

Stickstoffdioxid (NO₂)-Belastungen in der Bundesrepublik Deutschland

Ursachen – Minderungsmaßnahmen – weiteres Vorgehen

Im Jahr 2010 treten zwei NO₂-Luftqualitätsgrenzwerte (Jahresmittelwert, Kurzzeitwert) in Kraft. Es ist absehbar, dass insbesondere der Jahresmittelwert an zahlreichen verkehrsreichen Straßen ohne zusätzliche Maßnahmen nicht eingehalten werden kann. Hauptursache der hohen Belastungen ist der Kfz-Verkehr. Es stellt sich die Frage, mit welchen Minderungsmaßnahmen diese Belastungen effizient reduziert werden können.

NO₂-Belastungssituation in Deutschland 2007 und 2008

An 91 der 162 bundesdeutschen Verkehrsmessstationen wurde im Jahr 2007 der ab 2010 gültige NO₂-Grenzwert überschritten. Im Jahr 2008 wurde der Wert an 82 von 154 verkehrsnahen Messstationen überschritten

Die NO₂-Immissionskonzentration wurde in 2008 (2007) deutschlandweit an 424 (428) Stationen gemessen, davon sind 154 (162) Verkehrsstationen. Dabei wurden insgesamt 87 (94) Überschreitungen des ab 2010 gültigen NO₂-Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ registriert, 82 (91) davon an Verkehrsstationen (Abb. 1).

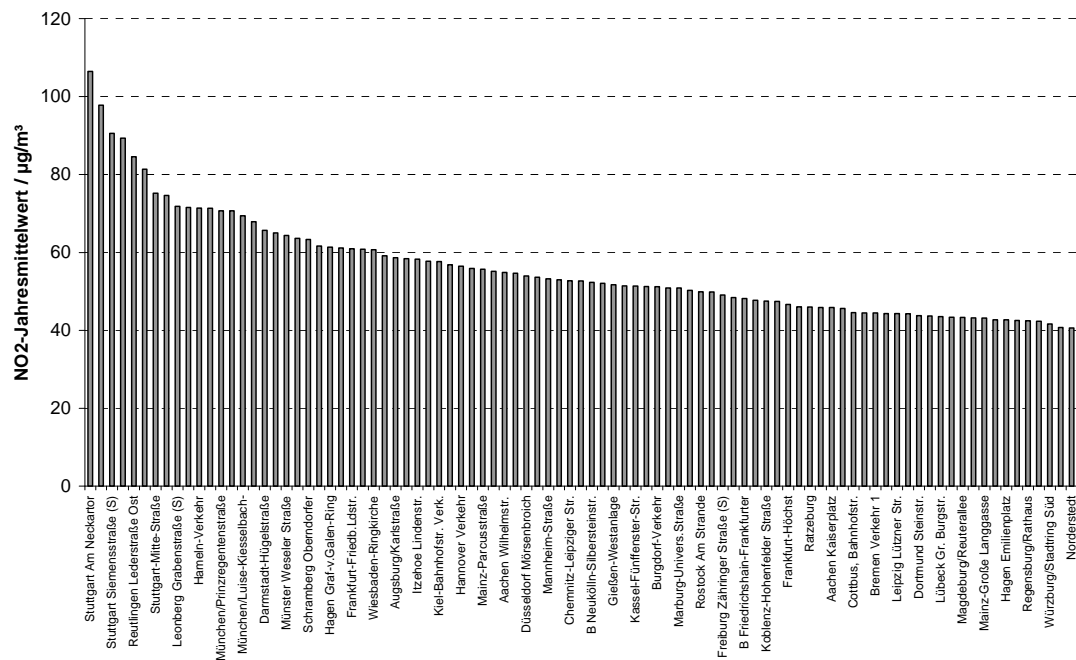


Abb. 1 Verkehrs-Messstationen mit Überschreitung des NO₂-Jahresmittelwerters von 40 µg/m³ in 2007.

Ursachen der hohen NO₂-Belastungen in den Straßenschluchten

An den stark befahrenen innerstädtischen Straßen sind die hohen NO₂-Immissionskonzentrationen zu ca. 70% durch den lokalen Kfz-Verkehr bedingt. Hauptursache sind die Dieselfahrzeuge. Neben den Diesel-Pkw und den Lkw trägt in einigen Straßen auch der Busverkehr maßgeblich zur Belastung bei.

Stickstoffoxide (NO_x) werden bei Verbrennungsprozessen freigesetzt. Hauptemittenten sind die Kraftwerke und Feuerungsanlagen sowie der motorisierte Verkehr. Die NO_x-Emissionen aus dem Straßenverkehr haben jedoch für die straßennahe NO₂-Belastung eine besondere Bedeutung. Diese rührt zum einen

aus der niedrigen Quellhöhe und zum andern aus dem hohen NO_2 -Anteil im Abgas her. Die NO_x -Emissionen der Fahrzeuge stellen ein Gemisch aus Stickstoffdioxid (NO_2 , hierprimäres NO_2) und Stickstoffmonoxid (NO) dar. NO wird nachfolgend in luftchemischen Prozessen in NO_2 umgewandelt (luftchemisch gebildetes (sekundäres) NO_2).

In den vergangenen Jahren hat sich der Anteil von primärem NO_2 aus Fahrzeugabgasen erhöht. Dabei spielen vor allem die Zunahme der Diesel-Pkw sowie der höhere Anteil von NO_2 im Abgas neuer Diesel-Pkw eine wichtige Rolle.

Die Erhöhung des Anteils von NO_2 im Abgas tritt bei Diesel-Pkw ab der Abgasstufe Euro 3 auf, die mit Oxidationskatalysatoren ausgestattet sind. Diese Katalysatoren bewirken nicht nur, dass unverbrannte Kohlenwasserstoffe und CO im Abgas gemindert werden, sondern wandeln auch NO in NO_2 um, sodass bis zu über 50 % der Stickoxide in Form von (primärem) NO_2 freigesetzt werden. Im Gegensatz dazu emittieren Ottomotorfahrzeuge bei deutlich niedrigeren NO_x -Emissionen nur ca. 5 % der Stickoxide in Form von (primärem) NO_2 . Die jetzt neu in den Markt gebrachten Diesel-Pkw dürfen nach der gültigen Abgas-Norm Euro und der künftigen Abgasnorm Euro 5 (Tabelle 1) noch immer im Mittel ca. dreimal so viel NO_x ausstoßen wie ein Ottomotor-Pkw. Daher ist in den verkehrsbelasteten Straßenschluchten trotz der insgesamt rückläufigen NO_x -Emissionen noch kein Rückgang der NO_2 -Immissionsbelastung erkennbar.

Es wäre wünschenswert gewesen, wenn die EU-Kommission im Interesse ihrer Luftreinhaltepolitik die Vorschläge zur Angleichung der NO_x -Emissionswerte von Otto- und Diesel-Pkw auf das Niveau der Otto-Pkw bei der Festlegung der Euro 5-Norm berücksichtigt hätte, zumal die technische Machbarkeit nachgewiesen ist.

Tabelle 1

Übersicht Euro-Abgasnormen (NO_x)

Pkw				Schwere Nutzfahrzeuge (Lkw, Busse)		
	Jahr des Inkrafttretens	NO _x -Grenzwert [g/km]			Jahr des Inkrafttretens	NO _x -Grenzwert [g/kWh]
		Diesel	Otto			Diesel
Euro 3	2000	0,50	0,15	Euro III	2000	5,0
Euro 4	2005	0,25	0,08	Euro IV	2005	3,5
Euro 5	2009	0,18	0,06	Euro V	2008	2,0
Euro 6	2014	0,08	0,06	Euro VI*	2013	0,4

Bei schweren Nutzfahrzeugen tritt das Problem der erhöhten NO₂-Anteile im Abgas nur bei den Fahrzeugen auf, die mit einer Kombination aus Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter, dem so genannten CRT-System ausgestattet sind, auf. Hier werden bei älteren Systemen bis zu 60% und bei neueren Systemen bis 40 % der Stickoxide im Abgas direkt in Form von NO₂ emittiert.

Zukünftige Entwicklung der Emissions- und Immissionssituation bis zum Jahre 2020

Ein spürbarer Rückgang der NO₂-Emissionen ist voraussichtlich erst ab der Einführung von Euro 5 und 6 für Pkw, d.h. erst nach 2010 mit der fortschreitenden Fahrzeugflottenmodernisierung zu erwarten. Allerdings nicht in dem Maße, dass in 2010 bzw. 2015 der NO₂-Grenzwert flächendeckend einzuhalten wäre. Der allgemeine Trend der letzten Jahre - einer Zunahme des Durchschnittsalters der Fahrzeugflotte (lt. KBA-Statistik 9,6 Jahre bei Pkw) - wurde 2009 durch die Gewährung der Umweltprämie (vorübergehend) durchbrochen. Da Fahrzeuge mit Euro 6- Standard am

Markt noch nicht ausreichend verfügbar sind, wird die Durchdringung in der gesamten Fahrzeugflotte mit modernen Fahrzeugminderungstechniken und niedrigen NO_x-Abgaswerten sich über einen längeren Zeitraum hinstrecken.

Emissionen. Anhand von Modellrechnungen für eine typische Innerortssituation in Deutschland mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehrsaufkommen von 40.000 Kfz (4% Lkw und 0,5% Busse) wurde gezeigt (Abb. 2):

NO_x

- Die NO_x-Emissionen nahmen zwischen 1995 und 2005 trotz Zunahme des Dieselanteils in Pkw-Flotte um 40% ab.
- Mit Einführung der Pkw-Grenzwertstufen Euro 5 und Euro 6 kommt es bis 2020 zu einem Rückgang der NO_x-Emissionen um 60 % gegenüber 1995.

NO₂

- Die NO₂-Emissionen gingen bis 1999 zurück, sind danach aber deutlich angestiegen, weil zunehmend die Euro 3- und Euro 4-Diesel-Pkw mit den Oxidationskatalysatoren in die Flotte gekommen sind.
- Erst mit dem Ersatz durch weiter emissionsreduzierte Fahrzeuge der Pkw-Grenzwertstufen Euro 5 und Euro 6 gehen ab ca. 2010 die NO₂-Emissionen zurück.

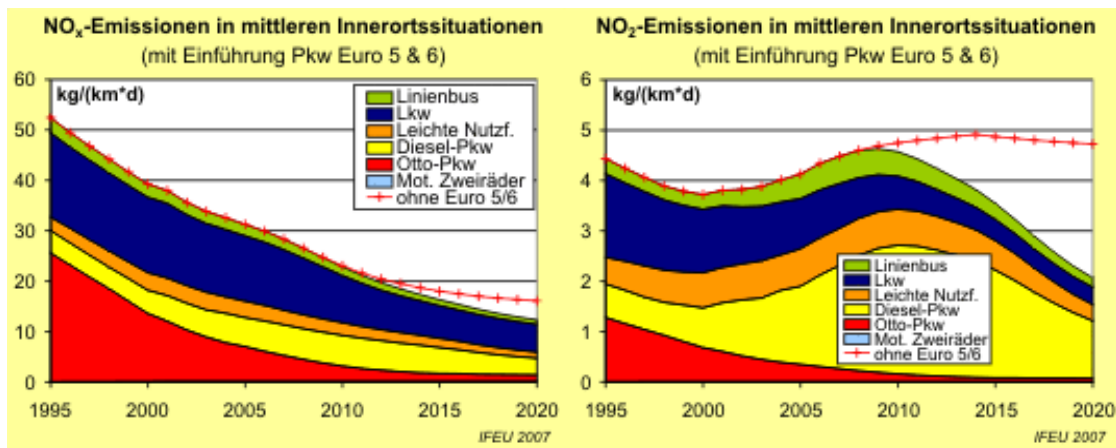


Abb. 2: Modellhafte NO_x - und NO_2 -Emissionsberechnung für eine typische Innerortssituation (Verkehrsaufkommen von 40.000 Kfz, davon 4% Lkw und 0,5% Busse); Quelle: Ifeu, 2007 /1/.

Die Auswirkungen der vorgeschlagen Nutzfahrzeug-Norm Euro VI, die ab 2013 gilt, konnten in diesem Szenario noch nicht berücksichtigt werden.

Immissionen. Die Auswirkungen der zurückgehenden Emissionen auf die NO_2 -Immissionskonzentration im Jahresmittel wurden mit Modellrechnungen am Beispiel der Verkehrsmessstation Stuttgart-Mitte-Straße prognostiziert /1/.

Gemessen in 2005	72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Berechnet für 2010	69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Berechnet für 2015	59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Berechnet für 2020	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Aus dem Szenario ist abzuleiten, dass an der Messstation Stuttgart-Mitte-Straße, dem ausgeprägten Verkehrsschwerpunkt am Stuttgarter Hauptbahnhof weder im Jahr 2010 noch in den darauffolgenden Jahren der NO_2 -Grenzwert einhaltbar ist, sofern nicht zusätzliche effektive Maßnahmen ergriffen werden. Es wird erwartet, dass die Entwicklung an anderen Verkehrsschwerpunkten in Deutschland ähnlich verlaufen könnte.

Beim oben angeführten Szenario ist zu berücksichtigen, dass sich im Umfeld der Station Stuttgart-Mitte eine hochfrequentierte Bushaltestelle befindet. Die dort verkehrenden Busse verursachen NO₂-Immissionen in der gleichen Größenordnung wie die Summe aller Pkw. Ein ähnlicher Befund wurde in Nordrhein-Westfalen für die Düsseldorfer Corneliusstraße erhoben. Obwohl die Busse dort nur mit 0,8% an der Verkehrsmenge beteiligt sind, verursachen sie 21% der NO_x-Emissionen /2/. Daran wird deutlich, dass Busse deutlich überproportional zu den innerörtlichen NO₂-Belastungen beitragen können.

Mögliche Maßnahmen

Förderung der Entwicklung von Euro 6/VI-Fahrzeugen

Die Umweltminister der Länder haben auf ihrer 72. Konferenz am 26. Juni 2009 in Nonnweiler-Otzenhausen den Bund auch weiterhin um Unterstützung der Automobilindustrie bei der Entwicklung von Euro 6/VI-Fahrzeugen (z. B. im Rahmen von Wirtschaftsförderungsprogrammen) gebeten, damit derartige Fahrzeuge deutlich vor dem Inkrafttreten der Abgasnorm in 2014/2015 in ausreichendem Maß angeboten werden.

Zeithorizont: mittelfristig

Wirkung: mittleres Minderungspotential

Vorzeitige Einführung der Euro-6/VI-Norm für Pkw und schwere Nutzfahrzeuge

Förderung einer raschen Marktdurchdringung mit Euro-6/VI-Fahrzeugen noch

vor der verpflichtenden Einführung der Euro-Normen über stärkere finanzielle Anreize als derzeit über die *Kfz-Steuer*. Die Erfahrungen mit der Umweltprämie zeigen, dass dies sehr wirkungsvoll ist. Ausweitung des *Lkw-Innovationsprogramms* des BMVBS im Nutzfahrzeubbereich.

Zeithorizont: Änderung der Rechtsgrundlagen innerhalb eines Jahres möglich

Wirkung: Hohes Minderungspotential

Finanzielle Unterstützung der Nachrüstung von Fahrzeugen mit NO_x-mindernden Abgasreinigungssystemen

Förderung der Nachrüstung von Fahrzeugen (PKW und LKW) mit NO_x-Minderungssystemen durch finanzielle Anreize (z. B. Bonus-Malus-System analog zur Partikelfilternachrüstung).

Zeithorizont: Änderung der Rechtsgrundlagen innerhalb eines Jahres möglich

Wirkung: Niedriges – mittleres Minderungspotential

Einführung von emissionsorientierten Mautgebühren für Fahrzeuge ab 3,5 Tonnen

Das Konzept der emissionsorientierten Mautgebühren auf Bundesautobahnen, das derzeit für Nutzfahrzeuge ab 12 Tonnen gilt, sollte auf Nutzfahrzeuge ab 3,5 Tonnen ausgedehnt und in Richtung Euro VI weiterentwickelt werden.

Zeithorizont: Änderung der Rechtsgrundlagen innerhalb eines Jahres möglich

Wirkung: Hohes Minderungspotential

Umstellung der Busflotte auf NO₂-arme Busse im ÖPNV

Im ÖPNV sollten verstärkt Erdgasbusse zum Einsatz kommen, da mit dieser Technik derzeit am wirkungsvollsten NO_x- bzw. NO₂-Emissionen aus Bussen vermieden werden können. Dieselbusse sollten mit einer auch im Realbetrieb wirksamen NO_x-Minderungstechnik erstausgestattet bzw. nachgerüstet sein. Untersuchungen des Landesamts für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen zufolge sind die NO_x-Emissionen im realen Fahrbetrieb deutlich höher als die Prüfstandsmessungen erwarten lassen. Technische Weiterentwicklungen und Anpassungen an den Einsatzzweck der Busse sind weiterhin erforderlich. Bestrebungen auf EU-Ebene, die Zulassungsverfahren mit den Prüfzyklen fortzuschreiben, sind voranzutreiben.

Zeithorizont: Nachrüstung kurzfristig möglich, Umstellung von Flotten innerhalb von ca. 8 Jahren möglich

Wirkung: Mittleres Minderungspotential bezogen auf die Gesamtbelastung wegen geringem Busanteil an der Gesamtflotte, der bei hohem Anteil älterer Busse allerdings für überproportional hohe Emissionen verantwortlich sein kann.
Lokal hohes Minderungspotenzial an Orten mit hohem Busanteil

Hybridtechnik und Elektromobilität vorantreiben

Das Potenzial von Hybridbussen in Bezug auf die NO_x-Minderung soll im Rahmen eines Modellprojektes zur Elektromobilität in NRW und der Modellregion

Stuttgart untersucht werden. Hier und im Rahmen anderer bereits gestarteter Projekte zur Förderung der Elektromobilität können sich Perspektiven in Bezug auf die Emissionsminderung – insbesondere im Straßenraum - ergeben.

Zeithorizont: mittel- bis langfristig

Wirkung: niedriges Minderungspotential

Förderung verbrauchsarmer Fahrzeuge

Aktive Unterstützung der auf europäischer Ebene geplanten CO₂-Grenzwerte für Pkw zur Förderung der Entwicklung neuer verbrauchsarmer Modelle. Solche Neufahrzeuge müssen gleichzeitig der gültigen oder zukünftigen Euro-Abgasnorm entsprechen. Bisher sind Diesel-Pkw gegenüber vergleichbaren Ottomotorfahrzeugen im Betrieb verbrauchsärmer und damit kostengünstiger. Aufgrund der hohen Anforderungen an die Emissionsminderung gerade für Diesel-Pkw, die neben einem Partikelfilter in Zukunft auch verstärkt Entstickungssysteme wie SCR erforderlich machen, werden Dieselfahrzeuge technisch aufwändiger und teurer. Als Alternative wird damit die Entwicklung verbrauchsarmer Otto-Motoren attraktiver. Mit der Erweiterung des Angebotes an verbrauchsarmen - und im Vergleich zu Dieselfahrzeugen deutlich weniger NO_x und NO₂ emittierenden - Ottomotorfahrzeugen könnte der Dieselanteil in der Flotte wieder zurückgedrängt werden. Umstellung der Kfz-Steuer ausschließlich auf CO₂-Ausstoß.

Zeithorizont: Änderung der Rechtsgrundlagen innerhalb eines Jahres möglich

Wirkung: Mittleres Minderungspotential

Güterverkehrs-Logistik

Der aktuelle Masterplan für Güterverkehr und Logistik sieht 39 konkreten Maßnahmen vor, die neben der Bewältigung der Güterverkehrsströme zukünftig auch mit dem Verkehr verbundene Umweltbeeinträchtigungen mindern sollen¹. Dazu gehören u.a.

- die Steigerung der Logistikeffizienz,
- die Einführung von City-Logistik und
- die Verlagerung von Gütertransport auf Schiff und Schiene.

Bei diesen Punkten handelt es sich in erster Linie um Fragen, für die die Verkehrs- und Wirtschaftsressorts zuständig sind. Um in der Luftreinhaltung mit Maßnahmen in den Bereichen Mobilitätsverhalten und Gütertransport erfolgreich sein zu können, ist zunächst eine enge Vernetzung zwischen den Ressorts erforderlich.

Zeithorizont: mittel- bis langfristig

Wirkung: Hohes Minderungspotential

Ausbau und Förderung des ÖPNV

Erhöhung der Bundes-Zuschüsse zur Attraktivitätssteigerung des ÖPNV, z. B. durch Fahrpreisanreize, zur Vermeidung von motorisierten Individualverkehr.

Zeithorizont: Änderung der Rechtsgrundlagen innerhalb eines Jahres möglich

Wirkung: Mittleres Minderungspotential (nur bedingt abschätzbar)

¹ Masterplan Güterverkehr und Logistik, Entwurf März 2008

Minderung der NOx-Emissionen von Binnenschiffen durch Förderprogramme

Auflage eines Förderprogramms Binnenschiffe mit einem Schwerpunkt emissionsarme Schiffsmotoren. Förderung der Nachrüstung mit Minderungseinrichtungen.

Zeithorizont: Änderung der Rechtsgrundlagen innerhalb eines Jahres möglich

Wirkung: Mittleres - hohes Minderungspotential (je nach Betroffenheit)

Minderung der NOx-Emissionen von mobilen Maschinen und Geräten

Zeitnahe Fortschreibung der europäischen Abgasbegrenzungen und Vorgaben für den Betrieb dieser Maschinen und Geräte in belasteten Bereichen.

Zeithorizont: kurzfristig

Wirkung: geringes Minderungspotential

Einrichtung von Umweltzonen

Die derzeitigen **Umweltzonenregelungen** geben für die vorzeitige Einführung von Euro 5- und Euro 6/VI-Fahrzeugen keinen Anreiz. In Bezug auf die vorzeitige Einführung von Kraftfahrzeugen mit dem Abgasstandard Euro 5/V bzw. Euro 6/VI sind Umweltzonen wegen ihrer Rechtsgrundlage, der 35. BImSchV, die eine Differenzierung von Fahrzeugen in vier Schadstoffgruppen vorschreibt, kein geeignetes Instrument. Das Instrument wäre dann wirksam, wenn eine neue

Plakette zumindest für Euro 6/VI-Fahrzeuge eingeführt würde und Umweltzonen in Kraft gesetzt würden, in denen nur noch diese Fahrzeuge verkehren dürfen. Eine solche Maßnahme erscheint innerhalb des für die NO₂-Grenzwerteinhaltung relevanten Zeithorizonts (bis 2015) nicht verhältnismäßig.

/1/ Eine wesentlich Grundlage dieser Zusammenstellung ist die Veröffentlichung von Dr. Reinhold Görgen und Udo Lambrecht „Hohe Stickstoffdioxidbelastungen – Können die NO₂-Grenzwerte im Jahr 2010 eingehalten werden?“ in Immissionsschutz 1/08 und dem im Auftrag des Umweltministeriums Baden-Württemberg erstellten Bericht des ifeu-Instituts „Zukünftige Entwicklung der NO₂-Emissionen des Verkehrs und deren Auswirkungen auf die NO₂-Luftbelastung in den Städten in Baden-Württemberg“, Oktober 2007.

/2/ Luftreinhalteplan Düsseldorf 2004.

/3/ Masterplan Güterverkehr und Logistik, Entwurf März 2008