



Luftreinhalteplan Kiel

**Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
des Landes Schleswig-Holstein**
(bis 31.12.2008: Staatliches Umweltamt Itzehoe)
Lufthygienische Überwachung Schleswig-Holstein
Oelixdorfer Str. 2
25524 Itzehoe

Im Auftrag des
**Ministeriums für Landwirtschaft,
Umwelt und ländliche Räume
des Landes Schleswig-Holstein**
Mercatorstr. 3
24106 Kiel

Itzehoe, März 2009

Inhalt

Inhalt	1
1 Einleitung und allgemeine Informationen	3
1.1 Einleitung.....	3
1.2 Gesetzliche Grundlagen	3
1.2.1 Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG.....	3
1.2.2 Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22. BImSchV.....	4
1.3 Beschreibung des Gebietes	5
1.3.1 Angaben zum Ort	5
1.3.2 Schätzung der betroffenen Bevölkerung	7
1.3.3 Angaben zum Klima	8
1.3.4 Angaben zur Topographie	10
1.4 Gesundheitliche Wirkungen der Luftschadstoffe	11
1.4.1 Stickstoffdioxid.....	11
1.4.2 Feinstaub (PM10)	12
1.5 Beteiligung an der Planaufstellung	12
2 Art und Beurteilung der Verschmutzung	14
2.1 Beschreibung der Standorte.....	14
2.2 Beschreibung der Mess- und Analyseverfahren.....	16
2.2.1 Kontinuierliche Messungen	16
2.2.2 Messungen mit Passivsammlern.....	16
2.3 Ergebnisse der Messungen.....	17
2.3.1 Tagesmittelwerte für das Jahr 2006	17
2.3.2 Monatsmittelwerte - Orientierende Messungen	20
2.3.3 Tages- und Wochengänge 2006 in der Bahnhofstraße.....	21
2.4 Vergleich mit den Immissionsgrenzwerten und Beurteilungsschwellen	23
2.5 Zusammenfassung der Messergebnisse.....	28
3 Analyse der Ursachen der Belastung	30
3.1 Vorgehensweise	30
3.2 Ursprung der Luftschadstoffe	30
3.2.1 Allgemeine Überlegungen	30
3.2.2 Emittentengruppe Straßenverkehr - Hauptstraßennetz.....	31
3.2.2.1 Datenbasis 1: Verkehrszahlen.....	31
3.2.2.2 Datenbasis 2: Emissionsfaktoren	34
3.2.3 Emittentengruppe Straßenverkehr - Hintergrund	35
3.3 Methodik der Immissionsermittlung	36
3.3.1 Rechenmodell.....	36
3.3.2 Meteorologische Daten.....	37
3.3.3 Hintergrundbelastung	37
3.3.4 Zusammenhang Stickstoffdioxid-Stickstoffoxide	37
3.3.5 Genauigkeitsanforderungen (Analyse 2006)	38
3.4 Ergebnisse der Prognosen für das Jahr 2010	40
3.4.1 Planfall "Null" im Jahr 2010	40
3.4.1.1 Eingangsparameter	40
3.4.1.2 Ergebnisse.....	41
3.4.2 Planfall "Kapazitätsgrenze" im Jahr 2010.....	45
3.4.2.1 Eingangsparameter	45

3.4.2.2 Ergebnisse.....	45
3.5 Zusammenfassung der Ursachenanalyse	48
4 Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität	50
4.1 Bundes-Immissionsschutzgesetz und Straßenverkehrsordnung	50
4.2 Maßnahmen in Luftreinhalteplänen	50
4.3 Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie.....	51
4.4 Zusätzlich erforderliche Maßnahmen	52
4.4.1 Maßnahmen zur Umlagerung von Verkehrsströmen.....	52
4.4.1.1 Beschreibung der Maßnahmen	52
4.4.1.2 Fachliche Prüfung der Maßnahmen	54
4.4.1.3 Technische Umsetzung der Maßnahmen.....	60
4.4.2 Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen	60
4.5 Maßnahmen, die noch nicht ergriffen wurden und langfristige Maßnahmen.....	61
5 Zusammenfassung.....	62
Tabellenverzeichnis	63
Abbildungsverzeichnis	64
Literaturverzeichnis	65

1 Einleitung und allgemeine Informationen

1.1 Einleitung

Im Rahmen der Untersuchung der Luftqualität in Schleswig-Holstein wurden seit 1995 mit einer Messstation kontinuierliche Luftschadstoffmessungen für Stickstoffoxide, Staub, Schwefeldioxid, Benzol und Kohlenmonoxid am Westring in Kiel als besonders verkehrsbelastetem Standort durchgeführt. Seit der Öffnung der so genannten Mühlenwegtrasse nahm dort die Zahl der Kraftfahrzeuge als Verursacher hoher Luftschadstoffkonzentrationen von über 50.000 auf etwa 20.000 Kfz pro Tag ab. Die Stickstoffdioxidkonzentrationen gingen von 61 Mikrogramm pro Kubikmeter Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) im Jahr 1997 bis auf $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahr 2004 zurück. Orientierende Messungen von Feinstaub, Stickstoffdioxid und Benzol an anderen Verkehrsschwerpunkten in Kiel ergaben, dass die Belastung in der Bahnhofstraße zwischen Schwedendamm und Joachimplatz höher als die am Westring einzustufen war, so dass die Messstation im Mai 2005 vom Westring in den betreffenden Abschnitt der Bahnhofstraße umgesetzt wurde.

Die Messergebnisse für das Jahr 2006 ($62 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zeigen, dass für den Luftschadstoff Stickstoffdioxid der Immissionsgrenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Jahresmittelwert) deutlich überschritten ist. Der Immissionsgrenzwert ist ab dem 1. Januar 2010 einzuhalten.

Für den Bereich Bahnhofstraße zwischen Schwedendamm und Joachimplatz in der Stadt Kiel wird ein Luftreinhalteplan aufgestellt, der die Maßnahmen zur dauerhaften Verminderung der Luftverunreinigungen und zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte darstellt.

Ein Luftreinhalteplan hat das vorrangige Ziel, zu prüfen, ob Maßnahmen erforderlich werden, um die Schadstoffbelastung bis zum 01.01.2010 zu senken, und diese Maßnahmen festzulegen. Ein Luftreinhalteplan kann Anlass zu weiteren Überlegungen zur Stadtplanung und zur Überprüfung und Weiterentwicklung von Verkehrskonzepten geben, diese aber nicht ersetzen.

Zur Schadstoffbelastung und zur Überschreitung der Immissionsgrenzwerte tragen die verschiedenen Emissionengruppen wie Verkehr, Industrie, Gewerbe und Hausbrand in unterschiedlichem Maß bei. Die Untersuchungen zu diesem Luftreinhalteplan zeigen, dass Kfz-Verkehr in der Bahnhofstraße die wesentliche Ursache für die Belastung durch Stickstoffdioxid ist.

Der Luftreinhalteplan war bis 31. Oktober 2008 dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit für die Berichterstattung an die Kommission der Europäischen Gemeinschaften zu übermitteln.

1.2 Gesetzliche Grundlagen

1.2.1 Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG

Die Immissionsgrenzwerte für Stickstoffdioxid und weitere Luftschadstoffe gehen auf das europäische Luftqualitätsrecht zurück (EU-Rahmenrichtlinie 96/62/EG des Rates über die Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität mit Tochterrichtlinien).

Die Rahmenrichtlinie wurde durch den fünften Teil des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) "Überwachung und Verbesserung der Luftqualität, Luftreinhalteplanung, Lärminderungspläne" in nationales Recht umgesetzt.

Danach ergeben sich folgende Verpflichtungen:

- Regelmäßige Untersuchungen zur Überwachung der Luftqualität
- Ergreifen von Maßnahmen, um die Einhaltung gesetzlich festgelegter Immissionsgrenzwerte sicherzustellen
- Information der Öffentlichkeit über die Luftqualität
- Aufstellung von Luftreinhalteplänen mit Maßnahmen zur dauerhaften Verminderung von Luftverunreinigungen, wenn gesetzlich festgelegte Immissionsgrenzwerte einschließlich festgelegter Toleranzmargen überschritten werden
- Aufstellung von Aktionsplänen mit kurzfristigen Maßnahmen, falls die Gefahr besteht, dass festgelegte Immissionsgrenzwerte oder Alarmschwellen überschritten werden

In Schleswig-Holstein ist das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume für die Aufstellung des Luftreinhalteplanes zuständig. Untersuchungen zur Luftqualität (Messungen und Prognosen) werden durch das Staatliche Umweltamt Itzehoe, Lufthygienische Überwachung Schleswig-Holstein (LÜSH) (seit 1. Januar 2009 Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein) durchgeführt.

Werden im Rahmen der Luftreinhalteplanung Maßnahmen im Straßenverkehr erforderlich, sind diese im Einvernehmen mit den zuständigen Straßenbau- und Straßenverkehrsbehörden festzulegen.

Die Öffentlichkeit ist bei der Aufstellung des Plans zu beteiligen.

1.2.2 Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft – 22. BImSchV

In den Tochterrichtlinien zur Luftqualität sind spezielle Regelungen für einzelne Luftschadstoffe festgelegt. Diese wurden in der 22. und 33. BImSchV (Verordnungen zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes) umgesetzt.

Für die Beurteilung der Luftbelastung sind einheitliche Methoden und Kriterien vorgeschrieben. Insbesondere ist an Orten mit den mutmaßlich höchsten Luftschadstoffkonzentrationen zu messen, denen in erster Linie die Wohnbevölkerung ausgesetzt sein kann.

Es sind Immissionsgrenzwerte festgelegt worden, die zu einem jeweils vorgegebenen Zeitpunkt eingehalten werden müssen. Bei Überschreiten der Grenzwerte bzw. während einer Übergangszeit bei Überschreitung der Summe aus Grenzwert und so genannter Toleranzmarge sind Maßnahmenpläne aufzustellen. Diese legen dar, wie die Einhaltung der Grenzwerte zum vorgegebenen Zeitpunkt sichergestellt werden soll. Unter Toleranzmarge ist dabei ein bestimmter jährlich abnehmender Prozentsatz des Grenzwertes zu verstehen. Anlage 6 der 22. BImSchV legt fest, welche Informationen unter anderem in den Plänen zur Verbesserung der Luftqualität zu berücksichtigen sind:

- Schätzung des verschmutzten Gebietes (km²) und der der Verschmutzung ausgesetzten Bevölkerung,
- festgestellte bzw. gemessene Konzentrationen, angewandte Beurteilungstechniken,
- Liste der wichtigsten Emissionsquellen, die für die Verschmutzung verantwortlich sind, Gesamtmenge der Emissionen aus diesen Quellen,
- Einzelheiten über Faktoren, die zu den Überschreitungen geführt haben (Verfrachtung, einschließlich grenzüberschreitende Verfrachtung, Entstehung),
- Einzelheiten über mögliche Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität,
- Angaben zu den bereits (vor dem Inkrafttreten der RL 1996/62/EWG) durchgeführten (örtlichen, regionalen, nationalen, internationalen) Maßnahmen oder bestehende Verbesserungsvorhaben,
- Angaben zu den (nach Inkrafttreten der RL 1996/62/EWG) zur Verminderung der Verschmutzung beschlossenen Maßnahmen (Beschreibung der Maßnahmen, Zeitplan, Schätzung der zu erwartenden Verbesserung).

Über den Stand der Durchführung der Luftreinhaltepläne, die der Kommission der Europäischen Gemeinschaften übermittelt wurden, ist alle drei Jahre Bericht zu erstatten.

In Tabelle 1 sind die Beurteilungsmaßstäbe der 22. BImSchV aufgelistet:

Beurteilungsmaßstab der 22. BImSchV	Stickstoffdioxid		Feinstaub-PM ₁₀	
	Jahresmittelwert	1-Stunden-Mittelwert zugelassene Anzahl der Überschreitungen im Kalenderjahr: 18	Jahresmittelwert	24-Stunden-Mittelwert zugelassene Anzahl der Überschreitungen im Kalenderjahr: 35
Grenzwert +Toleranzmarge 2006	48 µg/m ³	240 µg/m ³	---	
Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit	40 µg/m ³	200 µg/m ³	40 µg/m ³	50 µg/m ³
einzuhalten ab/seit:	1. Januar 2010		1. Januar 2005	
Beurteilungsmaßstab der 22. BImSchV	Schwefeldioxid		Kohlenmonoxid	Benzol
	1-Stunden-Mittelwert zugelassene Anzahl der Überschreitungen im Kalenderjahr: 24	Tagesmittelwert zugelassene Anzahl der Überschreitungen im Kalenderjahr: 3	höchster gleitender 8-Stunden-mittelwert	Jahresmittelwert
Grenzwert +Toleranzmarge 2006	---		---	9 µg/m ³
Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit	350 µg/m ³	125 µg/m ³	10 mg/m ³	5 µg/m ³
einzuhalten ab/seit:	1. Januar 2005		1. Januar 2005	1. Januar 2010

µg/m³: Mikrogramm (Millionstel Gramm) pro Kubikmeter Luft
mg/m³: Milligramm (Tausendstel Gramm) pro Kubikmeter Luft

Tabelle 1: Zusammenstellung der Immissionsgrenzwerte der 22. BImSchV

1.3 Beschreibung des Gebietes

1.3.1 Angaben zum Ort

Im Jahr 2006 wurde an der Messstation Kiel-Bahnhofstraße eine Überschreitung der Summe aus Immissionsgrenzwert und Toleranzmarge des Jahresmittelwertes für Stickstoffdioxid gemessen. Diese Überschreitung löst die Verpflichtung zur Aufstellung eines Luftreinhalteplans aus.

Die Stadt Kiel ist Landeshauptstadt von Schleswig-Holstein und hat 232.340 Einwohner (Stand: 31.12.2006, Quelle: <http://www.kiel.de>).

Die Station befindet sich auf 10°8'10" geografischer Länge und 54°18'22" geografischer Breite (Gauß-Krüger Koordinaten: Rechtswert: 3573962, Hochwert: 6019983). Abbildung 2 zeigt den Standort der Messstation.



Abbildung 2: Standortkarte der Messstation Kiel-Bahnhofstraße
(Quelle: Agrar- und Umweltatlas des Landes Schleswig-Holstein)

1.3.2 Schätzung der betroffenen Bevölkerung

Nach Angaben der Stadt Kiel (Stand: 20.08.2008, Amt für zentrale Informationsverarbeitung) waren in der Bahnhofstraße Ende des Jahres 2006 für den Bereich zwischen Schwedendamm und Joachimplatz 217 Personen als Anwohner mit alleiniger oder Hauptwohnung gemeldet. Diese Zahl ist bis zum Ablauf des ersten Halbjahres 2008 bis auf 249 Personen angestiegen.

Aufgrund der Bebauungssituation in der Bahnhofstraße (Schluchtcharakter mit abschirmender Wirkung für die benachbarten Bereiche) ist anzunehmen, dass sich der Bereich mit Überschreitung der zulässigen Schadstoffbelastung auf den Straßenabschnitt selbst beschränkt.

Berechnungen der vertikalen Verteilung der Schadstoffbelastung (siehe Kapitel 4.3) zeigen, dass hauptsächlich Bewohner der unteren Stockwerke potenziell Konzentrationen oberhalb der Grenzwerte nach 22. BImSchV ausgesetzt sind. Die Zahl der von Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes betroffenen Personen dürfte daher etwas unterhalb der Zahl der gemeldeten Personen liegen.

1.3.3 Angaben zum Klima

Schleswig-Holstein befindet sich in einer gemäßigt warmen Temperaturzone zwischen sub-tropischen Gebieten im Süden und den kalten Bereichen Nordeuropas. Diese so genannte Westwindzone ist von überwiegend westlichen Winden und dem häufigen Durchzug von Tiefdruckgebieten gekennzeichnet. Gleichzeitig liegt Schleswig-Holstein als europäisches Küstenland in einer Grenzregion zwischen dem europäischen Kontinent im Süden und Osten und dem Atlantischen Ozean mit dem warmen Golfstrom im Westen. Diese geographische Lage verleiht bei meist westlichen Winden dem Wetter den typisch maritimen Einfluss mit einer das gesamte Jahr über recht milden und verhältnismäßig feuchten Witterung.

Das Wetter wird im Laufe eines Jahres durch die Zugbahn der Tiefdruckgebiete bestimmt. Während der Frühlings- und Sommermonate ziehen die Tiefs häufig auf einer nördlichen Bahn über das mittlere und nördliche Skandinavien hinweg. Ihre Schlechtwetterzonen können Schleswig-Holstein nur gelegentlich streifen und es herrschen öfter freundliche Witterungsperioden vor.

Im Herbst und im Winter verlagern sich die Tiefdruckgebiete dagegen auf einer südlicheren Zugbahn von der Nordsee her nach Osten und das Wetter erhält einen unbeständigen und niederschlagsreichen Charakter.

Gelegentlich macht sich in allen Jahreszeiten in Schleswig-Holstein auch der Einfluss des typischen Festlandsklimas bemerkbar und zwar, wenn über dem nordöstlichen Europa oder Skandinavien ein kräftiges, ortsfestes Hochdruckgebiet entsteht. Ein solches Hoch leitet die vom Atlantik herankommenden Tiefdruckgebiete zum Nordmeer ab. So kommt es auch in Schleswig-Holstein zu sehr trockenen und heißen Sommern oder zu sehr kalten Wintern, in denen Seen und manchmal auch die Ostsee und ihre Förden gefrieren. *[Wagner, Michael 2002]*

Die folgenden Abbildungen 3 und 4 zeigen die mittleren Temperaturen und Windgeschwindigkeiten, die im Jahr 2006 an der Station Bornhöved ermittelt wurden, im Vergleich zu den Jahren 2005 und 2007 und zum langjährigen Durchschnitt.

Der Verlauf der Temperaturkurve für das Jahr 2006 spiegelt die nach den Abbildungen folgende zusammenfassende Bewertung des Deutschen Wetterdienstes wieder.

Beim Verlauf der mittleren Windgeschwindigkeiten ist zu erkennen, dass diese von Januar bis April und im Sommer 2006 unter den durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten lagen, während im Mai, November und Dezember 2006 höhere Mittelwerte als im Durchschnitt auftraten.

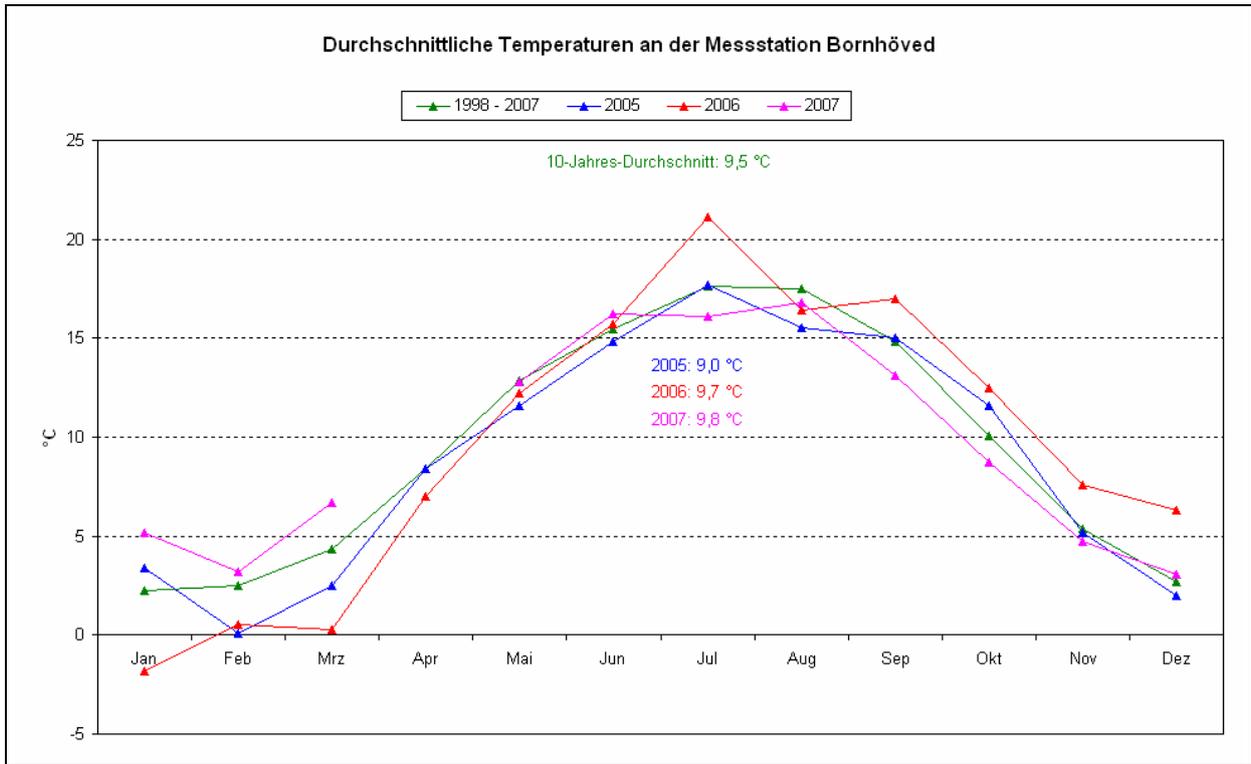


Abbildung 3: Durchschnittliche Temperaturen an der Messstation Bornhöved

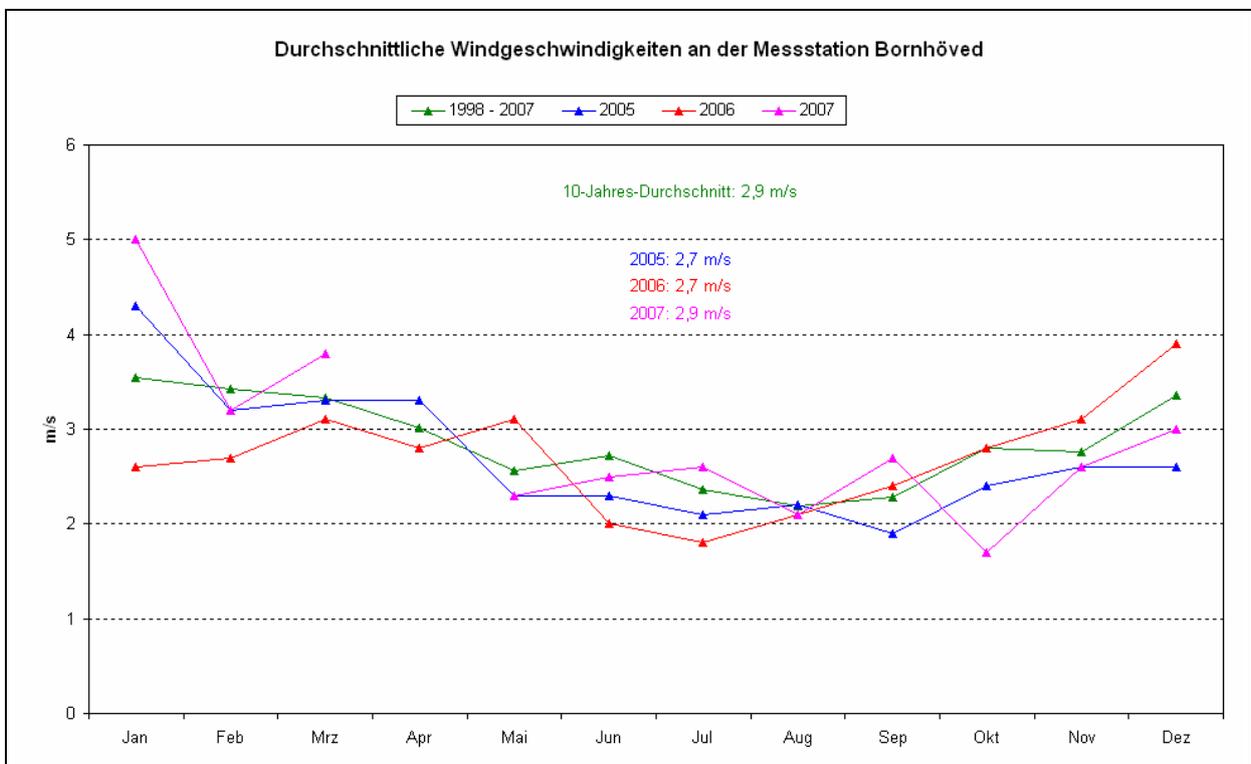


Abbildung 4: Durchschnittliche Windgeschwindigkeiten an der Messstation Bornhöved

Das Jahr 2006 war in Deutschland insgesamt sehr warm, relativ trocken und sehr sonnig. Der Winter war bis in den März hinein kalt und schneereich. Der Monat Juli war der heißeste und sonnigste Einzelmonat seit Beginn regelmäßiger Aufzeichnungen im Jahr 1901. September, Oktober und November fielen deutlich wärmer als üblich aus, so dass auch der Herbst 2006 der wärmste seit über 100 Jahren war. Deutschlandweit lag die Temperatur im Jahr 2006 bei 9,5 Grad Celsius (°C) und damit 1,3 Grad über dem langjährigen Durchschnitt von 8,2°C. Über alle Regionen Deutschlands gemittelt fielen rund 732 Liter pro Quadratmeter (l/m²) Regen, Schnee oder Hagel (Durchschnittswert: 789 l/m²).

(Quelle: Deutscher Wetterdienst (DWD), <http://www.wetter.com>)

1.3.4 Angaben zur Topographie

Die Stadt Kiel umgibt die durch Gletscherbewegungen der letzten Eiszeit entstandene etwa 17 km lange Kieler Förde von deren Spitze (Kieler Hörn) aus auf beiden Seiten in nordöstlicher Ausrichtung. Auf der Ostseite der Förde schließen Gemeinden des Kreises Plön an das Kieler Stadtgebiet an. Das städtische Gebiet steigt großflächig beidseitig ausgehend von der Förde auf etwa 20 - 30 m ü. NN an. Einzelne Stellen erreichen bis zu 45 m über NN. Abbildung 5 zeigt die Höhengschichten im Stadtgebiet von Kiel.

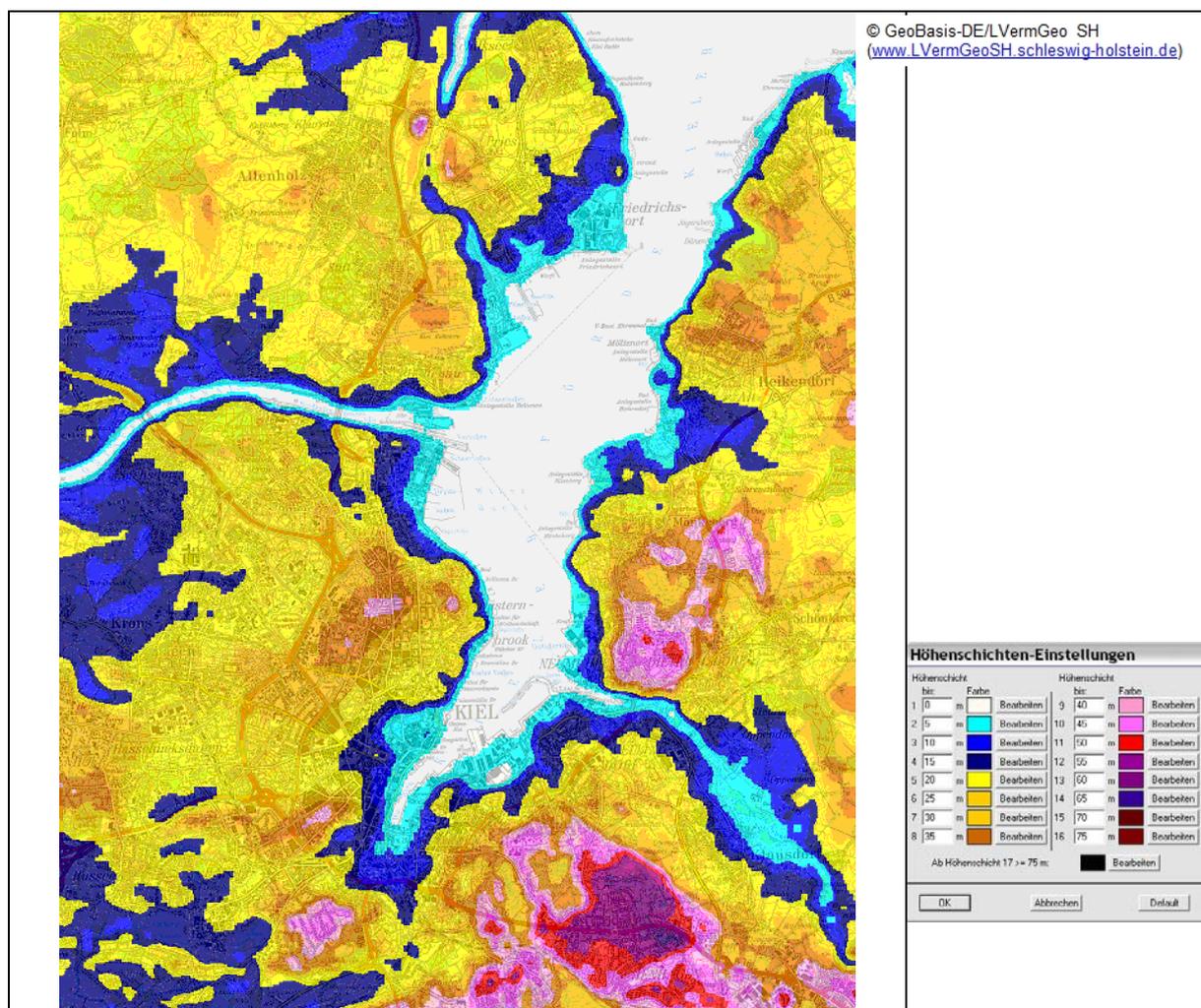


Abbildung 5: Höhengschichten des Geländes der Stadt Kiel (Quelle: Top50 Schleswig-Holstein/Hamburg)

Insgesamt ist das Stadtgebiet auf dem Westufer eher flach. Erhöhte Bereiche sind im Wesentlichen auf der Ostseite zu beobachten.

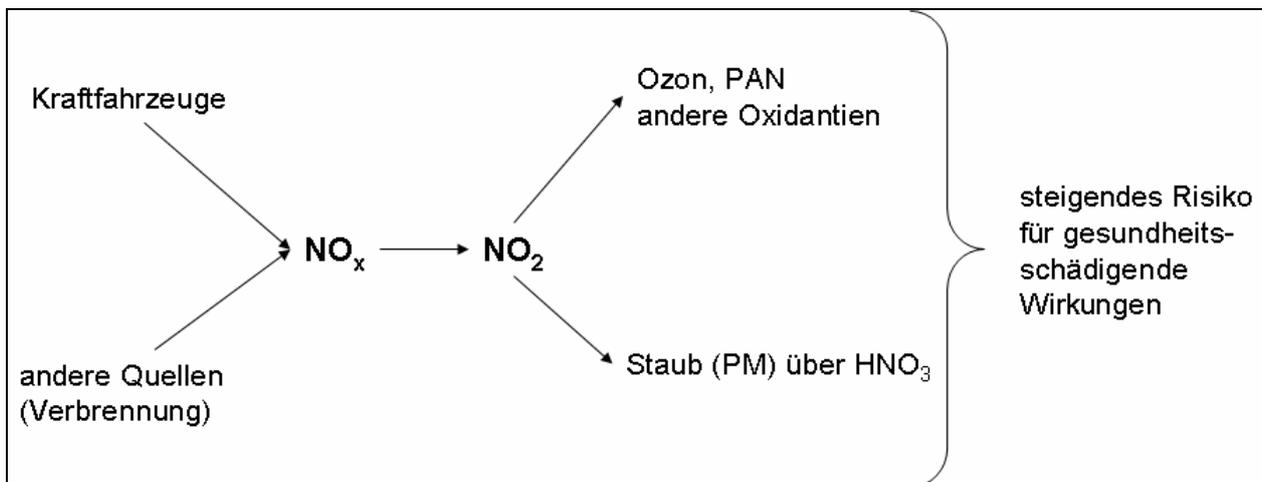
Die Bahnhofstraße im Süden der Förde weist im Abschnitt zwischen Schwedendamm und Joachimplatz eine Steigung auf.

1.4 Gesundheitliche Wirkungen der Luftschadstoffe

Die Lunge des Menschen hat über eine Fläche von etwa 140 Quadratmetern unmittelbar Kontakt mit der Umgebungsluft. Viele Untersuchungen innerhalb der Bevölkerung belegen, dass Erkrankungen der Atemwege und weiterer Organe im Zusammenhang mit Luftschadstoffen stehen können. Eine erhebliche Rolle spielt dabei die individuelle angeborene oder im Lauf des Lebens erworbene Empfindlichkeit.

1.4.1 Stickstoffdioxid

Die Auswirkungen der Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Außenluft auf die menschliche Gesundheit sind grundsätzlich schwierig abzuschätzen, da sich Stickstoffoxide insbesondere in städtischen Bereichen mit dem Kraftfahrzeugverkehr als Hauptquelle der Emissionen in einem sehr komplexen Gemisch von Luftschadstoffen befinden und photochemischen Reaktionen unterliegen (Abbildung 6).



aus: Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide, Report on a WHO Working Group, Bonn, Germany, 13–15 January 2003

Abbildung 6: Gesundheitliches Risiko durch Stickstoffdioxid als Vorläufersubstanz

Klinische Kurzzeitstudien haben ergeben, dass die Stickstoffdioxidkonzentrationen, die üblicherweise in der Außenluft gemessen werden, keine bzw. nur minimale Auswirkungen auf die Lunge oder andere Systeme haben. Allerdings kann Stickstoffdioxid in der Atemluft bei Allergikern die Effekte der Allergie auslösenden Substanzen verstärken. Deutlich höhere als üblicherweise vorhandene Konzentrationen lösen leichte entzündliche Reaktionen der Atemwege aus und zeigen Auswirkungen auf die Bronchien.

Zeitreihenstudien und epidemiologische Untersuchungen zeigen einen Anstieg von Atemwegserkrankungen (Bronchitis, Asthma) und Lungenfunktionsstörungen im Zusammenhang mit steigenden Stickstoffdioxidkonzentrationen in der Umgebungsluft.

Betroffen sind besonders Kinder und Jugendliche. Da Stickstoffdioxid sich in belasteten Bereichen immer in einem Luftschadstoffgemisch befindet, ist die Wirkung zwar nicht direkt auf diese Verbindung allein zurückzuführen, Stickstoffdioxid kann aber als mess- und beurteilbare Schlüsselkomponente angesehen werden.

1.4.2 Feinstaub (PM10)

Feinstaub in der Umgebungsluft ist eine Mischung aus festen und/oder flüssigen Schwebeteilchen unterschiedlicher Herkunft, Größe und Zusammensetzung (Boden, Sand, Vulkanasche, Meersalz, Nitrat, Sulfat, Ruß, Schwermetalle, Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, ...).

Je feiner diese Teilchen sind, desto tiefer werden sie in die Atemwege bis zur Lunge eingeatmet. Sie können Atemwegserkrankungen auslösen oder verstärken, zu Entzündungen und zu Störungen des Gasaustauschs in den Lungenbläschen führen.

So genannte Nanopartikel können über die Lunge ins Blut gelangen. Dort können sie zu den anderen Organen weitertransportiert werden oder Pfropfen (Thrombosen) bilden, die zu Schlaganfällen oder Herzinfarkten führen können.

Epidemiologische und Laboruntersuchungen, Fallstudien und statistische Betrachtungen in Europa und in Nordamerika zu den Auswirkungen der Feinstaubbelastung in der Außenluft auf die menschliche Gesundheit zeigen insgesamt sehr unterschiedliche Ergebnisse.

Es scheint jedoch keine Schwelle zu geben, unterhalb der gesundheitsschädigende Wirkungen grundsätzlich ausgeschlossen werden können. Insbesondere in Bereichen, in denen der Feinstaub wesentlich durch Straßenverkehr verursacht wird, sind die beschriebenen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit zu beobachten.

1.5 Beteiligung an der Planaufstellung

Die Zuständigkeit für die Aufstellung von Luftreinhalteplänen gemäß § 47 BImSchG liegt in Schleswig-Holstein beim Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt, und ländliche Räume (MLUR).

Die Stadt Kiel wurde über die Ergebnisse der Messungen in der Bahnhofstraße regelmäßig informiert. Zur Ausarbeitung des Planes wurden mehrfach Besprechungen mit folgenden Beteiligten durchgeführt:

- Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr des Landes Schleswig-Holstein
- Stadtverwaltung Kiel - Tiefbauamt, Umweltschutzamt, Bürger- und Ordnungsamt
- Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein
- Staatliches Umweltamt Itzehoe, Lufthygienische Überwachung Schleswig-Holstein (seit 01.01.2009 Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein)

Die Öffentlichkeit wurde bei der Aufstellung des Luftreinhalteplans beteiligt. Der Entwurf des Luftreinhalteplans lag vom 1. September - 30. September 2008 bei der Stadt Kiel und beim Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume in Kiel zur Einsichtnahme aus. Ergänzend wurde er im Internet zur Verfügung gestellt.

Die Auslegung wurde im Amtsblatt Schleswig-Holstein und im Internet bekannt gemacht. Stellungnahmen und Äußerungen zu dem Entwurf konnten bis zum 14. Oktober 2008 abgegeben werden.

Die eingegangenen Anregungen/Anmerkungen können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Die Enden der Sörensenstraße stellen Verkehrsunfallhäufungsstellen dar: Verkehrslenkende und bauliche Maßnahmen sollten mit der Polizeidirektion abgestimmt werden.
2. Verbesserung des Verkehrsflusses durch Verlagerung des Standstreifens in der Bahnhofstraße auf die gegenüberliegende Fahrbahnseite
3. Reduzierung des Schwerlastverkehrs durch Vollsperrung oder Einführung zeitlich selektiver Verkehrsverbote für LKW
4. Es wird in Frage gestellt, dass die Zahl der betroffenen Personen es rechtfertigt, den Verkehr und damit die Immissionen in andere Straßenzüge, insbesondere die Sörensenstraße zu verlagern.

Die Anregungen/Anmerkungen wurden bei der Überarbeitung des Luftreinhalteplans berücksichtigt und in den folgenden Kapiteln aufgegriffen. Sie liegen ebenfalls der Stadt Kiel vor und können bei der Umsetzung der Maßnahmen berücksichtigt werden.

2 Art und Beurteilung der Verschmutzung

Dieses Kapitel fasst die Ergebnisse der Luftschadstoffmessungen zusammen, die bisher in der Kieler Bahnhofstraße durchgeführt wurden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf den Messungen des Jahres 2006 (Beginn der Messungen: Mai 2005).

Ergänzt werden die Darstellungen durch Ergebnisse der weiteren in der Stadt Kiel in dieser Zeit durchgeführten Messungen am Theodor-Heuss-Ring in Kiel (verkehrsorientierte Messstation seit Mai 2006) und in der Schauenburgerstraße (Messstation im städtischen Hintergrund bis November 2006).

2.1 Beschreibung der Standorte

Die folgende Tabelle 2 beschreibt die Standorte der automatischen Messstationen, die in Kiel im Zeitraum 2000 bis 2007 installiert waren bzw. noch sind. Abbildung 7 zeigt die Fotos der Standorte.

Standort Straße	Probenahme		Straßenbeschreibung (Angaben geschätzt)					
	Höhe der Probenahme	Probenahme	Höhe der Bebauung auf Seite der Probenahme	Höhe der Bebauung gegenüber der Probenahme	Art der Bebauung (offen, geschlossen etc.)	Gesamtbreite der Straße / Fahrbahnbreite	Anzahl der Fahrspuren	Anzahl der KFZ pro Tag
Messstation Bahnhofstraße	ca 1,60 m	seit Mai 2005	12 - 15 m	12 - 15 m	geschlossen	9 m	2 + "Park- streifen"	ca. 16.200
Messstation Max-Planck-Straße	ca 3,50 m	seit April 2007	18 - 20 m	keine	offen	Grünfläche an Fußgängerweg vor Max-Planck-Schule		
Messstation Theodor-Heuss-Ring	ca 1,60 m	Mai 2006 - Mai 2008	15 - 18 m	15 - 18 m	geschlossen	30 - 50 m	6	ca. 88.000
Messstation Schauenburger- straße	ca 3,50 m	Mai 2000 - Novem- ber 2006	3 - 15 m	15 - 18 m	offen	25 - 40 m	2 + 2 Park- streifen	k. A.

Tabelle 2: Beschreibung der Standorte der automatischen Messstationen in Kiel im Zeitraum 2000-2007



Bahnhofstraße - Richtung Norden, "stadteinwärts"



Bahnhofstraße - Richtung Süden,
"stadtauswärts"



Max-Planck-Straße



Theodor-Heuss-Ring



Schauenburgerstraße

Abbildung 7: Fotos der Standorte der Messtationen
in Kiel

2.2 Beschreibung der Mess- und Analyseverfahren

2.2.1 Kontinuierliche Messungen

Mit den Messstationen werden die Konzentrationen der Komponenten Stickstoffmonoxid (NO), Stickstoffdioxid (NO₂), Schwefeldioxid, Benzol, Kohlenmonoxid und an den Stationen Theodor-Heuss-Ring und Max-Planck-Straße auch Feinstaub (PM10) kontinuierlich als Halbstundenmittelwerte erfasst. Die Messungen werden nach Anlage 5 der 22. BImSchV durchgeführt.

Die Messung von Stickstoffoxiden erfolgt demgemäß nach DIN EN 14211 2005-06 (Luftqualität – Messverfahren zur Bestimmung der Konzentration von Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid mit Chemilumineszenz; Deutsche Fassung EN 14211:2005)

Die Messwerte werden über ISDN-Leitungen in die Messnetzzentrale der LÜSH in Itzehoe übertragen und dort archiviert, ausgewertet und im Internet veröffentlicht.

Die EU-Richtlinie (1999/30/EG) definiert Grenzwerte für den Gehalt der Luft an Feinstaub (PM10). Im Sinne der Richtlinie bezeichnet der Ausdruck "Feinstaub (PM10)" die Partikel, die einen gröbselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm (Mikrometer) eine Abscheidewirksamkeit von 50% aufweist.

Die Messung der Belastung durch Feinstaub in der Bahnhofstraße erfolgt mit so genannten Sammlern.

Hierbei werden Filter über 24 Stunden von der Probenahmeluft durchströmt. Die Staubbeladung der Filter wird anschließend manuell ausgewogen. Die Probenahme erfolgt täglich.

Das Verfahren erfüllt die strengen Anforderungen der Norm EN 12341 "Luftqualität – Felduntersuchungen zum Nachweis der Gleichwertigkeit von Probenahmeverfahren für die Feinstaub(PM10)-Fraktion von Partikeln".

Seit Ende März 2006 ist auf dem Dach der Messstation in der Bahnhofstraße zusätzlich ein Seitenradar-messsystem installiert, mit dem Fahrtrichtung, Länge und Geschwindigkeit der vorbeifahrenden Kraftfahrzeuge kontinuierlich erfasst werden können. Die Einteilung der Fahrzeuge in PKW und LKW erfolgt über die gemessene Länge (Grenze: 8 m).

2.2.2 Messungen mit Passivsammlern

Für ergänzende Messungen für Stickstoffdioxid, die seit Frühjahr 2006 am nördlichen und südlichen Ende des von der Überschreitung betroffenen Abschnitts der Bahnhofstraße durchgeführt werden, wurden so genannte Passivsammler eingesetzt. Sie sind jeweils über einen Monat exponiert und reichern dabei Stickstoffdioxid aus der Umgebungsluft an.

Der Probenahme mit Passivsammlern liegt die DIN EN 13528-3 zugrunde. Jeweils zwei Sammler für Stickstoffdioxid (Typ Palmes) werden zum Schutz vor Niederschlag und Wind in einem Kunststoffbehälter so montiert, dass sich die Röhrchen in etwa 1,5 m - 3,5 m Höhe befinden.



Abbildung 8: Fotos der Standorte der Passivsammlermessungen in der Bahnhofstraße

Die Sammler werden jeweils nach einem Monat durch Mitarbeiter der LÜSH ausgetauscht und im Labor der LÜSH in Itzehoe fotometrisch (in Anlehnung an die Methode nach VDI 2453 Bl. 1) analysiert. Es ergeben sich dabei Monatsmittelwerte, d.h. die durchschnittliche Konzentration des jeweiligen Schadstoffes im Expositionsmonat.

Die Zustandsgrößen für die Berechnung der Schadstoffkonzentrationen sind gemäß der EU-Richtlinien und ihrer nationalen Umsetzung seit dem 1. Januar 1999 auf eine Temperatur von 20°C und einen Luftdruck von 1013 hPa festgelegt. Die Konzentrationswerte sind in Mikrogramm (Millionstel Gramm) pro Kubikmeter Außenluft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) für Stickstoffdioxid, Stickstoffmonoxid, Feinstaub (PM10), Schwefeldioxid und Benzol angegeben. Die Angabe für Kohlenmonoxid erfolgt in Milligramm pro Kubikmeter Außenluft (mg/m^3).

2.3 Ergebnisse der Messungen

Die folgenden Abschnitte beschreiben den zeitlichen Verlauf (Jahres- und Wochengänge) der Konzentrationen der Komponenten Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und Feinstaub (PM10) und den mittleren Wochengang der Kfz-Zahlen im Jahr 2006.

2.3.1 Tagesmittelwerte für das Jahr 2006

Die folgenden Abbildungen zeigen die im Verlauf des Jahres 2006 gemessenen Tagesmittelwerte für Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und Feinstaub in der Bahnhofstraße. Ihnen gegenüber gestellt sind die Tagesmittelwerte an den Stationen Theodor-Heuss-Ring und Schauenburgerstraße.

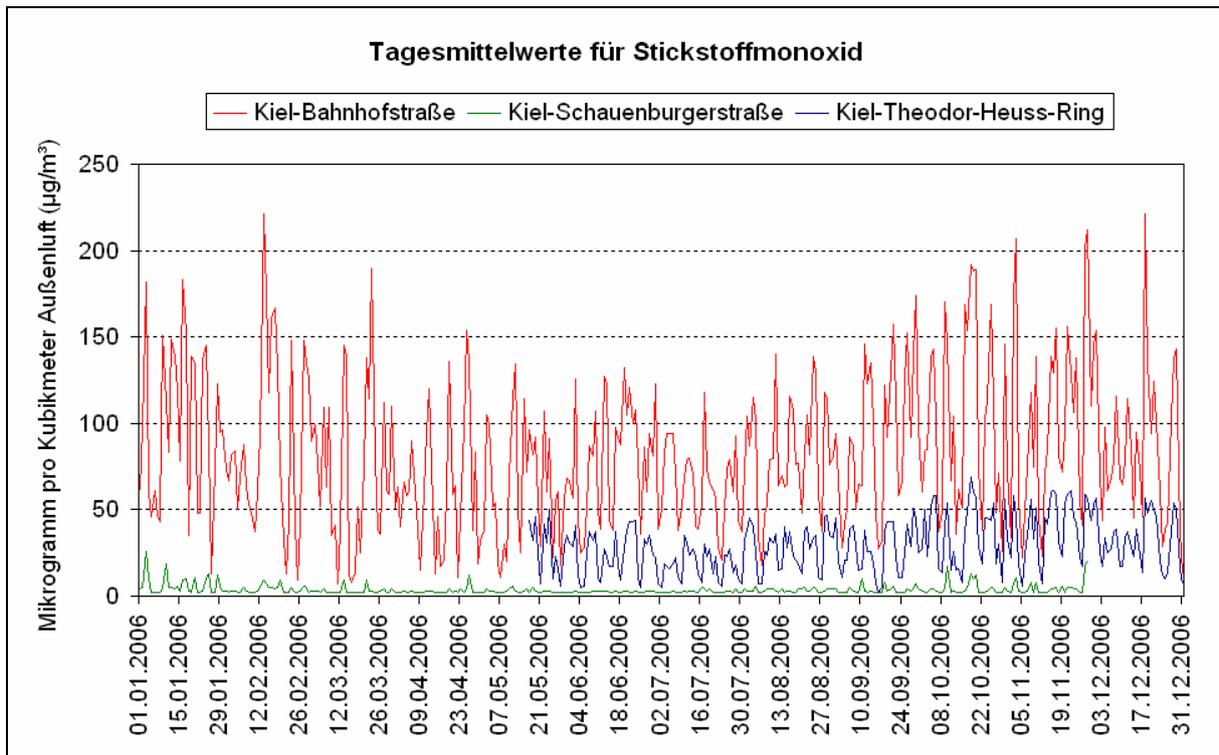


Abbildung 9: Tagesmittelwerte für Stickstoffmonoxid

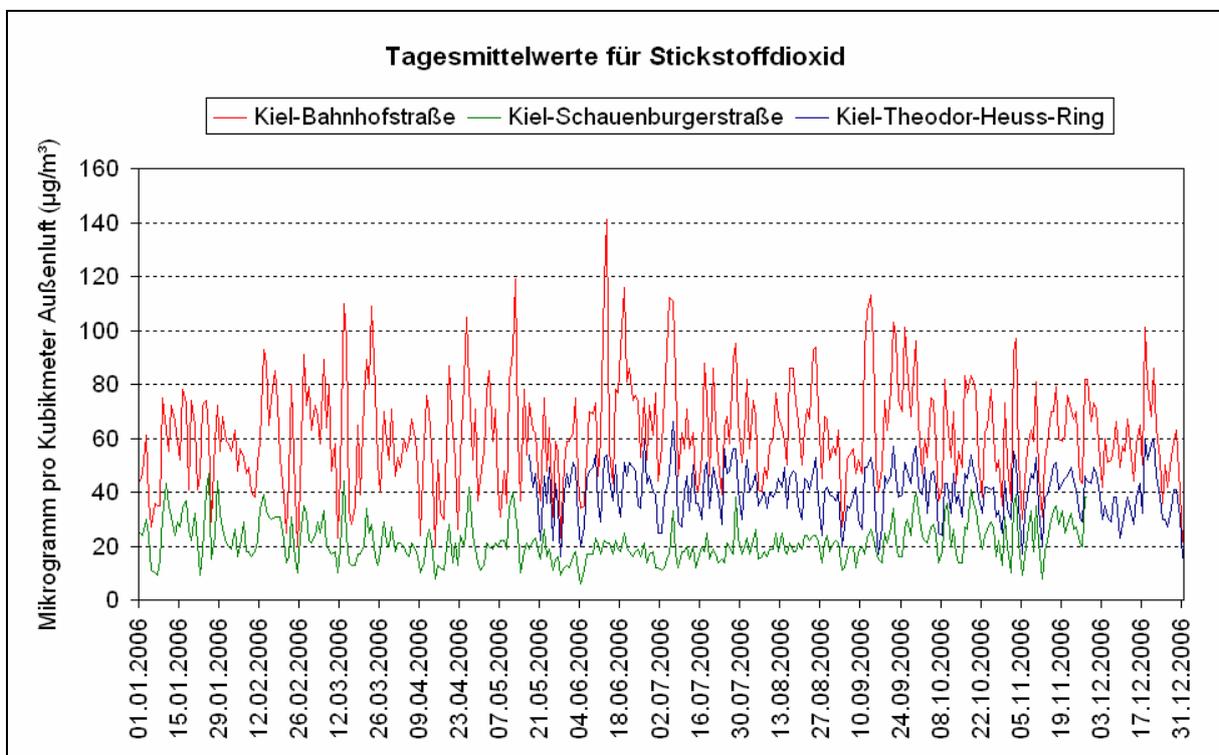


Abbildung 10: Tagesmittelwerte für Stickstoffdioxid

Die Konzentrationen der Stickstoffoxide weisen starke, zeitliche Schwankungen auf, was sowohl durch meteorologische Bedingungen als auch durch unterschiedliche Verkehrsbelastungen verursacht wird. Wie auch an anderen verkehrsexponierten Standorten beobachtet, sind die Konzentrationsunterschiede besonders stark bei dem primär emittierten Stickstoffmonoxid ausgeprägt, geringer bei Stickstoffdioxid, das eigentlich ein Sekundärprodukt darstellt, das sich überwiegend erst durch Reaktion von Stickstoffmonoxid mit dem Luftsauerstoff bildet.

Die Messungen der letzten Jahre zeigen, dass die Stickstoffdioxidkonzentrationen trotz abnehmender Stickstoffmonoxidkonzentrationen aufgrund verbesserter Abgasreinigungstechniken konstant bleiben oder sogar ansteigen. Eine mögliche Erklärung hierfür ist der zunehmende Anteil von Direktmissionen von Stickstoffdioxid bei Dieselfahrzeugen. Diesel-Pkw der Stufen Euro 3 und Euro 4 emittieren durch den serienmäßig eingebauten Oxidationskatalysator einen erheblichen Anteil der Stickstoffoxid-Emissionen (NOx) direkt als Stickstoffdioxid (bis zu über 50 Prozent der gesamten NOx-Emission). Auch die in Bussen zur Partikelminderung eingesetzten CRT-Filter¹ führen zu einer deutlich erhöhten Direktmission von Stickstoffdioxid, ebenso katalytisch beschichtete Partikelfilter in PKW.

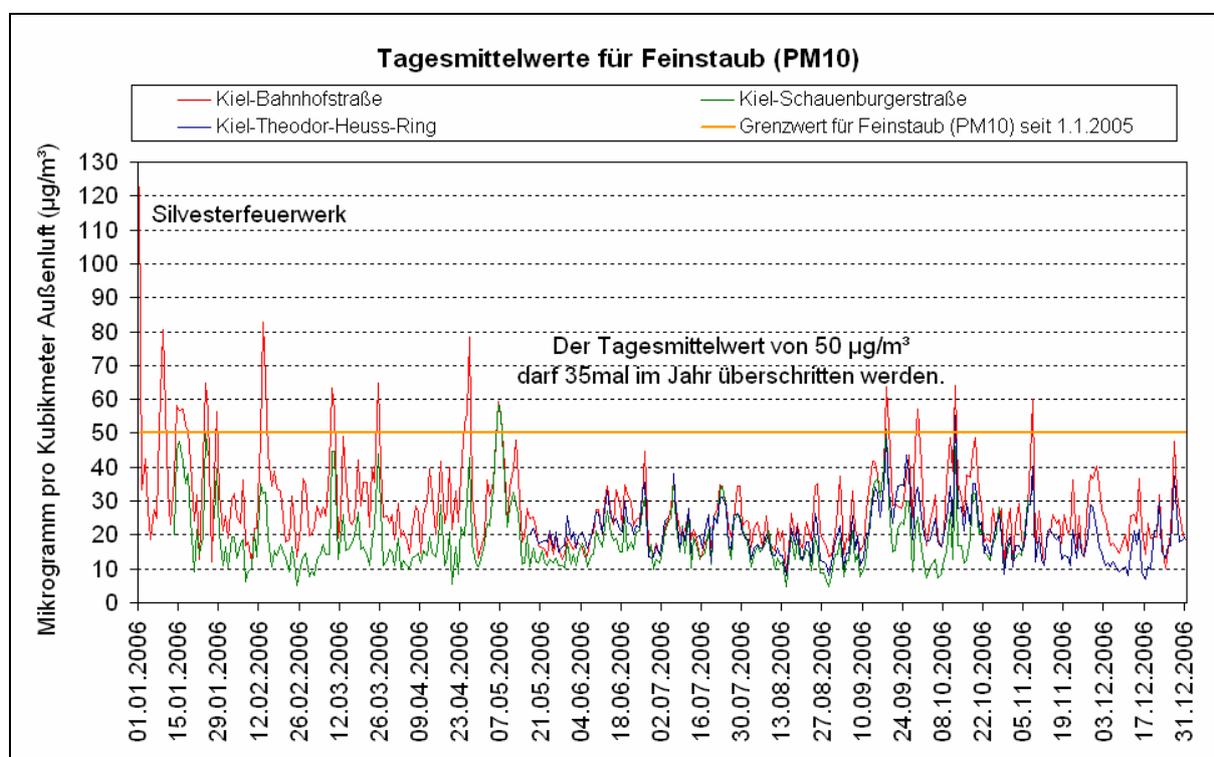


Abbildung 11: Tagesmittelwerte für Feinstaub (PM10)

Höhere Feinstaub (PM10)-Belastungen sind im wesentlichen in den Monaten Januar bis März 2006 aufgetreten. Zu weiteren vereinzelt Überschreitungen des Tagesmittelwertes von 50 µg/m³ kam es im April, September, Oktober und November 2006.

Im Unterschied zu den Stickstoffoxiden sehen die zeitlichen Verläufe an allen Kieler Messstationen sehr ähnlich aus, was auf eine großräumig gleichförmige Verteilung auch bei höheren Konzentrationen hinweist.

¹ Continuous Regeneration Trap, Variante eines Partikelfilters

Der Unterschied der Tagesmittelwerte zwischen den verkehrsexponierten Stationen Bahnhofstraße und Theodor-Heuss-Ring beträgt durchschnittlich $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, zwischen den Stationen Bahnhofstraße und der Hintergrundstation Schauenburgerstraße $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Messungen zeigen, dass bei Stickstoffdioxid die Randbedingungen im Umfeld der Messstation eine größere Bedeutung haben als bei Feinstaub (PM10), wo die Höhe der gemessenen Konzentrationen überwiegend durch die großräumige Hintergrundbelastung geprägt wird.

2.3.2 Monatsmittelwerte - Orientierende Messungen

Am nördlichen und südlichen Ende des von der Überschreitung betroffenen Abschnitts in der Bahnhofstraße werden die Stickstoffdioxidkonzentrationen seit Mai 2006 mit Passivsammlern gemessen und liegen daher als Monatsmittelwerte vor (siehe Kapitel 2.2.2).

Die folgende Abbildung zeigt den Verlauf der Monatsmittelwerte für Stickstoffdioxid an den drei Standorten.

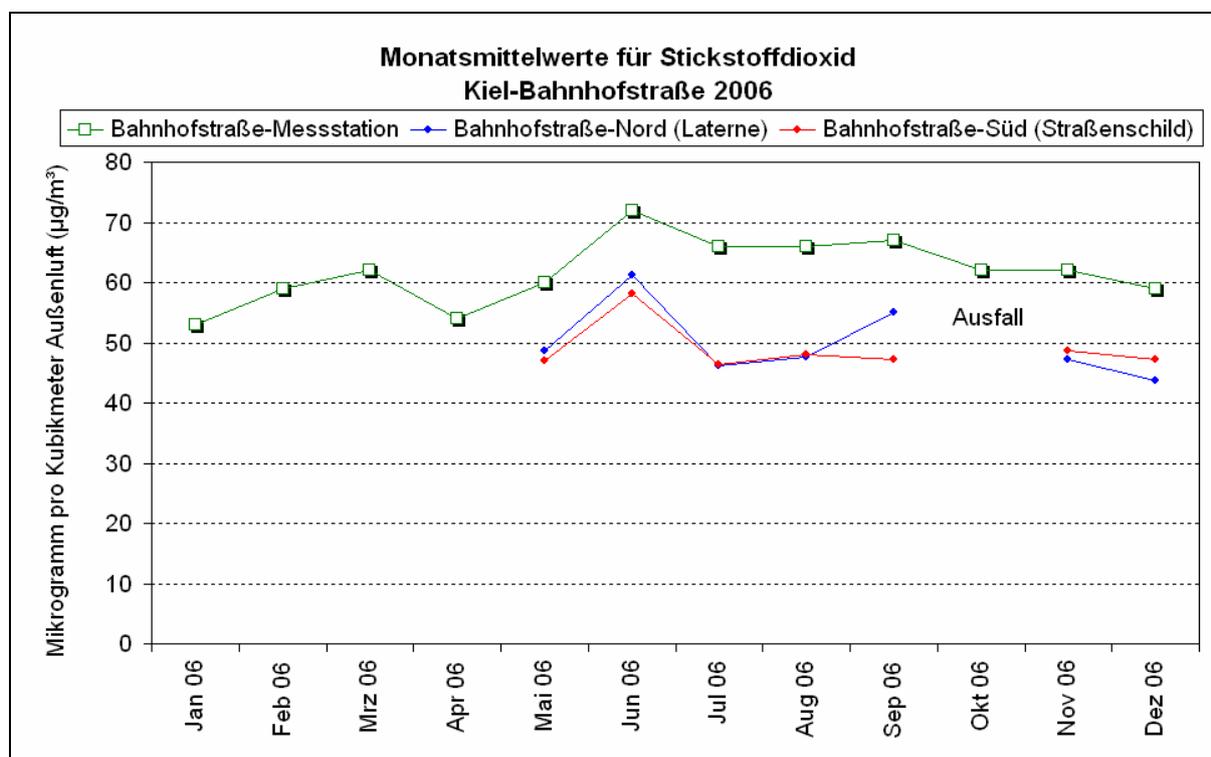


Abbildung 12: Monatsmittelwerte für Stickstoffdioxid in der Bahnhofstraße für das Jahr 2006

An den beiden Passivsammlerstandorten liegen die Monatsmittelwerte zwar zwischen 6 und $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niedriger als am Standort der Messstation. Es ergeben sich aber auch dort keine Konzentrationswerte unter $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Luftschadstoffbelastung liegt im gesamten Abschnitt deutlich über dem ab dem Jahr 2010 einzuhaltenden Immissionsgrenzwert.

2.3.3 Tages- und Wochengänge 2006 in der Bahnhofstraße

Abbildung 13 zeigt die mittleren Wochengänge der Kfz-Zahlen und der Stickstoffoxidkonzentrationen an der Messstation Bahnhofstraße im Jahr 2006.

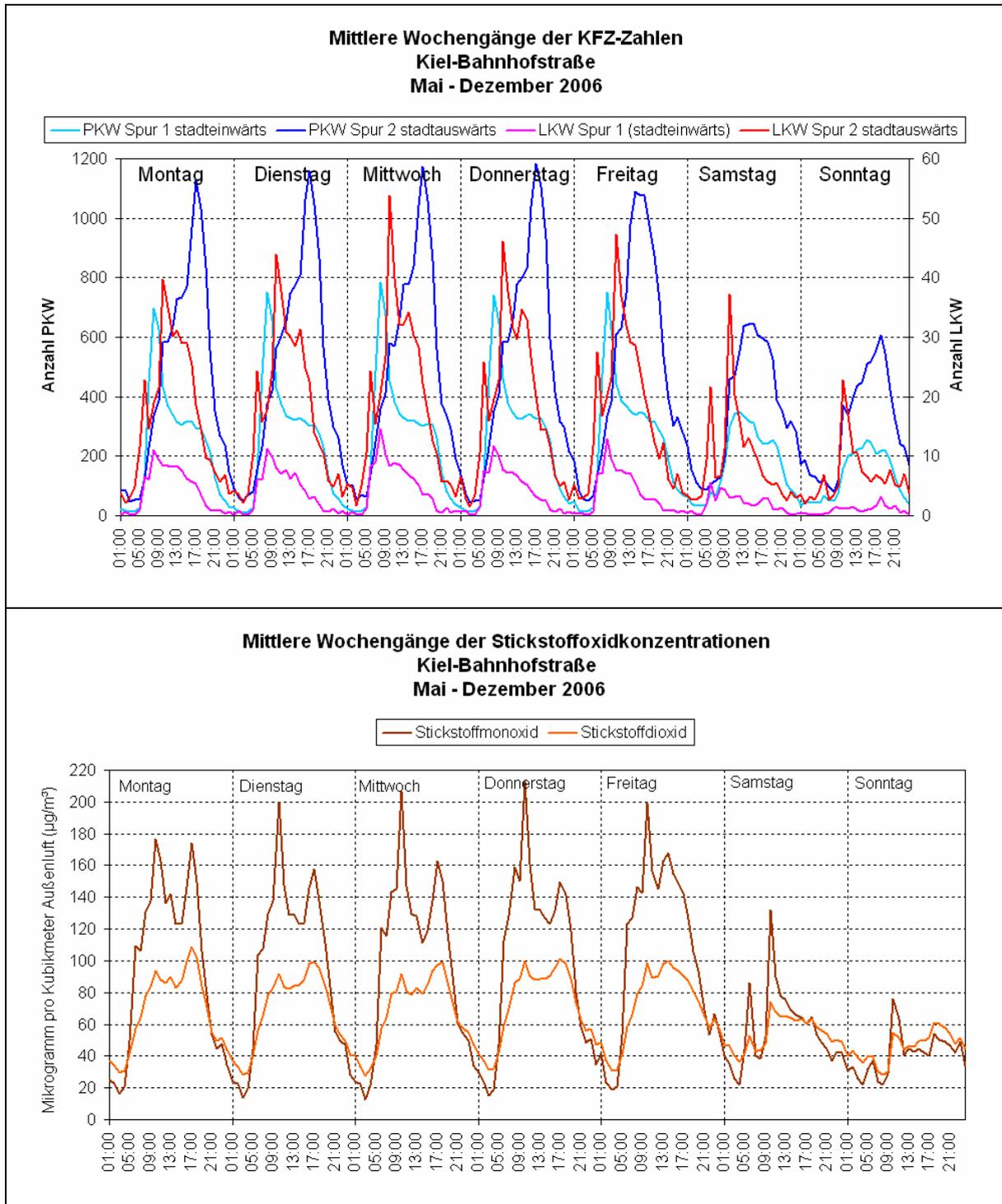


Abbildung 13: Mittlere Wochengänge der KFZ-Zahlen und der Stickstoffoxidkonzentrationen
Mai - Dezember 2006

Luftreinhalteplan Kiel Art und Beurteilung der Verschmutzung

Der Tagesverlauf der PKW-Zahlen auf den beiden Fahrspuren zeigt die Bedeutung der Bahnhofstraße für die Pendlerströme in den Kieler Innenstadtbereich.

Konzentrationsspitzen treten bei Stickstoffmonoxid an den Werktagen vormittags und nachmittags (mit Ausnahme des Samstags) bedingt durch den Berufsverkehr auf. Hauptverursacher der Stickstoffoxidbelastung sind Dieselfahrzeuge (LKW). Stickstoffmonoxid wird direkt emittiert. Die Belastung wird durch den Verlauf der Verkehrsdichte geprägt, wobei luftchemische Verhältnisse morgens und abends zu unterschiedlich hohen Konzentrationen führen.

Am Wochenende gehen die Konzentrationen deutlich zurück, was durch die starke Reduktion des LKW-Verkehr als Hauptemittent von Stickstoffmonoxid verursacht wird.

Das durch chemische Umwandlungsprozesse gebildete Stickstoffdioxid ist dagegen zeitlich (und räumlich) sehr viel homogener. Die Konzentrationen liegen von Montag bis Freitag deutlich über $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Tagesmittel. Am Wochenende gehen die Konzentrationen nur leicht auf Tagesmittelwerte von 52 bzw. $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zurück.

Wochentag	Stickstoffmonoxid $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Stickstoffdioxid $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Montag	100	69
Dienstag	98	68
Mittwoch	93	65
Donnerstag	95	67
Freitag	95	66
Samstag	56	52
Sonntag	44	46

Tabelle 3: Durchschnittliche Tagesmittelwerte 2006 für Stickstoffoxide in der Bahnhofstraße

Abbildung 14 zeigt die durchschnittlichen Tagesgänge (gemittelt über alle Wochentage) der Stickstoffoxidkonzentrationen. Die Spitze der Konzentrationen gegen 10.00 Uhr morgens ist auf den Fahrzeugverkehr zurückzuführen, der durch die Ankunft der Skandinavienfähren entsteht.

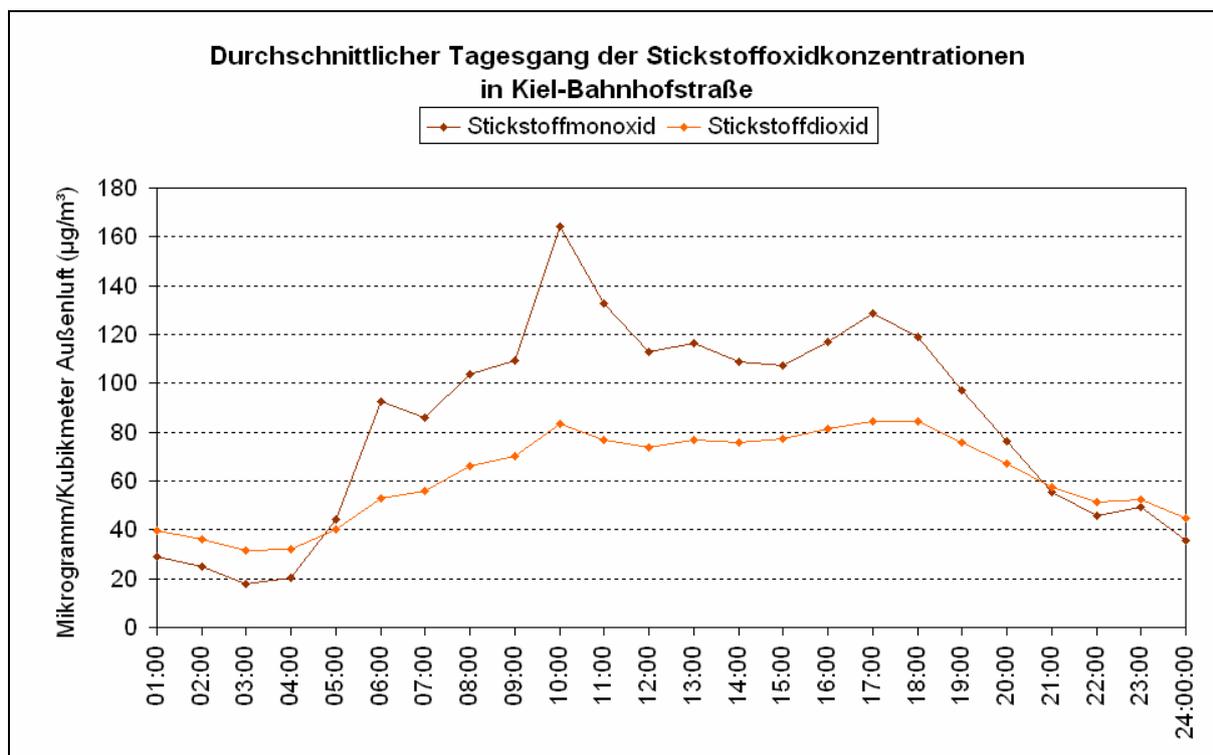


Abbildung 14: Mittlere Tagesgänge für Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid für das Jahr 2006

2.4 Vergleich mit den Immissionsgrenzwerten und Beurteilungsschwellen

Die folgenden Tabellen 4 - 11 enthalten die Messergebnisse an der Messstation Bahnhofstraße für die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid, Feinstaub (PM10), Benzol, Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid. Sie werden den Grenzwerten und Beurteilungsschwellen der Europäischen Union /der 22. BImSchV gegenübergestellt. Neben Langzeitwerten (Jahresmittelwerte) sind für einzelne Luftschadstoffe ergänzend Immissionsgrenzwerte für Kurzzeitbelastungen (Tages- bzw. Stundemittelwerte) festgelegt, und zwar für Stickstoffdioxid, Feinstaub (PM10) und Schwefeldioxid. Die Überschreitung der oberen bzw. unteren Beurteilungsschwelle bestimmt den Umfang der Messverpflichtung im Ballungsraum Kiel.

Stickstoffdioxid - Jahresmittelwert

Jahresmittelwert (Ziel: Schutz der menschlichen Gesundheit)	Erläuterung	Standort	Stickstoffdioxid Jahresmittelwert 2006 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
> Grenzwert + Toleranzmarge (48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Aufstellung eines Luftreinhalteplans mit Maßnahmen zur dauerhaften Verminderung der Luftverunreinigungen und zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte	Kiel-Bahnhofstraße	62
> Grenzwert (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Der Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist ab dem 1. Januar 2010 einzuhalten.		
Die Beurteilungsschwellen (OBS und UBS) definieren Art und Umfang der Ermittlung der Luftqualität innerhalb eines Gebietes.			
> Obere Beurteilungsschwelle (32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Wenn der ermittelte Konzentrationswert über der OBS liegt, besteht innerhalb eines Gebietes eine Messverpflichtung.		
> Untere Beurteilungsschwelle (26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Unterhalb der OBS und über der UBS können Messungen und Modellrechnungen kombiniert werden.		
< Untere Beurteilungsschwelle (26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Unterhalb der UBS sind zur Abschätzung der Luftbelastungssituation Modellrechnungen oder Techniken der objektiven Schätzung ausreichend.		

Tabelle 4: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Stickstoffdioxid, Jahresmittelwert

Stickstoffdioxid – Überschreitungshäufigkeit des Einstundenmittelwertes

Beurteilungsmaßstäbe	Standort	gemessene Anzahl der Überschreitungen 2006
Grenzwert + Toleranzmarge (2006: 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$... dürfen nicht mehr als 18mal im Jahr überschritten werden)	Kiel-Bahnhofstraße	0
Grenzwert ab 1. Januar 2010 (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$... dürfen nicht mehr als 18mal im Jahr überschritten werden)		8
Obere Beurteilungsschwelle (140 $\mu\text{g}/\text{m}^3$... dürfen nicht mehr als 18mal im Jahr überschritten werden)		156
Untere Beurteilungsschwelle (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$... dürfen nicht mehr als 18mal im Jahr überschritten werden)		1015

Tabelle 5: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Stickstoffdioxid, Einstundenmittelwert

Feinstaub (PM10) - Jahresmittelwert

Jahres- mittelwert (Ziel: Schutz der menschlichen Gesundheit)	Erläuterung	Standort	Feinstaub (PM10) Jahresmittelwert 2006 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
> Grenzwert (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Der Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist seit dem 1. Januar 2005 einzuhalten.		
Die Beurteilungsschwellen (OBS und UBS) definieren Art und Umfang der Ermittlung der Luftqualität innerhalb eines Gebietes.			
> Obere Beurteilungsschwelle (14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Wenn der ermittelte Konzentrationswert über der OBS liegt, besteht innerhalb eines Gebietes eine Messverpflichtung.	Kiel-Bahnhofstraße	28
> Untere Beurteilungsschwelle (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Unterhalb der OBS und über der UBS können Messungen und Modellrechnungen kombiniert werden.		
< Untere Beurteilungsschwelle (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Unterhalb der UBS sind zur Abschätzung der Luftbelastungssituation Modellrechnungen oder Techniken der objektiven Schätzung ausreichend.		

Tabelle 6: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Feinstaub (PM10), Jahresmittelwert

Feinstaub(PM10)- Tagesmittelwert

Beurteilungsmaßstäbe	Standort	gemessene Anzahl der Über- schreitungen 2006
Grenzwert (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$... dürfen nicht mehr als 35mal im Jahr überschritten werden)	Kiel-Bahnhofstraße	27
Obere Beurteilungsschwelle (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$... dürfen nicht mehr als 7mal im Jahr überschritten werden)		119
Untere Beurteilungsschwelle (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$... dürfen nicht mehr als 7mal im Jahr überschritten werden)		247

Tabelle 7: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Feinstaub (PM10), Tagesmittelwert

Luftreinhalteplan Kiel
 Art und Beurteilung der Verschmutzung

Benzol - Jahresmittelwert

Jahresmittelwert (Ziel: Schutz der menschlichen Gesundheit)	Erläuterung	Standort	Benzol Jahresmittelwert 2006 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
> Grenzwert + Toleranzmarge (9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Aufstellung eines Luftreinhalteplans mit Maßnahmen zur dauerhaften Verminderung der Luftverunreinigungen und zur Einhaltung der Immissionsgrenzwerte		
> Grenzwert (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Der Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist ab dem 1. Januar 2010 einzuhalten.		
Die Beurteilungsschwellen (OBS und UBS) definieren Art und Umfang der Ermittlung der Luftqualität innerhalb eines Gebietes.			
> Obere Beurteilungsschwelle (3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Wenn der ermittelte Konzentrationswert über der OBS liegt, besteht innerhalb eines Gebietes eine Messverpflichtung.		
> Untere Beurteilungsschwelle (2,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Unterhalb der OBS und über der UBS können Messungen und Modellrechnungen kombiniert werden.	Kiel-Bahnhofstraße	2,5
< Untere Beurteilungsschwelle (2,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Unterhalb der UBS sind zur Abschätzung der Luftbelastungssituation Modellrechnungen oder Techniken der objektiven Schätzung ausreichend.		

Tabelle 8: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Benzol

Kohlenmonoxid - gleitender Achtstundenmittelwert

Höchster gleitender Achtstundenmittelwert (Ziel: Schutz der menschlichen Gesundheit)	Erläuterung	Standort	Kohlenmonoxid höchster gleitender Achtstundenmittelwert 2006 mg/m ³
> Grenzwert (10 mg/m ³)	Der Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit ist seit dem 1. Januar 2005 einzuhalten.		
Die Beurteilungsschwellen (OBS und UBS) definieren Art und Umfang der Ermittlung der Luftqualität innerhalb eines Gebietes.			
> Obere Beurteilungsschwelle (7 mg/m ³)	Wenn der ermittelte Konzentrationswert über der OBS liegt, besteht innerhalb eines Gebietes eine Messverpflichtung.		
> Untere Beurteilungsschwelle (5 mg/m ³)	Unterhalb der OBS und über der UBS können Messungen und Modellrechnungen kombiniert werden.		
< Untere Beurteilungsschwelle (5 mg/m ³)	Unterhalb der UBS sind zur Abschätzung der Luftbelastungssituation Modellrechnungen oder Techniken der objektiven Schätzung ausreichend.	Kiel-Bahnhofstraße	0,83

Tabelle 9: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Kohlenmonoxid

Schwefeldioxid - Einstundenmittelwert

Einstundenmittelwert (Ziel: Schutz der menschlichen Gesundheit)	Standort	Anzahl der Überschreitungen 2006
Grenzwert: 350 µg/m ³ als Einstundenmittelwert dürfen nicht mehr als 24mal überschritten werden	Kiel-Bahnhofstraße	0

Tabelle 10: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Schwefeldioxid, Einstundenmittelwert

Schwefeldioxid - Tagesmittelwert

Beurteilungsmaßstäbe	Standort	gemessene Anzahl der Überschreitungen 2006
Grenzwert (125 µg/m³ ... dürfen nicht mehr als 3mal im Jahr überschritten werden)	Kiel-Bahnhofstraße	0
Obere Beurteilungsschwelle (75 µg/m³ ... dürfen nicht mehr als 3mal im Jahr überschritten werden)		0
Untere Beurteilungsschwelle (50 µg/m³ ... dürfen nicht mehr als 3mal im Jahr überschritten werden)		0

Tabelle 11: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Schwefeldioxid, Tagesmittelwert

2.5 Zusammenfassung der Messergebnisse

Zusammengefasst stellt sich die Luftbelastungssituation anhand der Messdaten in der Kieler Bahnhofstraße im Jahr 2006 folgendermaßen dar:

a) Stickstoffdioxid

In der Bahnhofstraße überschreitet der Mittelwert des Jahres 2006 die Summe aus dem ab 1.1.2010 geltendem Grenzwert und der Toleranzmarge. Diese Überschreitung erfordert die Aufstellung dieses Luftreinhalteplans, in dem die erforderlichen Maßnahmen zur dauerhaften Verminderung von Luftverunreinigungen festgelegt werden.

Im Jahr 2005 lag der Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid knapp unter der Summe aus dem ab 1.1.2010 geltenden Grenzwert und der jeweiligen Toleranzmarge.

Als Ursache der Stickstoffdioxidbelastung deuten die Messergebnisse auf den Straßenverkehr hin, insbesondere auf den Verkehr in der Bahnhofstraße:

- die durchschnittlichen Wochengänge des Verkehrsaufkommens und der Stickstoffdioxidkonzentrationen zeigen einen ähnlichen Verlauf, sie entsprechen qualitativ auch den Verläufen, die an anderen verkehrsexponierten Standorten in Schleswig-Holstein beobachtet werden
- die Konzentrationen für Stickstoffdioxid im städtischen Hintergrund (Kiel-Schauenburgerstraße) liegen deutlich unter denen in der Bahnhofstraße.

b) Feinstaub-PM₁₀

Die Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit für Feinstaub PM₁₀ wurden in der Bahnhofstraße eingehalten. Mit 28 Tagen wurde in der Bahnhofstraße im Jahr 2006 die Anzahl der ab 1.1.2005 maximal zulässigen 35 Tagesmittelwerte über 50 µg/m³ unterschritten. Auch der Jahresmittelwert wurde sicher eingehalten.

Die Höhe der Konzentrationen wird durch die stark schwankende überregionale Verteilung dominiert, wobei durch den Straßenverkehr an der Messstation lokale Spitzen hinzugefügt werden.

c) Benzol

Die Werte für Benzol liegen an allen untersuchten Standorten sicher unter dem ab 01.01.2010 geltenden Grenzwert.

d) Kohlenmonoxid

Die Werte für Kohlenmonoxid liegen in der Bahnhofstraße sicher unter dem seit 01.01.2005 geltenden Grenzwert.

e) Schwefeldioxid

Die Werte für Schwefeldioxid liegen in der Bahnhofstraße sicher unter den seit 01.01.2005 geltenden Grenzwerten.

3 Analyse der Ursachen der Belastung

Zur Feststellung der Erforderlichkeit von Maßnahmen ist eine Analyse der Ursachen der Belastung notwendig. Sie zeigt, welche Emittenten zur Stickstoffdioxidbelastung beitragen und welche Entwicklungen zukünftig zu erwarten sind.

Analyse und Prognose der Entwicklung bilden damit die Grundlage für die Planung sinnvoller Maßnahmen, die zur Verbesserung der Luftqualität beitragen können.

Die Feinstaub(PM10)-Konzentrationen sind nicht Gegenstand der Prüfung, da die ab dem 1. Januar 2005 geltenden Grenzwerte nicht überschritten wurden. Wäre dieser Fall eingetreten, hätte ein Aktionsplan aufgestellt und durchgeführt werden müssen.

3.1 Vorgehensweise

Die an einem Ort vorhandene Schadstoffbelastung der Luft setzt sich aus verschiedenen Anteilen zusammen. Der so genannte regionale Hintergrund ist gleichmäßig verteilt und entsteht durch den weiträumigen Transport von Luftverunreinigungen, die aus einer Vielzahl von Quellen stammen, die im Einzelnen nicht bestimmbar sind. Diesem regionalen Hintergrund ist der städtische Hintergrund überlagert, der im Wesentlichen aus Emissionen des innerörtlichen Verkehrs, des Hausbrands und von Gewerbe- und Industrieanlagen der verschiedensten Art im Stadtgebiet resultiert. Schließlich kommt in stark verkehrsbelasteten Straßen der kleinräumig verursachte lokale Anteil als dritter Beitrag hinzu.

Grundsätzlich ist es im Rahmen der Luftreinhalteplanung erforderlich, diese drei Beiträge für das Jahr der Überschreitung und für das Jahr des Inkrafttretens des betroffenen Grenzwertes getrennt zu quantifizieren. Hierzu werden für das Jahr der Überschreitung eine Analyse und für das Jahr 2010 eine Prognose der zukünftigen Entwicklung erstellt. Dabei werden soweit möglich alle zu erwartenden und bereits beschlossenen Emissionsminderungen berücksichtigt. Nur wenn die Prognose ergibt, dass der Grenzwert im Jahr 2010 nicht eingehalten werden kann, werden zusätzliche, lokale Maßnahmen erforderlich.

3.2 Ursprung der Luftschadstoffe

3.2.1 Allgemeine Überlegungen

Grundsätzlich sind in die Überlegungen alle Emittentengruppen einzubeziehen, die einen relevanten Beitrag zur Luftschadstoffbelastung, in diesem Fall durch Stickstoffoxide, liefern. In der Regel kommen dazu folgende Emittentengruppen in Frage:

- gewerbliche Anlagen,
- Gebäudeheizungen (nicht genehmigungsbedürftige Feuerungsanlagen),
- Schienenverkehr
- Schiffsverkehr
- Straßenverkehr

Im vorliegenden Fall wurden die möglichen Anteile von Industrie und Gewerbe (z. B. Müllverbrennung Kiel, Gemeinschaftskraftwerk Kiel), des Schiffsverkehrs und seiner Liegezeiten und des Schienenverkehrs durch überschlägige Schätzungen abgeprüft. Es ergaben sich keine Hinweise darauf, dass diese Emittenten einen signifikanten Beitrag zu den Stickstoffoxidimmissionen in der Bahnhofstraße leisten.

Auch die mögliche Beeinflussung durch die Emissionen von Heizungsanlagen wurde überprüft, wobei detaillierte Eingangsdaten nicht vorlagen. Insgesamt konnten keine signifikanten Einflüsse abgeleitet werden, sind aber im Winter während des Tages nicht generell auszuschließen. Die Emissionen von städtischen Heizungsanlagen sind im Übrigen in der in die Berechnung eingehende Größe "städtische Hintergrundbelastung" (s. Kap. 3.3.3) enthalten.

Die geringe Relevanz der übrigen Quellgruppen wurde auch durch umfangreiche Untersuchungen bestätigt, die im Rahmen der Erstellung des Luftreinhalteplans Itzehoe durchgeführt wurden.

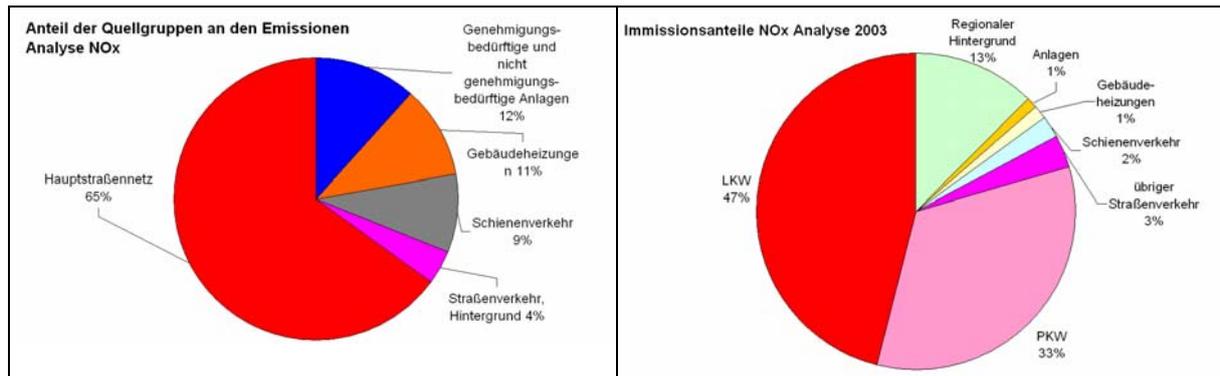


Abbildung 15: Analyse (2003) der Emissions- und Immissionsbeiträge an der Gesamtemissionen und -immissionen im Rahmen der Untersuchungen zum Luftreinhalteplan Itzehoe

Die Immissionsanteile des an den an Abschnitt Bahnhofstraße zwischen Schwedendamm und Joachimplatz angrenzenden Straßennetzes an der Immissionssituation in der Bahnhofstraße wurden durch eine ergänzende Ausbreitungsrechnung ermittelt.

3.2.2 Emittentengruppe Straßenverkehr - Hauptstraßennetz

In diesem Abschnitt werden nähere Erläuterungen zur Ermittlung der Eingangsgrößen (Verkehrszahlen, Emissionsfaktoren) für die Emissionen des Straßenverkehrs gegeben. Diese bilden die Grundlage für die Analyse und Prognose der Schadstoffbelastung in der Bahnhofstraße.

3.2.2.1 Datenbasis 1: Verkehrszahlen

Grundsätzlich werden die Verkehrszahlen im Straßennetz Kiel in regelmäßigen Abständen durch das Tiefbauamt der Stadt Kiel im Rahmen der Verkehrsentwicklungsplanung ermittelt. Diese Daten waren mit Stand des Jahres 2005 verfügbar und wurden in der ergänzenden Ausbreitungsrechnung für das die Bahnhofstraße umgebende Straßennetz verwendet. Angaben liegen dabei zur durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke (DTV) und zum LKW-Anteil > 2,8 t vor.

Der zur Ausbreitungsrechnung ebenfalls notwendige Anteil der leichten Nutzfahrzeuge wurde dabei so abgeschätzt, dass 2% der "PKW" und 13% der "LKW" als leichte Nutzfahrzeuge eingestuft wurden (Abschätzung gemäß MOBILEV "Schadstoffe und Lärm an Straßen", Programm zur Berechnung von Schadstoff- und Lärmemissionen sowie Prognosen für deren zukünftige Entwicklung bis zum Jahre 2020). Diese Zahlen wurden auch für den Prognosefall "Planfall Null 2010" und die Berechnung der Kapazitätsgrenze für den LKW-Verkehr > 3,5 t unverändert eingesetzt (s. Kapitel 3.3).

Für den von der Überschreitung betroffenen Abschnitt der Bahnhofstraße wurden dagegen die zeitlich hoch aufgelösten Verkehrszahlen der LÜSH zur Ausbreitungsrechnung eingesetzt. Seit Ende April 2006 ist auf dem Dach der Luft-Messstation ein Seitenradarmesssystem installiert, mit dem Fahrtrichtung, Länge und

Luftreinhalteplan Kiel Analyse der Ursachen der Belastung

Geschwindigkeit der vorbeifahrenden Kraftfahrzeuge getrennt nach Fahrspuren kontinuierlich erfasst werden können.

Die Einteilung der Fahrzeuge in PKW und LKW > 3,5 t (schwere Nutzfahrzeuge, SNF) erfolgt über die gemessene Länge (Grenze: 8 m). Mit dieser Methode werden zeitlich weitgehend lückenlose Verkehrszahlen als Halbstundensummen erfasst, die entsprechend zu Mittel- und Durchschnittswerten zusammengefasst werden können.

In der Bahnhofstraße ist dabei zu beobachten, dass etwa 1/3 der Fahrzeuge Richtung Schwedendamm (Spur 1, stadteinwärts, bergab) und 2/3 der Fahrzeuge Richtung Joachimplatz (Spur 2, stadtauswärts, bergauf) fahren.

Systematische Fehler können durch Abschattungseffekte durch direkt an der Messeinrichtung vorbeifahrende große Fahrzeuge oder durch starken Regen, bei Stausituationen und durch die Zuordnung der Fahrzeuge nur aufgrund ihrer Länge (z. B. bei PKW mit Anhänger oder LKW < 8 m) entstehen. Leichte Nutzfahrzeuge können nicht getrennt erkannt werden, sondern werden ebenfalls entsprechend ihrer Länge eingeordnet.

Zur Abschätzung der Größenordnung der Fehler ließ die Stadt Kiel am 4. Juli 2007 Videozählungen im Bereich der Kreuzung Schwedendamm/Bahnhofstraße durchführen. Der Vergleich mit den kontinuierlich erhobenen Messdaten der LÜSH ergab Faktoren im Bereich von 0,95 - 1,17, also nahe Eins. Da der Vergleichszeitraum nur einen Tag betrug, wurde für die im Folgenden betrachteten Fälle "Analyse 2006" (Tabelle 12) und "Prognose Planfall Null 2010" (Tabelle 13) auf eine Korrektur der kontinuierlich erhobenen Messdaten für den DTV (durchschnittliche tägliche Verkehrsbelastung) und für die LKW > 3,5 t (SNF) verzichtet.

Für die Durchführung der Ausbreitungsrechnung ist wiederum die Angabe leichter Nutzfahrzeuge im Bereich bis 3,5 t erforderlich. Dieser Klasse wurden 2% der PKW zugerechnet sowie ein Anteil der LKW > 2,8 t derart, dass sich zusammen mit den Zählwerten der Fahrzeuge > 8 m (schwere Nutzfahrzeuge) ein Gesamtanteil an Nutzfahrzeugen (LKW) von etwa 7% ergibt. Diesen Anteil für LKW > 2,8 t gibt das Tiefbauamt der Stadt Kiel für den Abschnitt Bahnhofstraße zwischen Schwedendamm und Joachimplatz an.

Damit wurden für den Analysefall 2006 folgende Daten eingesetzt:

Straßenabschnitt	Ansatz für Analyse 2006			
Bahnhofstraße, innerhalb Straßenschlucht	DTV ²	PKW	LNF (LKW < 3,5 t)	SNF (LKW > 3,5 t)
	Kfz/24h	Kfz/24h	Kfz/24h	Kfz/24h
Spur 1 (bergab)	5.500	5.015	405	80
Spur 2 (bergauf)	10.700	9.750	610	340

Tabelle 12: Verwendete Verkehrszahlen für den Analysefall 2006 [LAIRM Consult GmbH]

Für den Planfall "Null" im Jahr 2010 wurde jeweils von einer Verkehrszunahme von 1% pro Jahr ausgegangen, was eine Erhöhung der Zahlen um den Faktor 1,04 bewirkt.

Straßenabschnitt	Ansatz für Planfall "Null" 2010			
Bahnhofstraße, innerhalb Straßenschlucht	DTV	PKW	LNF (LKW 2,8 t- 3,5 t)	SNF (LKW > 3,5 t)
	Kfz/24h	Kfz/24h	Kfz/24h	Kfz/24h
Spur 1 (bergab)	5.720	5.220	420	80
Spur 2 (bergauf)	11.120	10.140	630	350

Tabelle 13: Verwendete Verkehrszahlen für den Planfall "Null" 2010 [LAIRM Consult GmbH]

Zur Berechnung der Kapazitätsgrenze wurden die PKW- und LNF-Zahlen aus dem Planfall "Null" 2010 verwendet. Die Zahl der schweren Nutzfahrzeuge wurde nach Fahrspuren getrennt variiert.

Es ist darauf hinzuweisen, dass sich die eigenen Angaben des Tiefbauamtes Kiel für den von der Überschreitung betroffenen Abschnitt der Bahnhofstraße für den DTV auf den werktäglichen Verkehr außerhalb von Ferienzeiten beziehen. Diese Werte liegen um etwa 20% höher als die Ergebnisse, die durch die kontinuierlichen Messungen mit dem Radarsystem an der Messstation Kiel-Bahnhofstraße ermittelt und durch die vergleichenden Videozählungen bestätigt wurden. Auch die Angaben für den Schwerverkehr liegen entsprechend höher.

Die Verkehrszahlen wurden vor dem Beginn der Bauarbeiten und der Sperrung der Gablenzbrücke ermittelt. Durch die Sperrung bedingte Verkehrssteigerungen, insbesondere in der Sörensenstraße, sind nicht berücksichtigt. Das war auch nicht erforderlich, da die Gablenzbrücke im Jahr 2009 fertig gestellt werden soll.

² DTV: durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke, Mittelwert über alle Tage incl. Sonn- und Feiertage und Ferienzeiten

3.2.2.2 Datenbasis 2: Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren für Stickstoffoxide werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 2.1 berechnet.

Die Höhe der Faktoren für die Fahrzeugarten PKW und LKW wird bestimmt durch:

- Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten (Verkehrssituation),
- Zusammensetzung der Fahrzeugflotte (Anteile der Fahrzeuge mit unterschiedlichen Abgasreinigungstechniken EURO 2, 3, ..., Anteil Diesel etc.),
- Längsneigung der Fahrbahn (aus Höhenplänen und Lageplänen des Untersuchungsgebietes bekannt),
- Anteil der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Emissionsfaktoren liegen für verschiedene Verkehrssituationen vor.

	Verkehrssituation	Beschreibung
Autobahn	AB>120	Autobahn ohne Tempolimit
	AB_120	Autobahn Tempolimit 120
	AB_100	Autobahn Tempolimit 100
	AB_80	Autobahn Tempolimit 80
	AB_60	Autobahn Tempolimit 60
	AB_Bau1	Autobahn Baustelle zweistreifig
	AB_Bau2	Autobahn Baustelle eng bzw. einstreifig
	AB_StGo	Autobahn Stop and Go
Außer-ortsstraßen	AO1	Außerortsstraße, guter Ausbaugrad
	AO2	gerade Außerortsstraße, guter Ausbaugrad, gleichmäßig kurvig
	AO3	Außerortsstraße, guter Ausbaugrad, ungleichmäßig kurvig
Innerortsstraßen	HVS1>50	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit >50 km/h, geringe Störungen
	HVS2>50	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit >50 km/h, mittlere Störungen
	HVS3>50	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit >50 km/h, starke Störungen
	HVS1	Ortsdurchfahrt, vorfahrtsberechtigt, ohne Störungen
	HVS2	Hauptverkehrsstraße, vorfahrtsberechtigt, geringe Störungen
	HVS3	Hauptverkehrsstraße, vorfahrtsberechtigt, mittlere Störungen
	HVS4	Hauptverkehrsstraße, vorfahrtsberechtigt, starke Störungen
	Kern	Innerortsstraßen im Stadtkern
	LSA1	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, geringe Störungen
	LSA2	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, mittlere Störungen
	LSA3	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, starke Störungen
	NS_D	Nebenstraßen, geschlossene Bebauung
	NS_L	Nebenstraßen, locker bebaut
StGo	Innerortsstraßen bei Stop and Go	

Tabelle 14: Definition der Verkehrssituationen laut Handbuch für Emissionsfaktoren (nach UBA, 2004)

Das EDV-Programm „Handbuch Emissionsfaktoren“ berechnet die Emissionen für unterschiedliche Straßentypen und Verkehrssituationen. Darin sind je nach Bezugsjahr entsprechende Verteilungen der Fahrleistungsgewichte (Zusammensetzung der Fahrzeugflotte) sowie typische Temperaturganglinien und Kaltstarthäufigkeiten angegeben, die bei Fehlen exakter Zählraten verwendet werden können.

3.3 Methodik der Immissionsermittlung

Für die Bahnhofstraße in Kiel wurde durch das Ingenieurbüro LAIRM Consult GmbH die Untersuchung der Luftschadstoffsituation "Abschätzung der Luftschadstoffbelastung durch Stickstoffdioxid in der Bahnhofstraße in Kiel im Rahmen der Aufstellung eines Luftreinhalteplanes" unter folgender Vorgehensweise erstellt:

- Analyse 2006: Für das Jahr 2006 wurde eine Modellrechnung durchgeführt und deren Ergebnisse mit den im Jahr 2006 gemessenen Immissionen verglichen. Dabei wurde auch die horizontale und vertikale Verteilung im Abschnitt Bahnhofstraße zwischen Schwedendamm und Joachimplatz bestimmt. Einzelne Eingangsparameter wurden dabei variiert, um eine bestmögliche Übereinstimmung mit den Messergebnissen zu erzielen.
Die 22. BImSchV definiert als Qualitätsziel: Genauigkeit bei Modellberechnung des Jahresmittelwertes für Stickstoffdioxid: 30%.
- In einem zweiten Schritt wurde der so genannte Planfall „Null“ berechnet: Prognose der Belastung im Untersuchungsgebiet im Jahr 2010 ohne weitere Maßnahmen durch die Straßenverkehrsbehörden der Stadt Kiel, aber mit vorgegebener Verkehrszunahme. Die jährlichen Schwankungen der meteorologischen Verhältnisse wurden durch die Verwendung der Zeitreihen der Jahre 2002 bis 2006 berücksichtigt.
- Schließlich wurde der Planfall „Kapazitätsgrenze“ berechnet: Aufnahmekapazität für den Schwerlastverkehr in der Bahnhofstraße auf der Grundlage der Ergebnisse des Planfalls „Null“ für das Jahr 2010 durch Abschätzung, welche Verkehrsbelastung durch den Schwerlastverkehr maximal möglich wäre, um den Immissionswert sicher einzuhalten (Annahme: festgelegte PKW-Zahlen 2010 + 100, 200, 300, LKW/Tag

Die Abschätzung der Immissionen in der Bahnhofstraße für die verwendeten Verkehrsstärken und -zusammensetzungen erfolgt durch Variation der Emissionen.

Nachfolgend werden einzelne Aspekte der Modellierung beschrieben. Einzelheiten können dem Gutachten entnommen werden.³

3.3.1 Rechenmodell

Die Berechnung der Luftschadstoffausbreitung erfolgte mit dem Modell AUSTAL2000, das mit der Neufassung der TA Luft eingeführt wurde. Die Berechnungen wurden als Zeitreihenberechnung unter Berücksichtigung einer Jahres-Emissionsganglinie für jede Einzelquelle (Straßenabschnitt) mit einer Auflösung von einer Stunde durchgeführt.

Um die vorliegende Immissionssituation möglichst genau zu erfassen, wurden die maßgebliche Straßenrandbebauung sowie die Geländetopografie berücksichtigt.

³ Das Gutachten ist im Internet unter <http://www.luft.schleswig-holstein.de> ---> Luftreinhaltepläne---> Luftreinhalteplan Kiel zum Download verfügbar.

3.3.2 Meteorologische Daten

Die Ausbreitung von Schadstoffen in der Luft und damit auch die Luftbelastung werden maßgeblich von den meteorologischen Bedingungen beeinflusst und unterliegen daher jährlichen Schwankungen.

Als Eingangsdaten wurden stundenfeine Jahresganglinien ("AKTerm") der Jahre 2002 - 2006 vom Deutschen Wetterdienst (DWD) vom Standort Kiel-Holtenau verwendet. Der Standort liegt ca. 8 km nördlich der Bahnhofstraße und kann als repräsentativ für die Umgebung gesehen werden.

3.3.3 Hintergrundbelastung

Für die Ermittlung der Immissionskonzentrationen des Schadstoffs Stickstoffdioxid an einem konkreten Ort, also z. B. in einem Straßenabschnitt, sind Ermittlungen der so genannten Hintergrundbelastung erforderlich.

Die Hintergrundbelastung setzt sich dabei grundsätzlich aus einem regionalen Anteil (ableitbar aus Messungen oder Simulationen im ländlichen Bereich) und einem städtischen Anteil (aus den Schadstoffemissionen der gewerblichen Anlagen, des Hausbrands, des Schienenverkehrs, des nicht detailliert betrachteten Straßenverkehrs) zusammen.

Zur Einschätzung der Hintergrundbelastungen wurden keine Berechnungen sondern aktuelle Messwerte an der Messstation der Lufthygienischen Überwachung Schleswig-Holstein Kiel-Schauenburgerstraße herangezogen.

Dementsprechend wurde von folgenden Hintergrundbelastungen ausgegangen:

- Stickstoffoxide - NO_x (Jahresmittelwert): 35 µg/m³⁴
- Stickstoffdioxid - NO₂ (Jahresmittelwert): 22 µg/m³

Die berechneten Schadstoff-Konzentrationen, die sich durch die im Modell berücksichtigten Straßenabschnitte durch den Straßenverkehr ergeben, werden „Zusatzbelastungen“ genannt. Die Summe aus "Hintergrundbelastung" und "Zusatzbelastung" ergibt die zur Beurteilung relevante „Gesamtbelastung“.

Prognosen, inwieweit sich die Stickstoffoxidbelastung im Hintergrund in den kommenden Jahren ändern könnte, wurden nicht berücksichtigt.

3.3.4 Zusammenhang Stickstoffdioxid-Stickstoffoxide

Die bei Verbrennungsprozessen entstehenden Stickstoffoxide NO_x bestehen in der Regel zu etwa 90 % aus Stickstoffmonoxid (NO) und 10 % aus Stickstoffdioxid (NO₂). Die Umwandlung des Stickstoffmonoxids in Stickstoffdioxid erfolgt erst auf dem Ausbreitungsweg durch komplexe chemische Wechselwirkungen, deren explizite Berücksichtigung im Rahmen einer solchen Untersuchung nicht möglich ist. Aufgrund dieser Problematik werden zunächst die Stickstoffoxid(NO_x)-Gesamtbelastungen als Summe aus Zusatz- und Hintergrundbelastung berechnet.

Die Ermittlung der Stickstoffdioxid-Belastungen erfolgt anschließend gemäß einer Funktion, die den Zusammenhang zwischen den Stickstoffdioxid- und den Stickstoffoxidkonzentrationen wiedergibt. Diese wurde aus einer Vielzahl von Messungen der Stickstoffoxide und Stickstoffdioxid an Messstationen der Bundesrepublik Deutschland ermittelt.

⁴ Gegenüber dem tatsächlichen Messwert höher angesetzt, um Romberg-Formel (s. Kap. 3.3.4) zu erfüllen.

Diese Funktion wird als Romberg-Funktion bezeichnet.

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

Abbildung 17: Funktion nach Romberg

Die in Abbildung 17 angegebene Formel wurde im Jahr 2005 durch das Ingenieurbüro Lohmeyer anhand von Messdaten der Jahre 2000 - 2003 überprüft. Trotz geringer Abweichungen wird die Anwendung weiterhin empfohlen und auch in der vorliegenden Untersuchung vorgenommen.

3.3.5 Genauigkeitsanforderungen (Analyse 2006)

Für die Genauigkeit von Modellrechnungen werden in der 22. BImSchV für den Jahresmittelwert von Stickstoffdioxid 30 % gefordert. Die Genauigkeit ist definiert als die größte Abweichung der gemessenen zur berechneten Konzentration in Bezug auf den Immissionsgrenzwert (Anlage 4 der 22. BImSchV).

Zur Überprüfung der Berechnungsergebnisse erfolgte ein Vergleich mit den Jahresmittelwerten, die im Jahr 2006 an der automatischen Messstation und an den beiden Standorten der Passivsammler ermittelt wurden. Da die Passivsammlermessungen erst im Mai 2006 begonnen wurden, wurden die Jahresmittelwerte dort anhand ihrer Verhältnisse zur kontinuierlichen Messstation abgeschätzt.

Um eine möglichst gute Übereinstimmung der berechneten und gemessenen Immissionswerte zu erhalten, wurden die zur Berechnung eingesetzten Emissionsfaktoren des Bezugsjahres 2005 durch Wahl unterschiedlicher Verkehrssituationen, Stauanteile, Steigungen und Berücksichtigung eines Stickstoffdioxid-Direktemissionsanteils variiert.

Deutliche Unterschiede ergeben sich bei den Emissionsfaktoren in Abhängigkeit von der Steigung der Straße. Da insbesondere LKW-Fahrer in niedrigen Gängen die Straße hinauf fahren, können dadurch möglicherweise höhere Emissionen auftreten, als üblicherweise aus der Straßensituation heraus angenommen. Die Variation der Steigung im Rahmen der Modellierung kann diesem Umstand Rechnung tragen.

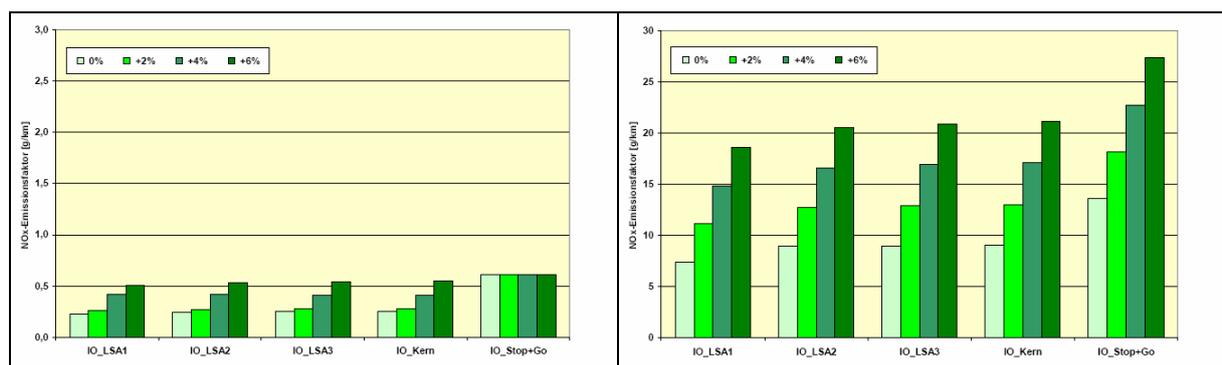


Abbildung 18: Emissionsfaktoren für PKW (links) und schwere Nutzfahrzeuge (rechts) für Stickstoffoxide bei verschiedenen Verkehrssituationen und Steigungen [LAIRM Consult GmbH]

Tabelle 15 fasst die Ergebnisse für den Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid zusammen. Als Verkehrssituation wurde hier jeweils "Innerorts, Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlagen, mittlere Störungen (IO_LSA2)" eingesetzt, da sich die Emissionsfaktoren bei verschiedenen Verkehrssituationen nur wenig unterscheiden.

Luftreinhalteplan Kiel
Analyse der Ursachen der Belastung

Emissions- variante	Parameter						NO2-Immissionen (Jahresmittelwert) [µg/m³]		
	Steigung		Stauanteil		NO2-Direkt- emission		Mess- station	Sammler Nord	Sammler Süd
	Spur1	Spur2	Spur1	Spur2	Spur1	Spur2			
Variante 1	-4%	+4%	0%	0%	0%	0%			
	Zusatzbelastung Abschnitt Bahnhofstraße						39	27	24
	Gesamtbelastung Abschnitt Bahnhofstraße						51	42	42
	Abweichung vom Messwert, bezogen auf Grenzwert						-28%	-15%	-13%
	Abweichung vom Messwert, bezogen auf Messwert						-18%	-13%	-11%
Variante 2	-4%	+4%	5%	5%	0%	0%			
	Zusatzbelastung Abschnitt Bahnhofstraße						40	28	25
	Gesamtbelastung Abschnitt Bahnhofstraße						51	42	42
	Abweichung vom Messwert, bezogen auf Grenzwert						-28%	-15%	-13%
	Abweichung vom Messwert, bezogen auf Messwert						-18%	-13%	-11%
Variante 3	-4%	+4%	0%	0%	5%	5%			
	Zusatzbelastung Abschnitt Bahnhofstraße						42	29	25
	Gesamtbelastung Abschnitt Bahnhofstraße						54	43	43
	Abweichung vom Messwert, bezogen auf Grenzwert						-20%	-13%	-10%
	Abweichung vom Messwert, bezogen auf Messwert						-13%	-10%	-9%
Variante 4	-4%	+6%	0%	0%	0%	0%			
	Zusatzbelastung Abschnitt Bahnhofstraße						44	32	28
	Gesamtbelastung Abschnitt Bahnhofstraße						54	45	44
	Abweichung vom Messwert, bezogen auf Grenzwert						-20%	-8%	-8%
	Abweichung vom Messwert, bezogen auf Messwert						-13%	-6%	-6%
Variante 5	-4%	+6%	0%	0%	5%	5%			
	Zusatzbelastung Abschnitt Bahnhofstraße						48	33	30
	Gesamtbelastung Abschnitt Bahnhofstraße						58	47	46
	Abweichung vom Messwert, bezogen auf Grenzwert						-10%	-3%	-3%
	Abweichung vom Messwert, bezogen auf Messwert						-6%	-2%	-2%
Messwert 2006							62	48	47
Immissionsgrenzwert							40	40	40
Hintergrundbelastung (Kiel-Schauenburgerstraße)							22	22	22
Zusatzbelastung angrenzendes Netz							6	3	8
Zusatzbelastung Bahnhofstraße außerhalb Straßenschlucht							1	1	1

Tabelle 15: Vergleich der berechneten und der gemessenen Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid unter Variation der Eingangsparameter [LAIRM Consult GmbH]

Luftreinhalteplan Kiel Analyse der Ursachen der Belastung

Tabelle 15 zeigt, dass die mit AUSTAL2000/Romberg berechneten Jahresmittelwerte aller Varianten die Genauigkeitsanforderung der 22. BImSchV für Modellberechnungen von 30% einhalten, allerdings mit unterschiedlichem Abstand. Die beste Übereinstimmung zeigt Variante 5 mit der Annahme höherer Emissionsfaktoren auf Spur 2 (bergauf, stadtauswärts) durch größere "Steigung" und der Vorgabe von Direktmissionen von Stickstoffdioxid ab.

$$\text{Genauigkeit} = \frac{\text{berechneter Wert} - \text{Messwert}}{\text{Immissionsgrenzwert}} = \frac{58 - 62}{40} = -10 \%$$

Für die Passivsammlermessungen wird dabei eine Genauigkeit von -3% erreicht.

Keine der untersuchten Varianten kann die reale Situation jedoch eindeutig abbilden, so dass weitere Überlegungen im Rahmen der Luftschadstoffuntersuchung angestellt wurden.

Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse und Fehlerbetrachtung wurde geprüft, inwieweit sich fehlerhafte Abschätzungen bei der Zahl der leichten Nutzfahrzeuge auf das Ergebnis auswirken können. Eine Reduzierung der leichten Nutzfahrzeuge um 50% ergab eine Abnahme der Stickstoffdioxidmission um $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Der Schätzfehler spielt daher nur eine geringe Rolle.

Hinweise auf eine signifikante Beeinflussung der Stickstoffdioxidbelastung durch andere Quellen als den Straßenverkehr konnten nicht festgestellt werden (s. Kap. 3.2.1).

Grundsätzlich bleibt die Möglichkeit bestehen, dass die Emissionsfaktoren, die für das Bezugsjahr 2005 gewählt wurden, zu niedrig sind. Das bedeutet, dass die Zusammensetzung der Fahrzeugflotte, was Fahrzeugalter und Abgasnormen betrifft, nicht den Annahmen im Handbuch für Emissionsfaktoren entspricht. Dies entzieht sich einer Überprüfung, da neben der Zusammensetzung der im Raum Kiel zugelassenen Fahrzeugflotte auch viele Fahrzeuge berücksichtigt werden müssten, die die Fährverbindungen in den Ostseeraum nutzen. Indirekt trägt die Variation der Emissionsfaktoren durch Annahme unterschiedlicher Steigungen diesem Umstand auch Rechnung.

Insgesamt ist das Verfahren gutachterlich als hinreichend genau zu bewerten, um die Stickstoffdioxid-Gesamtbelastung abzuschätzen. Die Qualitätskriterien der 22. BImSchV werden erfüllt und Hinweise auf relevante Einflüsse anderer Quellgruppen konnten nicht gefunden werden.

3.4 Ergebnisse der Prognosen für das Jahr 2010

3.4.1 Planfall "Null" im Jahr 2010

Der Planfall „Null“ prognostiziert die Belastung durch Stickstoffdioxid im Jahr 2010, die zu erwarten ist, wenn keine Maßnahmen zur Reduzierung der Belastung ergriffen werden.

3.4.1.1 Eingangsparmeter

a) Verkehrszahlen

Für die Situation Planfall "Null" im Jahr 2010 wurde davon ausgegangen, dass sich an der zurzeit bestehenden Verkehrsführung keine Änderungen ergeben, dass aber die Verkehrszahlen in dem betroffenen Bereich der Bahnhofstraße um 1% pro Jahr ansteigen (s. Tabelle 13). Die Verkehrszahlen der angrenzenden Straßenabschnitte wurden gegenüber der Analyse nicht angehoben, da die Auswirkungen auf die Stickstoffdioxidmissionen in der Bahnhofstraße unter $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen würden.

b) Hintergrundbelastung

Die Hintergrundbelastung wurde auf dem Stand des Jahres 2006 belassen.

c) Emissionsfaktoren

Üblicherweise sind bei einer Prognose für das Jahr 2010 auch die entsprechenden Emissionsfaktoren zu verwenden. Da sich aber schon bei der Analyse für das Jahr 2006 unter Verwendung der Emissionsfaktoren für das Jahr 2005 die Immissionssituation nicht hundertprozentig reproduziert werden konnten, wurden zu Vergleichszwecken die Faktoren beider Bezugsjahre 2005 und 2010 eingesetzt.

d) Meteorologie

Die Ausbreitung von Luftschadstoffen wird wesentlich durch die von Jahr zu Jahr unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen bestimmt. Um diese jährlichen Schwankungen zu berücksichtigen, wurden die Ergebnisse auf Grundlage aller meteorologischen Zeitreihen der Jahre 2002 - 2006 berechnet.

e) Varianten

Als Grundlagen für die Prognose wurden die Varianten 1 und 5 ausgewählt. Die Eingangparameter der Variante 1 entsprechen der Einstufung, die der "Straßenschlucht Bahnhofstraße" ohne Kenntnis der Messergebnisse zugeordnet werden würde. Die Vorgaben der Variante 5 führten in der Analyse zu Ergebnissen, die am besten den Messwerten des Jahres 2006 entsprachen.

3.4.1.2 Ergebnisse

Die folgende Tabelle stellt die Ergebnisse der Prognose für den Planfall "Null" im Jahr 2010 für die Varianten 1 und 5 unter Verwendung der Emissionsfaktoren der Bezugsjahre 2005 und 2010 und der meteorologischen Zeitreihen der Jahre 2002 bis 2006 zusammen. Angegeben werden die Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid.

Emissions- variante	Jahr	Jahresmittelwert für Stickstoffdioxid (µg/m³)					
		Emissionsfaktoren Bezugsjahr 2005			Emissionsfaktoren Bezugsjahr 2010		
		Standort Mess- station	Standort Passiv- sammler Nord	Standort Passiv- sammler Süd	Standort Mess- station	Standort Passiv- sammler Nord	Standort Passiv- sammler Süd
Variante 1	2002	50	41	41	45	37	38
	2003	51	42	42	46	38	38
	2004	51	41	42	46	37	39
	2005	51	41	42	46	37	39
	2006	51	42	42	46	38	39
Variante 5	2002	58	45	45	51	40	41
	2003	59	47	46	51	41	42
	2004	59	46	47	52	41	42
	2005	58	46	46	51	41	42
	2006	59	47	47	52	42	42

Tabelle 16: Zusammenstellung der Stickstoffdioxidimmissionen im Bereich des Standortes der Messstation (Parkstreifen) und der Standorte der Passivsammler (bebauungsnah), Prognose 2010, Planfall "Null" [LAIRM Consult GmbH]

Luftreinhalteplan Kiel Analyse der Ursachen der Belastung

Der Unterschied, der durch die Verwendung der unterschiedlichen meteorologischen Zeitreihen entsteht, beträgt für die Jahresmittelwerte 1 - 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Durch den Einsatz von Emissionsfaktoren der Bezugsjahre 2005 und 2010 ergeben sich Differenzen zwischen 3 und 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Ergebnisse der beiden Varianten unterscheiden sich um 3 - 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Während sich durch die Auswahl der meteorologischen Parameter Schwankungen ergeben, die im Bereich der Rechen- und Messgenauigkeiten liegen, spielt der Eingangsparameter Emissionsfaktoren (Bezugsjahr, Steigung der Straße) eine deutlich größere Rolle.

Insgesamt ist festzustellen, dass sich am Standort der Messstation in keiner der untersuchten Konstellationen eine Einhaltung des Grenzwertes ergibt, während im Bereich der Straßenrandbebauung zumindest bei Auswahl der Variante 1 Konzentrationswerte unter 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ errechnet werden. Die Variante 1 war allerdings nicht in der Lage, die im Jahr 2006 beobachteten Messergebnisse zu reproduzieren. Sie erscheint daher als Grundlage für die weiteren Betrachtungen nicht geeignet.

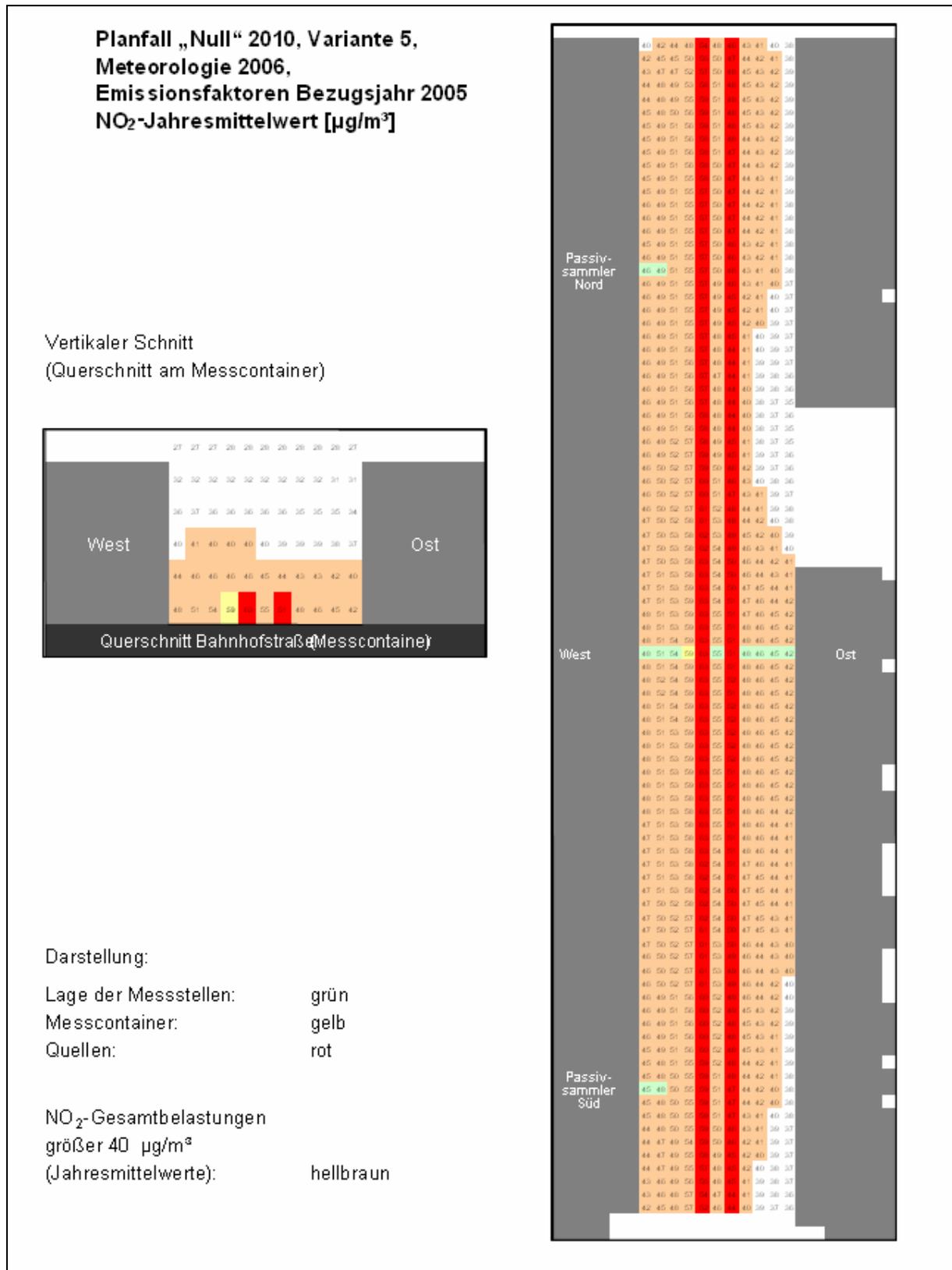


Abbildung 19: Horizontale und vertikale Verteilung der Stickstoffdioxidmissionen in der "Straßenschlucht Bahnhofstraße", Emissionsfaktoren Bezugsjahr 2005 [LAIRM Consult GmbH]

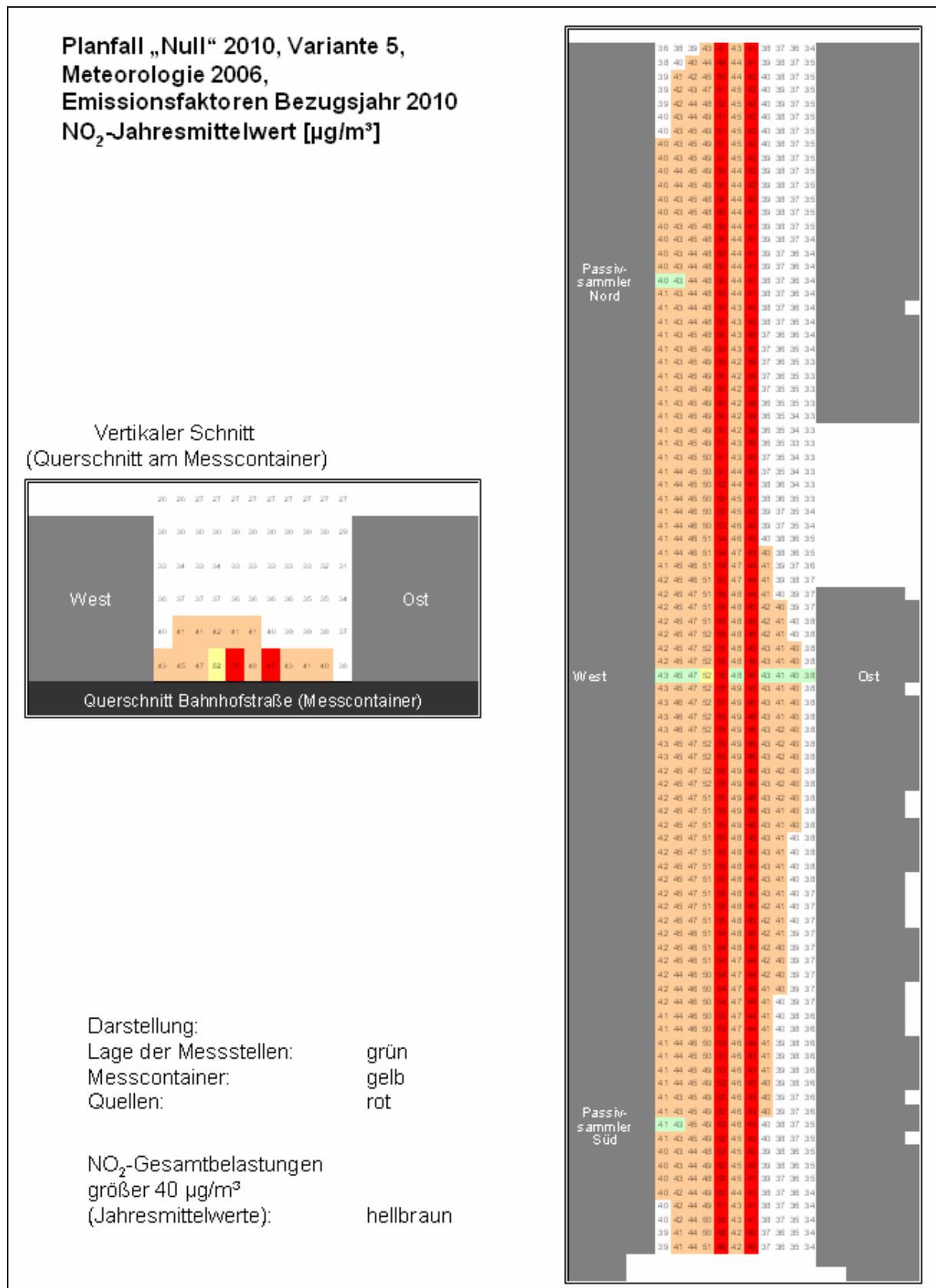


Abbildung 20: Horizontale und vertikale Verteilung der Stickstoffdioxidimmissionen in der "Straßenschlucht Bahnhofstraße", Emissionsfaktoren Bezugsjahr 2010 [LAIRM Consult GmbH]

Die Abbildungen 19 und 20 zeigen beispielhaft für die Variante 5, für die Meteorologie des Jahres 2006 und die Emissionsfaktoren der Jahre 2005 und 2010 die horizontalen und vertikalen Verteilungen der Luftschadstoffkonzentrationen in dem berechneten Bereich der Bahnhofstraße.

3.4.2 Planfall "Kapazitätsgrenze" im Jahr 2010

3.4.2.1 Eingangsparmeter

a) Verkehrszahlen

Für die Situation Planfall "Kapazitätsgrenze" im Jahr 2010 wurde davon ausgegangen, dass die Verkehrszahlen für PKW und leichte Nutzfahrzeuge in dem betroffenen Bereich der Bahnhofstraße um 1% pro Jahr ansteigen (s. Tabelle 13).

Für die schweren Nutzfahrzeuge > 3,5 t wurde fahrspurfein stufenweise abgeschätzt, wie viele Fahrzeuge den betroffenen Bereich der Bahnhofstraße passieren können, ohne dass der ab 2010 geltende Grenzwert für Stickstoffdioxid von 40 µg/m³ im Jahresmittel überschritten wird.

Die Verkehrszahlen der angrenzenden Straßenabschnitte wurden auf dem Stand der Analyse belassen.

b) Hintergrundbelastung

Die Hintergrundbelastung blieb bei 22 µg/m³ Stickstoffdioxid als Jahresmittelwert.

c) Emissionsfaktoren

Zu Vergleichszwecken wurden wieder die Faktoren beider Bezugsjahre 2005 und 2010 eingesetzt.

d) Meteorologie

Zugrunde gelegt wurde die meteorologische Zeitreihe des Jahres 2006.

e) Varianten

Wie beim Planfall "Null" wurden die Varianten 1 und 5 berücksichtigt.

3.4.2.2 Ergebnisse

Die folgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse der Abschätzung der spurfein aufgelösten maximal zur Einhaltung des Grenzwertes zulässigen LKW-Zahlen für den Planfall "Kapazitätsgrenze" im Jahr 2010 für die Varianten 1 und 5 unter Verwendung der Emissionsfaktoren der Bezugsjahre 2005 und 2010 und der meteorologische Zeitreihe des Jahres 2006.

Es wurden dabei die beiden Bezugsstandorte Fahrbahnrand (Messstation) und Straßenrandbebauung (Passivsammler) getrennt.

a) fahrbahnnah

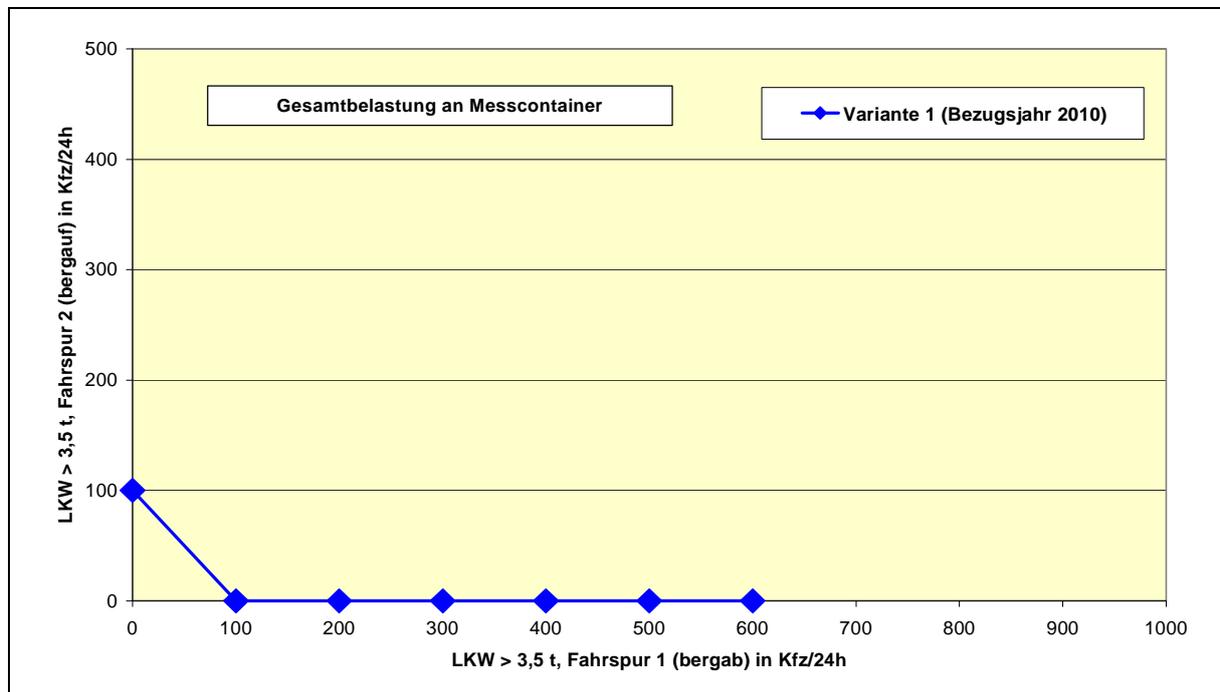


Abbildung 21: Fahrspuraufgelöste „Kapazitätsgrenzen“ hinsichtlich der maximal zulässigen Anzahl von LKW > 3,5 t zur Einhaltung des NO₂-Grenzwertes von 40 µg/m³ am Messcontainer [LAIRM Consult GmbH]

Abbildung 21 zeigt, dass am Immissionsstandort Messstation bereits bei der Wahl der bestmöglichen Emissionsparameter Variante 1 und Bezugsjahr 2010, für die bergan führende Fahrspur 2 nur geringe tägliche LKW-Kapazitäten vorhanden sind, um den zukünftig geltenden Grenzwert noch einzuhalten. Unter der Voraussetzung, dass auf Fahrspur 1 keine LKW mehr fahren, dürften auf Fahrspur 2 noch maximal 100 LKW im täglichen Durchschnitt passieren.

Fahren auf Fahrspur 2 keine LKW mehr, dürften hingegen noch bis zu 600 LKW pro Tag die bergab führende Spur 1 benutzen.

Werden die Eingangsparameter der Variante 5 und das Bezugsjahr 2005 gewählt, dürften überhaupt keine LKW den betroffenen Bereich der Bahnstraße durchqueren, um die Einhaltung des Grenzwertes am fahrbahnnahe Standort der Messstation noch zu gewährleisten.

b) bebauungsnah

Die Abbildungen 19 und 20 zeigen, dass sich innerhalb der Bahnhofstraße eine horizontale und vertikale Verteilung der Schadstoffkonzentrationen ausbildet. Die an der Messstation registrierten Werte sind somit nicht repräsentativ für die Situation an der Häuserfront. In dem Gutachten wurde daher auch untersucht, welche Kapazitätsgrenzen sich ergeben, wenn die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte für Stickstoffdioxid an der Häuserfront als Maßstab herangezogen wird.

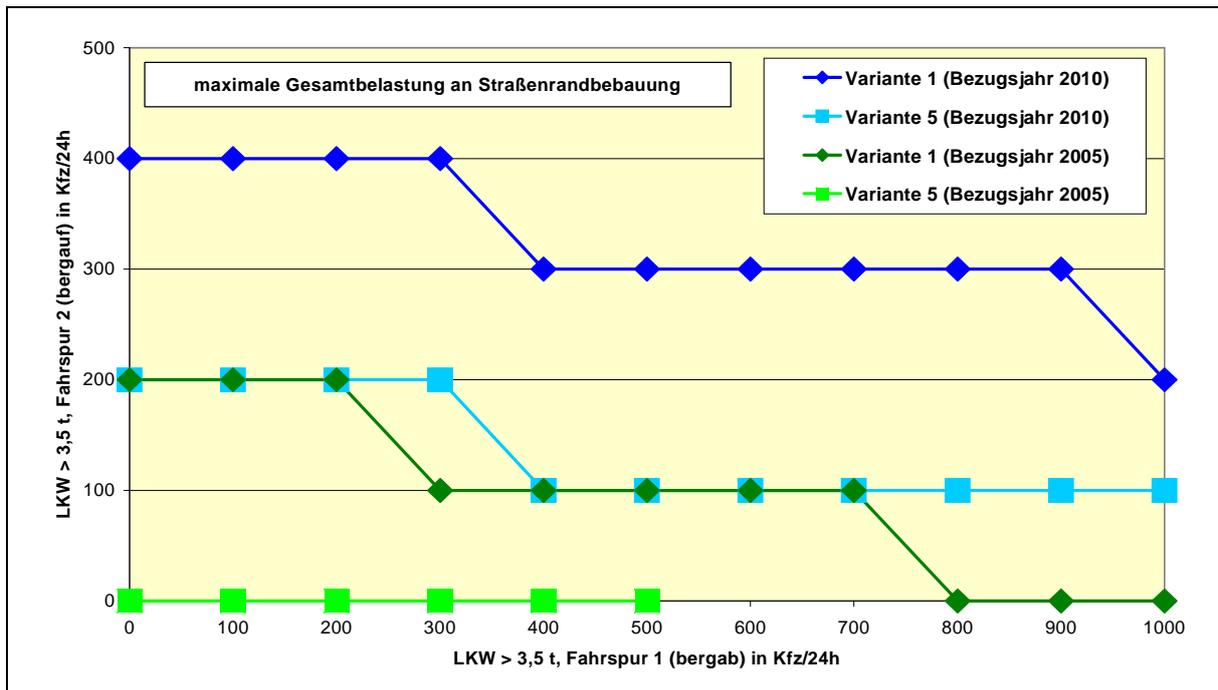


Abbildung 22: Fahrspuraufgelöste „Kapazitätsgrenzen“ hinsichtlich der maximal zulässigen Anzahl von LKW > 3,5 t zur Einhaltung des NO₂-Grenzwertes von 40 µg/m³ an der Straßenrandbebauung [LAIRM Consult GmbH]

Aus diesen Betrachtungen ist auch zu folgern, dass bei einer Auflösung des Standstreifens in der Bahnhofstraße der Straßenverkehr näher an die Bebauung heranrücken würde. Dies würde zu einer Erhöhung der Belastung führen.

Die Berechnungen zeigen, dass der bergauf fahrende LKW Verkehr die entscheidende Größe für die Höhe der Schadstoffbelastung darstellt. In Abbildung 22 und Tabelle 17 sind die Kapazitätsgrenzen für die verschiedenen untersuchten Szenarien zusammengefasst.

Luftreinhalteplan Kiel Analyse der Ursachen der Belastung

Eingangsparameter zur Abschätzung	LKW > 3,5 t auf Fahrspur 1 (bergab, stadteinwärts)	LKW > 3,5 t auf Fahrspur 2 (bergauf, stadtauswärts)
Variante 5 Bezugsjahr 2005	500	0
Variante 5 Bezugsjahr 2010	300	200
	1000	100
Variante 1 Bezugsjahr 2005	200	200
	700	100
	1000	0
Variante 1 Bezugsjahr 2010	300	400
	900	300
	1000	200

Tabelle 17: Zusammenstellung der LKW-Kapazitäten (spurfein) unter Variation der Eingangsparameter zur Abschätzung [LAIRM Consult GmbH]

Bei der Analyse der Belastung im Jahr 2006 hat die Variante 5 die beste Übereinstimmung mit den Messwerten gezeigt. Sie wird daher als Grundlage für weitere Überlegungen herangezogen.

Das bedeutet, dass je nach Zusammensetzung der LKW-Flotte (Alter und Emissionsfaktoren) entweder gar keine bzw. bis zu 200 schwere Nutzfahrzeuge (SNF) durchschnittlich täglich die stadtauswärts führende Spur verwenden dürfen. Die Kapazität der stadteinwärts führenden Spur liegt mit bis zu 1000 LKW > 3,5 t pro Tag deutlich darüber.

Die aktuelle durchschnittliche Belastung (Analyse 2006) liegt bei 80 SNF pro Tag auf Spur 1 (bergab, stadteinwärts) und 340 SNF pro Tag auf Spur 2 (bergauf, stadtauswärts).

Wird von einer Zunahme der aktuellen Verkehrszahlen (2006) für alle PKW, alle leichten Nutzfahrzeuge und SNF auf Fahrspur 1 um 1% pro Jahr ausgegangen, müsste die Zahl der SNF auf Spur 2 je nach Bezugsjahrsansatz durch geeignete Maßnahmen auf etwa 80 - 260 pro Tag reduziert werden, um die Einhaltung des Grenzwertes im Bereich der Straßenrandbebauung zu ermöglichen.

3.5 Zusammenfassung der Ursachenanalyse

Als Ergebnis der Ursachenanalyse ergeben sich folgende Konsequenzen und Schlussfolgerungen:

- Die Messungen der Lufthygienischen Überwachung Schleswig-Holstein und die Untersuchung des Ingenieurbüros LAIRM Consult GmbH "Abschätzung der Luftschadstoffbelastung durch Stickstoffdioxid in der Bahnhofstraße in Kiel im Rahmen der Aufstellung eines Luftreinhalteplanes" zeigen, dass der Grenzwert für Stickstoffdioxid von 40 µg/m³ als Jahresmittelwert, einzuhalten ab 2010, in der Bahnhofstraße zwischen Schwedendamm und Joachimplatz aktuell nicht und ohne Maßnahmen auch im Prognosejahr 2010 nicht eingehalten wird.

- Als wesentliche Ursache für die Belastung in der Bahnhofstraße zwischen Schwedendamm und Joachimplatz wurde der Kraftfahrzeugverkehr identifiziert. Es ist davon auszugehen, dass andere Quellgruppen nur unwesentlich zur Belastung beitragen
- Wird von einer Zunahme der aktuellen Verkehrszahlen (2006) für alle PKW, alle leichten und schweren Nutzfahrzeuge auf Fahrspur 1 um 1% pro Jahr ausgegangen, müsste die Zahl der schweren Nutzfahrzeuge auf Spur 2 je nach zugrunde gelegten Emissionsfaktoren durch geeignete Maßnahmen auf etwa 80 - 260 pro Tag reduziert werden, um die Einhaltung des Grenzwertes im Bereich der Straßenrandbebauung zu ermöglichen.

Generell sind die Prognosen mit Unsicherheiten behaftet. Dazu gehören:

- Entwicklung der Hintergrundbelastung
- Entwicklung des Verkehrsaufkommens insbesondere im Bereich des Güterverkehrs
- Zusammensetzung und damit Emissionen der Fahrzeugflotte
- Meteorologie

Die Belastung in der Bahnhofstraße wird daher auch weiterhin messtechnisch überwacht. Ergänzend werden Luftschadstoffuntersuchungen in der Sörensenstraße durchgeführt werden.

4 Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität

4.1 Bundes-Immissionsschutzgesetz und Straßenverkehrsordnung

Die Ursachenanalyse ergab, dass der Kraftfahrzeugverkehr in der Bahnhofstraße und hier insbesondere der LKW-Verkehr den für die Überschreitung des ab 2010 geltenden Grenzwertes für Stickstoffdioxid maßgeblichen Beitrag liefern. 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.

Gemäß § 45 BImSchG ergreifen die zuständigen Behörden die erforderlichen Maßnahmen, um die Einhaltung der Immissionswerte sicherzustellen. Hierzu gehört insbesondere der hier vorliegende Luftreinhalteplan.

Darüber hinaus sind auch planunabhängige Maßnahmen z. B. durch straßenverkehrsrechtliche Vorschriften möglich. Gemäß § 45 (1) StVO können die Straßenverkehrsbehörden die Benutzung bestimmter Straßen oder Straßenstrecken aus Gründen der Sicherheit oder Ordnung des Verkehrs beschränken oder verbieten und den Verkehr umleiten.

Das gleiche Recht haben sie ... 3. zum Schutz der Wohnbevölkerung vor Lärm und Abgasen ...

Das Bundesverwaltungsgericht hat u. a. in Bezug auf diese Vorschrift in einem Urteil vom 27. September 2007 ein Recht Dritter auf Abwehr gesundheitlicher Beeinträchtigungen wegen Überschreitungen des Immissionsgrenzwertes für Feinstaub (PM10) durch plan-unabhängige Maßnahmen festgestellt. Als solche kommen im innerstädtischen Bereich auch LKW-Durchfahrtsverbote in Betracht.

Gemäß der ständigen Rechtsprechung zur Beeinträchtigung durch Verkehrslärm kann das in §45 (1) StVO festgelegte Ermessen der Behörde unter den entsprechenden Voraussetzungen sogar zur Verpflichtung werden (Urteil des 7. Senats vom 27. September 2007, BVerwG 7 C 36.07).

4.2 Maßnahmen in Luftreinhalteplänen

In einem Luftreinhalteplan sind gemäß §47 (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 eine Reihe von Maßnahmen aufgeführt, die im Rahmen von Luftreinhalteplänen in anderen Städten Berücksichtigung fanden:

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,
- Modifikation der Abbiegespuren

Verkehrsbeschränkung:

- Selektive Verkehrsverbote für bestimmte Fahrzeuggruppen (z. B. vor EURO 3),
- Reduktion des LKW-Anteils,
- Zufahrt nur für Einwohner, Zeitfenster u. s. w.

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, "bike and ride", Erhöhung der Verkehrssicherheit

Die Auswahl konkreter Maßnahmen müssen standortbezogen unter Beachtung der spezifischen verkehrlichen, baulichen Bedingungen und des finanziellen Aufwandes ausgewählt werden.

Insbesondere ist vor der Durchführung von Verkehrsbeschränkungen detailliert zu prüfen, in welchem Umfang diese erforderlich sind. Dabei wird zu berücksichtigen sein, inwieweit Ausnahmen oder Freistellungen hiervon gewährt werden müssen wie z.B. für Lieferverkehre und seltene Verkehre wie „landwirtschaftliche Ernteverkehre“. Dies ist dann im Einzelnen mit den Betroffenen zu erörtern.

Die "Entscheidung der Kommission vom 20. Februar 2004 zur Festlegung von Modalitäten für die Übermittlung von Informationen über die gemäß der Richtlinie 96/62/EG des Rates erforderlichen Pläne oder Programme in Bezug auf Grenzwerte für bestimmte Luftschadstoffe" unterscheidet grundsätzlich zwischen Maßnahmen, die

"zusätzlich zu den aufgrund bestehender Rechtsvorschriften erforderlichen Maßnahmen getroffen werden"

und

"möglichen Maßnahmen, die noch nicht ergriffen wurden, und langfristige Maßnahmen (optional)".

Maßnahmen aufgrund bestehender Rechtsvorschriften ergeben sich z.B. aus strengeren Abgasvorschriften für Kraftfahrzeuge oder durch strengere Anforderungen an Industrieanlagen o. ä. und sind durch entsprechende Gesetzgebung bereits festgeschrieben. Soweit möglich, sind diese in der in Kapitel 3 beschriebenen Prognose der Immissionssituation für das Jahr 2010 bereits enthalten. Sie reichen im vorliegenden Fall nicht aus, um die Einhaltung des Grenzwertes ab dem Jahr 2010 sicherzustellen.

4.3 Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie

Für die Landeshauptstadt Kiel wurde ein Lärmaktionsplan erstellt, um die schädlichen Auswirkungen von Umgebungslärm zu verhindern, zu vermindern und ihnen vorzubeugen.

Die hierzu durchgeführte Analyse der Lärmkartierung macht deutlich, dass der Straßenverkehr auch die wesentliche Ursache für Lärmbelastungen darstellt. Besonders an 14 Schwerpunkten im Stadtgebiet ergibt sich Handlungsbedarf. Der Kieler Lärmaktionsplan zeigt verschiedene kurz- und langfristige Maßnahmen zur Lärminderung auf.

Aufgrund der Analyse von Lärm- und Luftschadstoffbelastungen wurde die Bahnhofstraße als integrierter Handlungsschwerpunkt ermittelt.

Luftreinhalteplan Kiel

Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität

Die Stadt Kiel wird bei der Lärmaktionsplanung vorhandene Planungen einbinden und ggf. deren Wirkungen nutzen.

Relevant sind hierbei

- der Verkehrsentwicklungsplan 2008 (VEP), in den bereits viele Lärminderungsstrategien eingeflossen sind, und
- der vorliegende Luftreinhalteplan für die Bahnhofstraße

Folgerichtig wurden bei der Maßnahmenplanung für den Luftreinhalteplan auch die Auswirkungen der geplanten Verkehrsverlagerungen in die Sörensenstraße abgeschätzt.

Die Immissionsberechnung zeigt, dass durch die nachfolgend dargestellten Maßnahmen die Verkehrslärmbelastung in der Bahnhofstraße tagsüber (6:00 - 18:00 Uhr) um bis zu 1 dB(A) reduziert wird. In der Sörensenstraße nimmt die Belastung durch Verkehrslärm um bis zu 1 dB(A) zu. Der Schwedendamm zeigt keine Veränderungen. Dies ist auf die Erhöhung des Schwerlastverkehr-Anteils bei gleichzeitiger Reduzierung des Gesamt-Kfz-Anteils zurückzuführen. Es ergeben sich durch die Verlagerung damit keine "hörbaren" Änderungen, so dass die Verlagerung des Verkehrs verträglich erscheint.

4.4 Zusätzlich erforderliche Maßnahmen

4.4.1 Maßnahmen zur Umlagerung von Verkehrsströmen

4.4.1.1 Beschreibung der Maßnahmen

Die im folgenden Text dieses Abschnittes beschriebenen Maßnahmen wurden vom Tiefbauamt in Abstimmung mit der Straßenverkehrsbehörde der Landeshauptstadt Kiel konzipiert und begründet:

Maßnahmen

Verursacher der NO₂-Emissionen ist vor allem der Schwerverkehr. Von fahrzeugseitigen Verbesserungen zur Eindämmung der Emissionen ist zwar auf Dauer auszugehen, weitergehende Maßnahmen zum Schutz der Wohnbevölkerung sind aber insbesondere kurz- und mittelfristig zu ergreifen.

Nach Analysen des StUA wäre eine Einhaltung des Grenzwertes für NO₂ von 40 µg/m³ beispielsweise zu erreichen, wenn es gelänge, den stadtauswärts (bergauf) fahrenden Lkw-Verkehr um rund 200 Lkw/24h zu reduzieren. Das hieße, den Schwerverkehr aus der Innenstadt und der inneren Hörn zur Einhaltung der Grenzwerte etwa zu halbieren. In der Bahnhofstraße liegt die Verkehrsbelastung derzeit bei insgesamt rund 19.400 Kfz/24h, davon 520 Lkw/24h (2,7%). Stadtauswärts sind es allein 420 Lkw/24h. Das hieße, den Schwerverkehr aus der Innenstadt und der inneren Hörn zur Einhaltung der Grenzwerte etwa zu halbieren. Bei der Auswahl von Maßnahmen, die zu einer Reduktion der NO₂ Belastung beitragen, ist zu berücksichtigen, dass die Bahnhofstraße eine der Hauptrouten zur Erschließung der Innenstadt und des Hafens ist. Diese Funktion wird auch im neuen Verkehrsentwicklungsplan deutlich, in der die Bahnhofstraße als Hauptverkehrsstraße klassifiziert ist.

Maßnahmen, wie die vollständige Sperrung der Bahnhofstraße für Lkw können daher nicht in Erwägung gezogen werden, da sie die Erschließungsqualität der Innenstadt und des Hafens sehr stark beeinträchtigen und an anderer Stelle, wie etwa in der Sörensenstraße, zu unvermeidbaren Mehrbelastungen und damit zu höheren Lärmbelastungen und einer Verschlechterung der Verkehrssicherheit führen würden. In der Sörensenstraße befinden sich neben Wohnungen auch wesentliche Frei- und Spielflächen für die Kinder des Wohngebietes.

Bei der Wahl geeigneter und bei Abwägung der Interessen vertretbarer Maßnahmen ist auch zu berücksichtigen, dass von der Überschreitung der Grenzwerte in der Bahnhofstraße im Wesentlichen nur ein eingegrenzter Bereich auf der südwestlichen Straßenseite mittig zwischen der Straße Zum Brook und der Asmusstraße betroffen ist und hier auch nur die unteren Geschosse weniger Gebäude.

Luftreinhalteplan Kiel Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität

Maßnahmen dürfen nicht zur Verlagerung der Probleme in Bereiche führen, die von zusätzlichen Verkehren ungleich schwerer getroffen würden. Die Verlagerung von 200 stadtauswärts fahrenden Lkw/24h erscheint daher nicht vertretbar.

Aus diesem Grund wurden insbesondere „weiche“, weniger hart eingreifende Maßnahmen geprüft, die die Verkehrsbelastung in der Bahnhofstraße reduzieren bzw. den Verkehrsfluss verbessern können, andere Straßen nur mäßig mehr belasten und eine Verschlechterung der Erschließungsqualität von Innenstadt und Hafen vermeiden. Als härteste Maßnahme erscheint die Sperrung der Bahnhofstraße für LKW-Verkehre stadteinwärts und Lenkung dieser geringen Verkehrsströme über Sörensenstraße und andere Zufahrtsstraßen der Innenstadt noch vertretbar.

Insgesamt wird folgendes Maßnahmenbündel vorgeschlagen, dass eine Einhaltung der Grenzwerte in der Bahnhofstraße erwarten lässt (vgl. nachstehende Tabelle und Plan in der Anlage). Dabei wurde auch berücksichtigt, dass ohne Zwangsführungen bedingt durch fahrzeugseitige Verkehrslenkungssysteme nur ein Teil der Verkehre beeinflusst werden kann.

	Ort	Vorschlag	Verlagerungspotential	Umsetzung
1	Kaistraße/ Ziegelteich	Verkehrslenkung von Teilverkehren aus Hafenstandorten und Innenstadt auf die Route Ziegelteich – Schwedendamm – A215	Der Verkehr in Ri. A215 fährt bereits zum Großteil über dem Ziegelteich. Daher ist das Verlagerungspotential gering: 10 LKW 140 Pkw	1) Verbesserung der Wegweisung Ri. A215 2) Aufhebung Schrägparken am Stresemannplatz zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit
2	Werftstraße/ Werftbahnkreisel/ Gablenzstraße	Mit Fertigstellung der neuen Gablenzbrücke Verlagerung von Teilverkehren Richtung A21/A215/ B76 Nord auf die Route Gablenzbrücke – Alte Lübecker/ Hamburger Chaussee - Waldwiesen Kreuz/ Barkauer Kreuz	30 Lkw 470 Pkw	1) Änderung der Wegweisung Werftstraße 2) Ertüchtigung Hummelwiese mit Linksabbieger Gablenzbrücke/ Sophienblatt
3	Werftstraße/ Preetzer Straße	Verlagerung von Teilverkehren Richtung A21/A215 auf die Sörensenstraße	50 Lkw 800 Pkw	1) Änderung der Wegweisung 2) Anpassung der Signalanlage
4	Bahnhofstraße	Lenkung des von Osten stadteinwärts führenden Lkw-Verkehrs über Sörensenstraße und Alte Lübecker Chaussee	120 Lkw	1) Anpassung der Wegweisung 2) Lkw-Sperrung
5	Joachimplatz	Erleichterung des Abflusses aus der Bahnhofstraße Richtung Westen - A 215	Reduzierung der Stausituationen in der Bahnhofstraße	1) Kleinere Knotenpunktsumgestaltung 2) Nutzung des vorhandenen Tunnels für die Fuß- und Radwegquerung der Bahnhofstraße

Tabelle 18: Zusammenstellung der Maßnahmen zur Reduzierung der Stickstoffdioxidbelastung in der Bahnhofstraße durch Verkehrsverlagerung und -verflüssigung

Luftreinhalteplan Kiel

Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität

Verkehrliche Wirkungen

Insgesamt könnte durch diese Maßnahmen die Verkehrsbelastung in der Bahnhofstraße wie folgt reduziert werden:

	Verkehrsbelastung Bestand Kfz/24h (SV*)	Veränderung Kfz/24h (SV*)	Verkehrsbelastung Maßnahmen Kfz/24h (SV*)
Bahnhofstraße	19.400 (540)	-1.620 (-210)	17.780 (330)
Stadtauswärts (Ri. Joachimplatz):	12.200 (420)	-1.500 (-90)	10.700 (330)
Stadteinwärts: (Ri. Schwedendamm):	7.200 (120)	-120 (-120)	7.080 (Anlieger)

Tabelle 19: Zusammenstellung der Verringerung der Verkehrsbelastung in der Bahnhofstraße gemäß Angaben des Tiefbauamtes der Stadt Kiel

Die Verkehrsbelastung auf anderen von den Maßnahmen betroffenen Straßen würden sich wie folgt verändern:

Sörensenstraße	11.900 (520)	+ 970 (+170)	12.870 (690)
Swedendamm	24.600 (670)	- 1.230 (+40)	23.370 (710)
Gablensbrücke	13.000 (1340)	+500 (+30)	13.500 (1370)
Stresemannplatz	21100 (540)	+150 (+10)	21250 (550)

* SV= Schwerverkehr/ Kfz>3,5t

Tabelle 20: Zusammenstellung der Veränderungen der Verkehrsbelastungen in den von Maßnahmen betroffenen Straßen gemäß Angaben des Tiefbauamtes der Stadt Kiel

Mit dem insgesamt vertretbaren Maßnahmenbündel erscheint die notwendige Immissionsreduzierung in der Bahnhofstraße erreichbar. [Geschäftliche Mitteilung der Stadt Kiel, Tiefbauamt, vom 29.06.2008]

4.4.1.2 Fachliche Prüfung der Maßnahmen

Wie in Kapitel 3.2.2.1 angesprochen, liegen die Angaben der Stadt Kiel zu den werktäglichen Verkehrszahlen um etwa 20% höher als die kontinuierlichen Zählungen an der automatischen Messstation Kiel-Bahnhofstraße. Werden die in Tabelle 19 aufgrund der Durchführung der Maßnahmen prognostizierten Verkehrsrückgänge in der Bahnhofstraße prozentual auf die Verkehrszahlen übertragen, die durch die kontinuierlichen Zählungen ermittelt wurden, ist die Einhaltung des Immissionsgrenzwertes im Bereich der Straßenrandbebauung möglich.

Im Straßenraum selbst werden weiterhin Konzentrationswerte über 40 µg/m³ prognostiziert.

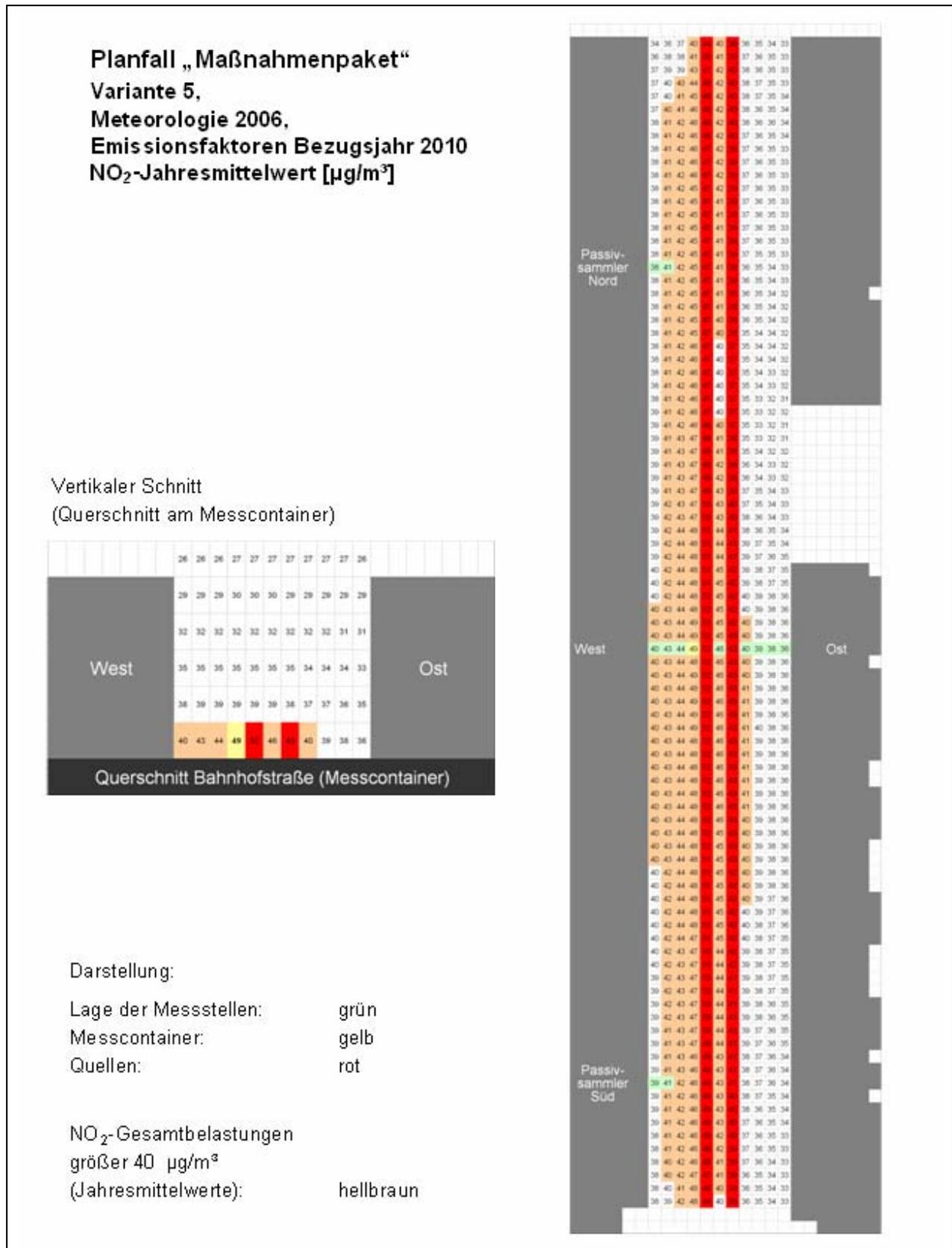


Abbildung 23: Horizontale und vertikale Verteilung der Stickstoffdioxidimmissionen in der "Straßenschlucht Bahnhofstraße", Planfall "Maßnahmenpaket"

Luftreinhalteplan Kiel

Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität

Schwerpunktmäßig betroffen von der Durchführung der geplanten Maßnahme wird die Sörensenstraße, die beidseitig von Wohnbebauung geprägt wird. Zur Beurteilung der Auswirkungen der prognostizierten Verkehrszunahme auf die dortige Luftqualität wurden entsprechend der für die Bahnhofstraße verwendeten Methode (s. Kapitel 3.3) Modellrechnungen durchgeführt.

Folgende Fälle wurden dazu untersucht:

- Analyse 2006 (Istzustand): Ermittlung der Luftschadstoffbelastungen auf Grundlage der vorhandenen Verkehrszahlen für den werktäglichen Verkehr (DTV*: 11.900 Kfz/24h, davon 520 LKW/24h (> 3,5 t)) der Stadt Kiel für das Jahr 2006 unter Berücksichtigung der horizontalen und vertikalen Verteilung im Untersuchungsgebiet
- Planfall „Null“: Prognose der Belastung im Untersuchungsgebiet im Jahr 2010 ohne weitere Maßnahmen, aber mit vorgegebener Verkehrszunahme unter Berücksichtigung der horizontalen und vertikalen Verteilung
- Planfall „Verlagerung“: Zunahme des Schwerlastverkehrs in der Sörensenstraße stadteinwärts um 120 LKW/24h (> 3,5 t) sowie Zunahme des stadtauswärts führenden Verkehrs um 800 PKW/24h und 50 LKW/24h (> 3,5 t) auf der Grundlage der Ergebnisse des Planfalls „Null“ für das Jahr 2010.

Für die Untersuchungsfälle wurden damit die in Tabelle 21 aufgeführten Verkehrszahlen verwendet. Dabei ist zu berücksichtigen, dass anders als für die Berechnungen in der Bahnhofstraße werktägliche Verkehrszahlen verwendet wurden, die in der Regel ca. 20% über dem Mittelwert aller Tage eines Jahres liegen.

Sörensenstraße	DTV* Kfz/24h	PKW Kfz/24h	LNF (LKW < 3,5 t) Kfz/24h	SNF (LKW > 3,5 t) Kfz/24h
Analyse 2006				
Spur 1 (Richtung Norden)	8.000	7.430	200	370
Spur 2 (Richtung Süden)	3.900	3.652	98	150
Planfall "Null" 2010				
Spur 1 (Richtung Norden)	8320	7727	208	385
Spur 2 (Richtung Süden)	4056	3798	102	156
Planfall "Verlagerung" 2010				
Spur 1 (Richtung Norden)	8440	7727	208	505
Spur 2 (Richtung Süden)	4906	4598	102	206

*werktäglicher Verkehr außerhalb der Ferienzeiten

Tabelle 21: Verwendete Verkehrszahlen für die Untersuchungsfälle in der Sörensenstraße

Weiterhin wurden als Basis der Berechnungen verwendet:

- Einstufung der Sörensenstraße als Hauptverkehrsstraße innerorts, vorfahrtsberechtigt, mittlere Störungen, Steigung von +2% bzw. Gefälle von -2%, kein Stau
- die meteorologischen Zeitreihen des Jahres 2006
- Emissionsfaktoren aus dem Handbuch für Emissionsfaktoren der Jahre 2005 und 2010
- Anteil der NO₂-Direktemissionen von 5 % (entsprechend Bahnhofstraße, konservativer Ansatz)

Ein Vergleich der im Fall "Analyse 2006" berechneten Werte mit Messwerten ist nicht möglich, da in der Sörensenstraße bisher keine Messungen durchgeführt wurden.

Die folgende Tabelle zeigt die maximalen Konzentrationen für Stickstoffdioxid, die unter Einsatz der Emissionsfaktoren der Jahre 2005 und 2010, für die jeweiligen Untersuchungsfälle in den unterschiedlichen Bebauungsabschnitten der Sörensenstraße ermittelt wurden.

Immissionbereich Sörensenstraße (vor Gebäudefassade)	Stickstoffdioxid-Immissionen (Jahresmittelwert) [µg/m³]					
	Emissionsfaktoren, Bezugsjahr 2005			Emissionsfaktoren, Bezugsjahr 2010		
	Analyse	Planfall "Null"	Planfall "Verlagerung"	Analyse	Planfall "Null"	Planfall "Verlagerung"
nördlich Zum Brook, Westseite	29	29	30	28	28	29
nördlich Zum Brook, Ostseite	26	26	26	26	26	26
Zum Brook bis Hofstr., Westseite	33	33	35	31	31	32
Zum Brook bis Hofstr., Ostseite	30	30	31	29	29	30
Hofstr. bis Heintzestr., Ostseite	32	33	34	31	31	32
Heintzestr. bis Heischstr., Ostseite	32	33	34	31	31	32
südlich Heischstr., Ostseite	33	33	33	32	32	32

Tabelle 22: Maximale Immissionskonzentrationen für Stickstoffdioxid in den Bebauungsabschnitten der Sörensenstraße [Berechnung nach LAIRM Consult GmbH]

Der ab 2010 geltende Grenzwert für Stickstoffdioxid von 40 µg/m³ als Jahresmittelwert wird überall eingehalten. Die höchste Konzentration von 35 µg/m³ wird im Planfall "Verlagerung" unter Verwendung der Emissionsfaktoren des Jahres 2005 an der Gebäudefront auf der Westseite des Abschnittes "Zum Brook bis Hofstraße" erreicht.

Die folgenden Abbildungen zeigen dafür beispielhaft die modellierte Verteilung der Immissionskonzentrationen in der Sörensenstraße aufgeteilt in die Bereiche Nord und Süd. Sie zeigen, dass in der Sörensenstraße keine Personen von der Überschreitung von Immissionsgrenzwerten betroffen sein werden.

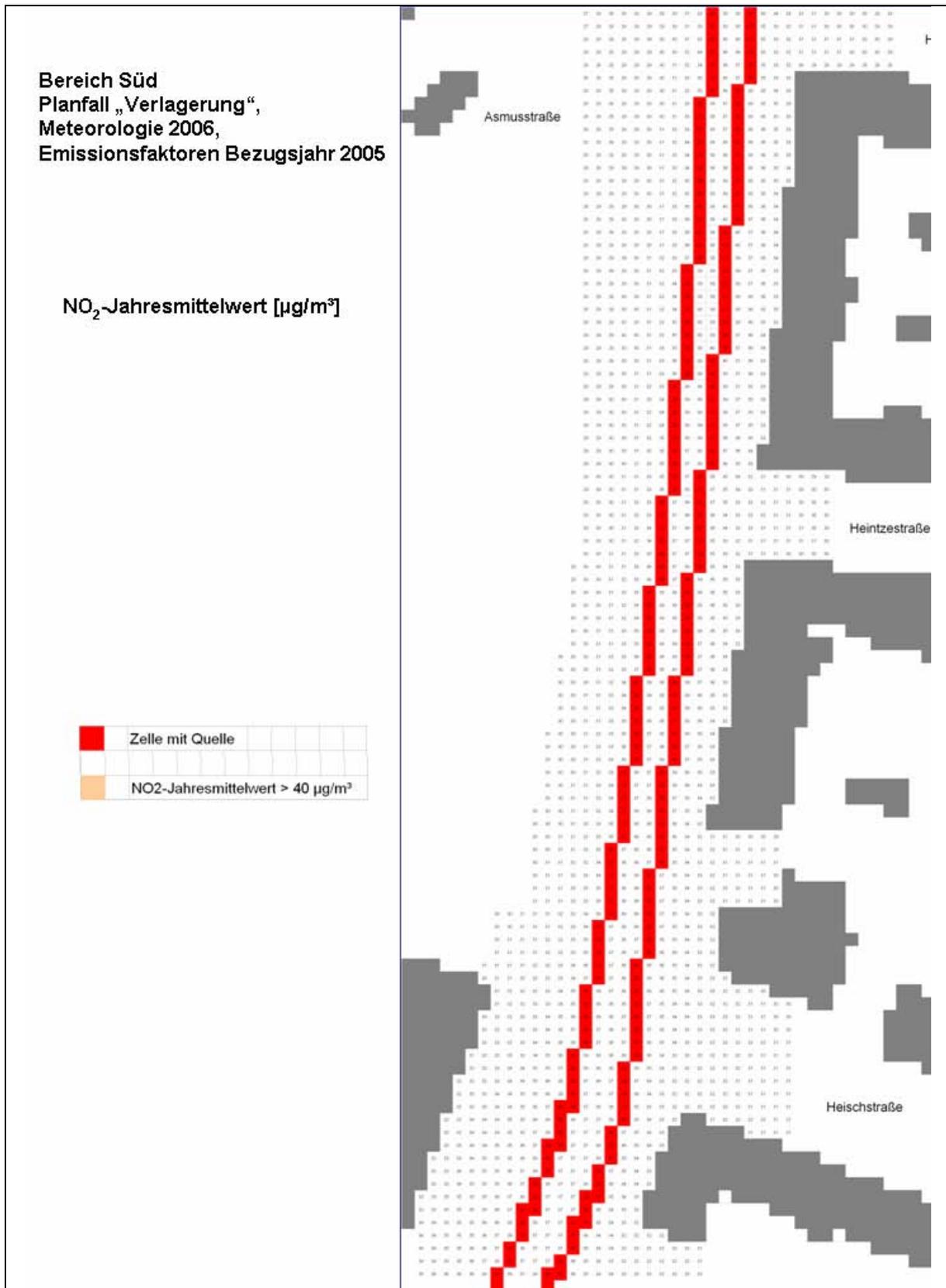


Abbildung 25: Horizontale und vertikale Verteilung der Stickstoffdioxidimmissionen in der Sörensenstraße
Bereich Süd, Planfall "Verlagerung" [Berechnung nach LAIRM Consult GmbH]

Luftreinhalteplan Kiel Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität

Insgesamt ist davon auszugehen, dass das vorgesehene Maßnahmenpaket geeignet ist, die Luftbelastung in der Bahnhofstraße im erforderlichen Umfang zu mindern.

4.4.1.3 Technische Umsetzung der Maßnahmen

Für die in Tabelle 18 beschriebenen Maßnahmen wurde der finanzielle Rahmen abgeschätzt und ein Zeitrahmen für die Umsetzung aufgestellt.

	Ort	Kosten	Zeitrahmen
1	Kaistraße/ Ziegelteich: Verkehrslenkung von Teilverkehren aus Hafenstandorten und Innenstadt auf die Route Ziegelteich – Schwedendamm – A215	600.000 €	bis Dezember 2010
2	Werftstraße/ Werftbahnkreisel/ Gablenzstraße : Mit Fertigstellung der neuen Gablenzbrücke Verlagerung von Teilverkehren Richtung A21/A215/ B76 Nord auf die Route Gablenzbrücke – Alte Lübecker/ Hamburger Chaussee - Waldwiesen Kreuz/ Barkauer Kreuz	200.000 €	bis November 2009
3	Werftstraße/ Preetzer Straße: Verlagerung von Teilverkehren Richtung A21/A215 auf die Sörensenstraße		
4	Bahnhofstraße: Lenkung durch LKW-Durchfahrverbot des von Osten stadteinwärts führenden Lkw-Verkehrs über Sörensenstraße und Alte Lübecker Chaussee		
5	Joachimplatz: Erleichterung des Abflusses aus der Bahnhofstraße Richtung Westen - A 215		

Tabelle 23: Kosten und Zeitrahmen der geplanten Maßnahmen

4.4.2 Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen

Die Auswirkung der Maßnahmen wird durch fortgesetzte, messtechnische Überwachung der Luftqualität in der Bahnhofstraße durch das Staatliche Umweltamt Itzehoe kontrolliert. Außerdem ist vorgesehen, die Auswirkungen durch zusätzliche Passivsammlermessungen für Stickstoffdioxid in der Sörensenstraße und am Ziegelteich zu begleiten.

Die im Luftreinhalteplan vorgesehenen Maßnahmen sind gegebenenfalls fortzuschreiben.

Für die Berichterstattung an die Kommission der Europäischen Gemeinschaften ist dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit alle drei Jahre über den Stand der Durchführung des Luftreinhalteplans zu berichten.

4.5 Maßnahmen, die noch nicht ergriffen wurden und langfristige Maßnahmen

Die Stadt Kiel hat in ihrem aktuellen Verkehrsentwicklungsplan Maßnahmen aufgeführt, die sich auf das Verkehrsaufkommen insgesamt und insbesondere auf das im Umfeld der Bahnhofstraße auswirken.

Im Verkehrsentwicklungsplan wurden einerseits Maßnahmen beschlossen, die eine Reduzierung des Kfz-Verkehrs bewirken. Dazu gehört die weitere Förderung des Radverkehrs und des ÖPNV, vor allem durch die StadtRegionalBahn Kiel. Ergänzend ist die Umsetzung von Mobilitätsmanagementmaßnahmen vorgesehen. Insgesamt kann durch diese Maßnahmen eine Reduzierung des privaten Kfz-Verkehrs um 10% erreicht werden.

Andere Maßnahmen unterstützen die Bündelung des verbleibenden Kfz-Verkehrs auf dem übergeordneten Straßennetz bzw. führen zur Verlagerung auf außerhalb von Wohngebieten liegende Straßen. Wichtige Maßnahmen die zur Entlastungen im Bereich der Bahnhofstraße führen sind:

- Südspange zwischen A21 und B76
- Ostuferentlastungsstraße als Ersatz für den Ostring
- Lkw-Führungsnetz

Einzelheiten zum Verkehrsentwicklungsplan der Stadt Kiel stehen im Internet unter http://www.kiel.de/Aemter_61_bis_92/66/tba/66_0/VEP/vep.htm zur Verfügung.

5 Zusammenfassung

Der Kraftfahrzeugverkehr ist die wesentliche Ursache für die hohen Luftschadstoffbelastungen in der Bahnhofstraße in Kiel im Bereich zwischen Schwedendamm und Joachimplatz.

Aufgrund der Ergebnisse der Analyse und der Prognose für das Jahr 2010 wird die Konzentration an Stickstoffdioxid im Jahre 2010 voraussichtlich ohne zusätzliche Maßnahmen im Jahresmittel deutlich über $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen.

Die in Kapitel 4.3 vorgeschlagenen zusätzlichen Maßnahmen, die zu einer Verminderung der LKW und der PKW im betroffenen Straßenabschnitt führen sollen, erscheinen geeignet, die Belastung im Bereich der Straßenrandbebauung auf zulässige Werte zu reduzieren.

Die Prognose für das Jahr 2010 ist insgesamt mit Unsicherheiten behaftet, da für eine Reihe von Eingangsparemtern Annahmen über deren zukünftige Entwicklung getroffen werden müssen.

Die weitere Entwicklung der Schadstoffbelastung und die Wirksamkeit der Maßnahmen werden sowohl in der Bahnhofstraße als auch in der Sörensenstraße und am Ziegelteich messtechnisch überprüft.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenstellung der Immissionsgrenzwerte der 22. BImSchV	5
Tabelle 2: Beschreibung der Standorte der automatischen Messstationen in Kiel im Zeitraum 2000-2007 .	14
Tabelle 3: Durchschnittliche Tagesmittelwerte 2006 für Stickstoffoxide in der Bahnhofstraße	22
Tabelle 4: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Stickstoffdioxid, Jahresmittelwert	24
Tabelle 5: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Stickstoffdioxid, Einstundenmittelwert	24
Tabelle 6: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Feinstaub (PM10), Jahresmittelwert	25
Tabelle 7: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Feinstaub (PM10), Tagesmittelwert	25
Tabelle 8: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Benzol	26
Tabelle 9: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Kohlenmonoxid	27
Tabelle 10: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Schwefeldioxid, Einstundenmittelwert	27
Tabelle 11: Einstufung der ermittelten Konzentrationswerte nach 22. BImSchV für Schwefeldioxid, Tagesmittelwert	28
Tabelle 12: Verwendete Verkehrszahlen für den Analysefall 2006 [LAIRM Consult GmbH]	33
Tabelle 13: Verwendete Verkehrszahlen für den Planfall "Null" 2010 [LAIRM Consult GmbH]	33
Tabelle 14: Definition der Verkehrssituationen laut Handbuch für Emissionsfaktoren (nach UBA, 2004)	34
Tabelle 15: Vergleich der berechneten und der gemessenen Jahresmittelwerte für Stickstoffdioxid unter Variation der Eingangsparameter [LAIRM Consult GmbH]	39
Tabelle 16: Zusammenstellung der Stickstoffdioxidimmissionen im Bereich des Standortes der Messstation (Parkstreifen) und der Standorte der Passivsammler (bebauungsnah), Prognose 2010, Planfall "Null" [LAIRM Consult GmbH]	41
Tabelle 17: Zusammenstellung der LKW-Kapazitäten (spurfein) unter Variation der Eingangsparameter zur Abschätzung [LAIRM Consult GmbH]	48
Tabelle 18: Zusammenstellung der Maßnahmen zur Reduzierung der Stickstoffdioxidbelastung in der Bahnhofstraße durch Verkehrsverlagerung und -verflüssigung	53
Tabelle 19: Zusammenstellung der Verringerung der Verkehrsbelastung in der Bahnhofstraße gemäß Angaben des Tiefbauamtes der Stadt Kiel	54
Tabelle 20: Zusammenstellung der Veränderungen der Verkehrsbelastungen in den von Maßnahmen betroffenen Straßen gemäß Angaben des Tiefbauamtes der Stadt Kiel	54
Tabelle 21: Verwendete Verkehrszahlen für die Untersuchungsfälle in der Sörensenstraße	56
Tabelle 22: Maximale Immissionskonzentrationen für Stickstoffdioxid in den Bebauungsabschnitten der Sörensenstraße [Berechnung nach LAIRM Consult GmbH]	57
Tabelle 23: Kosten und Zeitrahmen der geplanten Maßnahmen	60

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersichtskarte von Kiel (Quelle: Agrar- und Umweltatlas des Landes Schleswig-Holstein)	6
Abbildung 2: Standortkarte der Messstation Kiel-Bahnhofstraße (Quelle: Agrar- und Umweltatlas des Landes Schleswig-Holstein)	7
Abbildung 3: Durchschnittliche Temperaturen an der Messstation Bornhöved	9
Abbildung 4: Durchschnittliche Windgeschwindigkeiten an der Messstation Bornhöved	9
Abbildung 5: Höhengschichten des Geländes der Stadt Kiel (Quelle: Top50 Schleswig-Holstein/Hamburg) .	10
Abbildung 6: Gesundheitliches Risiko durch Stickstoffdioxid als Vorläufersubstanz.....	11
Abbildung 7: Fotos der Standorte der Messstationen in Kiel.....	15
Abbildung 8: Fotos der Standorte der Passivsammlermessungen in der Bahnhofstraße	17
Abbildung 9: Tagesmittelwerte für Stickstoffmonoxid	18
Abbildung 10: Tagesmittelwerte für Stickstoffdioxid	18
Abbildung 11: Tagesmittelwerte für Feinstaub (PM10)	19
Abbildung 12: Monatsmittelwerte für Stickstoffdioxid in der Bahnhofstraße für das Jahr 2006.....	20
Abbildung 13: Mittlere Wochengänge der KFZ-Zahlen und der Stickstoffdioxidkonzentrationen Mai - Dezember 2006	21
Abbildung 14: Mittlere Tagesgänge für Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid für das Jahr 2006	23
Abbildung 15: Analyse (2003) der Emissions- und Immissionsbeiträge an der Gesamtemissionen und -immissionen im Rahmen der Untersuchungen zum Luftreinhalteplan Itzehoe	31
Abbildung 16: Übersichtsplan Rechengebiete Kiel-Bahnhofstraße, Maßstab 1:6.000 [LAIRM Consult GmbH]	35
Abbildung 17: Funktion nach Romberg	38
Abbildung 18: Emissionsfaktoren für PKW (links) und schwere Nutzfahrzeuge (rechts) für Stickstoffoxide bei verschiedenen Verkehrssituationen und Steigungen [LAIRM Consult GmbH].....	38
Abbildung 19: Horizontale und vertikale Verteilung der Stickstoffdioxidimmissionen in der "Straßenschlucht Bahnhofstraße", Emissionsfaktoren Bezugsjahr 2005 [LAIRM Consult GmbH]	43
Abbildung 20: Horizontale und vertikale Verteilung der Stickstoffdioxidimmissionen in der "Straßenschlucht Bahnhofstraße", Emissionsfaktoren Bezugsjahr 2010 [LAIRM Consult GmbH].....	44
Abbildung 21: Fahrspuraufgelöste „Kapazitätsgrenzen“ hinsichtlich der maximal zulässigen Anzahl von LKW > 3,5 t zur Einhaltung des NO ₂ -Grenzwertes von 40 µg/m ³ am Messcontainer [LAIRM Consult GmbH]	46
Abbildung 22: Fahrspuraufgelöste „Kapazitätsgrenzen“ hinsichtlich der maximal zulässigen Anzahl von LKW > 3,5 t zur Einhaltung des NO ₂ -Grenzwertes von 40 µg/m ³ an der Straßenrandbebauung [LAIRM Consult GmbH]	47
Abbildung 23: Horizontale und vertikale Verteilung der Stickstoffdioxidimmissionen in der "Straßenschlucht Bahnhofstraße", Planfall "Maßnahmenpaket"	55
Abbildung 24: Horizontale und vertikale Verteilung der Stickstoffdioxidimmissionen in der Sörensenstraße Bereich Nord, Planfall "Verlagerung" [Berechnung nach LAIRM Consult GmbH].....	58
Abbildung 25: Horizontale und vertikale Verteilung der Stickstoffdioxidimmissionen in der Sörensenstraße Bereich Süd, Planfall "Verlagerung" [Berechnung nach LAIRM Consult GmbH]	59

Literaturverzeichnis

Gesetzliche Grundlagen:

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG - in der Fassung der Bekanntmachung vom 26. September 2002 (BGBl. I S. 3830), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 23. Oktober 2007 (BGBl. I S. 2470))

Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV - in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. Juni 2007 (BGBl. I S. 1006))

Dreiunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Verminderung von Sommersmog, Versauerung und Nährstoffeinträgen - 33. BImSchV) Vom 13. Juli 2004 (BGBl. I 2004, S. 1612), Umsetzung der EGRL 3/2002 und EGRL 81/2001

Richtlinie 96/62/EG des Rates vom 27. September 1996 über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität (EU-Rahmenrichtlinie, EU-RRL),

Richtlinie 1999/30/EG des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldi-oxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft (Tochtrichtlinie, - 1. EU-TRL),

Richtlinie 2000/69/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. November 2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft (2. Tochtrichtlinie, - 2. EU-TRL)

Richtlinie 2002/3/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Februar 2002 über den Ozongehalt der Luft (3. Tochtrichtlinie, 3. EU-TRL)

Richtlinie 2004/107/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Dezember 2004 über Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe in der Luft (4. Tochtrichtlinie, 4. EU-TRL)

Straßenverkehrs-Ordnung (StVO) vom 16. November 1970 (Bundesgesetzblatt Teil I, S. 1565) in ihrer aktuell gültigen Fassung zur Verfügung. Sie wurde zuletzt geändert mit Verordnung vom 28. November 2007 (Bundesgesetzblatt Teil I, S. 2774).

Berichte, Gutachten und Veröffentlichungen:

LAIRM CONSULT GmbH, Hammoor:

Abschätzung der Luftschadstoffbelastung durch Stickstoffdioxid in der Bahnhofstraße in Kiel im Rahmen der Aufstellung eines Luftreinhalteplanes, April 2008

<http://www.luft.schleswig-holstein.de> ---> Allgemeines ---> Luftreinhalteplan Kiel

LAIRM CONSULT GmbH, Hammoor:

Abschätzung der Luftschadstoffbelastung durch Stickstoffdioxid in der Sörensenstraße in Kiel im Rahmen der Aufstellung des Luftreinhalteplanes Kiel-Bahnhofstraße, September 2008

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Karlsruhe:

"Emissions- und Immissionskataster als Grundlage für die Erstellung eines Luftreinhalteplanes in Itzehoe", Februar 2005

Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, An der Roßweid 3, 76229 Karlsruhe:

"Auswirkungen verkehrslenkender Maßnahmen auf die Luftschadstoffbelastung in der Umgebung der Lindenstraße in Itzehoe", April 2005

Landeshauptstadt Kiel, Amt für zentrale Informationsverarbeitung, Abteilung Statistik, Email vom 20.08.2008

Landeshauptstadt Kiel, Tiefbauamt, Geschäftliche Mitteilung zum Luftreinhalteplan Bahnhofstraße vom 29.06.2008

Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein
Luftreinhalteplan Itzehoe, Juli 2006

Report on a WHO Working Group, Bonn, Germany:

Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide,
13–15 January 2003

Straßenverkehrszählungen der Stadt Kiel, 2005

Umweltbundesamt:

„Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 2.1, 2004

Wagner, Michael:

"Schleswig-Holstein - Klima und Wetter" in Schleswig-Holsteinischer Zeitungsverlag (Hg.): Schleswig-Holstein Topographie, Band 2. Flensburg 2002. S.XXV - XXVI f

Hinweis:

Die verwendeten Geobasisdaten entstammen Produkten des Landesvermessungsamts Schleswig-Holstein.

© GeoBasis-DE/LVermGeo SH
(www.LVermGeoSH.schleswig-holstein.de)