

03.11.2 Verkehrsbedingte Luftbelastung im Straßenraum 2015 (Ausgabe 2017)

Problemstellung

Ausgangslage

In der Vergangenheit stand die Senkung von Industrie- und Hausbrandemissionen im Zentrum der Luftreinhalteplanung. In diesen Bereichen konnten bedingt durch umfangreiche Sanierungserfolge und Stilllegungen große Minderungen der emittierten Luftschadstoffe erreicht werden. Verbesserungen wurden auch im Verkehrsbereich erzielt. Dessen ungeachtet ist - nicht nur in Berlin - der **Verkehr die größte Einzelquelle** für die aktuelle und zukünftige Luftschadstoffbelastung und damit das entscheidende Handlungsfeld der Luftreinhalteplanung.

Die Raum- und Siedlungsstruktur in Berlin-Brandenburg ist infolge der historischen Entwicklungsbedingungen noch "verkehrssparsam" organisiert. Keine andere Region Deutschlands erreicht auch nur annähernd so günstige Voraussetzungen. Besondere Merkmale in Berlin sind die ausgeprägte polyzentrale Struktur, hohe Nutzungsdichten in der inneren Stadt und in Zentren der äußeren Stadt mit intensiver groß- und kleinräumiger Nutzungsmischung sowie eine im Großstadtvergleich geringere Suburbanisierung; nur 20 % der Bevölkerung wohnen im Umland, während beispielsweise in der Stadtregion Frankfurt am Main etwa 2,5 Millionen Einwohner leben, von denen nur knapp über 710.000 Einwohner innerhalb der Stadtgrenzen gemeldet sind. Jedoch hat die Entwicklung der Stadt-Umlandbeziehungen auch in und um Berlin zu den für Großstadtreionen typischen Entwicklungen geführt. Während 2002 noch nur rund 123.000 Berufspendler täglich aus dem Umland nach Berlin fahren (= etwa 10 % der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten) waren es Mitte 2016 bereits rund 203.000 Pendler (= 15 % der in Berlin sozialversicherungspflichtig Beschäftigten). Zusätzlich pendelten rund 84.000 Berliner in das Umland (AfS 2017). Gegenüber anderen Ballungsräumen ist diese Quote allerdings noch verhältnismäßig gering (z.B. liegt sie in Frankfurt/Main bei rund 60 % Einpendlern).

Die Stadt Berlin ist seit der Vereinigung mit einer erheblichen **Zunahme des Verkehrs** konfrontiert gewesen. Die Zahl der in Berlin zugelassenen Kraftfahrzeuge nahm von 1989 bis 2002, als mit 1.440.000 ein Höchststand erreicht wurde, um 23 % zu. Seitdem nahm diese Zahl über Jahre kontinuierlich ab und beträgt nunmehr nach einem neuerlichen Anstieg 1.409.642 Kraftfahrzeuge (Stand 01.01.2017, vgl. Tabelle 1).

Tab. 1: Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern im Land Berlin (Bezugsdatum jeweils 01.01.)

Fahrzeugart	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Krafträder und dreirädrige Kraftfahrzeuge	94.307	96.000	88.280	90.292	93.478	94.985	97.103	98.837	100.327	100.327	103.150	104.530
Personenkraftwagen	1.225.967	1.228.621	1.091.164	1.088.221	1.105.732	1.120.360	1.135.704	1.149.520	1.154.106	1.165.215	1.178.417	1.195.149
Kraftomnibusse	2.394	2.376	2.170	2.078	2.276	2.130	2.133	2.133	2.133	2.195	2.274	2.249
Lastkraftwagen	80.812	81.925	75.580	73.929	73.655	74.545	78.367	81.085	82.771	85.664	89.879	93.141
Zugmaschinen	4.450	4.389	4.481	4.734	4.341	4.853	5.883	5.254	5.080	5.475	5.787	6.246
sonstige Kraftfahrzeuge	8.449	8.376	7.784	7.625	7.711	7.677	7.825	8.047	8.144	8.190	8.226	8.327
Kraftfahrzeuge insgesamt	1.416.379	1.421.687	1.269.459	1.266.879	1.287.193	1.304.550	1.327.015	1.344.876	1.352.561	1.368.868	1.387.733	1.409.642
Kraftfahrzeuganhänger insgesamt	74.376	74.958	73.336	74.258	75.522	76.614	78.186	79.798	80.932	82.410	84.492	86.822

Tab. 1: Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern im Land Berlin 2006-2017 (Bezugsdatum jeweils 01.01.) (nach [Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, Statistische Jahrbücher](#))

Die Fahrleistung auf dem Berliner Straßennetz hat dabei laut Emissionskataster nur leicht von 12.641,3 Mill. Fahrzeug-km im Jahre 2005 auf 11.651,9 Mill. km im Jahre 2014 abgenommen. In Zukunft ist jedoch ein Verkehrswachstum beim belastungsintensiven Straßen-Güterverkehr zu erwarten, was alleine schon der kontinuierliche Zuwachs an zugelassenen Fahrzeugen dieser Kategorie nahelegt (vgl. Tab. 1).

Diese weitreichenden Veränderungen sind noch nicht abgeschlossen. Die Zunahme des überörtlichen Verkehrs wird u.a. durch den kontinuierlichen Ausbau des gemeinsamen Lebens- und

Wirtschaftsraumes Berlin-Brandenburg bestimmt, durch die Intensivierung der internationalen Wirtschaftsverflechtungen und in Berlin besonders durch die sich weiter verstärkenden Verflechtungen mit Ost-Europa.

Beitrag des Kraftfahrzeugverkehrs zu den Luftschadstoffkonzentrationen, Verursacher und Trends

In Berlin ist der Kraftfahrzeugverkehr seit Jahren in wesentlichen Problembereichen ein **erheblicher Verursacher nicht nur der Lärmimmissionen** (siehe auch [Strategische Lärmkarten Straßenverkehr \(Umweltatlas 07.05.1 und 2, Ausgabe 2017\)](#)), **sondern auch der Luftverschmutzung**, insbesondere seit die anderen Verursacherguppen in ihrem Beitrag zur Luftverschmutzung in Berlin wesentlich reduziert wurden. Tabelle 2 fasst die Emissionen aller Berliner Verursacherguppen für die Hauptschadstoffe seit 1989 nach derzeitigem Wissensstand zusammen.

Seit dem Fall der Berliner Mauer im Jahre 1989 sind viele **Industriebetriebe** saniert oder stillgelegt worden und die Braunkohle als Brennstoff für die Öfen zur Beheizung der Berliner Wohnungen ist durch Heizöl-, Erdgas- oder Fernwärmeheizungen verdrängt worden (vgl. [Karte Überwiegende Heizungsarten \(Umweltatlas 08.02.1, Ausgabe 2010\)](#)). Während im Jahre 1989 noch der **Hausbrand** und die Industrie bedeutende Quellgruppen für die Schwefeldioxid- und Feinstaubbelastung waren, sind deren Emissionen stark vermindert worden. Zwischen 2002 und 2015 sind die Gesamtemissionen von Stickoxiden um ca. 17 % und beim Feinstaub um knapp 40 % zurückgegangen. Bei der Emissionsberechnung kam es im Jahr 2015 zu einer grundlegend erweiterten Auswertung aller relevanten Verursacher, die den Vergleich der Emissionsmengen zu Vorjahren für die Emissionen aus Heizungsanlagen nur bedingt zulässt. So wurde zur Berechnung der Emissionen 2015 ein neues Emissionsgutachten erstellt, das zusätzlich zu den in den Vorjahren durchgeführten Auswertungen der statistischen Kennzahlen eine Befragung und die Berücksichtigung von einer Vielzahl an Akteuren beinhaltet. Der [Abschlussbericht](#) ist auf den Seiten der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz verfügbar.

Tab. 2: Emissionen in Berlin nach Emittentengruppen 1989 bis 2015

	Angaben in Tonnen pro Jahr (t/a)					
	1989	1994	2002	2005	2009	2015
Schwefeldioxid	70801	17590	7158	4666	3838	2997
Genehmigungsbedürftige Anlagen	60470	10870	4433	2899	2319	2372
Gebäudeheizung/Gewerbe/Handel/ Dienstleistungen	8601	4960	2460	1563	1339	590
Verkehr (nur Kfz)	1440	1400	55	16	13	13
Verkehr (sonstiger)	140	140	75	68	54	17
sonstige Quellen	150	220	135	120	113	5
Stickoxide	70369	42333	22043	19787	18718	18929
Genehmigungsbedürftige Anlagen	43531	16169	6494	6035	6590	6794
Gebäudeheizung/Gewerbe/Handel/ Dienstleistungen	3904	3820	3045	3105	2934	1994
Verkehr (nur Kfz)	20034	18944	10590	9032	7613	7077
Verkehr (sonstiger)	1400	1300	900	652	641	1596
sonstige Quellen	1500	2100	1014	963	940	1468
Kohlenmonoxid	293705	203948	76133	69701	57463	36510
Genehmigungsbedürftige Anlagen	32443	3888	1581	1521	1637	1726
Gebäudeheizung/Gewerbe/Handel/ Dienstleistungen	70212	42360	8193	6068	5823	11276
Verkehr (nur Kfz)	182050	144200	51259	47767	36053	19433
Verkehr (sonstiger)	4000	3500	3100	2945	2950	861
sonstige Quellen	5000	10000	12000	11400	11000	3214
Feinstaub (PM10)	17580	8804	4199	3854	3135	2526
Genehmigungsbedürftige Anlagen	9563	3161	650	384	152	142
Gebäudeheizung/Gewerbe/Handel/ Dienstleistungen	2943	1368	285	245	353	241

Verkehr (nur Kfz, Auspuff)	1736	1135	394	355	225	110
Abrieb und Aufwirbelung durch Kfz-Verkehr	1200	1150	1050	1099	680	516
Verkehr (sonstiger)	238	190	130	123	119	250
sonstige Quellen	1900	1800	1690	1648	1606	1267
Feinstaub (PM2,5)				2363	1834	1216
Genehmigungsbedürftige Anlagen				211	88	78
Gebäudeheizung/Gewerbe/Handel/ Dienstleistungen				206	283	228
Verkehr (nur Kfz, Auspuff)				337	225	110
Abrieb und Aufwirbelung durch Kfz-Verkehr				714	366	203
Verkehr (sonstiger)				71	69	51
sonstige Quellen				824	803	546
organische Gase	103351	73703	26590	24033	22427	25620
Genehmigungsbedürftige Anlagen	11801	3473	1966	1596	824	576
Gebäudeheizung/Gewerbe/Handel/ Dienstleistungen/ Haushalte/sonstige Quellen	38750	34340	14914	13547	13478	21058
Verkehr (nur Kfz)	49800	33890	8000	7300	6925	3760
Verkehr (sonstiger)	3000	2000	1710	1590	1200	226

Tab. 2: Emissionen in Berlin nach Emittentengruppen 1989 bis 2015

Auch die gesundheitlich bedenklichen Feinstaubemissionen aus dem Auspuff der Kraftfahrzeuge sind von 1989 bis 2015 um mehr als 90 % vermindert worden. Dies stimmt sehr gut mit den Messungen des in den Straßenschluchten erfassten Dieselruß - dem Hauptbestandteil der Partikelemission aus dem Auspuff - überein: die gemessene Ruß-Konzentration ist in der Frankfurter Allee im Berliner Bezirk Friedrichshain an der Messstelle 174 des Berliner Luftgüte-Messnetzes BLUME innerhalb des Zeitraumes 2000-2015 um über 50 % gesunken (vgl. auch Auswertungen zur Karte [Langjährige Entwicklung der Luftqualität \(Umweltatlas 03.12.1\), Station 174](#)). Aber da sich die Feinstaubemissionen durch Abrieb und Aufwirbelung des Straßenverkehrs weit weniger vermindert haben, ist der **Straßenverkehr nach den "sonstigen Quellen" der Hauptverursacher von Feinstaub** in Berlin. Der Straßenverkehr einschließlich Abrieb und Aufwirbelung hatte 2015 einen Anteil von 25 % an den Feinstaubemissionen der PM₁₀-Fraktion in Berlin, während die sonstigen Quellen 50 % verursachten.

Bei den Stickoxiden hat zu Beginn der 90er Jahre der Straßenverkehr die Industrieanlagen als Hauptverursacher bei den Berliner Quellen abgelöst. Der Straßenverkehr hatte 2015 einen Anteil von 39 % an den Stickoxidemissionen in Berlin, während die Industrieanlagen 33 % der Gesamtmenge emittierten.

Vergleichsweise hoch sind die vom Kraftfahrzeugverkehr verursachten Belastungen in der Innenstadt, wo auf etwa 100 km² Fläche über 1 Mio. Menschen leben. Vor allem hier würden unter gleichbleibenden (Trend-) Bedingungen Flächenbedarf und Flächenkonkurrenz eines wachsenden Kfz-Verkehrs zunehmen. Gerade der Straßengüterverkehr wird hier (unter gleich bleibenden Bedingungen) auf zunehmende Kapazitätsengpässe im Straßenraum stoßen.

Um auf diese zum Teil stadunverträglichen und gesundheitsrelevanten Entwicklungen Einfluss zu nehmen, wurden für Berlin zwei Planungsstrategien erarbeitet, die sich gegenseitig ergänzen:

- [Stadtentwicklungsplan Verkehr](#)
- [Luftreinhalteplan](#) Berlin 2011-2017.

Mit dem fortgeschriebenen [Stadtentwicklungsplan Verkehr](#) hat der Berliner Senat (mit Beschluss vom 29. März 2011) ein aktuelles Handlungskonzept vorgelegt, das die möglichen und notwendigen Schritte zur weiteren Entwicklung der Berliner Verkehrssysteme für die nächsten Jahre mit einer langfristigen strategischen Orientierung verbindet. Kern des Handlungskonzeptes bildet ein Katalog von Maßnahmen, die zuvor hinsichtlich ihrer Wirksamkeit, Akzeptanz und Finanzierbarkeit umfassend untersucht und abgestimmt wurden. Die Untersuchungen zum Luftreinhalteplan Berlin stützen sich, soweit dies die zukünftige Entwicklung des Verkehrs in Berlin und dem Umland betrifft, auf dieses langfristige Handlungskonzept.

Eine der zentralen Teilstrategien des Stadtentwicklungsplans Verkehr, der Bereich „Gesundheit und Sicherheit“, berücksichtigt bereits eine Reihe von wichtigen Maßnahmen zur Begrenzung des Kfz-Verkehrszuwachses und der damit verbundenen Wirkungen bezüglich der Senkung der Luftschadstoff- und Lärmbelastung im Hauptverkehrsstraßennetz.

Der Zielhorizont des StEP Verkehr ist mit dem Jahr 2025 eher langfristig angelegt, berücksichtigt aber mit seinem "Mobilitätsprogramm 2016" auch kurz- und mittelfristige Notwendigkeiten (weitere Informationen hier: [Stadtentwicklungsplan Verkehr](#) (SenStadtUm 2016))

Der von der EU geforderte, standardisierte Luftreinhalteplan mit dem Titel „[Luftreinhalteplan 2011-2017](#)“ wurde vom Berliner Senat am 18.06.2013 beschlossen.

Entsprechend den europaweiten Vorgaben müssen im Luftreinhalteplan Angaben

- zu den Schadstoffmessungen,
- zu den Ursachen für hohe Luftschadstoffbelastungen,
- zur Anzahl und Höhe der Überschreitung der Grenzwerte,
- zu den Schadstoffemissionen und dem Anteil der verschiedenen Verursacher (z.B. Industrie, Gewerbe, Hausheizung, Verkehr) an der Immission,
- zu den Maßnahmen und einem Zeitplan zur Umsetzung,
- sowie eine Prognose der damit erzielbaren Verbesserung

gemacht werden.

Der vorliegende Luftreinhalteplan gibt Aufschluss über die rechtlichen Rahmenbedingungen, informiert über die vorherrschende Situation und beschreibt die Ursachen der Luftbelastung. Die Maßnahmen leiten sich an der bisherigen Entwicklung der Luftsituation bis 2010 und den angenommen Trends bis 2020 ab. Schwerpunkt ist die Darlegung der Bandbreite möglicher Maßnahmen und deren Bewertung. Anhand der Wirkung dieser Maßnahmen wird eine Strategie für die Berliner Luftreinhalteplanung abgeleitet. Der Luftreinhalteplan dokumentiert, dass Berlin - wie viele andere deutsche und europäische Großstädte auch - bezüglich der Einhaltung der neuen EU-Grenzwerte vor einer Herausforderung steht.

Die wesentlichen Ergebnisse lassen sich so zusammenfassen, dass der hausgemachte, nur durch Berliner Maßnahmen reduzierbare Teil der Belastung etwa 36 % der Feinstaubbelastung an einer Hauptverkehrsstraße ausmacht und sich aus dem urbanen Hintergrund (ca. 17 %) und den lokalen Quellen aus dem Straßenverkehr (ca. 19 %) zusammensetzt. Die urbane Hintergrundbelastung wird vorwiegend durch den Straßenverkehr (7,5 % der Gesamtbelastung von PM₁₀) verursacht. Der Rest (9,5 %) stammt vorwiegend aus sonstigen Quellen (ca. 7,5 %, unter anderem Baustellentätigkeiten mit Transport, Holzverbrennung als Zusatzheizung in privaten Haushalten, Aufwirbelung durch starken Wind u. ä.) sowie aus der Berliner Wohnungsheizung und Industrie und Kraftwerken.

Die Ergebnisse der Messungen der vergangenen Jahre und die für das Jahr 2015 durchgeführten umfangreichen Modellrechnungen lassen u.a. folgende Schlussfolgerungen zu:

- Die gemessene NO₂-Belastung sowohl in den Berliner Vororten als auch in Wohngebieten und an Hauptverkehrsstraßen ist seit 2002 gleichbleibend hoch und liegt in Straßenschluchten fast durchgängig über dem Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit von 40 µg/m³. Im Mittel wurden im Jahr 2016 an Hauptverkehrsstraßen Jahresmittelwerte von 48 µg/m³, in innerstädtischen Wohngebieten von 27 µg/m³ und am Stadtrand von 14 µg/m³ gemessen. Sehr ähnliche Werte wurden bereits 2001 beobachtet. Trotz Verbesserung der Abgastechnik der Fahrzeuge und trotz einer leichten Abnahme des Kfz-Verkehrs in Berlin hat sich die erwartete Abnahme der NO₂-Immissionen nicht eingestellt.
- Einer der Gründe hierfür ist die starke Zunahme der Dieselfahrzeuge in Berlin. Hatten im Jahr 2002 noch ca. 14 % aller PKW und leichten Nutzfahrzeuge Dieselmotoren, so stieg der Anteil im Jahr 2014 auf ca. 35 %. Dieselfahrzeuge stoßen wesentlich mehr Stickoxide aus als Benzinfahrzeuge. Auch der Anteil von NO₂ im Abgas hat sich in den letzten 10 Jahren von unter 10% auf über 40 % erhöht. Damit tragen Diesel-Kfz überproportional zur NO₂-Belastung an Hauptverkehrsstraßen bei. Zudem hat sich gezeigt, dass Dieselfahrzeuge des neueren Abgasstandards Euro 5 zum Teil höhere NO_x-Emissionen erzeugen als Dieselfahrzeuge mit dem älteren Euro-3- und 4-Standard.
- Im Gegensatz zu den Messungen der Schadstoffbelastung an Hauptverkehrsstraßen, zeigten die 2009 berechneten NO₂-Prognosen für 2015 einen Rückgang von durchschnittlich 17 %. Auch die NO₂-Belastung der innerstädtischen Wohngebiete sollte laut Prognoserechnungen

von 2009 bis 2015 um mehr als 20 % abnehmen. Die Berechnungen von 2009 gingen von effizienten Abgasreinigungssystemen in Dieselfahrzeugen, vor allem der neueren Emissionsstandards (Euro 5 und Euro 6) aus. Der Euro-5-Standard wurde erst zum 01.01.2011 für Pkw mit Dieselmotor verpflichtend, sodass die Emissionsfaktoren dieser Fahrzeuge zum Zeitpunkt der Erstellung der Prognosen noch sehr unsicher waren.

Für detailliertere Hinweise zu den Wirkungen von Luftschadstoffen, den gültigen gesetzlichen Regelungen und weiteren Hintergrundinformationen wird auf die Ausführungen im [Umweltatlas-Begleittext der Ausgabe 2011](#) (SenStadtUm 2011) verwiesen.

Datengrundlage

Emissionskataster Kraftfahrzeugverkehr

Das aktuelle Emissionskataster Kfz-Verkehr ist auf der Basis der Verkehrszählungen für das Jahr 2014 neu erhoben worden, weil diese Verursachergruppe nach den bisherigen Erfahrungen erheblich zu den Feinstaub- und Stickoxid-Belastungen beiträgt. Seit dem Jahr 2001 sind in den Hauptverkehrsstraßen Berlins an vielen Stellen Detektoren errichtet worden, die die dort fahrenden Kraftfahrzeuge zählen. Diese Daten dienen primär dazu, die aktuelle Verkehrssituation in Berlin zu kennen und sie in die Verkehrssteuerung mit einzubeziehen. Diese Informationen werden in der [Verkehrsregelungszentrale](#) (VKRZ) ausgewertet, um die Bevölkerung und insbesondere die Autofahrer über Rundfunk, Internet und Anzeigetafeln an zentralen Punkten über die aktuelle Verkehrssituation zu informieren und gegebenenfalls Routenempfehlungen zur Umfahrung von Staus zu geben. Mit dem Ausbau der VKRZ soll das Ziel einer dynamischen Verkehrssteuerung nach aktueller Verkehrslage und -belastung ermöglicht werden.

Erhebung der Verkehrsbelastung

Seit 2002 stehen die Daten von ca. 400 Detektoren an etwa 300 Standorten innerhalb des Berliner Hauptstraßennetzes bei der [Verkehrslenkung](#) (VLB) zur Verfügung. Viele dieser Detektoren unterscheiden zwischen Pkw und Lkw und können für jährliche überschlägige Verkehrsmengenerhebungen genutzt werden.

Für das Jahr 2014 standen zusätzlich die Verkehrszahlen für Pkw, Lkw, Busse und Motorräder durch eine alle 5 Jahre durch die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz in Auftrag gegebene amtliche Zählung durch geschulte Personen an vielen Verkehrsknotenpunkten zur Verfügung (vgl. [Karte Verkehrsmengen \(Umweltatlas 07.01, Ausgabe 2017\)](#)). Diese amtliche Verkehrszählung hat gegenüber der Zählung durch die Detektoren den Vorteil, dass die Lkw unter und über 3,5 t besser von den sonstigen Kfz getrennt werden können. Daher wurde für 2014 diese Verkehrszählung als Grundlage für eine **"Emissionserhebung Kfz-Verkehr 2015 im Rahmen der Fortschreibung des Luftreinhalteplans 2011-2017"** gewählt, so wie bei den bisherigen Emissionskatastern Kfz-Verkehr der Jahre 1994, 1999, 2005 und 2009 auch. Die Auspuffemissionen wurden dann wie folgt bestimmt:

- Die Hochrechnung der punktbezogenen Knotenzählungen auf das gesamte Berliner Hauptstraßennetz mit einem Verkehrsfluss-Rechenmodell (VISUM) durch die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz lieferte als Resultat die mittleren täglichen Verkehrszahlen (DTV) und die Lkw-Anteile für alle Hauptstraßen;
- die Ermittlung der abschnittsbezogenen Belastung des Hauptverkehrsstraßennetzes mit Linienbusverkehr der Berliner Verkehrsgesellschaft (BVG) wurde aus den Fahrplandaten 2014 errechnet;
- die Berechnung der Emissionen mit den Emissionsfaktoren aus dem UBA-Handbuch für Emissionsfaktoren (Version 3.3, UBA 2017) unter Berücksichtigung der Straßenart und -funktion wird mit Hilfe des Programms [IMMIS^{em/luft}](#) ermittelt. Darüber hinaus wurden zusätzliche Korrekturen der Emissionsfaktoren für kleine Nutzfahrzeuge bis 3,5 Tonnen vorgenommen, da diese ähnlich wie Diesel-Pkw höhere reale Fahremissionen aufweisen.

Detaillierte Informationen zur Erhebung von Kfz-Emissionen, den Emissionsmodellen für das Hauptstraßen- und Nebennetz sowie die Ermittlung von Auspuff-, Abrieb- und Aufwirbelungsemissionen wurden bereits in der [Ausgabe 2011](#) bereitgestellt (SenStadtUm 2011).

Die für dieses Kataster entwickelte neuartige Emissionsberechnungsmethode ist auch als Grundlage für Ausbreitungsrechnungen zur Ermittlung der Schadstoffbelastungen an Straßen geeignet und wurde auch für die Darstellungen in der [Karte Verkehrsbedingte Luftbelastung durch NO₂ und PM₁₀ \(Umweltatlas 03.11.2, Ausgabe 2011\)](#) genutzt (SenStadtUm2011). Die weitreichende Neugestaltung der dabei genutzten Berechnungsmethodik lässt Vergleiche mit vorhergehenden

Emissionserhebungen auf der Grundlage einer wesentlich einfacheren Methode nur sehr eingeschränkt zu.

Zwischenzeitlich hat sich gezeigt, dass vor allem in realen städtischen Verkehrssituationen neuere Dieselfahrzeuge weit höhere spezifische NO_x-Emissionen aufweisen als noch 2009 vorhergesagt. Dies hat zu der deutlichen Überschätzung der NO₂-Abnahme sowohl an Hauptverkehrsstraßen, aber als Folge auch in Wohngebieten geführt.

Mittlerweile wurden die NO_x-Emissionsfaktoren für Euro-5-Fahrzeuge und auch für die ab 01.09.2015 vorgeschriebenen Euro-6-Fahrzeuge insbesondere für Diesel-Pkw und leichte Nutzfahrzeuge nach oben korrigiert. Diese Emissionsfaktoren wurden im neuen UBA-Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (Version 3.3, UBA 2017) im Frühjahr 2017 erstmals veröffentlicht. Im UBA-Handbuch wurden nur die Emissionsfaktoren für Pkw neu bewertet. Für leichte Nutzfahrzeuge, für die ähnlich hohe Emissionen im realen Fahrbetrieb gemessen worden sind, wurden die Emissionsfaktoren für die Berechnung der Berliner Verkehrsemissionen nach oben korrigiert.

Des Weiteren lagen für das Jahr 2015 neuere Zählungen der Berliner Flottenzusammensetzung vor, sodass die NO₂-Belastung in Berlin für 2015 neu gerechnet werden konnte.

Ziel der Rechnung war eine belastbarere Aussage über die Anzahl der von zu hohen NO₂-Werten betroffenen Bewohner treffen zu können.

Methode

Modelleinsatz

Die Ergebnisse bisheriger Straßenmessungen zeigen, dass die Konzentrationswerte der Richtlinie 2008/50/EG bzw. der 39. BImSchV an einer großen Anzahl von Hauptverkehrsstraßen - beim Stickstoffdioxid durchgängig - überschritten werden. Da eine messtechnische Untersuchung an allen Straßen im Stadtgebiet allein aus Kostengründen nicht möglich ist, wurden die Immissionsbelastungen für das gesamte Berliner Hauptverkehrsstraßennetz mit Emissions- und Ausbreitungsberechnungen abgeschätzt. Dabei werden die Straßenzüge ermittelt, in denen die gesetzlichen Konzentrationswerte mit großer Sicherheit überschritten bzw. eingehalten werden.

Dazu werden die beschriebenen Messungen mit Modellrechnungen in allen verkehrsreichen Straßen, in denen Grenzwerte potentiell überschritten werden, ergänzt. Allerdings spielt selbst in einer verkehrsbelasteten Straßenschlucht der Anteil der durch die übrigen Quellen in der Stadt oder durch Ferntransport von Schadstoffen erzeugten Vorbelastung eine wichtige Rolle. Deshalb wird für die Planung von Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität in Berlin ein System von Modellen angewandt, das sowohl den großräumigen Einfluss weit entfernter Quellen als auch den Beitrag aller Emittenten im Stadtgebiet bis hinein in verkehrsreiche Straßenschluchten berechnen kann. Für eine solche Abschätzung für alle Hauptverkehrsstraßen (**Screening**) eignet sich das hierfür entwickelte modulare Programmsystem IMMIS■■■.

IMMIS-Luft■■■ ist ein Screening-Programmsystem zur Beurteilung der Belastungen durch den Straßenverkehr. Es wurde speziell für Anwendungen im Zusammenhang mit verkehrsbezogenen Auswertungen entwickelt. Mit Hilfe dieses Programms ist - vorausgesetzt, dass die notwendigen Eingabegrößen bekannt sind - eine schnelle Berechnung der Immissionsbelastung sowohl für einzelne Straßen als auch für ein umfassendes Straßennetz möglich.

Hierbei wird die Immissionsbelastung auf beiden Straßenseiten für je einen Punkt in 1,5 m Höhe und 0,5 m Entfernung zur Gebäudekante berechnet (vgl. Abbildung 1). Das Mittel der errechneten Immission an diesen beiden Punkten wird als charakteristische Abschätzung der Immissionsbelastung in diesem Abschnitt angesehen.

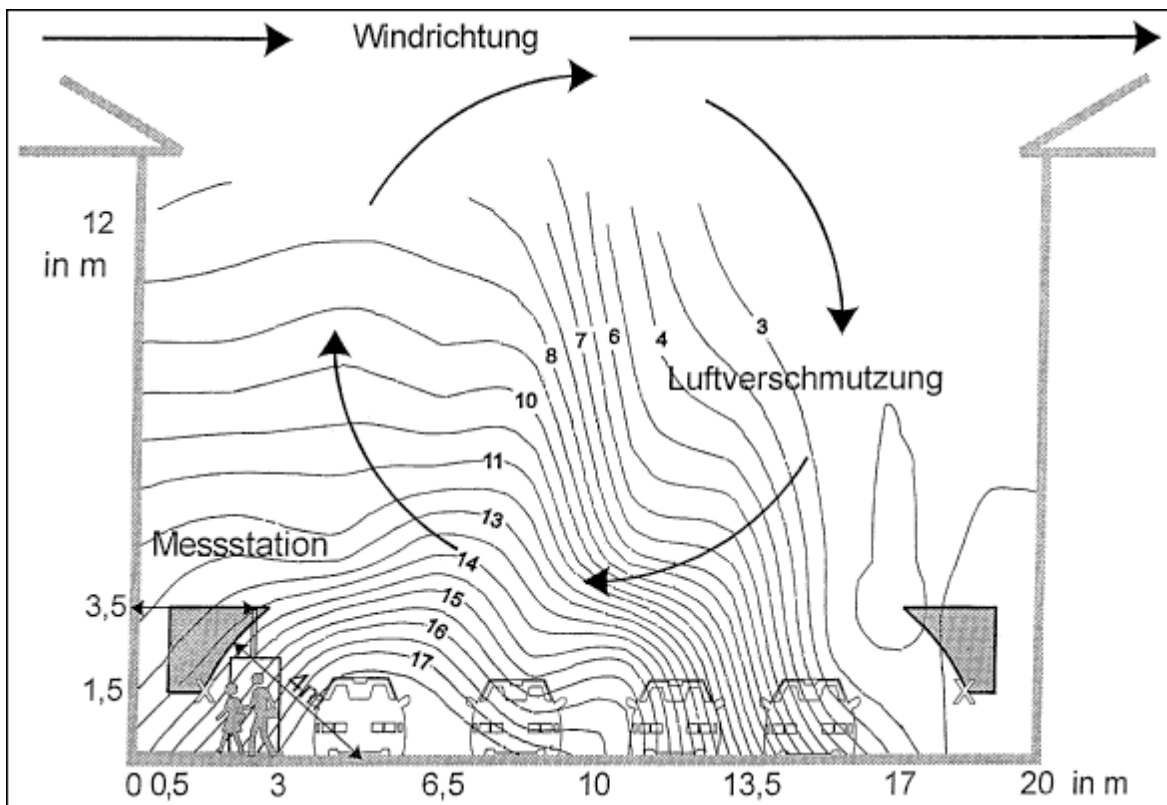


Abb. 1: Schadstoffverteilung in einer Straßenschlucht mit Messbereich nach der 39. BImSchV und Aufpunkten für die Berechnung mit dem Straßenschluchtmodell IMMIS■■■

Die Luftschadstoff-Immissionen des Verkehrs in Straßenschluchten werden mit dem Programmteil IMMIS^{opb} modelliert. Dieses ermöglicht die Berechnung von Stundenwerten der durch den lokalen Verkehr erzeugten Immissionsbelastung an beliebigen Aufpunkten (Rezeptoren) in einer Straßenschlucht mit differierender Bebauungshöhe und mit winddurchlässigen Gebäudelücken auf der Basis leicht zugänglicher meteorologischer Größen. Als weitere wesentliche Eingangsgröße wird die Emission für jeden Straßenabschnitt benötigt. Die Emissionen wurden mit dem Programmteil IMMIS^{em} aus den aktuellen Verkehrsdaten berechnet. Die durch die Stadt hervorgerufene Belastung ergibt sich aus der Summe der mit dem Straßenschluchtmodell berechneten Zusatzbelastung, aus dem lokalen Straßenverkehr und der städtischen Hintergrundbelastung, die mit IMMIS^{net} berechnet wurde.

Aktualisierung der Berechnungsgrundlage zur Modellanwendung auf das Bezugsjahr 2015

Aus Kennzeichenerfassungen für das Bezugsjahr 2015 standen Informationen zur realen Kfz-Flottenzusammensetzung in Berlin zur Verfügung. Zusätzlich lagen Informationen über die aktuelle und künftige Flottenzusammensetzung der Linienbusse der BVG vor.

Die Verkehrsmengen sowie die Fahrleistungen auf Berliner Hauptverkehrsstraßen wurden aus den Berechnungen für die Fortschreibung des Luftreinhalteplans 2011-2017 für das Jahr 2015 übernommen (vgl. [Karte Verkehrsmengen \(Umweltatlas 07.01, Ausgabe 2017\)](#)).

Für die Neuberechnung wurden auch die Vorbelastungswerte im städtischen Hintergrund angepasst. Dabei wurden die neuesten Emissionserhebungen für das Bezugsjahr 2015 verwendet (vgl. [Karte Langjährige Entwicklung der Luftqualität \(Umweltatlas 03.12, Ausgabe 2017\)](#)).

Die Berechnung der Kfz-Emissionen erfolgte mit den neuen Emissionsfaktoren auf der Basis des aktuellen UBA-Handbuchs (Version 3.3), sowie der korrigierten Emissionsfaktoren für leichte Nutzfahrzeuge.

Bewertung der Berechnungsergebnisse anhand eines Indexes

Die aus diesen Arbeiten abgeleitete Karte präsentiert die räumliche Verteilung der verkehrsverursachten Luftbelastung für NO₂ und Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}). Für NO₂ und PM₁₀ wurde eine **zusammenfassende Bewertung** vorgenommen. Der ermittelte Index gewichtet die berechneten Konzentrationen beider Schadstoffe anhand ihrer Grenzwerte in dem für diesen Zweck auf rund 12.000 Straßenabschnitte erweiterten Hauptverkehrsnetz für 2015 und addiert die

Quotienten. Ein Index von 1,00 ergibt sich z.B. dann, wenn beide Komponenten 50 % des Grenzwertes erreichen. Alle Abschnitte, die einen Indexwert größer 1,8 (über 90 % Ausschöpfung des Grenzwertes) aufweisen, erfordern zukünftig ein besonderes Augenmerk (vgl. [Wirkungen auf die menschliche Gesundheit](#)).

Datenanzeige zur Karte Verkehrsbedingte Luftbelastung

Die Datenanzeige im [Geoportal FIS-Broker](#) umfasst folgende detaillierte Informationen zum ausgewählten Streckenabschnitt:

- Abschnittsnummer
- Name des Straßenabschnittes
- Länge des Straßenabschnittes [m]
- Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke (DTV) KFZ Bezugsjahr 2015
- NO₂-Belastung (Jahresmittel in µg/m³) Bezugsjahr 2015
- PM₁₀-Belastung (Jahresmittel in µg/m³) Bezugsjahr 2015
- PM_{2,5}-Belastung (Jahresmittel in µg/m³) Bezugsjahr 2015
- Index der Luftbelastung für NO₂ bezogen auf 2015
- Index der Luftbelastung für PM₁₀ bezogen auf 2015
- Gesamtindex der Luftbelastung für NO₂ und PM₁₀ bezogen auf 2015

Kartenbeschreibung

Für das Jahr 2015 wurden an 492 Straßenabschnitten mit einer Gesamtlänge von ca. 60 km NO₂-Werte höher als 40 µg/m³ berechnet.

Die am stärksten belasteten Straßenabschnitte liegen an der Leipziger Straße über die Potsdamer und Hauptstraße, an der Reinhardstraße und Wilhelmstraße, an der Brückenstraße und Friedrichstraße in Mitte, Tiergarten und Schöneberg. Auch die Hermannstraße in Neukölln sowie sehr viele weitere Straßenabschnitte liegen deutlich über 50 µg/m³. Mit über 70 und abschnittsweise sogar über 90 µg/m³ ist jedoch die Leipziger Straße die höchstbelastete Straße Berlins. Der Grenzwert zum Schutz der menschlichen Gesundheit liegt bei 40 µg/m³ im Jahresmittel.

Die vielen Busse tragen zu den erhöhten NO₂-Werten maßgeblich bei. Während der Dieselrußausstoß der Berliner Busse durch die Nachrüstung mit Partikelfiltern um mehr als 90 % reduziert werden konnte, gibt es noch Potenziale bei der Minderung der Stickoxidemissionen. Die Nachrüstung mit Systemen zur Stickoxidminderung von Linienbussen mit den Abgasstandards Euro IV und Euro V wird bereits durchgeführt. Des Weiteren wird bei Neubeschaffungen der Abgasstandard Euro VI gefordert. Zudem ist nachzuweisen, dass die angestrebte Emissionsminderung auch im Stadtverkehr wirksam ist. Erste Erfolge haben sich bereits am Hardenbergplatz gezeigt. An der dort installierten Messstation [MC115](#) wurden im Jahr 2016 geringere NO₂-Konzentrationen gemessen als noch in den Vorjahren.

An der Leipziger Straße und Potsdamer Straße sind der Kfz-Verkehr und der weiterhin steigende Anteil an Dieselfahrzeugen sowie die unzureichende Wirksamkeit der NO₂-Minderungssysteme hauptverantwortlich für die erhöhten Werte. Es wird davon ausgegangen, dass bei gleichbleibender Rechtslage und bei gleichbleibender steuerlicher Förderung der Anteil an Dieselfahrzeugen in Berlin im Jahr 2020 bei über 50 % liegen wird. Nur eine Minderung des Verkehrsaufkommens und eine deutliche Reduzierung des Lkw-Anteils würden dann an der Potsdamer Straße zu einer Einhaltung der NO₂-Grenzwerte im Jahr 2020 führen.

Zusammenfassung

Es hat sich gezeigt, dass die Berliner NO₂-Belastung zwischen 2009 und 2015 weder in Wohngebieten noch an Hauptverkehrsstraßen so stark zurückgegangen ist, wie mit Rechenmodellen prognostiziert wurde. Grund hierfür sind unter anderem die wesentlich höheren Emissionen neuerer Diesel-Fahrzeuge der Euro-5- und 6-Norm im realen Fahrbetrieb. Sie liegen nicht nur ein Vielfaches über dem im Labor einzuhaltenen Grenzwert der jeweiligen Euronorm, sondern übersteigen auch deutlich die den Rechnungen von 2009 zu Grunde liegenden Emissionsfaktoren der Version 3.1. des UBA-Handbuchs. In der Zwischenzeit wurde das Handbuch auf der Basis neuerer Informationen über die realen Emissionen vor allem von Fahrzeugen mit dem Abgasstandard Euro 5 und Euro 6 aktualisiert, die deutlich höher liegen als 2009 prognostiziert. Für das Jahr 2015 wurden anhand

dieser verbesserten Emissionsfaktoren und neuerer Erkenntnisse über die Berliner Flottenzusammensetzung die Berechnungen der NO₂-Belastung an den Berliner Hauptverkehrsstraßen wiederholt.

Anhand der neuen Rechnungen werden auch die Zahlen der von NO₂-Grenzwertüberschreitungen betroffenen Bewohner 2015 korrigiert. Wurde noch 2009 prognostiziert, dass 2015 noch ca. 30 km Hauptverkehrsstraßen und 2020 keine Straßenabschnitte über dem NO₂-Grenzwert liegen, so haben die neuen Berechnungen ergeben, dass 2015 immer noch an 60 km Straßenabschnitten Berliner und Berlinerinnen zu hohen NO₂-Belastungen ausgesetzt waren.

Literatur

- [1] **Amt für Statistik Berlin-Brandenburg 2017:**
Statistik Berlin Brandenburg, Statistisches Jahrbuch Berlin 2017, Potsdam.
Internet:
https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/produkte/Jahrbuch/BE_Kap_2017.asp
(Zugriff am 15.12.2017)
- [2] **BMUNR (Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (Hrsg.) 1987:**
Auswirkungen der Luftverunreinigung auf die menschliche Gesundheit. Bericht für die Umweltministerkonferenz, Bonn.
- [3] **IVU Umwelt GmbH 2016:**
Programmsystem IMMIS_{III}
Internet :
<http://www.immis.de/>
(Zugriff am 15.12.2017)
- [4] **Kalker, U. 1993:**
Gesundheitliche Bewertung der verkehrsbedingten Schadstoffe Stickoxide, Benzol und Dieselruß-Partikel, in: Forum Städte-Hygiene 44, Frankfurt.
- [5] **Kühling, W. 1986:**
Planungsrichtwerte für die Luftqualität, in: Schriftenreihe Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen. Materialien, Band 4.045, Hrsg.: Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung des Landes Nordrhein-Westfalen im Auftrag des Ministers für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes NRW, Dortmund.
- [6] **Liwicki, M., Garben, M. 1993:**
Emissionskataster Straßenverkehr Berlin 1993, Gutachten im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz, Berlin, nicht veröffentlicht.
- [7] **Nowak, D., Jörres, R., Magnussen, H. 1994:**
Luftverschmutzung - Asthma - Atemswegsallergien. Zwischenergebnisse deutsch-deutscher epidemiologischer Studien, in: Deutsches Ärzteblatt 91, Heft 1/2, Köln.
- [8] **SenGesUmV (Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz Berlin) (Hrsg.) o.J.:**
Emissionserhebungen und Immissionsberechnungen Kfz-Verkehr 2009 im Rahmen des Luftreinhalteplans 2009-2020, Berlin, unveröffentlicht.
- [9] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) 2016:**
Stadtentwicklungsplan Verkehr, Berlin.
Internet:
http://www.berlin.de/senuvk/verkehr/politik_planung/step_verkehr/index.shtml
(Zugriff am 15.12.2017)
- [10] **SenUVK (Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin) (Hrsg.) 2017:**
Luftgüte-Messnetz (BLUME), Download detaillierter Monats- und Jahresberichte, Berlin.
Internet:
<http://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/messnetz/monat.shtml>
(Zugriff am 15.12.2017)
- [11] **SenUVK (Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin) (Hrsg.) 2017a:**
Luftreinhalteplan 2011-2017, Berlin.
Internet:
<http://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/luftreinhalteplan/index.shtml>
(Zugriff am 15.12.2017)

- [12] **SenUVK (Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin) (Hrsg.) 2017b:**
Emissionskataster 2015, Abschlussbericht , Berlin.
Internet:
http://www.berlin.de/senuvk/umwelt/luftqualitaet/de/emissionen/ekataster_2015.shtml
(Zugriff am 15.12.2017)
- [13] **UBA (Umweltbundesamt) (Hrsg.) 2014:**
Luftqualität 2020/2030:Weiterentwicklung von Prognosen für Luftschadstoffe unter Berücksichtigung von Klimastrategien. Umweltbundesamt. UBA-Texte 35/2014, 2014
- [14] **UBA (Umweltbundesamt) (Hrsg.) 2017:**
Handbuch für Emissionsfaktoren.
Internet:
<https://www.umweltbundesamt.de/tags/handbuch-fuer-emissionsfaktoren>
(Zugriff am 15.12.2017)

Gesetze und Verordnungen

- [15] **Allgemeine Verwaltungsvorschrift über straßenverkehrsrechtliche Maßnahmen bei Überschreiten von Konzentrationswerten nach der 23. BImSchV (VwV-StV-ImSch)**
Bundesanzeiger Nr. 243, S. 13393 vom 31. Dezember 1996.
Internet:
<https://www.umwelt-online.de/recht/luft/bimschg/vo/vwv/23vv.htm>
(Zugriff am 20.12.2017)
- [16] **23. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über die Festlegung von Konzentrationswerten - 23. BImSchV)**, BGBl I Nr. 66, S. 1962 vom 20. Dezember 1996.
Richtlinie wurde durch die 39. BImSchV ersetzt.
- [17] **Richtlinie des Rates vom 7. März 1985 über Luftqualitätsnormen für Stickstoffdioxid (Richtlinie 85/203/EWG)**, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 87/1.
Internet:
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:31985L0203>
(Zugriff am 20.12.2017)
- [18] **Richtlinie 96/62/EG über die Beurteilung und die Kontrolle der Luftqualität.** Amtsblatt der EG v. 21.11.96 Nr. L 296 S. 55.
Internet:
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128031a>
(Zugriff am 20.12.2017)
- [19] **Richtlinie 99/30/EG über die Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickoxide, Partikel und Blei in der Luft.** Amtsblatt der EG vom 29.6.99, Nr. L 163 Seite 41.
Internet:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1999L0030:20080611:DE:PDF>
(Zugriff am 20.12.2017)
- [20] **Richtlinie 2000/69/EG über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft.** Amtsblatt der EG vom 13.12.2000, Nr. L 313 Seite 12.
Internet:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2000L0069:20001213:DE:PDF>
(Zugriff am 20.12.2017)
- [21] **Richtlinie 2002/3/EG über den Ozongehalt der Luft.** Amtsblatt der EG vom 9.3.2002 Nr. L 67 Seite 14.
Internet:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:067:0014:0030:DE:PDF>
(Zugriff am 20.12.2017)

- [22] **Richtlinie 2004/107/EC über Grenzwerte für Arsen, Kadmium, Quecksilber, Nickel und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe.** Amtsblatt der EG vom 26.01.2005 Nr. L 23 Seite 3.
Internet:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2004L0107:20090420:EN:PDF>
(Zugriff am 20.12.2017)
- [23] **Richtlinie 2008/50/EG Des Europäischen Parlamentes und Des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft in Europa.** Amtsblatt der EG vom 11.06.2008 Nr. L 152/1.
Internet:
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:DE:PDF>
(Zugriff am 20.12.2017)
- [24] **Siebttes Gesetz zur Änderung des BImSchG.** BGBl. Jahrgang 2002, Teil I, Nr. 66, S. 3622 ff, vom 17. September 2002.
Internet:
<https://dejure.org/BGBl/2002/BGBl. I S. 3622>
(Zugriff am 20.12.2017)
- [25] **33. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 13. Juli 2004.** BGBl. I Nr. 36 2004, Seite 1612 ff.
Richtlinie wurde durch die 39. BImSchV ersetzt.
- [26] **39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 2. August 2010 BGBl. I S. 1065**
Internet:
http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/bimschv_39/index.html
(Zugriff am 15.12.2017)

Karten

- [27] **SenStadt (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin) (Hrsg.) 2010:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe 2010, Karte 08.02.1 Überwiegende Heizungsarten, 1 : 50 000, Berlin.
Internet:
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ib801.htm>
- [28] **SenStadtUm (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt Berlin) (Hrsg.) 2011:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe 2011, Karte 03.11.2 Verkehrsbedingte Luftbelastung durch NO₂ und PM10, 1 : 50 000, Berlin.
Internet:
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ib311.htm>
- [29] **SenStadtWohn (Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen Berlin) (Hrsg.) 2017:**
Umweltatlas Berlin, aktualisierte und erweiterte Ausgabe 2017, Karte 07.05 Strategische Lärmkarten, 1 : 50 000, Berlin.
Internet:
<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ib705.htm>