ENTWURF

Fortschreibung Luftreinhalteplan Kiel ENTWURF Stand: 27.05.2019

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

[Datum der Veröffentlichung]

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

ENTWURF

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 15
3.2 Zusammenfassung der Messergebnisse 16
3.3 Trend im Jahr 2019 19

4 Katalog allgemeiner Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität 20
4.1 Ergebnis der Ursachenanalysen 20
4.2 Maßnahmen in Luftreinhalteplänen 20

5 Ursachenanalyse und Prognose der Entwicklung 21
5.1 Methodik 21
5.1.1 Berechnungsverfahren 21
5.1.2 Zusammensetzung der Luftschadstoffbelastung 23
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 26
5.2.3 Verkehrssituation 28
5.2.4 Ergebnisse der Modellrechnungen 29
5.3 Schätzung der betroffenen Bevölkerung 33
5.4 Prognose ohne Durchführung von Maßnahmen 33
5.5 Prognose für die Wirkung zeitlich befristeter Änderungen im Verkehrsablauf 35

ENTWURF

6 Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität am Theodor-Heuss-Ring 35
6.1 Einleitung 35
6.1.1 Rechtliche Anforderung an die Auswahl und Bewertung von Maßnahmen 37
6.2 Maßnahmen zur Senkung der städtischen Hintergrundbelastung 37
6.2.1 Green City Plan 37
6.2.2 Zusammenfassung/Rechtliche Bewertung 38
6.3 Verkehrslenkende Maßnahmen zur Reduzierung der NO_2 Belastung am Theodor-Heuss-Ring 38
6.3.1 Verflüssigung des Verkehrs am Theodor-Heuss-Ring 38
6.3.2 Änderung der Verkehrsführung für Diesel – Kraftfahrzeuge – „Diesel-links“ ... 39
6.3.3 Zusammenfassung/Rechtliche Bewertung 41
6.4 Maßnahmen, deren Wirksamkeit und Realisierungszeiträume noch nicht abgeschätzt werden können 41
6.5 Selektive Sperrung des Theodor-Heuss-Ringes 44
6.5.1 Erfordernis und Auswahl betroffener Kraftfahrzeugkategorien für eine streckenbezogenen selektive Sperrung 44
6.5.2 Verkehrliche Auswirkung der selektiven Sperrung des Theodor-Heuss-Ringes 46
6.5.3 Auswirkung auf die Umleitungsstrecken 47
6.5.4 Rechtliche Bewertung/Verhältnismäßigkeit der Maßnahme 48

7 Zusammenfassung 50

8 . Anlagen 52
8.1 Anhang 1 - Green City Plan der Stadt Kiel 52
8.2 Anhang 2 - ÖPNV Maßnahmen zur Senkung der Hintergrundbelastung 55

ENTWURF

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 (µg/m³), dass der ab dem 1. Januar 2010 geltende Immissionsgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 40 µg/m³ 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 µg/m³ als Jahresmittelwert im Jahr 2010 prognostiziert. Die Angaben des Luftreinhalteplans[1] 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 Eingangsparameter 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
Navigation: → Luftreinhaltepläne → Luftreinhalteplan Kiel → Luftreinhalteplan Kiel (PDF 2MB)

ENTWURF

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 Erkenntnissen über Belastungssituationen ergeben,
- Stadt- und Verkehrsplanung und wirtschaftliche Entwicklung zu Verlagerungen und Änderungen der Verkehrsströme führen,
- Prognosen hinsichtlich Fahrzeugaufkommen, Flottenzusammensetzungen usw. sich als nicht zutreffend 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 µg/m³ im Jahresmittel. Eine Berücksichtigung im Luftreinhalteplan war damit nicht erforderlich (geltende Summe aus Grenzwert und Toleranzmarge: 46 µg/m³).

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 µg/m³ festgestellt, so dass dieser Straßenzug in die aktuellen Betrachtungen einbezogen wird und der Luftreinhalteplan Kiel fortgeschrieben werden muss.

ENTWURF

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 µg/m³) und der erstmaligen und bisher einmaligen Überschreitung des Kurzzeitgrenzwertes im Jahr 2015 (zugelassen: 18 Überschreitungen von 200 µg/m³) 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.

ENTWURF

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 auftreten[2].

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 247.943 Einwohner. Zum Ballungsraum Kiel gehören außerdem noch die Gemeinden Altenholz, Heikendorf, Kronshagen, Laboe, Molfsee, Schönkirchen, Schwentinental und Mönkeberg (Einwohner insgesamt: 312.263, Stand: 31.12.2017 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 Joachimsplatz 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 nordöstliche 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 (Ausschilderung) den Fernverkehr insbesondere von den Fähren aus der Stadt über die Bundesstraße 76 ins Umland ab.

ENTWURF

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.

		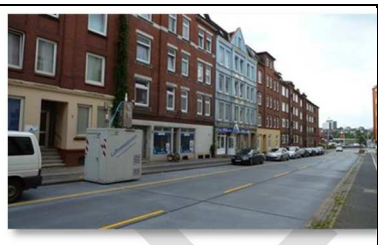
Mai 2005 – Oktober 2011	Oktober 2011 – Juli 2014	seit Juli 2014

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.

ENTWURF

Mai 2006 – Mai 2008

seit Mai 2011

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.

Schauenburgerstraße

Mai 2000 – November 2006

Max-Planck-Straße

April 2007 – Juni 2017

Bremerskamp

seit Juni 2017

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

ENTWURF

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 den städtischen Hintergrund 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)

ENTWURF

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.

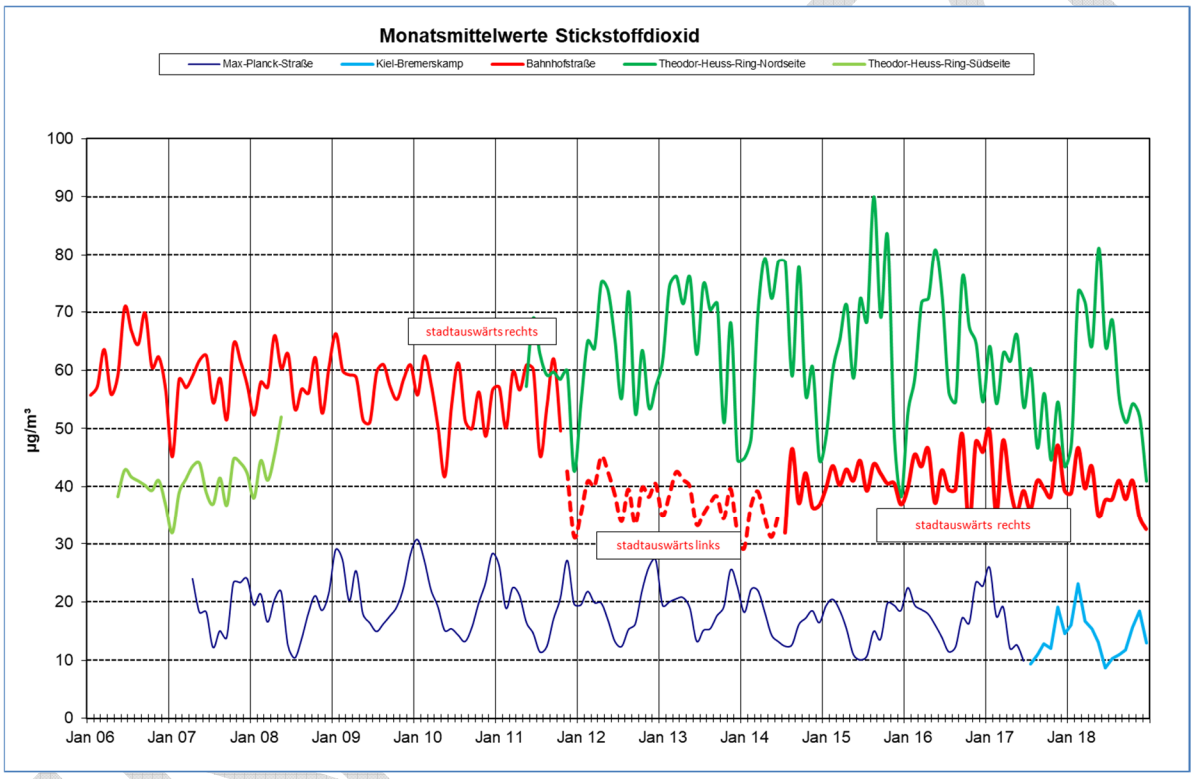

Abbildung 7: Monatsmittelwerte für Stickstoffdioxid an den automatischen Luftmessstationen in Kiel von 2005 bis 2018

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 µg/m³ 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 µg/m³ als Jahresmittelwert eine jährliche Abnahme von ca. 1,2 µg/m³ 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.

ENTWURF

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.

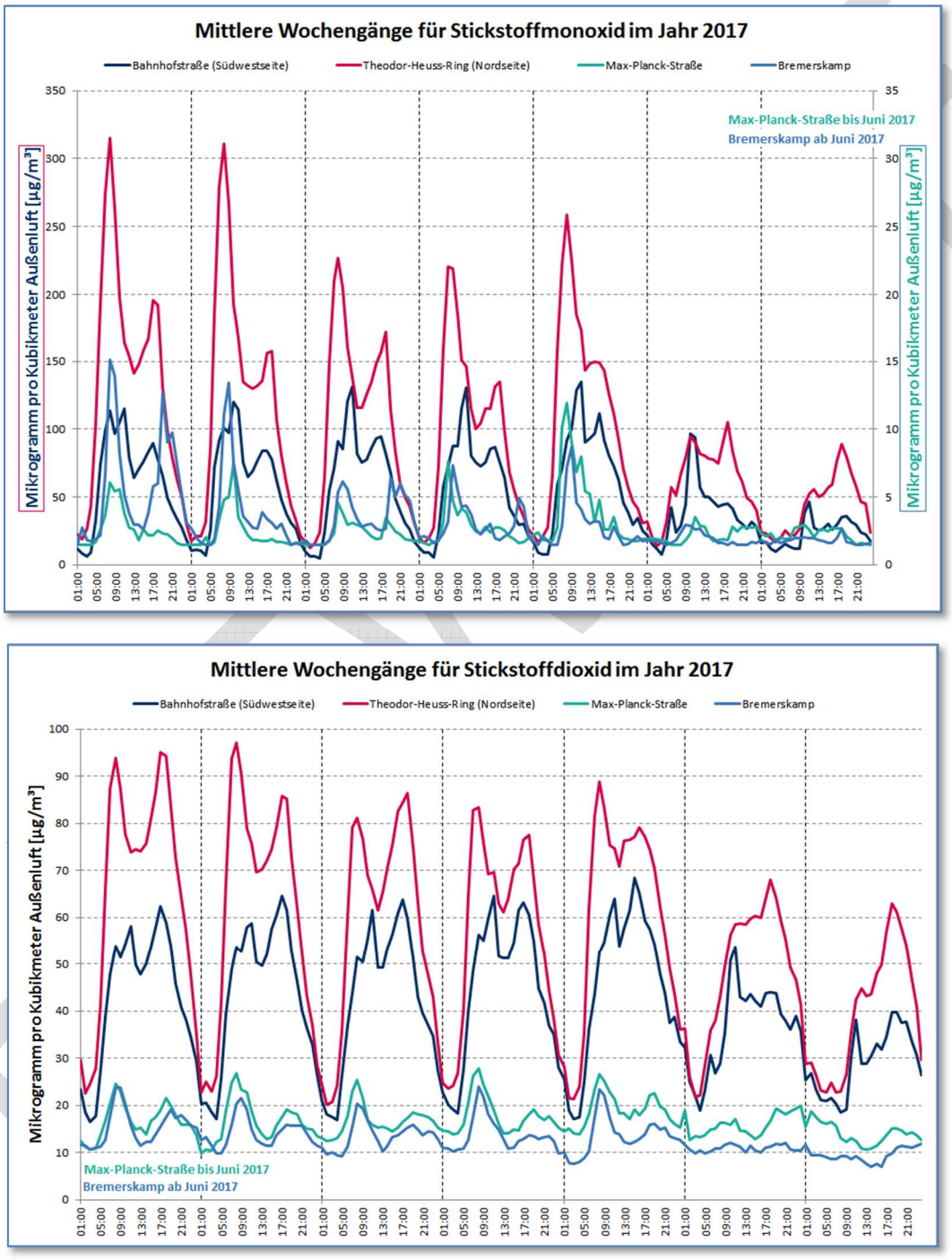

Abbildung 8: Mittlere Wochengänge für Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid an den automatischen Luftmessstationen in Kiel im Jahr 2017

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 etwas 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

ENTWURF

Ergänzend dazu sind in den folgenden Tabellen 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 (Aug 2007-Jul 2008)	36	49	Berechnung der Ergebnisse auf der Basis von Literaturangaben; im Vergleich sind ermittelte Konzentrationswerte 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-sammler Nord Südwestseite	Messstation Südwestseite	Passiv-sammler 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

In den folgenden Tabellen für den Theodor-Heuss-Ring sind 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 Liebfrauenkirche	
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 zeigen eine Einhaltung des Grenzwertes für Stickstoffdioxid. Damit sind weitere Maßnahmen zur Senkung der Belastung in der Bahnhofstraße nicht erforderlich, da an der Baufluchtlinie der Grenzwert nicht überschritten wird.
Die messtechnische Überwachung wird zur Beobachtung der Luftschadstoffsituation bis auf weiteres fortgesetzt.

Unter Berücksichtigung der im Abschnitt 5.4 dargestellten Prognosen für die zukünftige Abnahme der durchschnittlichen Emissionen der Kraftfahrzeuge beschränkt sich dieser Luftreinhalteplan auf die Situation am Theodor-Heuss-Ring und die dort erforderlichen Maßnahmen, die die kurzfristige Einhaltung der Grenzwerte sicherstellen sollen.

3.3 Trend im Jahr 2019

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

Die Ursachen für den Rückgang sind unklar. In Frage kommen beispielsweise:

- Änderungen der Fahrzeugflotte (neue Fahrzeuge, weniger Dieselzulassungen)
- 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 April 2019.

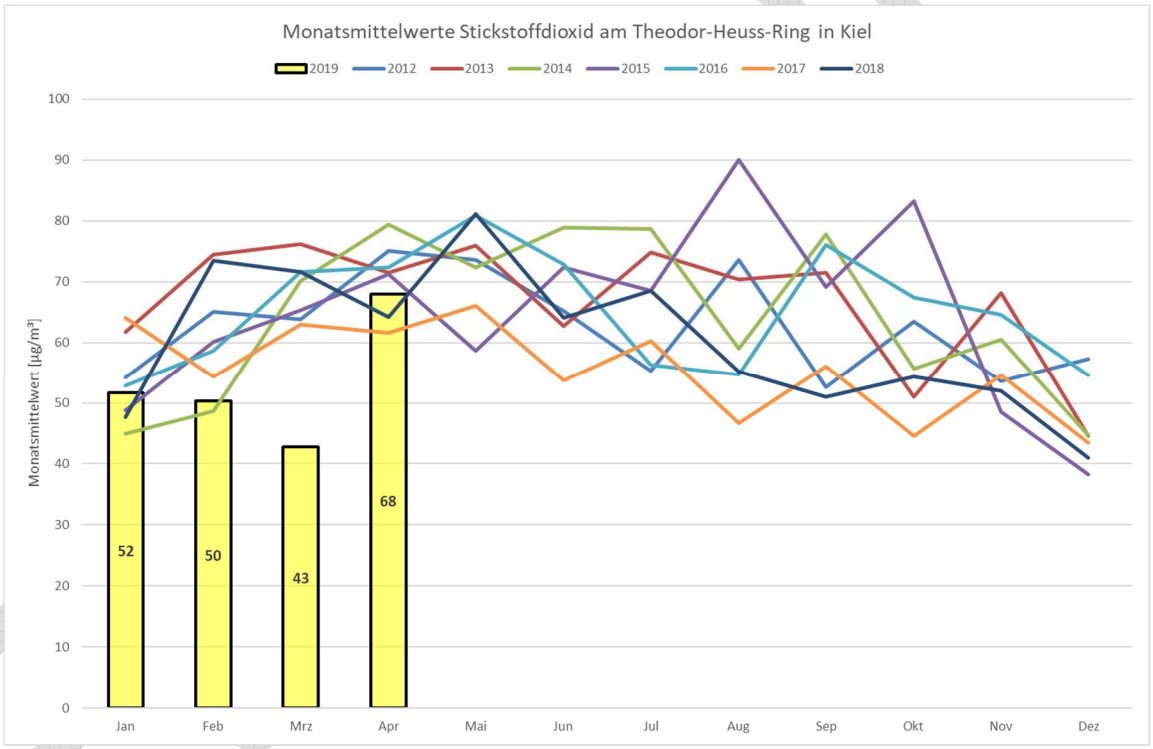

Abbildung 9: Monatsmittelwerte für Stickstoffdioxid am Theodor-Heuss-Ring, 2012- Februar 2019

Die Grafik und insbesondere die großen Unterschiede benachbarter Monate zeigen den großen Einfluss, den das Wetter auf die ermittelte Belastung hat. Eine realistische Vorhersage, wie die Belastung im Jahr 2019 im Jahresmittel ausfallen wird, kann daher noch nicht abgegeben werden.

Die Jahresmittelwerte, die bei mittleren meteorologischen Bedingungen für das Jahr 2019 und folgende zu erwarten sind, werden in Kapitel 5.5 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 Straßenwesen[3].

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.

[3] https://www.bast.de/BASt_2017/DE/Verkehrstechnik/Fachthemen/v3-MARLIS/MARLIS-DB/MARLIS_node.html

ENTWURF

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 entwickelt[4]. 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“ (NOx) 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 3.2, Juli 2014 und Version 3.3, April 2017),
- 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,

[4] 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

ENTWURF

- 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 Verwendung der Emissionsfaktoren oder anderer Eingangsdaten entstehen.
  Ist der Faktor größer als 1, sind die modellierten Ergebnisse niedriger als die tatsächlich gemessenen Werte und müssen daher zur Anpassung an die tatsächliche Situation angehoben werden,
- Kalibrierfaktor für Kiel-Theodor-Heuss-Ring: 1,3,
- Verwendung einer für Schleswig-Holstein ermittelten Regressionsfunktion zur Berechnung der Stickstoffdioxidkonzentrationen aus den modellierten Stickstoffoxidwerten (Funktion: Jahresmittelwerte NO2 als f(NOx) – 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:

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

  Mit dieser Funktion werden aber insbesondere im Bereich um 40 Mikrogramm pro Kubikmeter aus den NOx-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 NOx und NO2 an den schleswig-holsteinischen Luftmessstationen ermittelt wurden. Diese Funktionen werden fortgeschrieben und können sich dadurch je nach Auswertungszeitraum etwas verändern („Basis-Regressionsfunktion“).

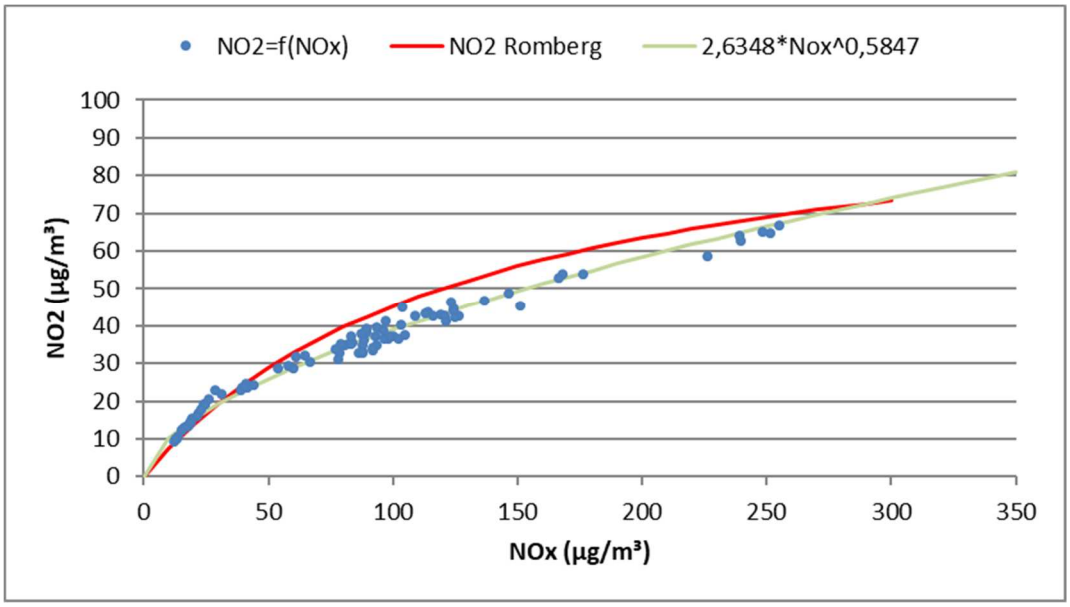

Abbildung 10: Regressionsfunktion zur Ableitung der NO2-Konzentration aus den berechneten NOx-Werten

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 emittentenfernen 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 NOx (≙ ca. 18 µg/m³ NO_2) angesetzt.

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

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

	Theodor-Heuss-Ring	
	NOx [µg/m³]	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“ NOx. 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.

ENTWURF

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

ENTWURF

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 Durchfahrtshöhe 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.

ENTWURF

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.

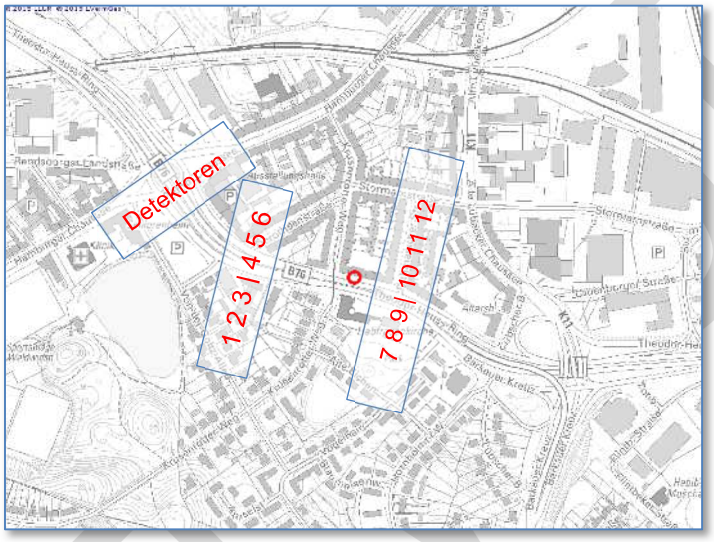

Abbildung 11: Lage der Luftmessstation und der Detektoren und Nummerierung der Fahrspuren

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

Theodor-Heuss-Ring	Fahrtrichtung Ost				Fahrtrichtung West			
	Spur 1	Spur 2	Spur 3	Summe	Spur 4	Spur 5	Spur 6	Summe
	rechts	Mitte	links		links	Mitte	rechts	
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	Spur 8	Spur 9	Summe	Spur 10	Spur 11	Spur 12	Summe
	rechts	Mitte	links		links	Mitte	rechts	
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)[5]

[5] Tabelle 4 Bericht PTV Group vom 18.04.2019

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.

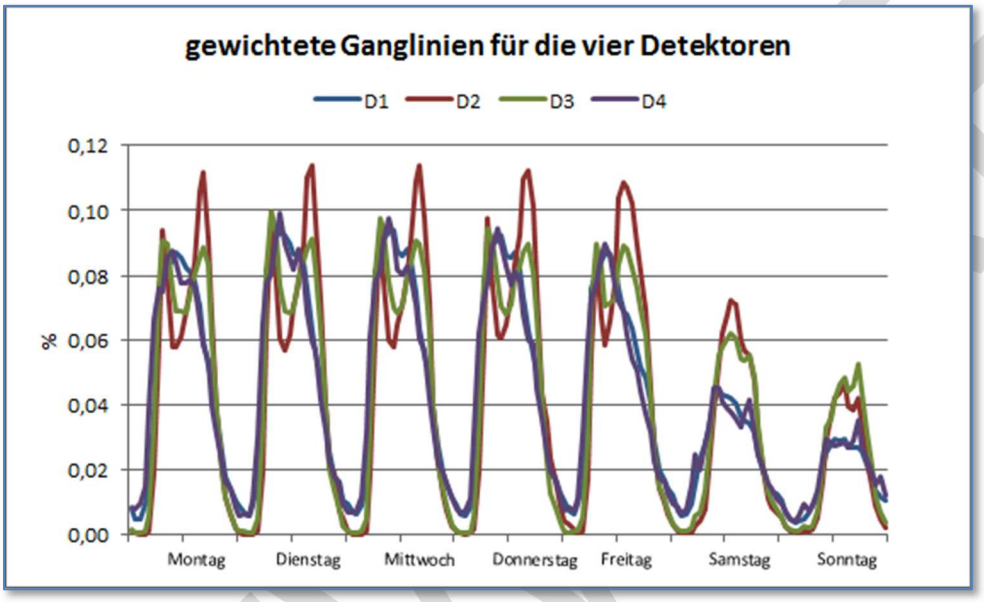

Abbildung 12: gewichtete Ganglinien für die vier Detektoren

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 3.3 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. Grundlage ist die sogenannte PKW-Einheit, die sich aus der Anzahle der Personenkraftwagen und Schweren Nutzfahrzeuge nach folgender Formel berechnet wird: PKW-E = PKW + 2*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 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 3.3
- Emissionsfaktoren: Analyse: Jahr 2016 / Prognose: Jahr ab 2017
- Basis-Regressionsfunktion: $NO_2 = 2{,}6348 * NOx^{0{,}5847}$
- Kalibrierfaktor:1,3

ENTWURF

Zur Analyse und Kontrolle der getroffenen Annahmen und der Modellresultate werden mit den in Kapitel 5.3.1 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.

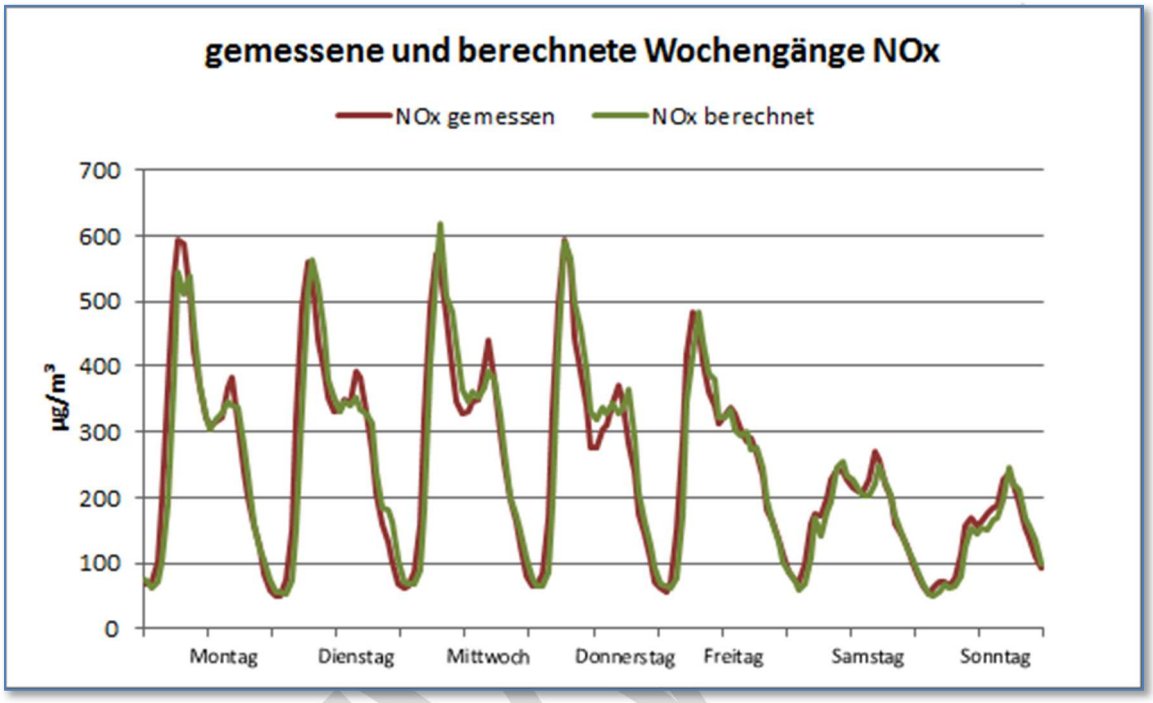

Abbildung 13: Mittlerer Wochengang der berechneten und gemessenen NOx-Konzentrationen

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.

ENTW

Abbildung 14: Räumliche Verteilung der NO_2-Belastung am Theodor-Heuss-Ring im Bereich Krusenrotter Weg

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 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.

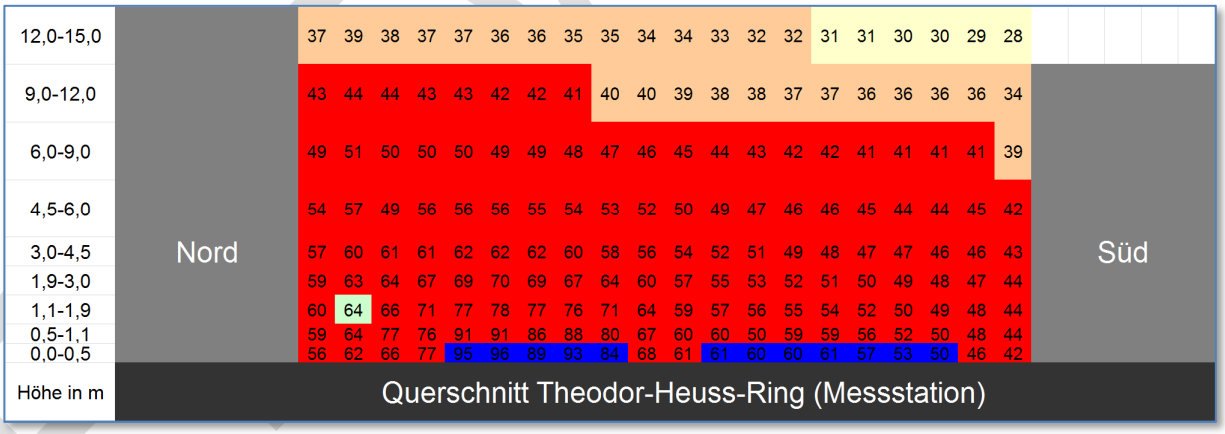

Abbildung 15: Vertikale Verteilung der Belastung am Standort der Messstation

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

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

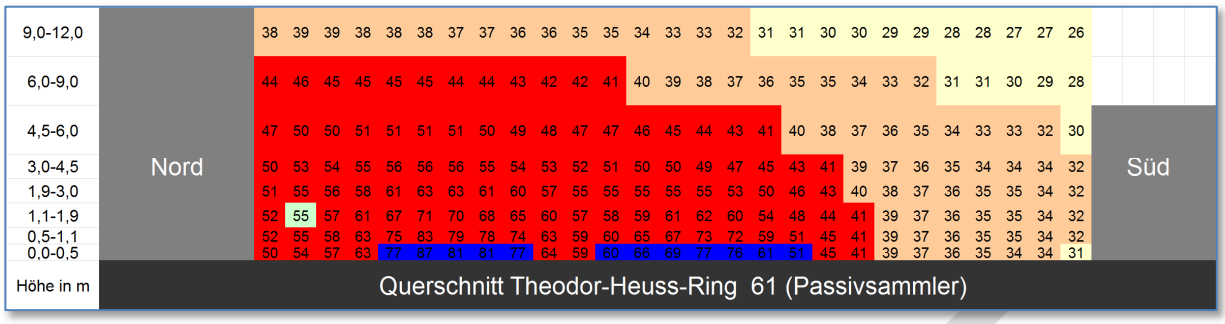

Abbildung 16: Vertikale Verteilung der Belastung am Standort der Messstation

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 µg/m³ (Nordseite) und 27/28 µg/m³ (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 Fahrtrichtungen an der Immissionskonzentration am Standort der Messstation. Ergänzt wurden die Anteile des umliegenden Straßennetzes und der Hintergrundbelastung. Danach trägt Fahrtrichtung West zur Stickstoffoxidbelastung mit ca. 72 % bei, da sie die geringste Entfernung zur Station und 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.

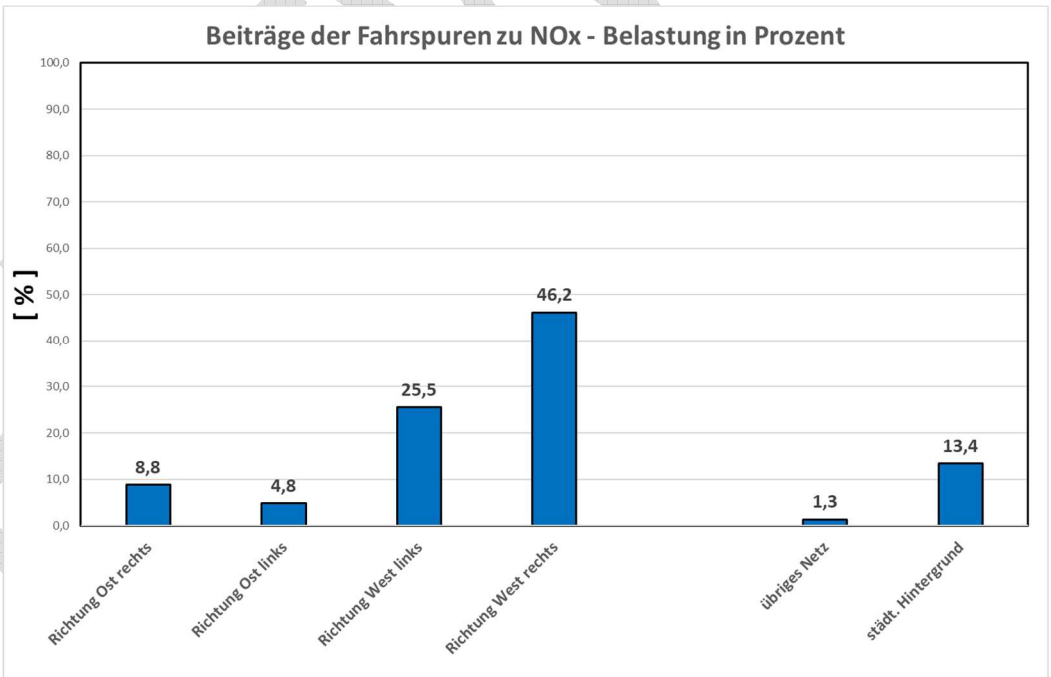

Abbildung 17: Beiträge der Fahrtrichtungen zur NOx-Konzentration am Theodor-Heuss-Ring

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. ¾ von einer Grenzwertüberschreitung betroffen sein, so dass sich eine Gesamtzahl von ca. 150 betroffenen Bewohnern ergibt.

5.4 Prognose ohne Durchführung von 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 Stickstoffoxidbelastung am Theodor-Heuss-Ring ohne die Durchführung von Maßnahmen abgeschätzt. Verwendet wurden hierbei die Emissionsfaktoren des Handbuches für Emissionsfaktoren (HBEFA, Version 3.3), 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 1,3) und die entsprechenden, gemessenen Werte für die Jahre 2014 bis 2018.
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 hierdurch im Mittel um 0,5 µg/m³ pro Jahr abnimmt (siehe hierzu Kapitel 6.2).

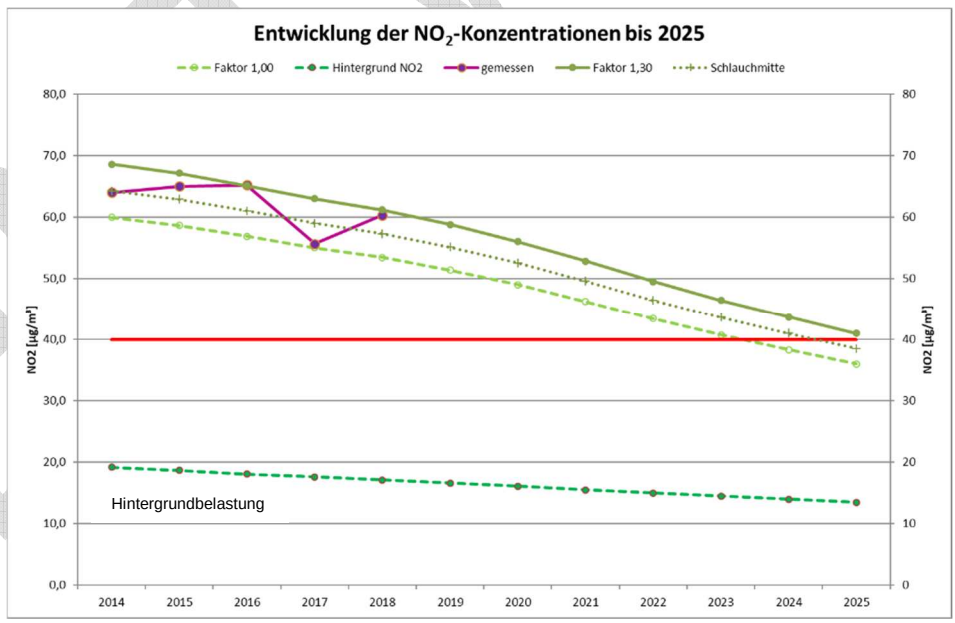

Abbildung 18: Entwicklung der NO_2-Konzentrationen bis 2025 aufgrund der Modernisierung der Fahrzeugflotte nach HBEFA 3.3 bei sonst unveränderten Randbedingungen und gemessene Jahresmittelwerte 2014 bis 2018 und Entwicklung der Hintergrundbelastung

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).

Das Handbuch Emissionsfaktoren berücksichtigt noch nicht, welche Änderungen in der im Emissionsverhalten der EURO5 & 6 Diesel-PKW durch die Maßnahmen hervorgerufen werden, die auf dem sogenannten „Diesel-Gipfel“ im August 2017 vereinbart wurden und die sich aus dem veränderten Zulassungszahlen für Diesel-PKW ergeben.

Das BMVI hat Zahlen veröffentlicht, wonach für 6.339.000 Diesel PKW Anträge auf Software-Update vorliegen, die bis Ende 2019 durchgeführt sein werden.[6] Mit Blick auf die Beurteilung der Luftqualität im Jahr 2020 werden für den Entwurf des Luftreinhalteplans folgende Annahmen getroffen:

- 6.339.000 Diesel PKW sind nachgerüstet bzw. sind nachgerüstet verkauft worden, das entspricht 64 % des Bestandes an Diesel - PKW der Abgasstufe EURO 5 & 6.

- Die durchschnittliche Minderungswirkung eines Updates beträgt 27,5 %.

Die von den Herstellern angebotenen Umtauschaktionen von EURO 1 – 4 Diesel PKW bleiben unberücksichtigt. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Fahrleistungsanteile, die bisher durch EURO 1 – 4 Diesel PKW erbracht werden, jetzt anteilig durch umgetauschte PKW erbracht werden. Diese fallen aufgrund der insgesamt geringen Fahrleistungsanteile dieser PKW nicht ins Gewicht und wirken sich auf die durchschnittliche Emission pro PKW praktisch nicht aus.

Ebenfalls unberücksichtigt bleibt der aktuell nicht mehr ansteigende Anteil von Diesel – PKW an der Fahrzeugflotte und sich daraus für die kommenden Jahre ergebenden geringeren Fahrleistungsanteile gegenüber den Annahmen im Handbuch Emissionsfaktoren.

In Tabelle 10 sind die Prognosen der Entwicklung der Jahresmittelwerte NO_2 am Theodor-Heuss-Ring nach dem Handbuch Emissionsfaktoren mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung von Software-Updates dargestellt.

	2019	2020	2021
HBEFA	55,1	52,5	49,6
HBEFA &Software-Update	51,9	49,5	46,8

Tabelle 10: Jahresmittelwerte NO_2 - Prognose der Entwicklung nach dem Handbuch Emissionsfaktoren mit und ohne Berücksichtigung der Wirkung von Software-Updates

Für die Abschätzung der Wirkung der in den nachfolgenden Kapiteln dargestellten Maßnahmen werden als sogenanntes „Null-Szenario THR“, die Jahresmittelwerte verwendet, die unter Einbeziehung der Software-Updates zu erwarten sind.

	2019	2020	2021
Nullszenario THR	51,9	49,5	46,8

Tabelle 11: Jahresmittelwerte NO_2 – Prognose für das Nullszenario THR

[6] https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/K/informationen-zu-software-updates.html

ENTWURF

5.5 Prognose für die Wirkung zeitlich befristeter Änderungen im Verkehrsablauf

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

So sind im Sommerhalbjahr 2020 Instandsetzungsmaßnahmen am Barkauer- und am Waldwiesenkreuz geplant. 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. Geplant ist, den Verkehr überwiegend auf die Fahrspur unmittelbar am Mittelstreifen zu führen.

Die Reduzierung der Verkehrsstärke und die „Sperrung“ der Spuren 5, 11 und 12 führen zu einer deutlichen Reduzierung der Belastung. Würde die Baumaßahme das gesamte Jahr 2020 andauern, würde die Belastung im Jahresmittel auf 34,3 µg/m³ sinken.

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

Überschlägig wäre folgende Entwicklung der Jahresmittelwerte am Theodor-Heuss-Ring zu erwarten:

	2019	2020	2021
Nullszenario THR + „Baustelle 2020“	51,9	41,9	46,8

Tabelle 12: Jahresmittelwerte NO_2 – Prognose für das Nullszenario THR mit Berücksichtigung der Baustelle 2020

Es werden weitere Maßnahmen erforderlich sein. Der Einfluss der geplanten Baustelle auf den Jahresmittelwert wird bei der Bewertung der Maßnahmen, die zur Einhaltung des Grenzwertes im Jahr 2020 erforderlich werden, berücksichtigt.

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 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 zum sogenannten städtischen und regionalen Hintergrund. In Abbildung 14 wurde gezeigt,

ENTWURF

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.

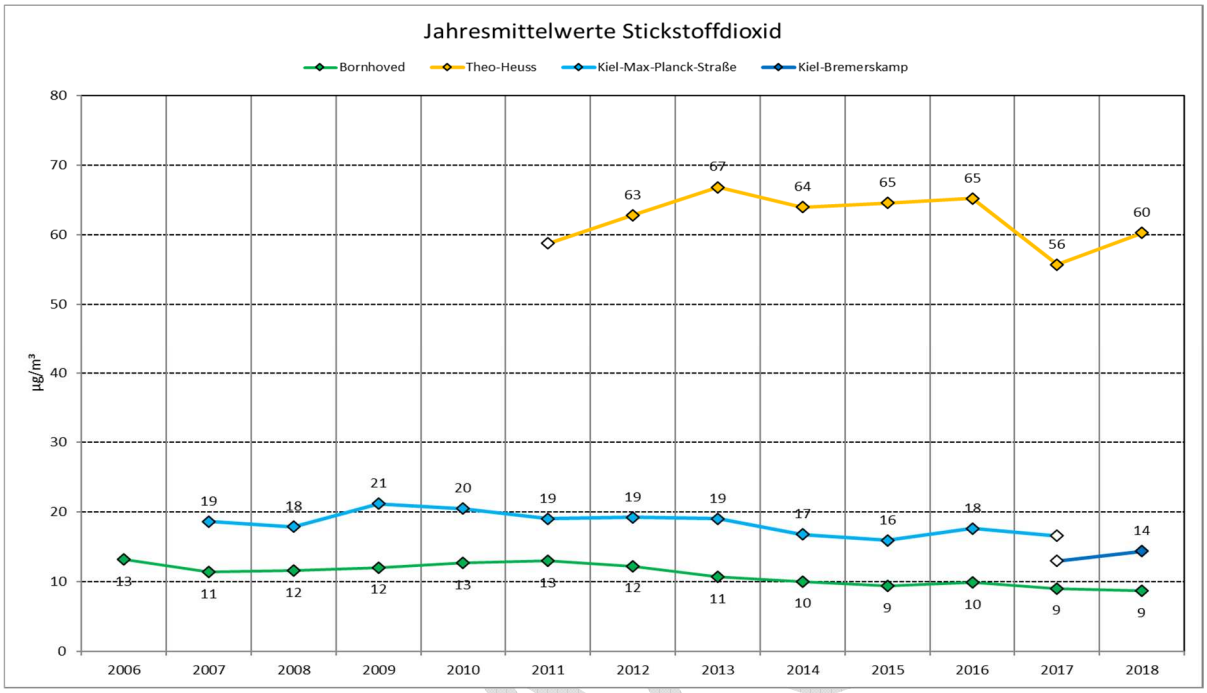

Abbildung 19: Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid in Kiel und Bornhöved

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 kann 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, müssten die Verkehrszahlen ungefähr halbiert werden.

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, 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 wiederrum 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 der städtischen Hintergrundbelastung

6.2.1 Green City Plan

Die Landeshauptstadt Kiel hat mit dem Green City Plan[9] 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 vor allem die NO_2-Hintergrundbelastung zu senken. Einzelne Maßnahmen können sich aber auch direkt auf den Theodor-Heuss-Ring auswirken wie z.B. die Verbesserung des Schiffsverkehrs auf der Förde, das Semesterticket oder die Hein-Schönberg-Bahnlinie. Die Sofortmaßnahmen des Green City Plans konkretisieren wichtige Maßnahmenvorschläge des „Masterplans Mobilität für die KielRegion“[10] und weiterer

[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.
[10] www.kielregion.de/mobilitaet

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.

Weiterhin werden auch Maßnahmen umgesetzt, die nicht im Green City Plan genannt wurden, da sie nicht den fünf Themenschwerpunkten zugeordnet werden konnten oder die im Rahmen von anderen Projekten umgesetzt werden. Auch diese Maßnahmen tragen zur Reduzierung der NO_2-Hintergrundbelastung bei.[12]

6.2.2 Zusammenfassung/Rechtliche Bewertung

Die Umsetzung des Green City Plans und weitere großräumig angelegte Maßnahmen können einen mittel-und langfristigen Beitrag zur Reduzierung der Hintergrundbelastung leisten und sind daher im Sinne der Luftreinhaltung zu begrüßen. Da diese Maßnahmen sich nicht unmittelbar auf die stark belastete Strecke am Theodor-Heuss-Ring auswirken, sind die konkreten Auswirkungen auf eine Schadstoffreduzierung gering und für sich genommen nicht geeignet, um eine Einhaltung der Grenzwerte für Stickstoffdioxid am Theodor-Heuss-Ring zu gewährleisten. Die in diesem Kapitel dargestellten Maßnahmen sind auch von dem zeitlichen Horizont her als überwiegend langfristig realisierbar einzustufen und daher nicht geeignet den Zeitraum der Grenzwertüberschreitung so kurz wie möglich zu halten.
Aufgrund der Vielzahl von Maßnahmen, die auf die Verbesserung der NO_2-Hintergrundbelastung wirken, wird kumulativ angenommen, dass sich die Hintergrundbelastung in Kiel jährlich um 0,5 µg/m³ reduziert.
Diese Abnahme ist im oben dargestellten Nullszenario (siehe Abbildung 18) berücksichtigt.

6.3 Verkehrslenkende Maßnahmen zur Reduzierung der NO_2 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.

6.3.1 Verflüssigung des Verkehrs am Theodor-Heuss-Ring

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 THR vorgeschlagen worden. Mit der Umsetzung dieser Maßnahmen wurde planunabhängig im Frühjahr 2019 begonnen.

Im Einzelnen sind folgende Maßnahmen bereits umgesetzt

- 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

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

[11] www.kiel.de/klimaschutz

[12] Siehe Kapitel 8.2 Anhang 2, ÖPNV Maßnahmen zur Senkung der Hintergrundbelastung.

ENTWURF

Weiterhin ist geplant, durch eine Zuflussregelung der Verkehrsströme vom Überflieger in die Richtungsfahrbahn Eckernförde des Theodor-Heuss-Ringes das aufgrund des Einfädelns vorhandene Staurisiko zu vermindern.

Zur Abschätzung der Wirkung wird im Modell die Kapazität der Fahrspuren soweit heraufgesetzt, dass eine Situation ohne Stauanteile modelliert wird.

Insgesamt sind durch die Maßnahmen zur Verflüssigung eine Minderung von etwa 0,4 µg/m³ an NO_2 zu erwarten.

	2019	2020	2021	2022	2023
Nullszenario THR	51,9	49,5	46,8	43,9	41,3
Maßnahme Verflüssigung	*(51,4)*	49,1	46,4	43,6	41,0

Tabelle 13: Jahresmittelwerte NO_2 – Vergleich der Prognosen für das Nullszenario und für die Maßnahme zur Verflüssigung

Die Abschätzung zeigt, dass allein durch die Maßnahmen zur Verflüssigung des Verkehrs auch in den Jahren 2021 bis 2023 nicht von einer Einhaltung des Grenzwertes ausgegangen werden kann und weitere Maßnahmen erforderlich sein werden.

6.3.2 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 vorgesehen, 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 werden aus Gründen der Verkehrssicherheit folgende Zu- und Abfahrten für den Verkehr gesperrt:

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

Ebenfalls aus Gründen der Verkehrssicherheit wird für LKW, die von den Skandinavienfähren kommen, ein Routenkonzept umgesetzt, wonach die LKW Verkehre über den Ziegelteich bzw. die Gablenzbrücke geführt werden sollen. Dies wird realisiert durch

- Sperrung der Bahnhofstraße zwischen Schwedendamm und Theodor-Heuss-Ring für LKW
- Anpassungen am Knotenpunkt Gablenzstraße/Sophienblatt (Sperrung der Ausfahrt aus Richtung Hummelwiese und zusätzlicher Linksabbieger von der Gablenzstraße in Richtung Süden zur Hamburger Chaussee)

Die Sperrung der Abfahrt zum Waldwiesenkreisel bewirkt eine Verminderung der Verkehrszahlen auf dem Theodor-Heuss-Ring in Richtung Westen von etwa 5000 Kfz.

Durch die Maßnahmen ist eine deutliche Senkung der Belastung zu erwarten:

ENTWURF

	2019	2020	2021
Nullszenario THR	51,9	49,5	46,8
Maßnahme Verflüssigung & Sperrung Abfahrt Waldwiesenkreisel & Sperrung Zufahrt Ratzeburger Straße & Sperrung rechte Fahrspur Richtung Westen für Diesel-Kfz	*(45,2)*	43,3	41,0

Tabelle 14: Jahresmittelwerte NO_2 – Vergleich der Prognosen für das Nullszenario und für die Maßnahme zur Verflüssigung mit zusätzlicher Sperrung der Abfahrt zum Waldwiesenkreisel sowie der Sperrung der rechten Fahrspur in Richtung Westen für Diesel-Kfz

Wird die beschriebene Maßnahme ohne Sperrung der rechten Fahrspur Diesel-Kfz umgesetzt, ergeben sich folgende Jahresmittelwerte:

	2019	2020	2021
Nullszenario THR	51,9	49,5	46,8
Maßnahme Verflüssigung & Sperrung Abfahrt Waldwiesenkreisel & Sperrung Zufahrt Ratzeburger Straße	*(47,2)*	45,1	42,7

Tabelle 15: Jahresmittelwerte NO_2 – Vergleich der Prognosen für das Nullszenario und für die Maßnahme zur Verflüssigung mit zusätzlicher Sperrung der Abfahrt zum Waldwiesenkreisel

Eine Sperrung des linken Fahrstreifens in Richtung Osten (Spuren 3 & 9) für Diesel-Kfz würde zu einer weiteren Minderung von 0,1 µg/m³ an NO_2 im Jahr 2020 führen und kann somit keinen wesentlichen Beitrag zur Senkung der Belastung leisten.

Eine zusammenfassende Betrachtung mit der in Kapitel 5.5 dargestellten Prognose für die Wirkung der im Jahr 2020 geplante Instandhaltungsmaßnahmen ergibt:

	2019	2020	2021
Nullszenario THR + „Baustelle 2020“	51,9	41,9	46,8
Maßnahme Verflüssigung & Sperrung Abfahrt Waldwiesenkreisel & Sperrung Zufahrt Ratzeburger Straße + „Baustelle 2020“	*(47,2)*	39,7	42,7
Maßnahme Verflüssigung & Sperrung Abfahrt Waldwiesenkreisel & Sperrung Zufahrt Ratzeburger Straße & Sperrung rechte Fahrspur Richtung Westen für Diesel-Kfz + „Baustelle 2020“	*(45,2)*	38,8	41,0

Tabelle 16: Jahresmittelwerte NO_2 – Vergleich der Prognosen für das Nullszenario und der Maßnahmen nach Tabelle 15 bzw. Tabelle 16 unter Berücksichtigung der Baustelle 2020

ENTWURF

Werden die Instandsetzungsarbeiten wie geplant durchgeführt, sowohl zeitlich als auch von der geplanten Verkehrsführung über die Spuren 10 und 4 ist in Verbindung mit den in 6.3.2 beschriebenen Maßnahmen eine Einhaltung des Grenzwertes im Jahr 2020 zu erwarten.

Falls die Instandhaltungsmaßnahme nicht in dem geplanten Umfang realisiert werden kann, sind im Jahr 2020 weitere Maßnahmen erforderlich, um die Einhaltung des Grenzwertes sicherzustellen.

6.3.3 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. Hierdurch könnte sich aus Sicht der Luftqualität auch eine Einhaltung der Grenzwerte für Stickstoffdioxid auf Ausweichstrecken sicherstellen lassen.
Insgesamt sind die im Kapitel 6.3 beschrieben Maßnahmen für sich aufgrund ihres Wirkungsgrads auch in Summe nicht geeignet, für das Jahr 2020 und 2021 eine Einhaltung der Grenzwerte für Stickstoffdioxid am Theodor-Heuss-Ring zu gewährleisten.

Die Abschätzungen zeigen, dass allein durch die Maßnahmen Verkehrsverflüssigung und Verlagerung der emissionsstarken Kraftfahrzeuge eine Einhaltung der Grenzwerte nicht kurzfristig zu erreichen ist.

Auch unter Berücksichtigung Auswirkungen der Instandhaltungsarbeiten in 2020 sind weitere Maßnahmen erforderlich, um in den darauffolgenden Jahren (2021 ff) die Einhaltung des Grenzwertes sicherzustellen.

6.4 Maßnahmen, deren Wirksamkeit und Realisierungszeiträume noch nicht abgeschätzt werden können

Größere Verkehrsinfrastrukturprojekte wie zum Beispiel die Südspange, die zu einer Minderung oder Vermeidung der NOx 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.

Auch besteht die Möglichkeit, durch eine verkehrslenkende Maßnahme, bei der durch entsprechende Beschilderung ein Appell ausgesprochen wird, dass Diesel-PKW mit dem Ziel „Innenstadt“ nicht über den Theodor-Heuss-Ring fahren und so dort zu einer Senkung der Emissionen beitragen. Diese Maßnahme wird durch die Landeshauptstadt Kiel geprüft, 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.

Für die Wirkungen von photokatalytischen Straßenbelägen oder Häuserfassaden liegen bisher keine belastbaren Zahlen vor, so dass die Einbeziehung dieser Maßnahme in die Prognose zurzeit nicht möglich ist.

Zurzeit werden Untersuchungen geführt, ob durch den Einsatz von Filteranlagen ein wesentlicher Beitrag zur Senkung der Schadstoffbelastung geleistet werden kann. Die Filteranlagen sollen die mit

ENTWURF

Stickstoffoxiden belastete Luft am Straßenrand ansaugen und anschließend mit verminderter Schadstoffbelastung wieder abgeben. Dazu liegen der Stadt Kiel zurzeit Angebote von verschiedenen Herstellern in unterschiedlichen technischen Ausführungen vor.

Zum einem wird eine Schlitzabsaugung in der Mittelleitplanke vorgeschlagen, die die Luft auf einer Länge von 100m oder mehr an der Mittelleitplanke absaugt und anschließend über eine Rohrleitung einer Abgasreinigungsanlage zuführt. Die Ausblasung der gereinigten Luft erfolgt dann an einer Stelle über der Fahrbahn in ca. 5 m Höhe.

Zum anderen wird vorgeschlagen, mehrere Filteranlagen, die in regelmäßigen Abständen auf dem Bürgersteig zwischen Fahrbahn und Häuserwand aufgestellt werden (modulare Filteranlagen), zu kombinieren. Die Filteranlagen sollen dabei auf der der Straße zugewandten Seite mit Stickstoffoxiden belastete Luft ansaugen und gereinigt in Richtung Fassade wieder abgeben.

Bisher liegen noch keine belastbaren Aussagen über die Wirksamkeit der Absauganlagen vor.

Es liegen auch keine längeren Erfahrungen aus einem Praxisbetrieb vor. In Stuttgart sollen im Sommer 2019 mehrere modulare Filteranlagen installiert werden.
In Kiel wurde zeitlich befristet eine modulare Filteranlage in einer kurzen Testphase von ein bis zwei Wochen erprobt. Dabei wurden unter anderem die Ansaugkraft, Auslassstärke und Lärmemissionen geprüft und Messungen durchgeführt, um die Höhe der Stickstoffoxidminderung durch das Filterelement zu untersuchen. Diese Messungen werden zurzeit ausgewertet stellen aufgrund des kurzen Messzeitraumes nur eine Moment - Aufnahme dar.

Um die Wirksamkeit der Absauganlagen zu beurteilen sind unter anderem folgende Aussagen notwendig:

- Welche Minderung der NOx-Konzentration wird durch die Filterung erreicht?
- Wie wirken sich die Absauganlagen auf die räumliche Verteilung der NOx-Konzentration aus?
- Welcher Jahresmittelwert an NO2 wird durch den Einsatz von Absauganlagen erwartet?

Zu der Minderung der NO_x-Konzentration sind für einige Filter Laboruntersuchungen vorhanden. Diese beschränken sich jedoch zum Teil auf die Minderung der NO_2-Konzentration bzw. zeigen, dass einige Filter die NO-Konzentration nicht reduzieren.

Wie in Abbildung 10 dargestellt ist, stellt sich aufgrund von luftchemischen Prozessen im Straßenraum ein bestimmtes Verhältnis von Stickstoffdioxid und Stickstoffoxiden (Summe Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid) ein. Für die Beurteilung der Wirksamkeit sind daher auch Angaben erforderlich, um welchen Betrag die Stickstoffoxide durch die Filteranlage gemindert werden. Die Angabe einer Minderungsleistung von Stickstoffdioxid ist nicht ausreichend.
Für eine effektive Reduzierung der Schadstoffbelastung und letztendlich zur Einhaltung der des Grenzwertes für NO_2 ist es notwendig, sowohl die Konzentration an NO und auch NO_2 zur reduzieren.

Parallel wurden durch die Anbieter Modellrechnungen in Auftrag gegeben, die die Wirkung der Absaugung und das Ausblasen der gereinigten Luft auf die Luftschadstoffbelastung am Theodor-Heuss-Ring ermitteln sollen. Ergebnisse liegen noch nicht vor.
Die Modellrechnungen werden Aussagen liefern, ob sich die Reduzierung der NO_2-Konzentration auf den Nahbereich der Absauganlagen beschränkt oder ob eine weitreichende Wirkung erreicht werden kann.
Simulationsrechnungen, die für Stuttgart durchgeführt wurden zeigen, dass durch Absauganlagen prinzipiell die NO_2-Konzentration im Straßenraum reduziert werden kann. Sie zeigen ebenfalls, dass deutliche Gradienten in der Minderung der NO_2-Konzentration zur Häuserfront auftreten.
Diese für eine spezielle Wettersituation durchgeführten Berechnungen lassen aber nur bedingt Aussagen über die Wirkung im Jahresmittel zu.

ENTWURF

Neben der technischen Umsetzbarkeit ist vor dem Einsatz von Filteranlagen zu untersuchen, welchen Zeitraum sie zur Realisierung benötigen. Die Stadt Kiel hat dazu für die Variante der Schlitzabsaugung in der Mittelleitplanke ein Gutachten in Auftrag gegeben, welches Genehmigungs- und Zulassungsverfahren notwendig ist, um eine solche Anlage im Straßenkörper zu betreiben. Die Dauer des Verfahrens kann bei einem förmlichen Verfahren mit Öffentlichkeitsbeteiligung den Zeitraum bis Umsetzung der Maßnahme maßgeblich beeinflussen.

Die Wirkung von Absauganlagen auf die Schadstoffbelastung am Theodor-Heuss-Ring kann zurzeit noch nicht abschließend bewertet werden. Zeigen die laufenden Untersuchungen und Modellrechnungen, dass Filteranlagen einen Beitrag zur Einhaltung des Grenzwertes liefern können, wird dies im weiteren Verfahren berücksichtigt. Die Landeshauptstadt Kiel und das MELUND werden bis Ende 2019 die Wirksamkeit der Anlagen geprüft haben.

Aufgrund der für das Jahr 2021 prognostizierten Belastung von 41 µg/m³ erscheint es möglich, dass durch weitere Maßnahmen wie z.B. die Installation von Absauganlagen die Einhaltung des Grenzwertes sichergestellt werden kann. Dies setzt voraus, dass spätestens Mitte des Jahres 2020 belastbare Aussagen über die Wirksamkeit der Maßnahmen und die kurzfristige Umsetzbarkeit vorliegen, und auf dieser Basis die oben dargestellten Prognosen fortgeschrieben werden können. Liegen diese Aussagen nicht vor und ist damit auch keine Prognose möglich, werden weitere Maßnahmen erforderlich. Dies gilt ebenfalls, wenn die Überwachung der Luftqualität am Theodor-Heuss-Ring im Jahr 2020 zeigt, dass die prognostizierte Entwicklung nicht eingetreten ist.

Diejenigen Maßnahmen, die jetzt noch nicht im Luftreinhalteplan aufgenommen werden konnten, aber zukünftig nachweisbar die Stickstoffdioxidbelastung am Theodor-Heuss-Ring absenken können, dienen nicht nur der Unterschreitung des Grenzwertes. Wenn sich diese Maßnahmen als mildere Mittel erweisen, können sie auch im Austausch für laufende Maßnahmen eingesetzt werden, wenn gewährleistet ist, dass der Grenzwert sicher unterschritten wird.

ENTWURF

6.5 Selektive Sperrung des Theodor-Heuss-Ringes

6.5.1 Erfordernis und Auswahl betroffener Kraftfahrzeugkategorien für eine streckenbezogenen 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 (EURO 5/6 bzw. V/VI) und in unterschiedlicher Fahrtrichtungen. 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 Flottenzusammensetzung, die dem HBEFA 3.3 entnommen wird.
Unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren ergeben sich die in der folgenden Abbildung dargestellten Beiträge der Fahrzeugkategorien und Fahrtrichtungen für das Jahr 2019.

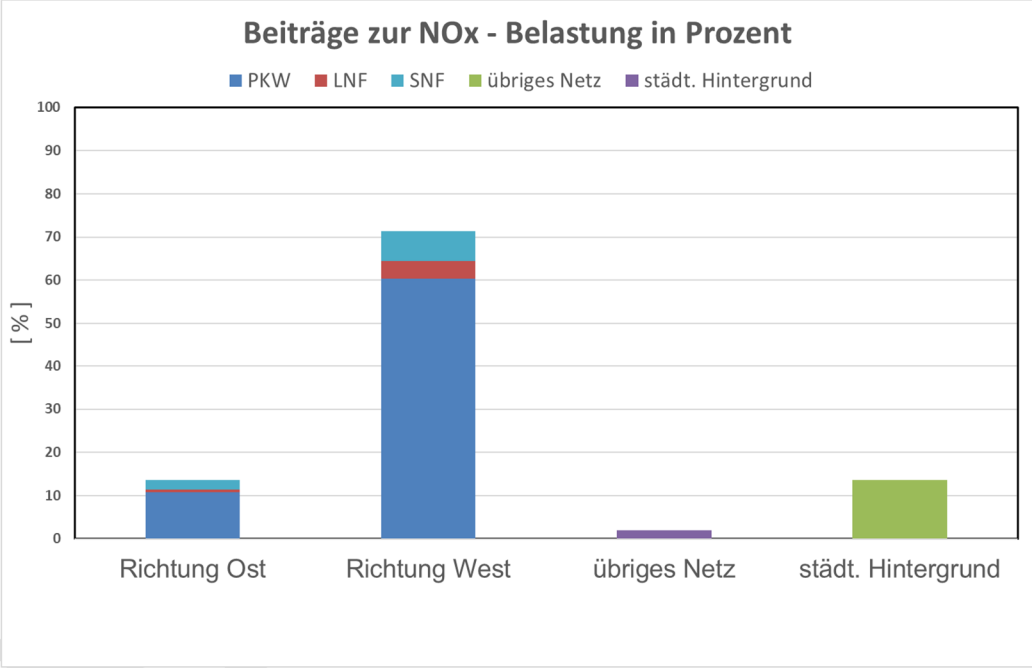

Abbildung 20: Beiträge zur NOx-Belastung am Theodor-Heuss-Ring

Den größten Einzelbeitrag liefern demzufolge die PKW in westlicher Fahrtrichtung.

Die Abbildung 20 zeigt die Emissionsfaktoren der PKW für unterschiedliche Emissionskonzepte exemplarisch für eine Hauptverkehrsstraße, eine Geschwindigkeit von 70 km/h bei einer Steigung von 2% und dichtem Verkehr. Dargestellt sind ebenfalls die jeweiligen Fahrleistungsanteile, wobei diese deutlich von dem Anteil am Fahrzeugbestand abweichen können.
Im Jahr 2019 ist gemäß HBEFA 3.3 von einem Anteil der Diesel-PKW unterhalb der Stufe Euro 6 von ca. 21% auszugehen, die einen Fahrleistungsanteil von ca. 25% haben.

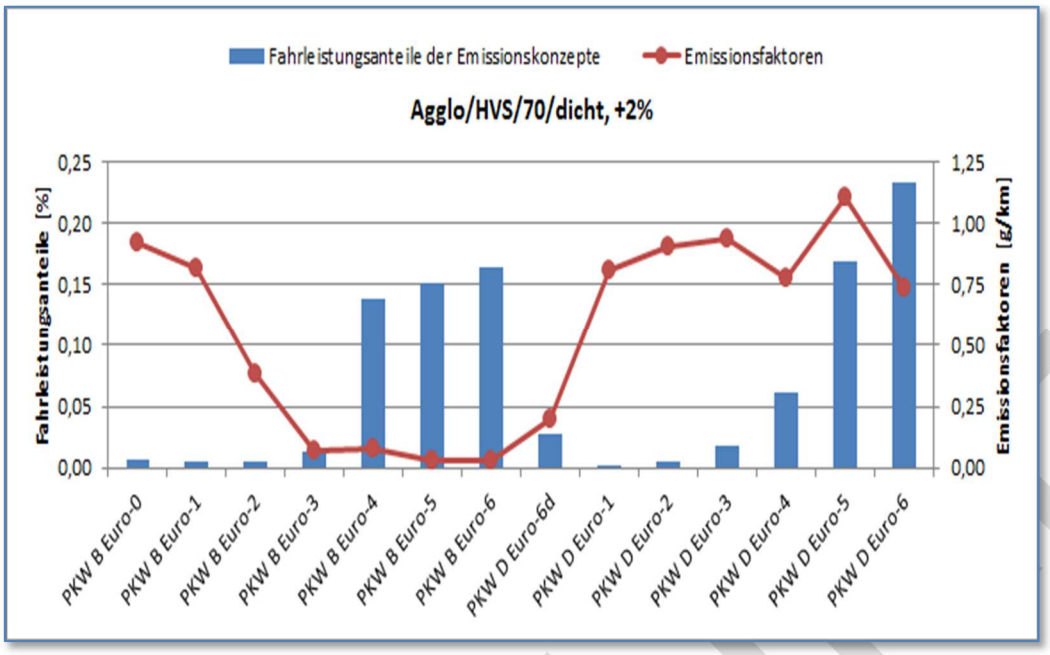

Abbildung 21: Fahrleistungsanteile der Emissionskonzepte und Emissionsfaktoren für PKW

Die Emissionen der PKW wiederum verteilen sich auf die Emissionskonzepte, wie in der folgenden Abbildung gezeigt. In Verbindung mit den zugeordneten Emissionsfaktoren tragen die Diesel-PKW (je nach Verkehrsbedingungen) unterhalb der Stufe EURO 6 in einer Größenordnung von 55 % zu den PKW-Emissionen bei.

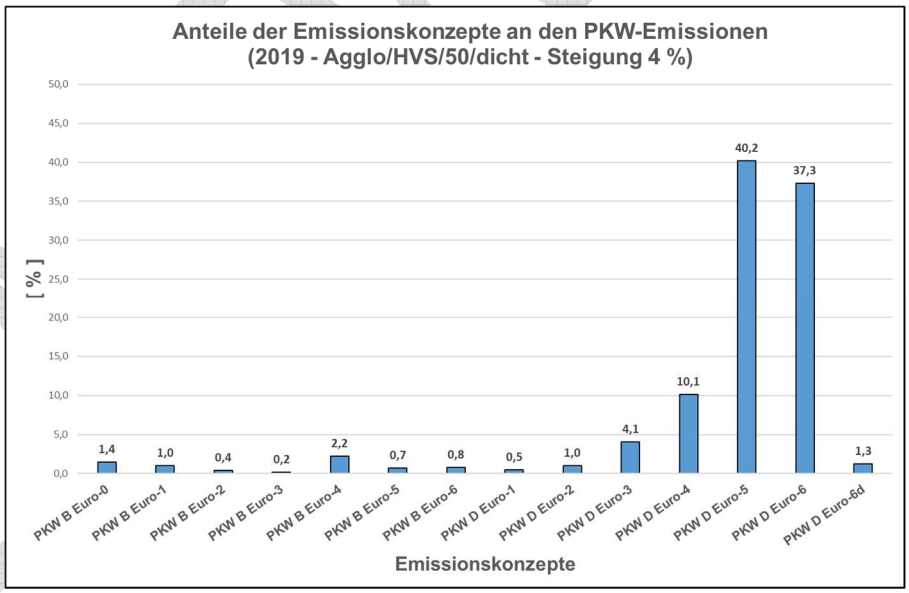

Abbildung 22: Anteile der Emissionskonzepte an den PKW-Emissionen (für das Jahr 2019)

Aufgrund der Modernisierung der Fahrzeugflotte verschieben sich die Anteile im Jahr 2020 in Richtung EURO 6 (Daten HBEFA original):

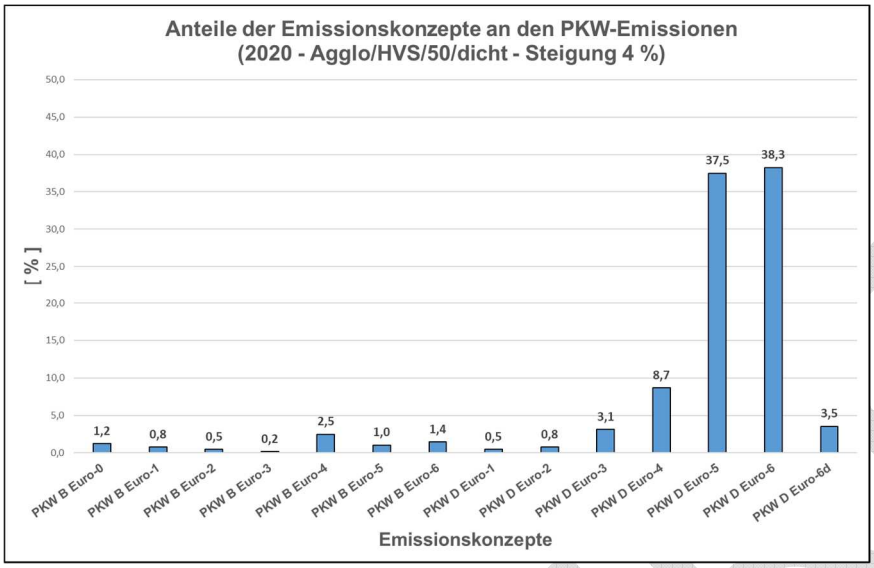

Abbildung 23: Anteile der Emissionskonzepte an den PKW-Emissionen (für das Jahr 2020)

6.5.2 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.

Wie im vorigen Kapitel dargestellt, könnte eine selektive Sperrung für Diesel PKW den höchsten Beitrag zur Senkung der Emissionen des Straßenverkehrs liefern.

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 6 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	41500	33100
LNF – leichte Nutzfahrzeuge	1700	1920
SNF – schwere Nutzfahrzeuge	1460	1650
Summe	44600	36670

Tabelle 17: 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 7800 Kfz abnehmen.

ENTWURF

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.

	2019	2020	2021
Nullszenario THR	51,9	49,5	46,8
selektive Sperrung für Diesel-PKW EURO 1 – 5 in Fahrtrichtung Westen zwischen Lübscher Baum und Waldwiesenkreisel.	*(41,8)*	40,3	38,3

Tabelle 18: Jahresmittelwerte NO_2 – Vergleich der Prognosen für das Nullszenario und für die selektive Sperrung für Diesel-Pkw der Emissionsklassen 1-5 in Richtung Westen

Eine Kombination dieser Maßnahme mit der Verkehrsreduzierung, die durch die Sperrung der Abfahrt zum Waldwiesenkreisel und der Maßnahmen Verflüssigung (siehe Abschnitt 6.3.2 und 6.3.4) erzielt wird, würde zu folgenden Jahresmittelwerten führen:

	2019	2020	2021
Nullszenario THR	51,9	49,5	46,8
selektive Sperrung für Diesel-PKW EURO 1 – 5 in Fahrtrichtung Westen zwischen Lübscher Baum und Waldwiesenkreisel. & Maßnahme Verflüssigung & Sperrung Abfahrt Waldwiesenkreisel & Sperrung Zufahrt Ratzeburger Straße	*(40,3)*	38,9	37,1

Tabelle 19: Jahresmittelwerte NO_2 – Vergleich der Prognose für das Nullszenario und für die selektive Sperrung für Diesel-Pkw der Emissionsklassen 1-5 mit zusätzlicher Maßnahme zur Verflüssigung sowie Sperrung der Abfahrt zum Waldwiesenkreisel

Dabei wurde unterstellt, dass die freiwerdenden Kapazitäten durch Fahrzeuge aufgefüllt werden, die nicht durch Verkehrsbeschränkung betroffen sind.

Eine geringere Eingriffstiefe hätte eine selektive Sperrung für Diesel-PKW der Emissionsklassen EURO 1 – 4 in Richtung Westen. Da sie für sich weniger wirksam ist als die selektive Sperrung für Diesel-PKW der Emissionsklassen EURO 1 – 5, wird ihre Wirksamkeit zusammen mit der Maßnahme Verflüssigung und Sperrung Abfahrt Waldwiesenkreisel betrachtet. Für das Jahr 2020 ergibt sich ein Jahresmittelwert von 42,2 µg/m³. Dieser geringere Eingriff ist daher zur Einhaltung des Grenzwertes nicht ausreichend.

6.5.3 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

ENTWURF

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 31,4 µg/m³ in der Hamburger Chaussee und 26,5 µg/m³ in der Alten Lübecker Chaussee.

Bei einer zusätzlichen Verlagerung von LKW Verkehren auf die Hamburger Chaussee würde bei 200 zusätzlichen schweren Nutzfahrzeugen die Konzentrationen dort um weitere 0,5 µg/m³ 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).

6.5.4 Rechtliche Bewertung/Verhältnismäßigkeit der Maßnahme

Die selektive Sperrung für Fahrzeuge stellt vor dem Hintergrund, dass verschiedene Szenarien zu einer Einhaltung der Stickstoffdioxid Grenzwerte führen und diese innerhalb einer kurzen Zeitspanne zu realisieren sind, 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.[13]
Im Ergebnis ist daher eine Bekanntgabe von streckenbezogenen Sperrungen über die straßenverkehrsrechtlichen Vorschriften der Straßenverkehrsordnung (StVO) möglich.[14]
Eine geeignete Überwachung des fließenden Verkehrs ist dabei zu gewährleisten.

Wie in der Abb. 19 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.

[13] BVerwG 7 C 30.17, Rn. 7, 36, juris.

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

ENTWURF

Eine selektive Sperrung für Diesel-PKW der Stufen EURO 1 bis 5 wäre auch geeignet, um kurzfristig eine relevante Minderung der Belastung herbeizuführen. Und die Maßnahme wäre geeignet, die Einhaltung des Grenzwertes im Jahr 2020 und 2021 zu gewährleisten.

Die Anordnung einer selektiven Sperung 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-Ring[15] dauerhaft vor Luftschadstoffen zu schützen, indem die in § 3 Abs. 2 der 39. BImSchV festgelegten Grenzwerte von 40 µg/m³ für Stickstoffdioxid dauerhaft zum Schutz der menschlichen Gesundheit (Art. 2 Abs. 2 S. 1 GG) eingehalten werden. 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.[16] Diese Schlussfolgerung greift auch vor dem Hintergrund, dass die Rechtsgüter der individuellen Emittenten zu berücksichtigen sind.[17] Ein grundsätzliches Recht, alle Straßen zu jeder Zeit befahren zu können gibt es nicht. Straßen können 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.[18] 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.[19]
Wie in Abschnitt 6.5.3 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.
Im Hinblick auf den derzeit gültigen „Lärmaktionsplan der Landeshauptstadt Kiel- Fortschreibung“[20] (LAP) ergeben sich in der Gesamtschau Abstimmungserfordernisse zur aktuellen Luftreinhalteplanung. Die geplante Ausweichstrecke wird genauso wie der Theodor-Heuss-Ring als Lärmschwerpunkt identifiziert. Am Theodor-Heuss-Ring wurde mit dem Einbau von Asphalt in lärmmindernder Bauweise eine Verkehrslärmreduzierung um 2 - 3 dB(A) erzielt. Trotz dieser Maßnahme stellt dieser Bereich weiterhin einen Problemschwerpunkt dar. Für die Ausweichstrecken Alte Lübecker Chaussee und Hamburger Chaussee befinden sich lediglich Geschwindigkeitsreduzierungen als Lärmminderungsmaßnahme in der Prüfung. Die mögliche Lärmminderung würde durch die durch alle geprüften Maßnahmen erzeugten Ausweichverkehre annähernd wieder ausgeglichen, so dass für die Anwohnerinnen und Anwohner eine Reduzierung der gegenwärtigen hohen Verkehrslärmbelastung nicht wahrnehmbar sein wird. Die Alte Lübecker Chaussee und die Hamburger Chaussee würden durch die Ausweichverkehre daher auch bei der Umsetzung von Lärmminderungsmaßnahmen weiterhin als Lärmproblemschwerpunkt im Lärmaktionsplan geführt werden.

Eine selektive Sperrung des Theodor-Heuss-Ringes ist in der Gesamtschau verhältnismäßig. Dies gilt analog auch für die Verkehrsverlagerungen, die durch die Begleitmaßnahmen zur Maßnahme „Dieselinks“ erzeugt werden.

[15] Siehe Abschnitt 5.3..

[16] VG Stuttgart 13 K 5412/15, Rn. 321, juris.

[17] VG Stuttgart 13 K 5412/15, Rn. 341, juris.

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

[19] BVerwG 7 C 26.16, Rn. 38, juris.

[20] Lärmaktionsplan 2013 der Landeshauptstadt Kiel gem. § 47d Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 18.09.2014, Rats-Drucksache 0657/2014, Änderungsantrag Rats- Drucksache 0887/2014.

7 Zusammenfassung

Die Einhaltung des Grenzwertes für Stickstoffdioxid ist am Theodor-Heuss-Ring ist ohne eine Minderung der Verkehrszahlen nicht zu erreichen. Die geprüften Optionen sind

- Sperrung der Abfahrt Waldwiesenkreisel und der Zufahrt von der Ratzeburger Straße für Kfz und Sperrung der Bahnhofstraße für LKW (in Verbindung mit der Maßnahme „Diesel-links“)
- Selektive Sperrung des Theodor-Heuss-Ringes zwischen Lübscher Baum und Waldwiesenkreisel für Diesel-PKW der EURO Stufen 1 – 5.

Beides führt zu einer Verlagerung von Verkehren in das umliegende Straßennetz. Durch die Verlagerung sind keine Grenzwertüberschreitungen in den vorrangig betroffenen Straßen Alte Lübecker Chaussee und Hamburger Chaussee zu erwarten.

Nachfolgend sind die Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid dargestellt, die bei Durchführung der Maßnahmen im Jahr 2020 zu erwarten sind:

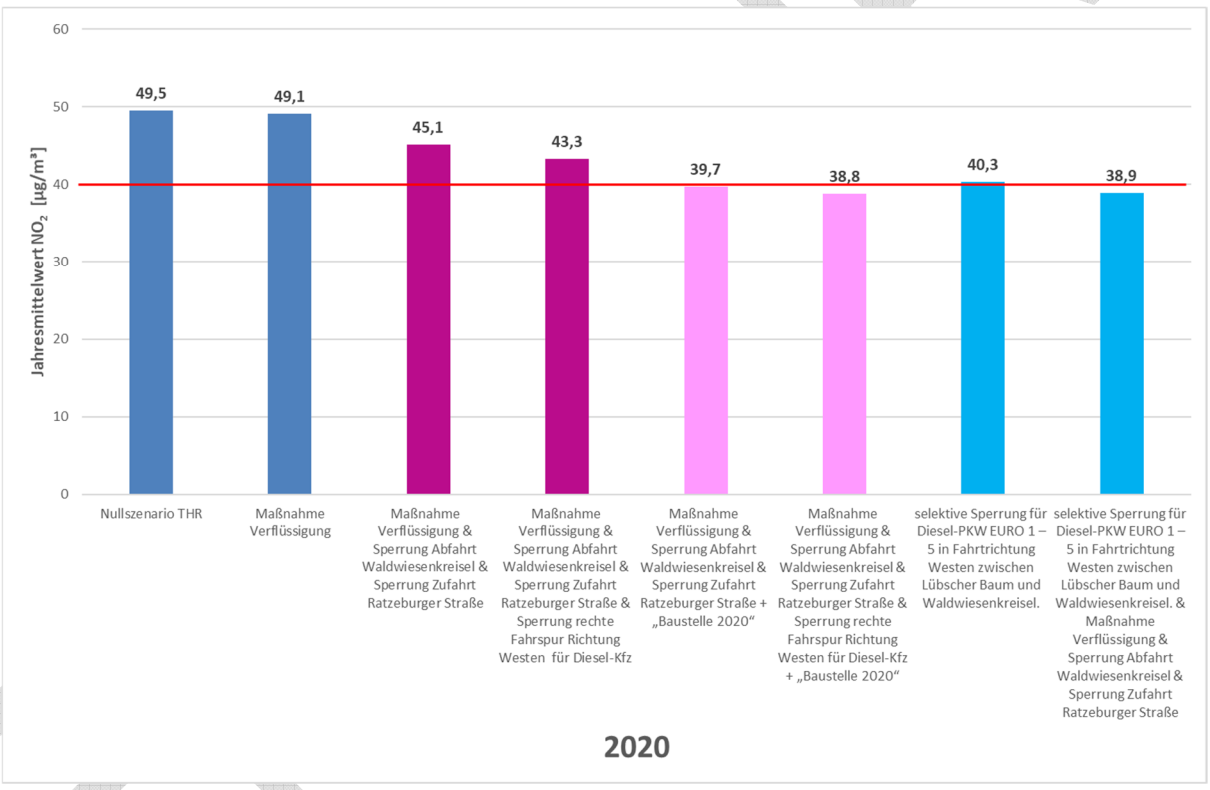

Abbildung 24: Jahresmittelwerte NO_2 – Vergleich der Prognosen für das Nullszenario und für unterschiedliche Maßnahmen für das Jahr 2020

Unter Berücksichtigung der Auswirkungen der Instandhaltungsmaßnahmen/Baustelle erscheint es wahrscheinlich, den Grenzwert für Stickstoffdioxid am Theodor-Heuss-Ring im Bereich um den Krusenrotter Weg in Kiel von 40 Mikrogramm pro Kubikmeter Außenluft im Jahr 2020 mit folgenden Maßnahmen für den baustellenfreien Zeitraum einzuhalten:

- Maßnahmen zur Verflüssigung und Sperrung der Abfahrt vom Theodor-Heuss-Ring zum Waldwiesenkreisel in Richtung Westen und der Zufahrt von der Ratzeburger Straße

Auch im Jahr 2021 wird der Grenzwert ohne Maßnahmen nicht eingehalten werden.
Nachfolgend sind die Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid dargestellt, die bei Durchführung der Maßnahmen im Jahr 2021 zu erwarten sind:

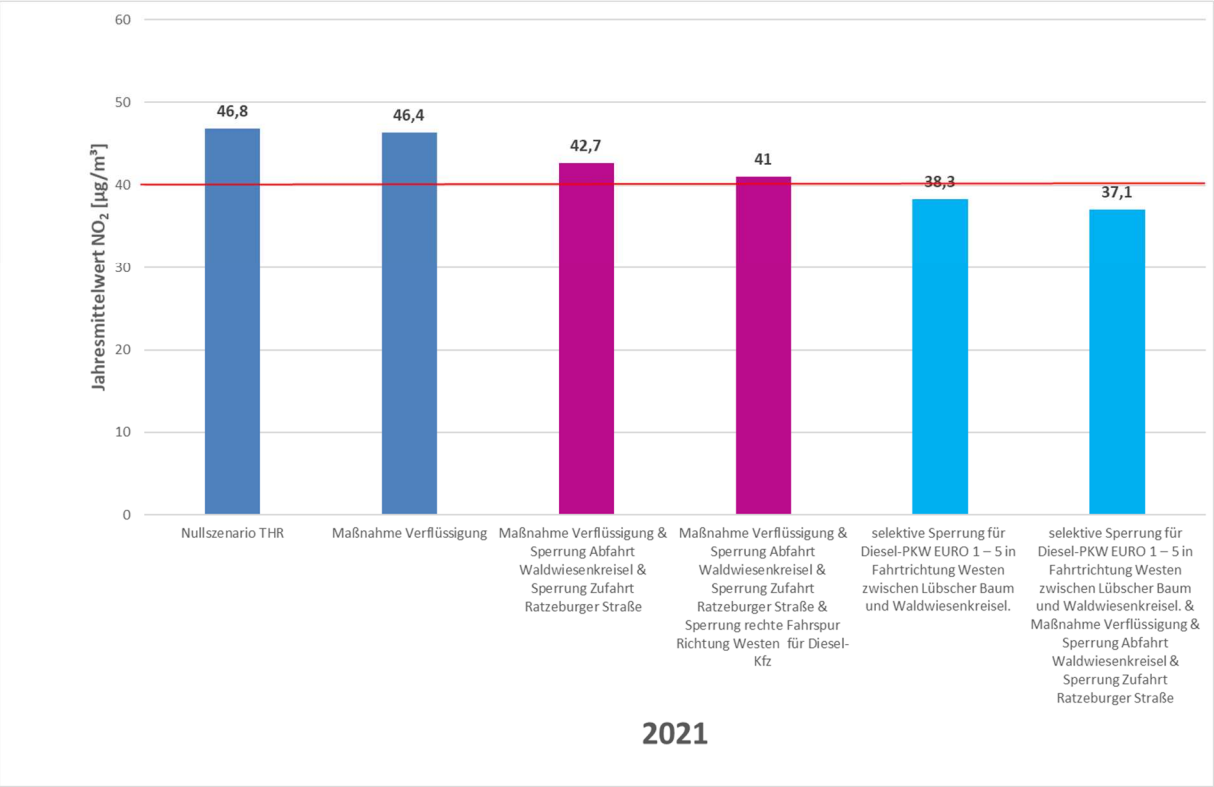

Abbildung 25: Jahresmittelwerte NO_2 – Vergleich der Prognosen für das Nullszenario und für unterschiedliche Maßnahmen für das Jahr 2021

Grundsätzlich erscheint es wahrscheinlich, den Grenzwert für Stickstoffdioxid am Theodor-Heuss-Ring im Bereich um den Krusenrotter Weg in Kiel von 40 Mikrogramm pro Kubikmeter Außenluft im Jahr 2021 mit folgender Maßnahme einzuhalten:

- Maßnahmen zur Verflüssigung und Sperrung der Abfahrt vom Theodor-Heuss-Ring zum Waldwiesenkreisel in Richtung Westen und der Zufahrt von der Ratzeburger Straße
- Absauganlagen, sofern deren Wirksamkeit nachgewiesen wurde

und weitere Maßnahmen, deren Wirksamkeit und Realisierbarkeit zum aktuellen Zeitpunkt nicht abgeschätzt werden kann wie z.B. weitere Instandhaltungsmaßnahmen oder auf Freiwilligkeit basierende Verkehrslenkungsmaßnahmen.

Falls die hierfür erforderlichen Nachweise und Prognosen bis zum September des Jahres 2020 nicht vorliegen und die kurzfristige Realisierbarkeit nicht nachgewiesen werden kann, ist folgende Maßnahme

- Selektiver Sperrung für Diesel-PKW der EURO Stufen 1 – 5 in Fahrtrichtung Westen zwischen Lübscher Baum und Waldwiesenkreisel.

spätestens zum 01.01.2021 umzusetzen.

.

8. Anlagen

8.1 Anhang 1 - Green City Plan der Stadt Kiel

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			
I.a-9 LSA-Steuerung zur Radverkehrsbeschleunigung	Tiefbauamt		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, Kreis RD	x	x			
I.b-7 Haltestellen-Echtzeitinformationen als APP	KVG	x				
I.b-8 Aufbau eines Haltestellenkatasters	NAH.SH		x			

ENTWURF

II. ÖPNV und Vernetzung						
	Federführung	2019	2020	2021	2022ff	NOx Minderung
II.a Etablierung von Mobilitätsstationen - Bhf. Oppendorf - Bhf. Russee - Tilsiter Platz - Stephan-Heinzel-Straße Weitere 4 Stationen pro Jahr	LH Kiel/ Kiel-Region 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/ Kiel-Region GmbH	x	x	x	x	ca. 550 kg/Jahr
II.c Netzwerk Betriebliches Mobilitätsmanagement	KielRegion GmbH	x	x	x	x	ca. 2,1 to/Jahr
II.d. Vernetzung über ein Bike Sharing System	KielRegion GmbH		x			ca. 1 to/ Jahr
II.e-1 u.2 Mobilitätsangebote für Mitarbeiter*innen der Stadtverwaltung LH Kiel - verbessertes Jobticket, „Fahrradsubventionen“, rechtliche Erleichterung der Förderung tritt am 1.1.2019 in Kraft und soll unverzüglich umgesetzt werden - gesichertes Fahrradparken etc. - Softwaresystem Fuhr- und Stellplatzmanagement der Stadtverwaltung LH Kiel Softwaresystem	Tiefbauamt Tiefbauamt	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)

ENTWURF

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/ SFK	x	x		x	bisher keine Einschätzung vorgenommen
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	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 Ladeinfrastrauktur in Wohnquartiere	Tiefbauamt	x	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 30 Dieselhybrid als Einstieg in die E-Mobilität 2018/2019 - 36 Vollelektrische Busse ab 2020	Eigenbetrieb/ KVG	x	x	x	x	94% 1,5to/Jahr 11,8 to/ Jahr (36 Busse) 46,3 to/Jahr (alle Busse)
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 Fördeschifffahrt - Einsatz von vier Plug-In-Hybridfähren mit dieselelektr. Antrieb und Batterie auf der F1			x	x	x	17% bzw. 10 to/Jahr

ENTWURF

-Einsatz Elektrofähre auf der F2					x	47 to/ Jahr
IV.g Umweltfreundliche Antriebe Kanalfähre	WSV				x	
IV.h Lade-, Lasten- und Betriebshofmanagement für den ÖPNV	Eigenbetrieb/ KVG				x	
IV.i BluePort – Umweltkonzept vom Seehafen Kiel	Seehafen	x	x			
IV.j Übergreifendes Förderpojekt KielFlex -zusätzliche Installation 3954 kW Ladeleistung - Netzwerk intelligent gesteuerter Ladeinfrastruktur - Pantographen an Endhaltestellen u.a.	CAU 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

8.2 Anhang 2 - ÖPNV Maßnahmen zur Senkung der 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 x				

ENTWURF

Übernehme der Verkehre zum CITTI-PARK mit besserer Vertaktung und deutlicher Ausweitung der Bedienzeiten auf der Linie 52 auch im Bereich Krummbogen (in 2018) Taktverdichtung am Sonntagmorgen (geplant in 2019) Neukonzeption und deutliche Verdichtung des Angebotes im Nachtbusnetz (geplant in 2019) Verdichtung des Angebotes auf der Innenstadtlinie 11 auf einen 7,5-Min-Takt (geplant in 2020 und gekoppelt an die Beschaffung von E-Bussen) Taktverdichtung auf der Linie 34 (geplant in 2020) Verbesserung der Anbindung von Alt-Mettenhof (geplant in 2020)		x x x	 x x x			
Landesweites Semesterticket	Land SH, Hochschulen, Verkehrsunternehmen		x			
Inbetriebnahme und Verlängerung von Hein-Schönberg sowie Errichtung der ÖPNV-Umsteigeanlage am Bahnhaltepunkt Oppendorf in 2019	NAH.SH		x	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 u.a. Schützenwall, Projensdorfer Straße	Tiefbauamt	x				
-Fahrradschutzstreifen Klausdorfer Weg	Tiefbauamt		x			
-Fahrradstreifen Wischhofstraße	Tiefbauamt	x				

ENTWURF

Gehweg und Radweg Preetzer Straße	Tiefbauamt	x				
ExWoSt Maßnahmenpaket Danziger Straße, Wellingdorfer Straße, Kieler Kuhle	Tiefbauamt	x	x			
Seehafen Kiel						
Landstromanschluss - Ostseekai/ - Schwedenkai/ - Norwegenkai, angestrebt	Seehafen	 x x x				 39 to/Jahr 77,2 to/Jahr (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			
Nachrüstung						
kommunale Nutzfahrzeuge; Nutzung des neuen Förderprogramm der Bundesregierung, 17 Fahrzeuge könnten mit NOx-Filtern nachgerüstet werden	ABK					noch nicht abschätzbar

ENTWURF

ENTWURF