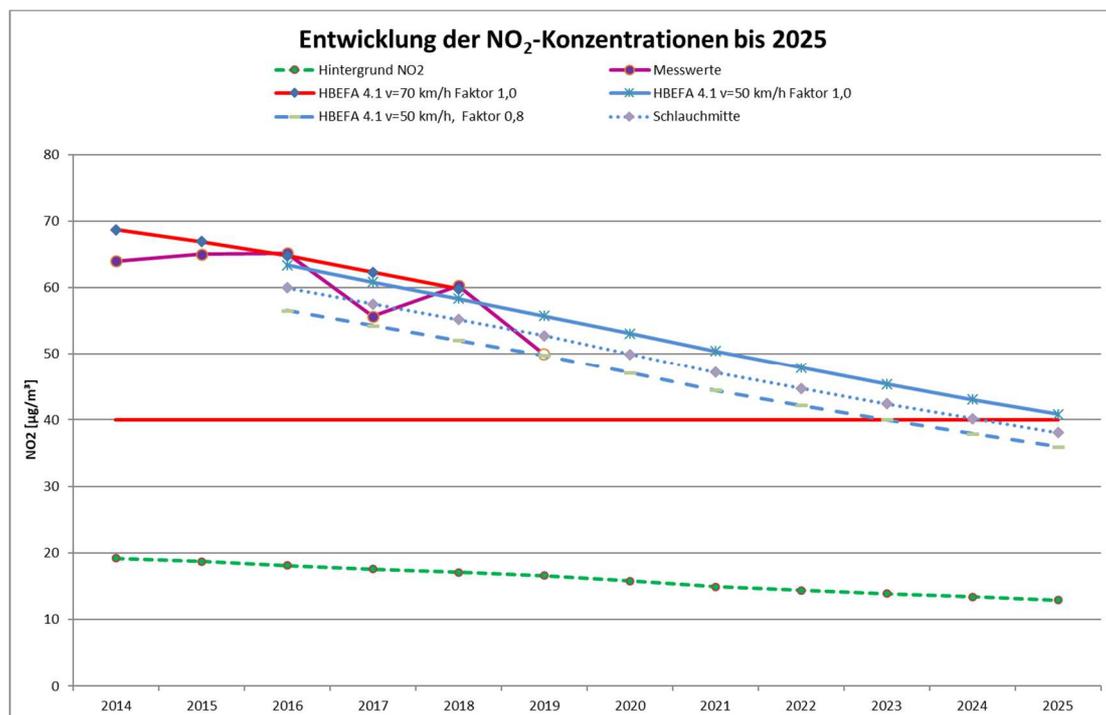


Abbildung 18: Entwicklung der NO₂-Konzentrationen bis 2025 aufgrund der Modernisierung der Fahrzeugflotte nach HBEFA 4.1 bei sonst unveränderten Randbedingungen, die Entwicklung der Hintergrundbelastung und gemessene Jahresmittelwerte 2014 bis 2018 und der für das Jahr 2019 zu erwartende Jahresmittelwert

Die von der Stadt Kiel für den 1.12.2019 angekündigte Sperrung der Bahnhofstraße für Kraftfahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht über 3,5 Tonnen ist in Abbildung 18 noch nicht berücksichtigt. Die dadurch zu erwartende Reduzierung der LKW Zahlen auf dem Theodor-Heuss-Ring wird dort zu geringeren Belastungen (ca. - 0,3 µg/m³) führen und ist in Tabelle 10 berücksichtigt.

Für die Abschätzung der Wirkung der in den nachfolgenden Kapiteln dargestellten Maßnahmen werden als sogenanntes „Null-Szenario THR 2020“, folgende Jahresmittelwerte verwendet:

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Nullszenario THR 2020	49,6	46,8	44,4	42,1	39,9	37,8

Tabelle 10: Jahresmittelwerte NO₂ in µg/m³ – Prognose für das Nullszenario THR 2020

Damit sind Maßnahmen, die die Stadt Kiel unabhängig von den Festlegungen dieses Luftreinhalteplans bereits ergriffen hat, bei den Prognosen berücksichtigt und somit ist deren Bestand als Voraussetzung für diesen Plan anzusehen.

Die für das Jahr 2020 geplante Baumaßnahme am Theodor-Heuss-Ring und deren Auswirkung auf Luftqualität wird in Kapitel 6.3 beschrieben.

6 Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität am Theodor-Heuss-Ring

6.1 Einleitung

Die Grenzwerte für den Jahresmittelwert werden auf der Nordseite des Theodor-Heuss-Ring seit Beginn der Messungen dort deutlich überschritten.

In Kapitel 5.4 war dargestellt worden, wie sich die Schadstoffbelastung entwickeln wird, wenn keine zusätzlichen Maßnahmen ergriffen werden.

In der nachfolgenden Abbildung 19 sind die Jahresmittelwerte dargestellt, die in den vergangenen Jahren an den Messstationen in Kiel am Theodor-Heuss-Ring, im städtischen Hintergrund und in Bornhöved ermittelt wurden. Sie zeigen den deutlichen Unterschied in der Belastung am Theodor-Heuss-Ring im Vergleich zu den gemessenen Werten im sogenannten städtischen und dem regionalen Hintergrund. In Abbildung 14 wurde gezeigt, dass die hohen Stickstoffdioxidbelastungen auf einen engen Bereich um den Theodor-Heuss-Ring begrenzt sind und die Konzentrationen in den Nebenstraßen mit dem Abstand zum Theodor-Heuss-Ring sehr schnell abnehmen.

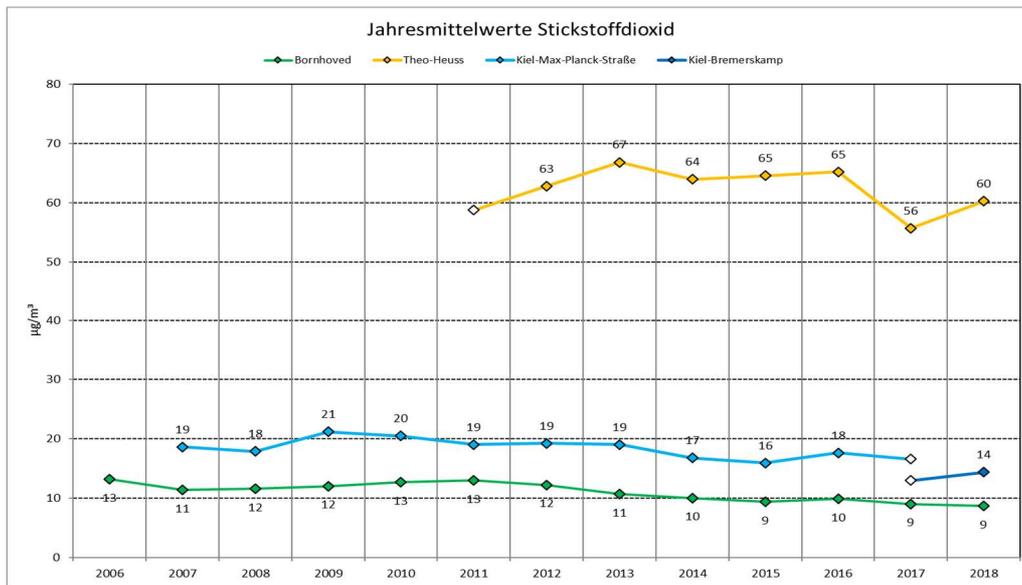


Abbildung 19: Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid in Kiel und Bornhöved

Maßnahmen zur Senkung der Belastung müssen sich daher vorrangig auf die Emissionen des Verkehrs auf dem Theodor-Heuss-Ring und deren räumliche Verteilung im Straßenraum auswirken.

Neben den meteorologischen Bedingungen und der Bebauungsstruktur wird die Luftbelastung bestimmt durch die Verkehrsbelastung, die Aufnahmekapazität der Straße und dem sich daraus ergebenden, zeitlichen Verlauf der Verkehrszustände.

Bestimmend für die Emissionen des Straßenverkehrs in der Straße sind somit

- die Verkehrsstärke,
- die Zusammensetzung der Flotte (PKW, leichte- und schwere Nutzfahrzeuge),
- die Emissionen des einzelnen Fahrzeugs, abhängig von
 - der Art des Fahrzeugs (Benzin- oder Diesel PKW, leichte- und schwere Nutzfahrzeuge),
 - dem Verkehrsfluss (flüssig, dicht, gesättigt, stop & go),
 - der Steigung bzw. das Gefälle des Straßenabschnitts.

Die resultierenden Immissionen hängen wiederum zusätzlich vom Abstand der Emissionen von den zu betrachtenden Immissionsorten ab. Daher würde auch eine räumliche Verlagerung der Fahrzeuge mit den höchsten Emissionen zu einer Verbesserung der Situation beitragen.

Um ausschließlich durch eine Verringerung der Verkehrszahlen die Einhaltung der Grenzwerte im Jahr 2020 zu erreichen, ergeben die Modellrechnungen ungeachtet der Fahrzeugart und der Abgasnorm, dass die Verkehrszahlen auf dem Theodor-Heuss-Ring ungefähr halbiert werden müssten.

6.1.1 Rechtliche Anforderung an die Auswahl und Bewertung von Maßnahmen

Werden Immissionsgrenzwerte nach § 48a Abs. 1 BImSchG i. V. m. § 3 Abs. 2 der 39. BImSchV überschritten, hat die zuständige Behörde zum Schutz der Wohnbevölkerung gem. § 47 Abs. 1 S. 1 BImSchG die Pflicht einen Luftreinhalteplan mit den erforderlichen Maßnahmen zur Luftreinhaltung aufzustellen.

Maßnahmen zur Luftreinhaltung müssen gem. § 47 Abs. 1 S. 3 BImSchG auch geeignet sein, den Zeitraum der Grenzwertüberschreitung so kurz wie möglich zu halten.

Die Fragen der rechtlichen Anforderungen an Maßnahmen zur Luftreinhaltung lehnen in erster Linie an die Berücksichtigung des Verursacherprinzips und der Wahrung des Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes nach § 47 Abs. 4 BImSchG an.

Demnach sind Emittenten hinsichtlich ihres Verursacheranteils heranzuziehen. Die Maßnahmen müssen dabei verhältnismäßig sein und dürfen die davon Betroffenen nicht unangemessen belasten.⁷ Bei der Auswahl der Maßnahmen steht den Planungsbehörden ein grundsätzliches Ermessen zu.

Maßnahmen müssen objektiv geeignet sein, die Grenzwerte einzuhalten. Hierzu müssen zum einen Prognosen vorliegen, die den Wirkungsgrad der Maßnahme beziffern, zum anderen ist der zeitliche Horizont abzuschätzen, ab wann mit der Maßnahme bzw. dem Maßnahmenbündel die Grenzwerte eingehalten werden können.⁸

Vor dem Hintergrund der Verhältnismäßigkeit besteht der Anspruch, dass diejenigen Maßnahmen gewählt werden, die den geringsten Eingriff darstellen und die zur Zielerreichung erforderlich sind. Hierbei ist zu prüfen, ob durch die Ergreifung anderer Maßnahmen der gleiche Wirkungsgrad erreicht würde, der sich wiederum gleichzeitig geringer auf die Betroffenen auswirkt.

Schließlich hat eine Abwägung der einzelnen betroffenen Rechtsgüter stattzufinden. Maßnahmen der Verkehrslenkung und Verkehrsverlagerung dürfen im Ergebnis zu keinen unzumutbaren Eingriffen in die Grundrechte Dritter führen. Die Durchsetzung des Grundrechts auf körperliche Unversehrtheit nach Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG hat für betroffene Anwohner dabei jedoch höchste Priorität und kann Eingriffe in die Rechte anderer rechtfertigen.

Nachfolgend werden verschiedene Maßnahmen beschrieben und bewertet, die zu einer Senkung der Schadstoffbelastung am Theodor-Heuss-Ring beitragen können.

6.2 Maßnahmen zur Senkung des städtischen Anteils der Hintergrundbelastung

Der als Hintergrundbelastung in Kiel bezeichnete Beitrag zur Schadstoffbelastung am Theodor-Heuss-Ring setzt sich zusammen aus einem regionalen Anteil und einem städtischen Anteil, der durch die Emissionen im Stadtgebiet hervorgerufen wird.

Aufgrund einer Extrapolation der Messergebnisse der vergangenen Jahre an der Messstation in Bornhöved und der Kieler Hintergrundmessstation wird davon ausgegangen, dass sich die Hintergrundbelastung in Kiel jährlich um $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ reduziert. Für die Jahre 2020 und 2021 ist auf Grund der nachfolgend aufgeführten Maßnahmen von jeweils weiteren $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Rückgang auszugehen. Diese Abnahme ist im oben dargestellten Nullszenario (siehe Abbildung 18) berücksichtigt.

6.2.1 Green City Plan

Die Landeshauptstadt Kiel hat mit dem Green City Plan⁹ https://www.kiel.de/de/umwelt_verkehr/verkehrswege/verkehrsentwicklung/green_city_plan.php mehr als 40 Sofortmaßnahmen zur Gestaltung einer nachhaltigen und emissionsfreien Mobilität entwickelt, die in den kommenden fünf Jahren wirksam werden sollen, um sowohl lokal als auch im Stadtgebiet insgesamt die Belastung durch Stickoxide zu senken. Einzelne Maßnahmen könnten sich aber auch auf den Theodor-Heuss-Ring verkehrsreduzierend auswirken wie z.B. die Verbesserung des Schiffsverkehrs auf der Förde, das

⁷ Jarass BImSchG, 2017, § 47 Rn. 34-37.

⁸ VG Sigmaringen 1 K 154/12, Rn. 49, juris; BVerwG 7 C 26.16, Rn. 34, juris.

⁹ Siehe Kapitel 8.1 Anhang 1 Luftreinhalteplan Kiel, Green City Plan.

Semesterticket oder die Hein-Schönberg-Bahnlinie. Die Sofortmaßnahmen des Green City Plans konkretisieren Maßnahmenvorschläge des „Masterplans Mobilität für die KielRegion“¹⁰ und weiterer Konzepte und Pläne wie dem „Masterplan 100% Klimaschutz“¹¹ und tragen deshalb auch dazu bei, die in diesen beiden Plänen angestrebten Ziel einer emissionsfreien Mobilität für das Jahr 2050 zu erreichen.

Die Umsetzung des Green City Plans und weitere großräumig angelegte Maßnahmen leisten einen mittel- und langfristigen Beitrag zur Reduzierung des städtischen Anteils der Hintergrundbelastung und sind daher im Sinne der Luftreinhaltung zu begrüßen.

Das Minderungspotential, welches sich aus den Maßnahmen des Green City Plans ergibt, findet in der Senkung der allgemeinen Hintergrundbelastung Berücksichtigung. Eine gesondert ausgewiesene Zurechnung bei der Prognose für die Entwicklung der Hintergrundbelastung, ist aufgrund von kleinteiligen Beiträgen nicht möglich.

6.2.2 Jobticket

Die Stadt Kiel beabsichtigt die Einführung eines Jobtickets für die Beschäftigten der Stadtverwaltung und der städtischen Beteiligungsgesellschaften zum August 2020. Darüber hinaus führt die Stadt Kiel zur Zeit Gespräche zur Ausweitung des neuen Jobtickets auf weitere Betriebe und Verwaltungsdienststellen. Die Stadt Kiel beziffert 10.000 Adressaten für das neue Jobticket unter dem eigenen Beschäftigten und 30.000 weitere unter Einbeziehung zusätzlicher Arbeitgeber. Das Jobticket, das attraktivere Konditionen als das bisherige beinhalten würde, soll mehr Pendler zu einem Umstieg auf den ÖPNV motivieren und damit zu einer Abnahme der Verkehrszahlen im Kieler Stadtgebiet insgesamt und auch zu einer Reduzierung der Stickoxidbelastung am Theodor-Heuss-Ring führen.

Die Stadt Kiel geht davon aus, dass durch die Einbeziehung des Jobtickets die Anzahl der Benutzer des ÖPNV im Berufsverkehrs um ca. 50 % gesteigert werden. Das würde zu einer Steigerung der Fahrgastzahlen um ca. 5000 Fahrgäste führen. Nach Angaben der Stadt Kiel wird der Theodor-Heuss-Ring überwiegend für Fahrten mit Quelle oder Ziel im Ballungsraum Kiel genutzt und durch die Einführung des neuen Jobtickets wird von einer Reduzierung der Verkehrszahlen auf dem Theodor-Heuss-Ring insgesamt um 600 Pkw für das Jahr 2020 und für 2500 Pkw für das Jahr 2021 ausgegangen. Die Wirkung dieser Maßnahme wird im Rahmen der Hintergrundbelastung berücksichtigt.

6.3 Zeitlich befristete Änderungen im Verkehrsablauf

In den folgenden Jahren werden mehrere Baumaßnahmen auf dem Theodor-Heuss-Ring und im umliegenden Straßennetz durchgeführt.

So werden im Sommerhalbjahr 2020 (Beginn 15. April) Instandsetzungsmaßnahmen am Barkauer Kreuz und am Waldwiesenkreisel durchgeführt. Während dieser Maßnahme steht auf dem Theodor-Heuss-Ring in Fahrtrichtung Westen zwischen Barkauer Kreuz und Waldwiesenkreisel nur ein Fahrstreifen zur Verfügung. Auch der Überflieger von der B404 zum Theodor-Heuss-Ring wird gesperrt werden. Durch diese Maßnahme wird die Kapazität der Straße deutlich reduziert. Das Verkehrsmodell der Stadt Kiel prognostiziert für diesen Fall, dass die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) in Richtung Westen von 44.430 auf 20.390 Kfz sinkt. Der Verkehr wird während der Instandhaltungsmaßnahmen überwiegend auf die Fahrspur unmittelbar am Mittelstreifen geführt. Eine Sperrung der Abfahrt zum Waldwiesenkreisel ist nicht vorgesehen.

¹⁰ www.kielregion.de/mobilitaet

¹¹ www.kiel.de/klimaschutz

Die Reduzierung der Verkehrsstärke und die „Sperrung“ der Spuren 5, 11 und 12 führen zu einer deutlichen Reduzierung der Belastung. Würde die Baumaßnahme das gesamte Jahr 2020 andauern, würde die Belastung im Jahresmittel auf 35,2 µg/m³ sinken.

Abbildung 9 hat gezeigt, dass die Belastung am Theodor-Heuss-Ring einen typischen Jahresverlauf mit höheren Werten im Sommerhalbjahr hat. Die Monatsmittelwerte der Monate März bis September liegen jeweils höher als der Jahresmittelwert.

Überschlägig ist folgende Entwicklung der Jahresmittelwerte am Theodor-Heuss-Ring zu erwarten, wenn die Baustelle für den Zeitraum von 6 Monaten im Sommer 2020 eingerichtet wird:

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Nullszenario THR 2020	49,6	46,8	44,4	42,1	39,9	37,8
Nullszenario THR 2020 + „Baustelle 2020“	41,7	46,8	44,4	42,1	39,9	37,8

Tabelle 11: Jahresmittelwerte NO₂ – Prognose für das Nullszenario THR 2020 mit Berücksichtigung der Baustelle Sommerhalbjahr 2020

Auch wenn die Einrichtung dieser Baustelle im Nebeneffekt zu einer zeitlich befristeten deutlichen Senkung der Belastung führen wird, kann nicht davon ausgegangen werden, dass im Jahr 2020 der Grenzwert eingehalten wird. Es werden weitere Maßnahmen erforderlich sein.

6.4 Technische Maßnahmen

6.4.1 Luftfilteranlagen

Die Stadt Kiel beabsichtigt, im Jahr 2020 zur Verbesserung der Luftqualität/Stickstoffdioxidbelastung Luftfilteranlagen am Theodor-Heuss-Ring zu errichten.

Es werden verschiedene Systeme zur Absaugung belasteter Luft, Reinigung durch Aktivkohlefilter und Ausblasen der gereinigten Luft diskutiert. Die Hersteller der Luftfilteranlagen verfolgen unterschiedliche Ansätze zur Realisierung der Absaugung der mit Stickoxiden belasteten Luft und deren anschließenden Filterung. Zum einen erfolgt die Absaugung über auf den Fußweg bzw. Fahrradweg an der Nordseite des Theodor-Heuss-Rings installierten Filtersäulen bzw. Filtercontainer. Die Ausblasung der gereinigten Luft erfolgt in Richtung Häuserseite. Dabei sehen die Konzepte vor, dass mehrere dieser Luftfilteranlagen entlang der Häuserfront installiert werden. Zum anderen wird eine Schlitzabsaugung auf den zwei häusernahen, nördlichen Fahrstreifen vorgeschlagen. Die Ausblasung erfolgt über einen Turm in der Mitteleitplanke in zwölf Meter Höhe.¹²

Die Wirkung der Absauganlagen wird zum einen durch das Volumen der angesaugten und anschließend gereinigten, wieder ausgeblasenen Luft und zum anderen durch den Abstand zwischen den einzelnen Filtersäulen bzw. Filtercontainer bestimmt.

Die Wirkung ist unmittelbar hinter den Filtereinheiten hoch und nimmt mit seitlichem Abstand ab. Die Wirkung der Filter und damit die Minderung der Schadstoffbelastung ist nicht über die gesamte Häuserfront in gleicher Weise vorhanden. Durch entsprechende Dimensionierung des Abstandes zwischen den einzelnen Filtern ist es möglich, eine Minderungswirkung zu gewährleisten, die an der gesamten Häuserfront wirksam ist.

¹² Diese Variante wird aufgrund der erforderlichen Baumaßnahmen am Straßenkörper und dem dafür zu erwartenden Zeitbedarf hier nicht weiter betrachtet, sie ist aber ebenfalls grundsätzlich geeignet, die Schadstoffbelastung zu senken.

Nachfolgend ist dargestellt, welche Vertikalverteilung an der Häuserfront zu erwarten ist, wenn an der Messstation ein Wert von $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (etwa mittlere Belastung für das Jahr 2020 – ohne Baustelle) im Jahresmittel angezeigt wird:

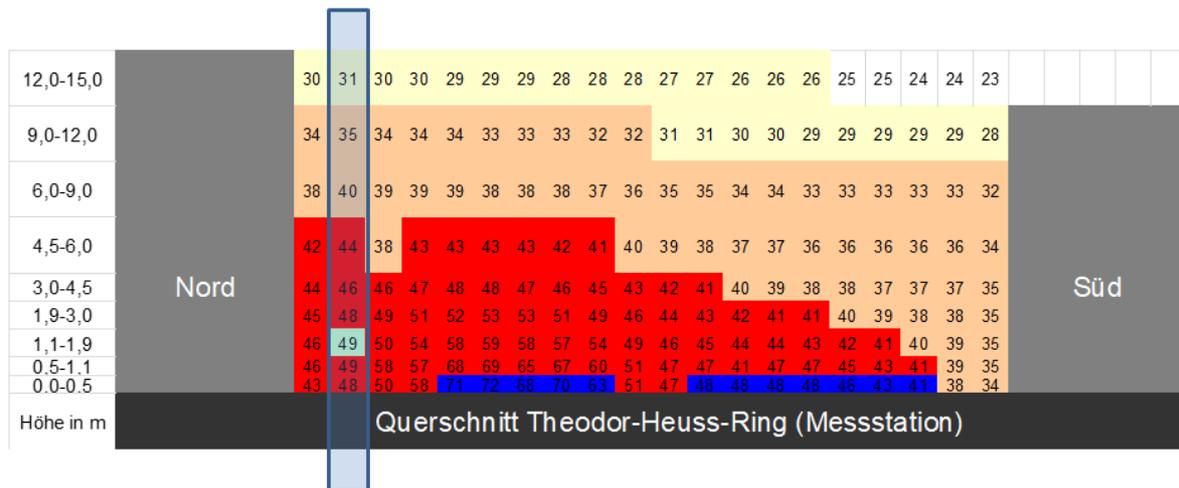


Abbildung 20: Vertikale Verteilung der Belastung am Standort der Messstation

Soweit Absauganlagen die einzige Maßnahme darstellen, die Belastung auf Werte unterhalb des Grenzwertes abzusenken, müssten sie unter dieser Randbedingung in 1,5 m Höhe etwa 20 % Minderung erzielen, in 5 m Höhe etwa 10 %.

Zur Minderung der Schadstoffbelastung wird die Stadt Kiel am Theodor-Heuss-Ring Luftfilteranlagen installieren, die an der gesamten Häuserfront eine Minderung von ca. 20 Prozent in 1,5 m Höhe gewährleisten und 10 Prozent in 5 m Höhe.

Soweit die Filtereinheiten nicht während des gesamten Jahres mit voller Leistung betrieben werden können, z.B. wegen einer Abschaltung während der Nachtstunden oder zum Schutz des Filters bei Regen, wird dies bei der Konzeption der Luftfilteranlagen berücksichtigt. Die bei der Wirkungsprognose zu Grunde gelegten Abscheidegrade der Luftfilteranlagen werden im Dauerbetrieb durch eine entsprechende Wartung wie z.B. einen regelmäßigen Filtertausch sichergestellt.

Die Absauganlagen werden spätestens mit dem Ende der Baustelle betriebsbereit sein.

6.4.2 Photokatalytische Oberflächen

Im Jahr 2020 plant die Stadt Kiel auf dem Gehweg zwischen Lübscher Baum und Hamburger Chaussee sowie an einer zwischen Fahrbahn und Gehweg geplanten Betonschutzwand einen photokatalytisch aktiven Belag aufzubringen. Die vorgesehenen Flächen auf dem Gehweg und an der Betonschutzwand umfassen 1800 m^2 bzw. 600 m^2 .

Am betroffenen Abschnitt des Theodor-Heuss-Rings ist bereits die Richtungsfahrbahn West von der Dithmarscher Straße bis zur Dorotheenstraße sowie die Ausfahrtsrampe zur Waldwiese mit einem photokatalytisch aktiven Belag zur Minderung der Stickoxidmissionen versehen. Dieser umfasst eine Fläche von 2.900 m^2 . Zusammen ergibt sich zukünftig eine Fläche von 5.900 m^2 .

Untersuchungen haben gezeigt, dass photokatalytisch aktiven Beläge in der Lage sind, Stickoxide abzubauen. Die Wirksamkeit wird dabei von den Standortbedingungen wie Bebauung, Windverhältnisse und Sonneneinstrahlung sowie der Depositionsrate des photokatalytisch aktiven Materials beeinflusst.

Die Wirkung ist dann am größten, wenn die Windgeschwindigkeit gering und die Sonneneinstrahlung hoch ist.

Bei einem Projekt in Dortmund (Pilot-Projekt Projektes „Park der Partnerstädte/ Leonie-Reyggers-Terrasse“) wurde diese Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit in der deutlichen Abnahme der Minderungswirkung bei einer Zunahme der Windgeschwindigkeit gezeigt. Bei einer mittleren Windgeschwindigkeit von 1,2 m/s wurde dort eine mittlere jährliche Minderungsleistung ermittelt, die kleiner als 1 % ist¹³. In Kiel ist die mittlere gemessene Windgeschwindigkeit 3,9 m/s deutlich höher (Bezugszeitraum 1994 bis 2003).

Aufgrund der vorherrschenden höheren Windgeschwindigkeiten in Kiel ist zu erwarten, dass sich die Minderung an Stickoxidimmissionen hauptsächlich in der bodennahen Schicht auswirken wird und dass die Verwendung von photokatalytisch aktiven Oberflächen am Theodor-Heuss-Ring keinen nennenswerten Minderungsbeitrag bezüglich der Stickoxidimmissionen und zur Einhaltung des Grenzwertes leisten wird.

6.5 Verkehrslenkende Maßnahmen zur Reduzierung der NO₂ Belastung am Theodor-Heuss-Ring

Die in den nachfolgenden Abschnitten verwendeten Verkehrszahlen basieren auf dem Verkehrsmodell der Stadt Kiel, mit dem durch einen Gutachter Prognosen für die verkehrlichen Auswirkungen verschiedener Szenarien durchgeführt wurden.

6.5.1 Änderung der Verkehrsführung für Diesel – Kraftfahrzeuge – „Diesel-links“

Die Stickstoffoxidemissionen von Diesel-Kfz sind deutlich höher als die der Benzin-Kfz.

Zur Senkung der Belastung ist es möglich, durch die Sperrung der rechten Fahrspur in Richtung Westen (Spuren 5 & 12) für Diesel-Kfz und deren Verlagerung auf die linke Fahrspur eine größere räumliche Entfernung der Emissionen der Diesel-Kfz von der Wohnbebauung zu schaffen.

Zur Umsetzung dieser Maßnahme müssten aus Gründen der Verkehrssicherheit folgende Zu- und Abfahrten für den Verkehr gesperrt werden:

- Zufahrtsrampe zum Theodor-Heuss-Ring von der Ratzeburger Straße aus,
- Rampe vom Theodor-Heuss-Ring zum Waldwiesenkreisel in Fahrtrichtung Westen.

Maßnahmen, die die Sperrung der Zufahrt von der Ratzeburger Straße beinhalten, werden aufgrund der damit verbundenen Auswirkungen auf das dortige Gewerbegebiet von der Stadt als nicht realisierbar eingestuft. Sie werden daher als Maßnahme nicht weiter verfolgt.

6.5.2 Sperrung der Abfahrt vom Theodor-Heuss-Ring zum Waldwiesenkreisel

Durch eine Sperrung der Abfahrt vom Theodor-Heuss-Ring zum Waldwiesenkreisel wird die Verkehrsnachfrage auf dem davorliegenden Abschnitt des Theodor-Heuss-Rings sinken.

¹³ Uhlendahl, Gallus, Flassak: Vortrag „Park der Partnerstädte/ Leonie-Reyggers-Terrasse mit photokatalytisch aktiver Betonoberfläche“, gehalten im Kolloquium „Luftqualität an Straßen“, März 2013
https://www.bast.de/BASt_2017/DE/Verkehrstechnik/Publikationen/Veranstaltungen/V3-Luftqualitaet-2013/luftqualit%C3%A4t-vortrag-uehlendahl.pdf?_blob=publicationFile&v=1

Das Verkehrsmodell der Stadt Kiel ergibt, dass diese Abfahrt von durchschnittlich 4700 Kraftfahrzeugen pro Tag genutzt wird. Diese müssten sich andere Wege suchen, um ihr Fahrtziel zu erreichen. Unter der Annahme, dass die Fahrzeuge zum Teil vorher und zum Teil nachher vom Theodor-Heuss-Ring abfahren, sind geringere Abnahmen zu erwarten als der Kombination mit der Sperrung der Zufahrt von der Ratzeburger Straße.

Maßnahme		2020	2021
Sperrung Abfahrt Waldwiesenkreisel		48,6	45,9

Tabelle 12: Jahresmittelwerte NO₂-Prognose für die Maßnahme Sperrung der Abfahrt zum Waldwiesenkreisel

6.5.3 Zusammenfassung/Rechtliche Bewertung

Maßnahmen zur Lenkung und Verflüssigung des Verkehrs sind sinnvoll, um die aktuellen und zukünftig steigenden Verkehrszahlen in Kiel bewältigen zu können. Insbesondere können Änderungen in der Verkehrsführung den Theodor-Heuss-Ring entlasten oder entstehende Ausweichverkehre, die vom Theodor-Heuss-Ring abfahren, weiträumiger erfassen und umlenken.

Insgesamt sind die im Kapitel 6.5 beschriebenen Maßnahmen für sich aufgrund ihres Wirkungsgrads nicht geeignet, für das Jahr 2020 und 2021 eine Einhaltung der Grenzwerte für Stickstoffdioxid am Theodor-Heuss-Ring zu gewährleisten.

Auch unter Berücksichtigung Auswirkungen der Instandhaltungsarbeiten in 2020 und denen sich daraus ergebenden Möglichkeiten, in diesem Jahr den Grenzwert einzuhalten, sind weitere Maßnahmen erforderlich, um in den darauffolgenden Jahren (2021 und folgende) die Einhaltung des Grenzwertes sicherzustellen.

6.6 Selektive Sperrung des Theodor-Heuss-Ringes

Die Verringerung der Verkehrszahlen auf dem Theodor-Heuss-Ring ist eine effektive Maßnahme, um die Belastung durch Stickstoffdioxid zu senken.

Die Modellrechnungen haben gezeigt, dass die Verkehrszahlen auf dem Theodor-Heuss-Ring ungefähr halbiert werden müssten, wenn sich die Reduzierung auf alle Fahrzeuggruppen gleichermaßen auswirken würde.

In den folgenden Abschnitten wird untersucht, ob und in welchem Umfang durch die Sperrung des Theodor-Heuss-Ring für bestimmte hochemittierende Fahrzeuggruppen die Belastung gesenkt werden kann.

6.6.1 Erfordernis und Auswahl betroffener Kraftfahrzeugkategorien für eine streckenbezogene selektive Sperrung

Nachfolgend werden die Emissionen des Kraftfahrzeugverkehrs untersucht, um die möglichen Verbesserungen abzuschätzen, die sich durch den Ausschluss von Fahrzeugen von der Durchfahrt des betroffenen Straßenabschnitts zwischen Lübscher Baum und Waldwiesenkreisel erreichen lassen. Grundsätzlich denkbar ist dabei eine Sperrung für unterschiedliche Kraftfahrzeugkategorien (PKW, LNF, SNF), für Fahrzeuge unterschiedlicher Emissionskonzepte („älter als“ EURO 5/6 bzw. V/VI) und

in unterschiedlicher Fahrrichtungen. Die Fahrtrichtung Ost-West liefert aufgrund ihrer Nähe zur Häuserfront den größten Beitrag, so dass Maßnahmen hier am wirkungsvollsten sein würden. Die Anzahl der jeweils betroffenen Fahrzeuge ergibt sich auf der Grundlage der Fahrleistungsanteile, die dem HBEFA 4.1 entnommen wird. Unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren ergeben sich die in der folgenden Abbildung dargestellten Beiträge der Fahrzeugkategorien und Fahrrichtungen für das Jahr 2020.

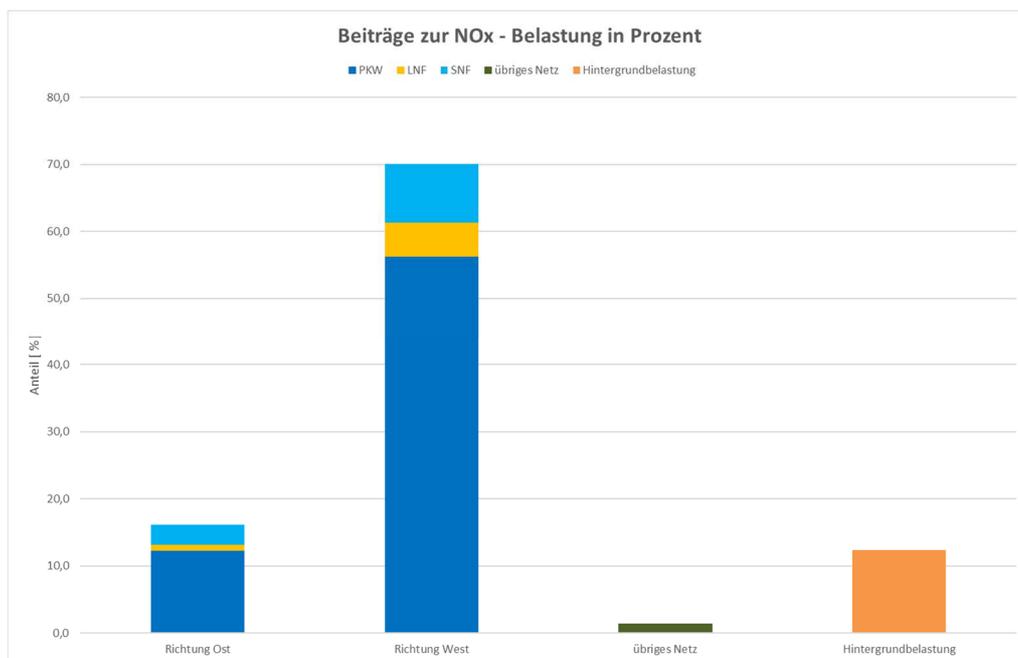


Abbildung 21: Beiträge zur NOx-Belastung am Theodor-Heuss-Ring im Jahr 2020

Den größten Einzelbeitrag liefern demzufolge die PKW in westlicher Fahrtrichtung. Abbildung 22 zeigt die Emissionsfaktoren der PKW für unterschiedliche Emissionskonzepte exemplarisch für eine Hauptverkehrsstraße, eine Geschwindigkeit von 50 km/h bei einer Steigung von 4% und dichtem Verkehr. Dargestellt sind ebenfalls die jeweiligen Fahrleistungsanteile, wobei diese deutlich von dem Anteil am Fahrzeugbestand abweichen können. Im Jahr 2020 werden Diesel-PKW unterhalb der Stufe Euro 6 nach HBEFA 4.1 einen Fahrleistungsanteil von ca. 25% haben.

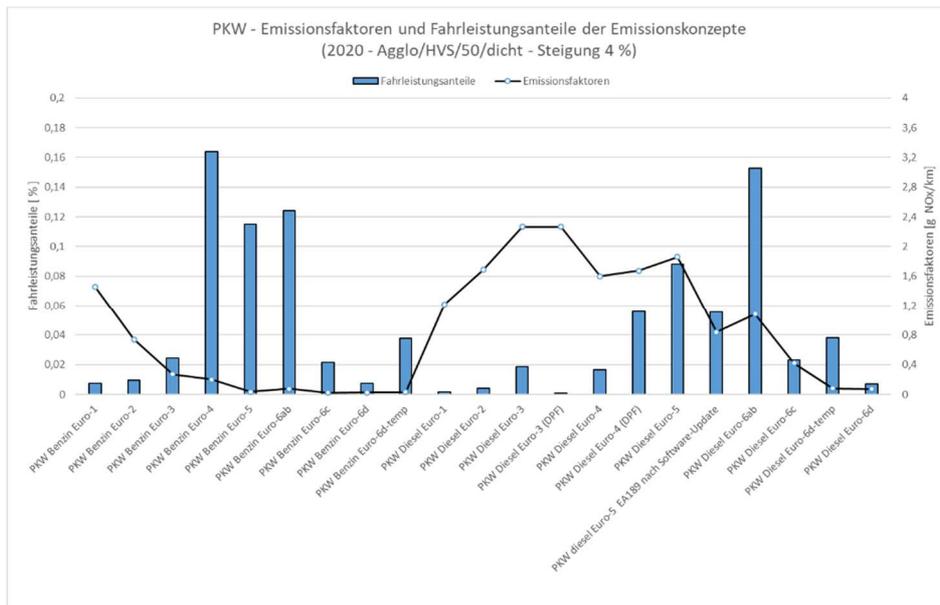


Abbildung 22: Fahrleistungsanteile der Emissionskonzepte und Emissionsfaktoren für PKW

Die Emissionen der PKW Flotte wiederum verteilen sich wie in Abbildung 23 gezeigt auf die Emissionskonzepte. Danach tragen die Diesel-PKW (je nach Verkehrsbedingungen) unterhalb der Stufe EURO 6 in einer Größenordnung von 52 % zu den Emissionen der PKW Flotte bei.

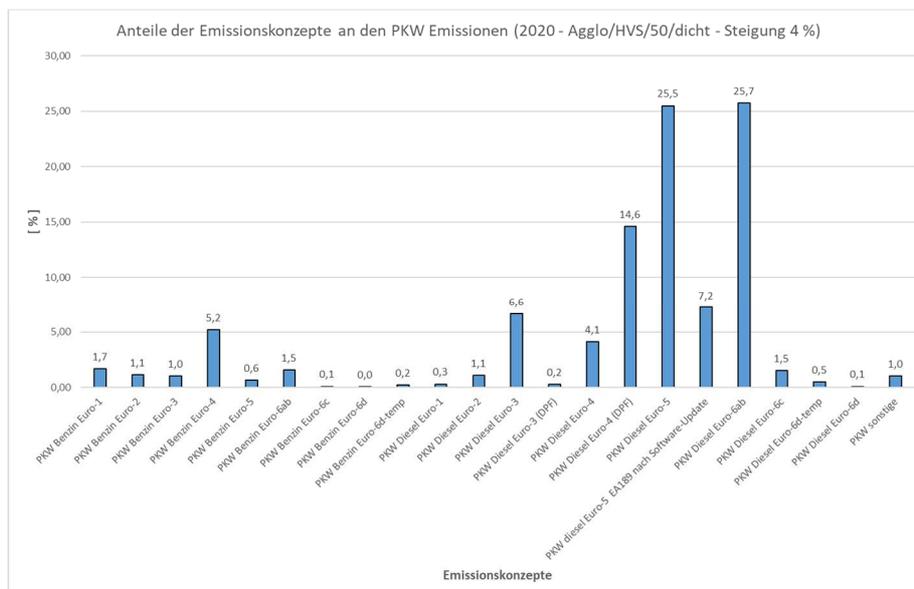


Abbildung 23: Anteile der Emissionskonzepte an den PKW-Emissionen (für das Jahr 2020)

6.6.2 Verkehrliche Auswirkung der selektiven Sperrung des Theodor-Heuss-Ringes

In dem Bereich des Theodor-Heuss-Rings, der von Überschreitungen des Grenzwertes betroffen ist, befinden sich keine Parkmöglichkeiten. Dies hat zur Folge, dass durch einen Ausschluss von Kraftfahrzeugen keine Ziele innerhalb der Stadt Kiel unerreichbar werden.

Die verkehrlichen Auswirkungen der Sperrung des Theodor-Heuss-Ringes in Richtung Westen zwischen Lübscher Baum und Waldwiesenkreisel für Diesel PKW < EURO 6 sind mit dem Verkehrsmodell der Stadt Kiel gutachterlich untersucht worden.

Dabei zeigte sich, dass die Sperrung des Theodor-Heuss-Rings für Diesel Pkw < Euro 6 zu einem sogenannten „Rebound-Effekt“ führt. Knapp die Hälfte der freiwerdenden Kapazitäten würde durch andere Fahrzeuge wieder aufgefüllt. Diese Fahrzeuge sind jedoch nicht nur Pkw, sondern auch Lkw, was ein Ansteigen des Schwerlastverkehrs insgesamt und des Anteils an Diesel Lkw < Euro VI bewirken würde.

Insgesamt ergeben sich aus der selektiven Sperrung von Diesel-PKW der Emissionsklassen EURO 1 – 5 in Richtung Westen folgende täglichen Verkehrszahlen (DTV):

	Richtung Ost	Richtung West
PKW	41300	36430
LNF – leichte Nutzfahrzeuge	1740	1610
SNF – schwere Nutzfahrzeuge	1530	1270
Summe	44600	36495

Tabelle 13: Tägliche Verkehrszahlen am Theodor-Heuss-Ring im Fall einer selektiven Sperrung für Diesel-Pkw der Emissionsklassen EURO 1-5 in Richtung Westen

Durch diese Maßnahme werden die Verkehrszahlen in Richtung Westen um etwa 5000 Kfz abnehmen.

Bei den nachfolgenden Abschätzungen der Wirkung der Maßnahme ist berücksichtigt, dass die durchschnittlichen Emissionen pro PKW durch die Verkehrsbeschränkung für die höher emittierenden Diesel-PKW niedriger sein werden.

	2020	2021	2022	2023	2024
Nullszenario THR 2020	49,6	46,8	44,4	42,1	39,9
selektive Sperrung für Diesel-PKW EURO 1 – 5 in Fahrtrichtung Westen zwischen Lübscher Baum und Waldwiesenkreisel.	39,4	37,5	35,8	34,3	32,8

Tabelle 14: Jahresmittelwerte NO₂ – Vergleich der Prognosen für das Nullszenario und für die selektive Sperrung für Diesel-Pkw der Emissionsklassen EURO 1-5 in Fahrtrichtung Westen

Danach ist durch eine ganzjährige Sperrung für Diesel-PKW der Emissionsklassen EURO 1 – 5 in Fahrtrichtung Westen die Einhaltung des Grenzwertes im Jahr 2020 zu erwarten. Eine Ausweitung der selektiven Sperrung auf andere Fahrzeuggruppen wie leichte und schwere Nutzfahrzeuge ist nicht erforderlich und wäre unbegründet.

Eine Beschränkung der selektiven Sperrung auf Diesel-PKW der Stufen 1 - 4 wäre als alleinige Maßnahme nicht ausreichend, könnte aber ggf. ergriffen werden, wenn hierdurch in Verbindung mit weiteren Maßnahmen die Einhaltung des Grenzwertes sichergestellt werden kann.

6.6.3 Auswirkung auf die Umleitungsstrecken

Im Rahmen der Prüfung einzelner Maßnahmen ist ebenfalls die Wirkung auf andere Straßenzüge zu prüfen. Eine Verkehrsverlagerung vom Theodor-Heuss-Ring in das umliegende Straßennetz und insbesondere eine selektive Sperrung für Fahrzeuge von der Durchfahrt durch das betroffene Teilstück des Theodor-Heuss-Rings würde zu einer zusätzlichen Belastung des Straßenzuges Alte Lübecker Chaussee und Hamburger Chaussee durch Luftschadstoffe führen.

Dabei ist zu beachten, dass eine gezielte Umleitung z.B. von Diesel-KFZ älterer Bauart in allen betroffenen Straßenabschnitten nicht nur die Gesamtzahl der Fahrzeuge und die Verkehrsmodi (flüssig, dicht, gesättigt, stop&go) ändert, sondern auch die Flottenzusammensetzung. Am Theodor-Heuss-Ring würden dann neuere und emissionsärmere, auf den Umleitungsstrecken mehr ältere Diesel – PKW mit höheren Emissionen fahren.

Von den oben betrachteten Maßnahmen sind bei einer Umleitung älterer Diesel-PKW die höchsten zusätzlichen Immissionen zu erwarten.

Aus dem Verkehrsmodell der Stadt Kiel liegen Verkehrszahlen vor, die auf der Hamburger Chaussee bei einer selektiven Sperrung für ältere Diesel-PKW auf dem Theodor-Heuss-Ring zu erwarten sind. Danach würden die Verkehrszahlen von 12.900 auf 16.700 Kraftfahrzeuge pro Tag ansteigen. Auf der Alten Lübecker Chaussee würden statt 12.850 dann 15.500 Kraftfahrzeuge fahren.

Für diese Verkehrszunahme ergeben die Modellrechnungen eine maximale Belastung durch Stickstoffdioxid an der Häuserfront von 29,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in der Hamburger Chaussee und 27,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in der Alten Lübecker Chaussee.

Bei einer Zunahme von LKW Verkehren auf die Hamburger Chaussee würde z.B. bei 200 zusätzlichen schweren Nutzfahrzeugen die Konzentrationen dort um weitere 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ansteigen.

Die Gefahr einer Grenzwertüberschreitung in der Hamburger Chaussee und der Alten Lübecker Chaussee besteht damit nicht.

Die Verkehrslärmbelastung steigt in der Hamburger Chaussee und in der Hamburger Chaussee unter Berücksichtigung dieser Modellrechnungen um etwa 1 dB(A).

6.6.4 Rechtliche Bewertung/Verhältnismäßigkeit der Maßnahme

Die selektive Sperrung für Fahrzeuge stellt vor dem Hintergrund, dass diese innerhalb einer kurzen Zeitspanne zu realisieren ist, eine geeignete Maßnahme nach § 47 Abs. 1 BImSchG dar.

Die rechtlichen Voraussetzungen zur straßenverkehrsrechtlichen Bekanntgabe von selektiven Sperrungen sind nach den Entscheidungen des Bundesverwaltungsgerichts (BVerwG 7 C 26.16 und BVerwG 7 C 30.17) gegeben. Zwar besteht nach Aussage des BVerwG derzeit keine bundesrechtliche Regelung zur Ausweisung von streckenbezogenen selektiven Sperrungen für Dieselfahrzeuge, da die an das Emissionsverhalten der Fahrzeuge knüpfenden Plakettenregelung der 35. BImSchV keine Regelung zur Einschränkung für Dieselfahrzeuge vorsieht. In diesem Fall bleibt das nationale Recht jedoch unangewendet, weil es dem europäischen Recht an dieser Stelle entgegensteht.¹⁴

¹⁴ BVerwG 7 C 30.17, Rn. 7, 36, juris.

Im Ergebnis ist daher eine Bekanntgabe von streckenbezogenen Sperrungen über die straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften der Straßenverkehrsordnung (StVO) möglich.¹⁵ Eine geeignete Überwachung des fließenden Verkehrs ist dabei zu gewährleisten.

Wie in Abbildung 21 dargestellt, wird der weit überwiegende Anteil der Immissionen durch Diesel-PKW in Fahrtrichtung Westen hervorgerufen. Unter Berücksichtigung der Flottenzusammensetzung, der Fahrleistungsanteile und der Emissionsfaktoren erscheinen Maßnahmen, die sich gegen die Nutzung der Dieselfahrzeuge in den Stufen EURO 1 bis 5 richten, vor dem Hintergrund des Verursacherprinzips als sachgerecht und geboten.

Eine selektive Sperrung für Diesel-PKW der Stufen EURO 1 bis 5 wäre auch geeignet, um kurzfristig eine relevante Minderung der Belastung herbeizuführen. Darüber hinaus wäre diese Maßnahme geeignet, die Einhaltung des Grenzwertes im Jahr 2020 und den Folgejahren zu gewährleisten.

Die Anordnung einer selektiven Sperrung des Theodor-Heuss-Ringes für Diesel-PKW bis Euro 5, Richtung Westen ist auch angemessen. Ziel der Maßnahme ist es, die Wohnbevölkerung am Theodor-Heuss-Ring¹⁶ dauerhaft vor Luftschadstoffen zu schützen, indem der in § 3 Abs. 2 der 39. BImSchV festgelegte Grenzwert von 40 µg/m³ für Stickstoffdioxid dauerhaft zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG) eingehalten wird. Diesem Ziel stehen die negativen Auswirkungen des Verkehrsverbots in Form von Einschränkungen der Handlungsfreiheit (Art. 2 Abs. 1 GG) und dem Eigentum (Art. 14 Abs. 1 S. 1 GG) für die Verkehrsteilnehmer gegenüber. Im Ergebnis ist der Schutz der Anwohner höher zu gewichten als die Einschränkungen einer selektiven Sperrung für Diesel-Pkw der Stufen Euro 1 bis 5.¹⁷ Diese Schlussfolgerung greift auch vor dem Hintergrund, dass die Rechtsgüter der individuellen Emittenten zu berücksichtigen sind.¹⁸ Ein grundsätzliches Recht, alle Straßen zu jeder Zeit befahren zu können, gibt es nicht. Die Benutzung von Straßen kann aus Gründen der Sicherheit und Ordnung oder zum Schutz der Wohnbevölkerung vor Lärm und Abgasen, § 45 Abs. 1 Nr. 3 StVO, beschränkt werden. Dies gilt insbesondere für den konkreten Fall einer streckenbezogenen selektiven Sperrung in der Stadt Kiel, wo im Gegensatz zu zonalen Sperrungen, Einschränkungen in der Handlungsfreiheit oder dem Eigentum nicht zu erwarten sind und folglich Übergangsfristen für PKW bestimmter Abgasnormen nicht in eine Abwägung einzustellen sind.¹⁹ Ausdrücklich stellt das Bundesverwaltungsgericht dazu fest, dass streckenbezogene Sperrungen lediglich dazu führten, dass die betroffenen Autofahrer einzelne Fahrziele nicht oder nur unter Inkaufnahme von Umwegen erreichen würden. Derartige Einschränkungen gingen ihrer Intensität nach nicht über sonstige straßenverkehrsrechtlich begründete Durchfahrts- und Halteverbote hinaus, mit denen Autofahrer stets rechnen und die sie grundsätzlich hinzunehmen haben.²⁰

Wie in Abschnitt 6.6.3 dargestellt, werden durch Verkehrsverlagerungen auf die Ausweichstrecke „Alte Lübecker Chaussee- Hamburger Chaussee“ keine Grenzwertüberschreitungen erwartet. Es werden keine neuen Immissionsorte im Sinne der Luftreinhaltung nach § 47 Abs. 1 BImSchG geschaffen.

Die Regelungen des neu in Kraft getretenen § 47 Abs. 4a BImSchG, wonach im Regelfall auf Verbote des Kraftfahrzeugverkehrs für Kraftfahrzeuge mit Selbstzündungsmotor zu verzichten sei, wenn die Immissionsbelastung 50 µg/m³ nicht überschreite, finden in diesem LRP keine Anwendung. Da sich der § 47 Abs. 4a BImSchG dem Wortlaut nach auf „Gebiete“ bezieht, ist der Anwendungsbereich der Vorschrift bei der Maßnahme einer streckenbezogenen Sperrung grundsätzlich nicht eröffnet.

Bezüglich der öffentlich verbreiteten Interpretation des § 47 Abs. 4a BImSchG, dass eben im Regelfall auf Verkehrsverbote zu verzichten sei, wenn die Immissionsbelastung 50 µg/m³ nicht überschreite, kann

¹⁵ VG Stuttgart 13 K 5412/15, Rn. 269, juris.

¹⁶ Siehe Abschnitt 5.3.

¹⁷ VG Stuttgart 13 K 5412/15, Rn. 321, juris.

¹⁸ VG Stuttgart 13 K 5412/15, Rn. 341, juris.

¹⁹ BVerwG 7 C 26.16, Rn. 38, juris; VG Aachen 6 K 2211/15, Rn. 107, juris.

²⁰ BVerwG 7 C 26.16, Rn. 38, juris.

aus rechtlichen Erwägungen nicht gefolgt werden. Eine solche Interpretation ist nicht unionsrechtskonform, da sie gegen den Anwendungsvorrang des Unionsrechts verstößt. Konkret gegen die gem. Art. 23 Abs. 1 UAbs. 2 der Luftqualitätsrichtlinie festgelegte Ergebnisverpflichtung die Grenzwertüberschreitung so kurz wie möglich zu halten. Damit darf der § 47 Abs. 4a BImSchG in dieser Lesart nicht von Behörden und Gerichten angewendet werden.²¹

Eine selektive Sperrung des Theodor-Heuss-Ringes ist in der Gesamtschau verhältnismäßig. Dies würde analog auch für die Verkehrsverlagerungen gelten, die durch die Sperrung der Abfahrt zum Waldwiesenkreisel erzeugt würden.

6.6.5 Hinweis auf bestehende Ausnahmeregelungen

Gemäß der entsprechenden Anwendung von § 40 Abs. 3 BImSchG in Verbindung mit § 2 Abs. 1 und Nr. 5 und 7 des Anhangs 3 der 35. BImSchV sind unter anderem Krankenwagen sowie Fahrzeuge, für die Sonderrechte nach § 35 StVO in Anspruch genommen werden können, von Fahrverboten ausgenommen. Dies sind insbesondere die Bundeswehr, die Bundespolizei, die Feuerwehr, der Katastrophenschutz, die Polizei, soweit das zur Erfüllung hoheitlicher Aufgaben dringend geboten ist. Darüber hinaus kann die Straßenverkehrsbehörde im Einvernehmen mit der für den Immissionsschutz zuständigen Behörde Ausnahmen von Verboten oder Beschränkungen des Kraftfahrzeugverkehrs zulassen, wenn unaufschiebbare und überwiegende Gründe des Wohls der Allgemeinheit dies erfordern (§ 40 BImSchG Abs. 1), sofern dadurch die Einhaltung des Grenzwertes nicht gefährdet wird.

6.7 Weitere Maßnahmen

Größere Verkehrsinfrastrukturprojekte wie zum Beispiel die Südspange, die zu einer Minderung oder Vermeidung der NO_x Belastung am Theodor-Heuss-Ring führen würden, können aufgrund der Planungs-, Genehmigungs- und Bauzeiten in keiner Weise zur kurzfristigen Einhaltung der Grenzwerte beitragen. Damit scheiden derartige Projekte zur Erreichung der Ziele des Luftreinhalteplans von vornherein aus.

Ferner wird geprüft, verkehrslenkende Maßnahme, bei der durch entsprechende Beschilderung ein Appell ausgesprochen wird einzusetzen, sodass Diesel-PKW mit dem Ziel „Innenstadt“ nicht über den Theodor-Heuss-Ring fahren und im Ergebnis dort zu einer Senkung der Emissionen beitragen. Diese Maßnahme wird durch die Landeshauptstadt Kiel entwickelt, ergänzt um eine Kampagne, welche aus Anlass der Grenzwertüberschreitungen zu einem vermehrten Gebrauch des ÖPNV, des Rades und weiterer umweltfreundlicher Verkehrsmittel führen soll.

Überlegungen, die Schadstoffbelastung durch die Errichtung einer Schadstoffbarriere zu senken, werden aktuell nicht weiterverfolgt, da eine Realisierung aufgrund des erforderlichen Zulassungsverfahrens nicht kurzfristig möglich ist.

²¹Siehe auch Urteile: VGH BW, 10 S 1977/18, Leitsatz, Rn. 71, juris; VG Köln, 13 K 6684/15, Rn. 34, juris; OVG Hamburg, 1 BS 91/19, Rn. 27, juris.

6.8 Maßnahmen zur Einhaltung des Grenzwertes

6.8.1 Maßnahmen zur Senkung der Belastung im Jahr 2020

In Tabelle 15 sind die Jahresmittelwerte dargestellt, die im Jahr 2020 bei ganzjähriger Durchführung der jeweiligen Maßnahme zu erwarten sind:

	Jahresmittelwert [µg/m³]
Nullszenario THR 2020	49,6
Baustelle THR 2020 (ganzjährig)	34,9
Nullszenario THR 2020 + „Baustelle Sommerhalbjahr 2020“	41,7
Szenarien 2020	
Errichtung und Betrieb von Luftfilteranlagen (Anforderungen an Minderungswirkung siehe Kapitel 6.4.1)	39,6
selektive Sperrung für Diesel-PKW EURO 1 – 5 in Fahrtrichtung Westen zwischen Lübscher Baum und Waldwiesenkreisel (ganzjährig).	39,4
Sperrung Abfahrt Waldwiesenkreisel	48,6

Tabelle 15: Jahresmittelwerte NO₂ – Prognose für das Jahr 2020 für Szenarien bei ganzjähriger Wirksamkeit

Die Einhaltung des Grenzwertes im Jahr 2020 wäre durch den ganzjährigen Betrieb von Luftfilteranlagen, die die in Kapitel 6.4.1 formulierte Minderungswirkung an der Häuserfront gewährleisten oder durch die selektive Sperrung für Diesel-PKW EURO 1 – 5 in Fahrtrichtung Westen zwischen Lübscher Baum und Waldwiesenkreisel zu erreichen.

Aufgrund der Baustelle im Sommerhalbjahr 2020 und der damit verbundenen geringeren Belastung ist die Einhaltung des Grenzwertes im Jahr 2020 auch durch eine Kombination der in Tabelle 15 aufgeführten Maßnahmen möglich, z.B.

- ¼ Jahr ohne Maßnahme, ½ Jahr Baustelle und ¼ Jahr Betrieb von Luftfilteranlagen sowie je nach Notwendigkeit die Sperrung der Ausfahrt des Waldwiesenkreisels;
- oder
- ¼ Jahr ohne Maßnahme, ½ Jahr Baustelle und ¼ Jahr selektive Sperrung für Diesel-PKW EURO 1 – 5 in Fahrtrichtung Westen.

Die Überwachung der Schadstoffbelastung am Theodor-Heuss-Ring wird auch in den folgenden Jahren fortgesetzt. Ergibt eine Auswertung der Messdaten, dass im Jahr 2020 im Zeitraum nach der Baustelle Minderungsmaßnahmen nicht in dem oben genannten Maße erforderlich werden, kann die notwendige Minderungsleistung der Luftfilteranlagen entsprechend niedriger ausfallen bzw. eine selektive Sperrung für Diesel-PKW EURO 1 – 5 in Fahrtrichtung Westen kann später erfolgen bzw. unter günstigen Bedingungen für das Jahr 2020 entfallen.

6.8.2 Maßnahmen zur Senkung der Belastung im Jahr 2021

In Tabelle 16 sind die Jahresmittelwerte dargestellt, die im Jahr 2021 bei ganzjähriger Durchführung der jeweiligen Maßnahme zu erwarten sind:

	Jahresmittelwert [µg/m³]
Nullszenario THR 2021	46,8
Szenarien 2021	
Errichtung und Betrieb von Luftfilteranlagen (Anforderungen an Minderungswirkung siehe Kapitel 6.4.1)	37,3
selektive Sperrung für Diesel-PKW EURO 1 – 5 in Fahrtrichtung Westen zwischen Lübscher Baum und Waldwiesenkreisels (ganzjährig).	37,5
Sperrung Abfahrt Waldwiesenkreisels	45,9

Tabelle 16 Jahresmittelwerte NO₂ – Prognose für das Jahr 2021 für Szenarien bei ganzjähriger Wirksamkeit

Die Einhaltung des Grenzwertes im Jahr 2021 wäre durch den ganzjährigen Betrieb von Luftfilteranlagen, die die in Kapitel 6.4.1 formulierte Minderungswirkung an der Häuserfront gewährleisten, oder die selektive Sperrung für Diesel-PKW EURO 1 – 5 in Fahrtrichtung Westen zwischen Lübscher Baum und Waldwiesenkreisels zu erreichen.

Die Einhaltung des Grenzwertes ist damit sichergestellt, wenn die im Jahr 2020 ergriffenen Maßnahmen im Jahr 2021 fortgesetzt werden.

Die Überwachung der Schadstoffbelastung am Theodor-Heuss-Ring wird auch in den folgenden Jahren fortgesetzt. Ergibt eine Auswertung der Messdaten, dass im Jahr 2020 im Zeitraum nach der Baustelle Minderungsmaßnahmen nicht in dem oben genannten Maße erforderlich werden, kann die Minderungsleistung der Luftfilteranlagen entsprechend gesenkt werden (z.B. durch Reduzierung der Absaugleistung).

6.8.3 Maßnahmen zur Einhaltung des Grenzwertes

Im Einvernehmen mit den zuständigen Straßenbau- und Straßenverkehrsbehörden gemäß § 47 Abs. 4 BImSchG wird folgende Maßnahmenkaskade zur kurzfristigen Einhaltung des Grenzwertes festgelegt:

Stufe 1

Jahr 2020	
Nullszenario THR 2020 + „Baustelle Sommerhalbjahr 2020“	41,7
Errichtung und Betrieb von Luftfilteranlagen (Anforderungen an Minderungswirkung siehe Kapitel 6.4.1) (Oktober bis Dezember)	39,5
Jahr 2021	
Nullszenario THR 2021	46,8
Errichtung und Betrieb von Luftfilteranlagen (Anforderungen an Minderungswirkung siehe Kapitel 6.4.1)	37,3

Die Errichtung und der Betrieb von Luftfilteranlagen stellt in der Gesamtschau eine verhältnismäßige Maßnahme dar. Luftfilteranlagen, die an der gesamten von Grenzwertüberschreitung betroffenen Häuserfront eine Minderung von ca. 20 Prozent in 1,5 m Höhe und 10 Prozent in 5 m Höhe im Jahresmittel gewährleisten, sind zur Grenzwerteinhaltung geeignet. Eingriffe in den Straßenverkehr sind hierdurch lediglich im geringen Maße zu erwarten und betreffen in erster Linie die Reduzierung des Verkehrsraums für Fußgänger und Fahrradfahrer im angemessenen Umfang. Weitergehende Belastungen sind weder für den KFZ Verkehr noch für Anwohner und Fahrradfahrer erkennbar.

Bei einem Verzicht auf Verkehrsbeschränkungen sind unter Hinweis auf die unionsrechtlich verankerte Ergebnisverpflichtung und des Zügigkeitsgebots des Art. 4 Abs. 3 EUV Maßnahmen in einer zweiten Stufe bereitzuhalten, die eine Grenzwerteinhaltung schnellstmöglich und sicher gewährleisten.²² Dies gilt insbesondere für Szenarien bei denen auf Verkehrsverbote verzichtet wird, da diese als Ultima Ratio mit einer kurzfristigen Umsetzung und Wirkung zur Verfügung stehen.

Aufgrund des Wesens von Prognosen können sich diese im Nachhinein aufgrund konkreter Messungen als partiell unzutreffend erweisen. Dies kann insbesondere bei der Grenzwerteinhaltung, bei der

²² OVG NRW, 8 A 2851/18, Rn. 320ff, juris.

Realisierung und dem Wirkungsgrad der Luftfilteranlagen der Fall sein. Wie oben dargestellt, würde die Belastung am Theodor-Heuss-Ring durch die Sperrung der Abfahrt zum Waldwiesenkreisel um 2 Prozent sinken. Diese Maßnahme kann bei Bedarf ergriffen werden, um in Verbindung mit den Luftfilteranlagen die Einhaltung des Grenzwertes sicherzustellen.

Um bei Auftreten von Prognoseunsicherheiten die Einhaltung des Grenzwertes sicherzustellen, ist es erforderlich Maßnahmen festzulegen, die dann greifen, wenn sich die Prognose als fehlerhaft herausstellt, bzw. vereinbarte Maßnahmen nicht fristgerecht umgesetzt werden können.

Für den Fall einer Nichtumsetzung der Maßnahmen aus Stufe 1 sind die Maßnahmen der Stufe 2 umzusetzen. Hierzu ergeben sich folgende Festlegungen:

Stufe 2

Jahr 2020	
Nullszenario THR 2020 + „Baustelle Sommerhalbjahr 2020“	41,7
selektive Sperrung für Diesel-PKW EURO 1 – 5 in Fahrtrichtung Westen zwischen Lübscher Baum und Waldwiesenkreisel (Oktober bis Dezember).	39,4
Jahr 2021	
Nullszenario THR 2021	46,8
selektive Sperrung für Diesel-PKW EURO 1 – 5 in Fahrtrichtung Westen zwischen Lübscher Baum und Waldwiesenkreisel (ganzjährig).	37,5

Für den Fall, dass die in Stufe 1 genannten Maßnahmen ergriffen wurden, aber nicht die prognostizierte Minderungswirkung erzielen, kann es ggf. ausreichend sein,

durch die in Kapitel 6.5.2 beschriebene Sperrung der Abfahrt vom Theodor-Heuss-Ring zum Waldwiesenkreisel

und/oder

durch eine selektive Sperrung nur für Diesel-PKW EURO 1 – 4 als milderer Mittel

die Einhaltung des Grenzwertes sicherzustellen.

7 Zusammenfassung

Die Prognosen für die Entwicklung der Stickstoffdioxidbelastung am Theodor Heuss Ring zeigen mit $49,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für das Jahr 2020 und $46,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für das Jahr 2021 eine deutliche Überschreitung des Grenzwertes von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für das Jahresmittel.

Die von der Stadt Kiel bereits umgesetzten Maßnahmen zur Verflüssigung des Verkehrs auf dem Theodor-Heuss-Ring und das LKW Routenkonzept (insbesondere Sperrung der Bahnhofstraße) sind in diese Prognose der zukünftigen Entwicklung – Nullszenario THR 2020 - einbezogen worden.

Die Einhaltung des Grenzwertes für Stickstoffdioxid ist am Theodor-Heuss-Ring ist auch unter Berücksichtigung der Baustelle, die im Sommer 2020 eingerichtet wird, ohne weitere Maßnahmen zur Schadstoffminderung nicht zu erreichen.

Die Maßnahmen, die eine Einhaltung des Grenzwertes sicherstellen können, sind

- Errichtung und Betrieb von Luftfilteranlagen, die an der gesamten von Grenzwertüberschreitungen betroffenen Häuserfront eine Minderung von ca. 20 Prozent in 1,5 m Höhe und 10 Prozent in 5 m Höhe im Jahresmittel gewährleisten oder hilfsweise
- Selektive Sperrung des Theodor-Heuss-Ringes zwischen Lübscher Baum und Waldwiesenkreisel nur für Diesel-PKW der EURO Stufen 1 – 5 in Fahrtrichtung Westen.

Maßnahmen 2020

Unter Berücksichtigung der Wirkung der Baustelle auf die Schadstoffbelastung ist es im Jahr 2020 ausreichend, wenn die genannten Maßnahmen nach Beendigung der Baustelle ergriffen werden.

Durch die Verlagerung von Verkehren aufgrund einer selektiven Sperrung sind keine Grenzwertüberschreitungen in den vorrangig betroffenen Straßen Alte Lübecker Chaussee und Hamburger Chaussee zu erwarten.

Maßnahmen 2021 und folgende Jahre

Auch im Jahr 2021 und folgende wird der Grenzwert ohne Maßnahmen nicht eingehalten werden. Die Einhaltung des Grenzwertes ist mit einer der o.g. im Jahr 2020 nach Beendigung der Baustelle durchgeführten Maßnahme ebenfalls sichergestellt.

Im Einvernehmen mit den zuständigen Straßenbau- und Straßenverkehrsbehörden gemäß § 47 Abs. 4 BImSchG wird eine 2-stufige Maßnahmenkaskade zur kurzfristigen Einhaltung des Grenzwertes festgelegt. In der ersten Stufe ist der Einsatz von Luftfilteranlagen vorgesehen. Für den Fall einer Nichtumsetzung der Maßnahmen aus Stufe 1 sieht hilfsweise die Stufe 2 eine selektive Sperrung als erforderliche Rückfalloption vor.

Auf Basis der Prognosen ist zu erwarten, dass mit diesen Maßnahmen die Grenzwerteinhalten sichergestellt und dem Gesundheitsschutz der Anwohner ausreichend Rechnung getragen wird.

8. Anlagen

8.1 Anhang 1 - Green City Plan der Stadt Kiel (Stand 13.11.2019)

I. Digitalisierung des Verkehrssystems						
	Federführung	2019	2020	2021	2022ff	Wirkungsabschätzung
I.a. Aufbau eines Verkehrsmanagementsystems mit mehreren Modulen			x			Verlagerung 1% der regionalen Pkw-Fahrten auf andere VM ca. -10,7 to/NOx Jahr
I.a-1 Aufbau und Betrieb einer regionalen Mobilitätsdatenbank	KielRegion GmbH		x			
I.a-2 Nutzung und Pflege des Regionalen Verkehrsmodells	KielRegion GmbH		x			
I.a-3 Aufbau und Betrieb eines Mobilitätsinformationsportals	KielRegion GmbH		x			
I.a-4 Digitale Verkehrsdatenerhebung	Tiefbauamt		x			
I.a-5 ÖV-Fahrgastzählsysteme und Auswertungssoftware	KVG		x			
I.a-6 Softwaresystem für die Baustellenplanung	Tiefbauamt			x		
I.a-7 Digitalisierung des Lkw-Führungsnetzes	Tiefbauamt		x			
I.a-8 Neuordnung des Parkraums über digitale Systemausweitung	Tiefbauamt		x	x	x	
I.a-9 LSA-Steuerung zur Radverkehrsbeschleunigung	Tiefbauamt		x	x	x	
I.a-10 Verkehrsinformationstafeln und Zuflussregelung zur aktuellen Verkehrssituation	Tiefbauamt		x	x		
I.b Digitale Zugangsmedien – Usability-Designprojekt mit mehreren Modulen						Verlagerung 1% der regionalen Pkw-Fahrten auf andere VM ca. -10,7 to/NOx Jahr
I.b-1 Geodatenbasierte Ergänzung der ÖPNV-Fahrplanauskunft	NAH.SH		x			
I.b-2 Mobiles ÖV-Ticket mit „one Click buy“ Funktion	NAH.SH		x			
I.b-3 Mitfahrer-App für den Öffentlichen Verkehr	NAH.SH	x				
I.b-4 a/b In-Out-System im ÖV für den SH-Tarif	NAH.SH/ KVG		x			
I.b-5 Ausweitung des rechnergestützten Betriebsleitsystems	VKP			x		
I.b-6 Ausweitung von DFI-Anzeigen an Haltestellen	Eigenbetrieb Beteiligungen, Kreis RD	x	x			
I.b-7 Haltestellen-Echtzeitinformationen als APP	KVG	x				
I.b-8 Aufbau eines Haltestellenkaltasters	NAH.SH		x			

II. ÖPNV und Vernetzung						
	Federführung	2019	2020	2021	2022 ff	NOx Minderung
II.a Etablierung von Mobilitätsstationen - Bhf. Oppendorf - Bhf. Russee - Tilsiter Platz - Stephan-Heinzel-Straße Weitere 4 Stationen pro Jahr	LH Kiel/ KielRegion GmbH	x x	x x x	x	x	ca. 2 to/Jahr
II.b Ausweitung von Carsharing-Stationen - 5-10 zus. Stationen/ Jahr in Kiel und der Region	LH Kiel/ KielRegion GmbH		x	x	x	ca. 550 kg/Jahr
II.c Netzwerk Betriebliches Mobilitätsmanagement - thyssenkrupp, HIP Wellsee u.a. -Verstärkter Einsatz Jobticket	KielRegion GmbH	x	x	x x	x x	ca. 2,1 to/Jahr
II.d Vernetzung über ein Bike Sharing System - Kiel und direktes Umland - Erweiterung Region	KielRegion GmbH	x	x	x x	x x	ca. 1 to/ Jahr
II.e-1 u.2 Mobilitätsangebote für Mitarbeiter*innen der Stadtverwaltung LH Kiel - verbessertes Jobticket, - „Fahrradsubventionen“ - gesichertes Fahrradparken - Softwaresystem Fuhr- und Stellplatzmanagement der Stadtverwaltung LH Kiel Softwaresystem	Amt01, OB Büro Amt01, OB Büro Tiefbauamt/ Immobilienwirt. Tiefbauamt		x x x x			ca. 0,3 to/Jahr

III. Radverkehr						
	Federführung	2019	2020	2021	2022ff	NOx Minderung
III.a Radpremiumrouten in der Landeshauptstadt Kiel - Fertigstellung Veloroute 10 - Olshausenstraße - Eckernförder Straße Nord - Werftstraße - Kanalstraße Holtenau	Tiefbauamt	x		x x	x x	1,1 to/ Jahr (bis 2023)
III.b Interkommunale Radpremiumrouten in der Region - Route Kiel-Raisdorf-Preetz (mittelfristig)	KielRegion GmbH				x	0,7 to/Jahr (ab 2023)

III.c Lückenschluss im regionalen Radverkehrsnetz	KielRegion GmbH + Kreise				x	mittelfristige Effekte
III.d Schwentinefähre als Teil der Premiumradroute - Pilotprojekt für kostenlose Fahrradmitnahme / Fährnutzung 2019/2020	Tiefbauamt/ Eigenbetrieb Beteiligungen/SFK	x	x		x	bisher keine Einschätzung
III.e Kanalfähre als Teil der Premiumradroute	Tiefbauamt				x	zus. Einsparungen erst mittelfristig
III.f Klimaschutz durch Radverkehr an der FH (Velo Campus) - Premiumradroute FH - Hasselfelde - Velocampus - Mobilitätsstationen etc.	FH, Tiefbauamt, Grünflächenamt			x	x	zus. Einsparungen mittelfristig

IV. Elektrifizierung des Verkehrs						
	Federführung	2019	2020	2021	2022ff	NOx Minderung
IV.a KielRegion als Modellregion für Elektromobilität	KielRegion, Tiefbauamt		x	x	x	noch nicht abschätzbar
IV.b Ladeinfrastruktur in Wohnquartiere	Tiefbauamt		x	x	x	ca. 80kg/Jahr
IV.c Ladeinfrastruktur ÖPNV - Ladeinfrastruktur Betriebshof - Landeinfrastruktur auf der Strecke (KielFlex)	Eigenbetrieb/ KVG		x	x	x	Einsparungen im Betrieb der Busse aufgeführt.
IV.d Einführung der E-Mobilität in Linienbussen - Anschaffung von 33 Dieselhybrid als Einstieg in die E-Mobilität 2018/2019 - 36 Vollelektrische Busse ab 2020 - alle Busse	Eigenbetrieb/ KVG	x	x	x	x	1,5 to/Jahr 11,8 to/ Jahr (36 Busse) 46,3 to/Jahr
IV.e Fuhrparkumstellung Verwaltungen und Unternehmen u.a. - LH Kiel: 17 eFz 2018/ 2019 - Stadtwerke Kiel 2018/2019: 27 eFz Fuhrpark + 50 eFz Mitarbeiter		x	x	x	x	ca. 22kg/Jahr
IV.f Umweltfreundliche Antriebe der Fördeschiffahrt - Einsatz von vier Plug-In-Hybridfähren mit dieselelekt. Antrieb und Batterie auf der F1 -Einsatz Elektrofähre auf der F2			x	x	x	17% bzw. 10 to/Jahr 47 to/ Jahr
IV.g Umweltfreundliche Antriebe Kanalfähre	WSV				x	

IV.h Lade-, Lasten- und Betriebs-hofmanagement für den ÖPNV	Eigenbetrieb/ KVG			x		
IV.i BluePort – Umweltkonzept vom Seehafen Kiel	Seehafen	x	x			
IV.j Übergreifendes Förderprojekt KielFlex seit 2019 -zusätzliche Installation 3954 kW Ladeleistung - Netzwerk intelligent gesteuertes Ladeinfrastruktur - Pantographen an Endhaltestellen - Betriebshof KVG	CAU/LHK und Partner					
			x			
			x			

V. Urbane Logistik						
	Federführung	2019	2020	2021	2022ff	NOx Minderung
V.a Etablierung von Micro-Hubs/ Depots in Kiel - eLastenrad UPS in Kiel mit MicroHub am Sophienhof seit Herbst 2018 im Einsatz - 3 MicroHubs in der Innenstadt	Tiefbauamt u. KEP-Dienste	x		x		ca. 28 kg/Jahr
				x		

Aktualisierung weitere Maßnahmen zur Reduzierung NO2-Hintergrundbelastung

ÖPNV						
	Federführung	2019	2020	2021	2022ff	NOx Minderung
Verlängerung der Betriebszeiten auf der F2 um 61% 06:38 bis 22:06 Uhr, Steigerung von 11 auf 29 Umläufe (in 2018)	Eigenbetrieb SFK	x				
Taktverdichtungen neue Angebote Kieler Süden durch Verdopplung des Angebotes für Neumeimersdorf und Ausbau des Angebotes auf der Barkauer Straße (in 2018)	Eigenbetrieb/ KVG	x				
Übernahme der Verkehre zum CITTI-PARK mit besserer Vertaktung und deutlicher		x				
Ausweitung der Bedienzeiten auf der Linie 52 auch im Bereich Krümmbogen (in 2018)		x				
Taktverdichtung am Sonntagmorgen (geplant in 2019)		x				

Neukonzeption und deutliche Verdichtung des Angebotes im Nachtbusnetz (geplant in 2020)			x			
Verdichtung des Angebotes auf der Innenstadtlinie 11 auf einen 7,5-Min-Takt (geplant in 2020 und gekoppelt an die Beschaffung von E-Bussen)			x			
Taktverdichtung auf der Linie 34 (geplant in 2020)			x			
Verbesserung der Anbindung von Alt-Mettenhof (geplant in 2020)			x			
Landesweites Semesterticket	Land SH, Hochschulen, Verkehrsunternehmen	x				
Inbetriebnahme und Verlängerung von Hein-Schönberg sowie Errichtung der ÖPNV-Umsteiganlage am Bahnhofpunkt Opendorf in 2019	NAH.SH		x		x	
Radverkehr und Fußverkehr						
- Fahrradstraßen Goethestraße, Jahnstraße, Jungfernstieg etc.	Tiefbauamt	x	x	x		
-Kiellinie zw. Belvedere und Feldstraße – Ausweitung des Radverkehrsangebots	Tiefbauamt	x				
-Radwegesanierungen jährlich zwei Wochen im Frühjahr und Herbst u.a. Schützenwall, Projensdorfer Straße, Schönberger Straße	Tiefbauamt		x	x	x	
-Fahrradschutzstreifen Klausdorfer Weg	Tiefbauamt		x			
-Fahrradstreifen Wischhofstraße, Kronshagener Weg	Tiefbauamt	x				
Gehweg und Radweg Preetzer Straße	Tiefbauamt	x	x			
ExWoSt Maßnahmenpaket Danziger Straße, Wellingdorfer Straße, Kieler Kuhle	Tiefbauamt	x	x			
Seehafen Kiel						
Landstromanschluss - Ostseekai/	Seehafen		x x			39 to/Jahr 77,2 to/Jahr

- Schwedenkai/ - Norwegenkai		x				36,9 to/Jahr
Stärkung kombinierter Verkehr durch Verlagerung Güterverkehr vom Lkw auf die Schiene (Bau 3. Gleis am Bahnhofskai)	Seehafen		x			0,344 gr/to Lkw -> 0,063 gr/to Bahn
Elektromobilität						
Dienstwagenprivileg E-Fahrzeuge (Halbierung des anzurechnenden geldwerten Vorteils für private Nutzung ab 2019)	Gesetzliche Regelung		x			

