



Luftreinhalteplanung 2018 – Maßnahmen und Strategien gegen Stickstoffoxide



Luft



Luftreinhalteplanung 2018– Maßnahmen und Strategien gegen Stickstoffoxide

Impressum

Luftreinhalteplanung 2018 – Maßnahmen und Strategien gegen Stickstoffoxide
Fachtagung des LfU am 23.10.2018

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: 0821 9071-0
Fax: 0821 9071-5556
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de/

Redaktion:

LfU Referat 12

Bildnachweis:

Bayerisches Landesamt für Umwelt / Autoren

Stand:

Oktober 2018

Der Tagungsband steht als PDF-Datei zum kostenfreien Download zur Verfügung: www.bestellen.bayern.de/ (Kategorie Umwelt und Verbraucherschutz).

Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Sofern in dieser Druckschrift auf Internetangebote Dritter hingewiesen wird, sind wir für deren Inhalte nicht verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Aktuelles zur Luftreinhalteplanung	5
Andrea Wellhöfer, LfU	
Erprobung eines Nachrüstsystems (BNOx-Systems) für ein Diesel-Dienstkraftfahrzeug zur Verminderung von Stickstoffoxid-Emissionen	11
Christian Ostermair, LfU	
Gesundheitliche Risiken von Stickstoffdioxid im Vergleich zu Feinstaub und anderen verkehrsabhängigen Luftschadstoffen Bewertung durch internationale Expertengruppen	15
Prof. em. Dr. Dr. Heinz-Erich Wichmann, München	
Mögliche Beiträge der Automobilindustrie zur Luftreinhaltung –Motortechnologie, Elektromobilität und Mobilitätsverhalten	34
Dr. Carl Friedrich Eckhardt, BMW Group	
Der Dieselmotor –Zukunft oder Ende?	39
Dino Silvestro, ADAC e.V.	
Potentiale und Erfahrungen von Hardwarenachrüstungen mit BNOx-Systemen im ÖPNV und in Pkws	52
Einfrid Dölling, Twintec Technologie GmbH	
Masterplan nachhaltige und emissionsfreie Mobilität für die Stadt Augsburg	67
Dr. Jessica Le Bris, Tobias, Michl, Green City Experience GmbH, München	
Masterplan der Landeshauptstadt München	77
Andreas Bauer, Landeshauptstadt München	
Tagungsleitung / Referenten	87

Aktuelles zur Luftreinhalteplanung

Andrea Wellhöfer, LfU

1 Einführung

Nach wie vor halten hohe Stickstoffdioxid(NO₂)-Konzentrationen an verkehrsreichen Straßen mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen die Akteure der Luftreinhalteplanung in Atem.

Über ein Jahr nach dem „Nationalen Forum Diesel“, dem sogenannten Dieseltreffen, bestehen trotz der Maßnahmenpakete noch immer große Befürchtungen, dass weitere Fahrverbote in Städten mit hoher Stickstoffdioxid-Belastung drohen. Von der Automobilindustrie, dem Bund, dem Freistaat Bayern und der Landeshauptstadt München wurden zahlreiche Beschlüsse, Vereinbarungen und Förderprogramme auf den Weg gebracht, die vor allem dazu dienen sollen, Fahrverbote zu vermeiden. Insgesamt rund 5,3 Millionen Euro-5- und Euro-6-Diesel sollten durch Updates der Motor-Software sauberer werden. Das sollte den Stickoxid-Ausstoß der Fahrzeuge im Schnitt um 25 bis 30 % senken. Mit „Umstiegsprämien“ wollten die Fahrzeughersteller Besitzer älterer Diesel motivieren, neue Diesel oder Elektroautos zu kaufen. Mit einem milliardenschweren Fonds sollen in Städten Maßnahmen für bessere Luft gefördert werden. Es wurden Arbeitsgruppen eingesetzt, die sich unter anderem mit Hardware-Nachrüstungen bei Diesel-Fahrzeugen beschäftigen[1] Bayern hat das Maßnahmenpaket der bayerischen Staatsregierung mit einem Fördervolumen von 404 Mio. € über 5 Jahre initiiert (Beschluss vom 18.07.2017 und Ministerratsbericht vom 10.07.2018). 92,5 Mio. € sollen zusätzlich für den ÖPNV (für München, Augsburg und Nürnberg) in den nächsten Jahren ausgegeben werden (Ministerratsbericht vom 10.07.2018). Auf Ebene des Bundes wurde zum 01.10.2018 ein „Konzept für saubere Luft und die Sicherung der individuellen Mobilität in unseren Städten“ vorgestellt. In den Städten, die von Grenzwertüberschreitungen betroffen sind, wird die Bundesregierung weitere Fördermaßnahmen umsetzen, für

- Hardware-Nachrüstung bei schweren Kommunalfahrzeugen und
- Hardware-Nachrüstung bei Handwerker- und Lieferfahrzeugen.

14 Städte in Deutschland sind nach diesem Konzept besonders belastet. Dort werden Fahrzeuge der Schadstoffklassen Euro 4 und Euro 5, sofern sie weniger als 270 mg/km Stickoxid ausstoßen, in die Gebiete mit Verkehrsbeschränkungen aus Gründen der Luftreinhaltung einfahren oder durchfahren dürfen. Definierte Fahrzeughalter für die es eine Härte bedeuten würde und deren Fahrzeug diesen technischen Anforderungen nicht genügt, erhalten zwei alternative Angebote:

Möglichkeit 1: Umtausch-Aktion mit attraktiven Umstiegsprämien oder Rabatten der Autohersteller

Möglichkeit 2: Pkw Hardware-Nachrüstung seines Euro 5-Diesel-Fahrzeugs mit einem SCR-System (Konzept: https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/K/konzept-klarheit-fuer-dieselfahrer.pdf?__blob=publicationFile)

Darüber hinaus säen neuartige und fragwürdige Tendenzen, gestreut durch diverse Medienberichte und Zeitungsartikel, Zweifel an der Glaubwürdigkeit von behördlichen Messungen sowie an den europaweit geltenden Immissionsgrenzwerten für Stickstoffdioxid (siehe beispielhaft [2]). Die Länder stellen sich diesem Novum durch verstärkte Öffentlichkeitsarbeit, Evaluationsprozesse mit Überprüfungen von Messstellen ihrer landesweiten Messnetze und mit Hilfe von Berechnungen. Folgend zwei Beispiele:

Das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) lässt im Rahmen der ständigen Qualitätssicherung und methodischen Weiterentwicklung des Gesamtprozesses der Luftreinhalteplanung (LRP) innerhalb des LANUV durch eine externe Evaluation prüfen. Teil der Evaluation ist eine Überprüfung der einzelnen Messstationen durch den TÜV Rheinland. Für sieben LANUV-Messpunkte mit den höchsten Stickstoffdioxid-Grenzwertüberschreitungen in Nordrhein Westfalen liegen bereits erste Ergebnisse einer gemeinsamen Begutachtung des TÜV Rheinlands und des vom Bundesverkehrsministeriums beauftragten Deutschen Wetterdienstes (DWD) vor: Demnach ergaben sich für die untersuchten Standorte in Aachen, Bochum, Düren, Düsseldorf (3) und Köln keine Abweichungen von den gesetzlichen Vorgaben für die Einrichtung der Messstationen [3].

Das Bayerische Landesamt für Umwelt (LfU) hat die rechtskonforme Messung der Luftqualität in München in einer Pressemitteilung erläutert [4]. Um die Repräsentativität der Messstandorte und damit die Belastbarkeit der Messungen zu bewerten, sind umfangreiche Messungen an den Messstationen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystem Bayerns (LÜB) Landshuter Allee und Stachus sowie an einem zusätzlichen Messstandort in der Tegernseer Landstraße Ende August 2018 durch ein unabhängiges Gutachterbüro gestartet worden. Um eine Bewertung der Luftqualität nach der Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV vornehmen zu können, werden die Messungen über das gesamte Kalenderjahr 2019 durchgeführt. Darüber hinaus sind Immissionsberechnungen an den betreffenden Standorten beauftragt worden.

Zur Grenzwertdiskussion gibt ein Beitrag des Umweltbundesamtes einen Einblick in die fachlichen Hintergründe der Grenzwertfestsetzung für NO₂. Der europäische Grenzwert für NO₂ von 40 µg/m³, der auch dem Richtwert der Weltgesundheitsorganisation (WHO) entspricht, wurde danach in dem Sinne abgeleitet, dass er geeignet ist, die Gesundheit der Bevölkerung (auch empfindlicher Gruppen) bei dauerhafter Exposition zu schützen [5].

2 Stickstoffdioxidsituation deutschlandweit

Das Umweltbundesamt (UBA) sammelt und bewertet die Messdaten aus über 500 Messstationen deutschlandweit. Nach den Auswertungen des UBA [1] zeigt die Stickstoffdioxidbelastung seit 2000 einen Rückgang. Im Jahr 2017 lagen an etwa 41 % der verkehrsnahen Stationen die NO₂-Jahresmittelwerte über dem Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³.

Die Zahl der Kommunen mit Grenzwertüberschreitungen nahm von 90 auf 65 ab. In 249 weiteren Städten liegen die Jahresmittelwerte 2017 unter dem Grenzwert [6].

NO₂-Stundenmittelwerte über 200 µg/m³ sind seit 2010 höchstens 18-mal im Jahr zulässig. Im Jahr 2017 wurde dieser Grenzwert erstmals deutschlandweit nicht überschritten. In den Vorjahren kam es im verkehrsnahen Bereich vereinzelt (rd. 1 % der verkehrsnahen Messstationen) zu Überschreitungen.

Am 30. Januar 2018 hatte EU-Kommissar Vella einen Ministergipfel zum Thema Luftqualität einberufen, um das Problem der Luftverschmutzung in neun Mitgliedstaaten zu lösen. Deutschland, Frankreich, Ungarn, Italien, Rumänien und das Vereinigte Königreich haben aus Sicht der Kommission keine überzeugenden, wirksamen und zeitgerechten Maßnahmen vorgeschlagen, um die Verschmutzung schnellstmöglich – wie es das EU-Recht vorschreibt – unter die vereinbarten Grenzwerte zu senken. Die EU-Kommission hat daher am 17.05.2018 beschlossen, Klage beim Gerichtshof der Europäischen Union gegen Frankreich, Deutschland und das Vereinigte Königreich einzureichen, weil die Grenzwerte für Stickstoffdioxid (NO₂) nicht eingehalten werden. Auch wurden nach Ansicht der Kommission keine geeigneten Maßnahmen ergriffen, um die Zeiträume, in denen die Grenzwerte

überschritten werden, so kurz wie möglich zu halten [7].

3 Stand der Luftreinhalteplanung in Bayern

In Bayern liegt der Focus ebenfalls weiterhin auf dem Luftschadstoff Stickstoffdioxid (NO_2). Die Feinstaubgrenzwerte für PM_{10} sowie für $\text{PM}_{2,5}$ sind nicht mehr an den Messstationen des Lufthygienischen Landesüberwachungssystem Bayerns (LÜB) überschritten.

Der seit 01.01.2010 gültige **Stickstoffdioxid-Jahresmittelgrenzwert** von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird an stark verkehrsbelasteten Standorten mit ungünstigen Ausbreitungsbedingungen nicht eingehalten.

Der **Stundenmittelgrenzwert** für NO_2 von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Verbindung mit 18 zulässigen Überschreitungen pro Kalenderjahr wird dagegen seit 2016 an allen Stationen in Bayern eingehalten.

Die folgende Abbildung zeigt die Entwicklung der NO_2 -Jahresmittelwerte im Mittel über alle bayerischen Stationen sowie sortiert nach den Standortumgebungen „verkehrsorientiert“, „(vor-)städtisch“ und „ländlich“ im Zeitraum von 2000 bis 2017.

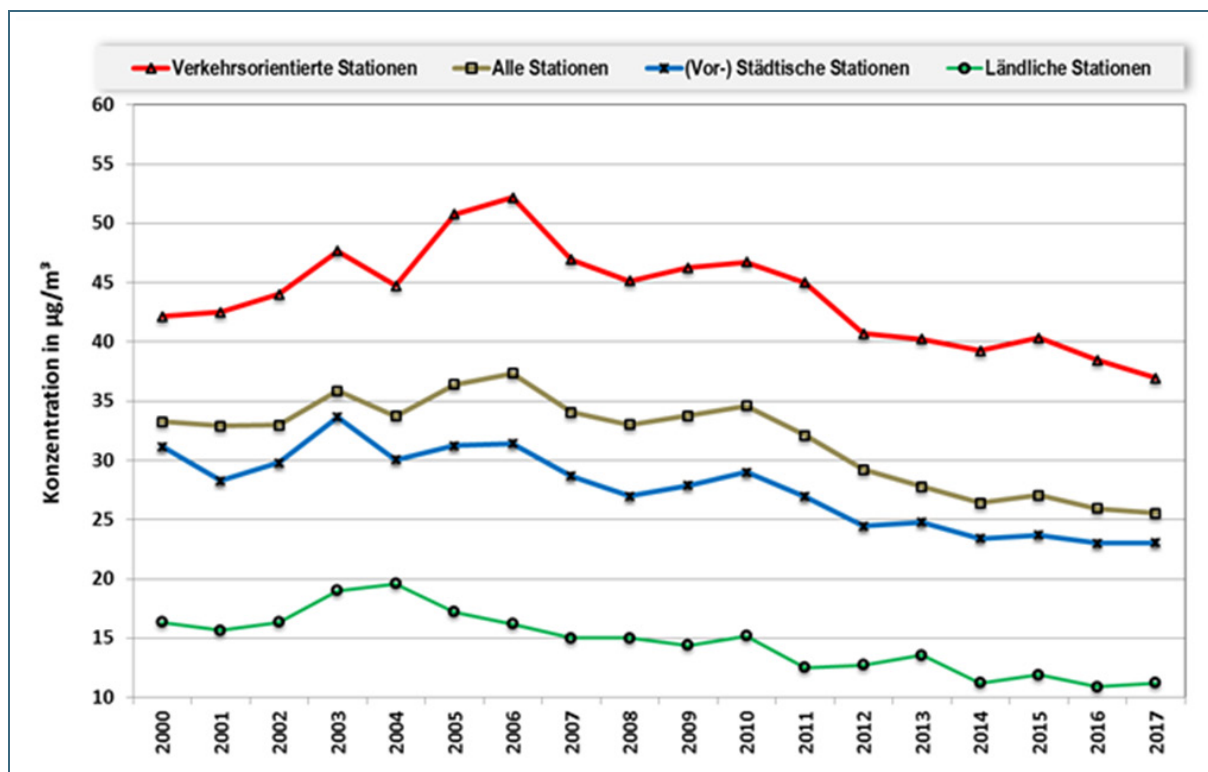


Abb.1: Entwicklung der NO_2 -Jahresmittelwerte im Mittel über alle bayerischen Stationen sowie sortiert nach Standortumgebung „verkehrsorientiert“, „(vor-)städtisch“ und „ländlich“ im Zeitraum von 2000 bis 2017, Lufthygienische Jahresberichte des LfU [8]

In Bayern existieren insgesamt 17 Luftreinhaltepläne mit Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität.

Sie wurden für die Ballungsräume München, Nürnberg-Fürth-Erlangen, Augsburg und die Gebiete Ansbach, Arzberg, Bayreuth, Burghausen, Ingolstadt, Landshut, Lindau, Neu-Ulm, Inntalautobahn: Streckenabschnitt Oberaudorf, Passau, Regensburg, Schwandorf, Weiden und Würzburg erstellt. Für Augsburg, Ansbach, Lindau, München (sechsmal), Nürnberg (zweimal), Regensburg (zweimal) sowie Würzburg (zweimal) wurden die Pläne fortgeschrieben. Die 2. Fortschreibung für das Stadtgebiet von

Würzburg wurde kürzlich im August 2018 in Kraft gesetzt. Aufgrund der weiterhin bestehenden hohen NO₂-Grenzwertüberschreitungen befindet sich derzeit bereits die 7. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für München in Bearbeitung [9].

Der NO₂-Jahresmittel-Grenzwert von 40 µg/m³ wurde 2017 noch an den Messstationen in 4 bayerischen Städten überschritten. In Augsburg wurden 44 µg/m³, in Nürnberg 43 µg/m³ und Regensburg 41 µg/m³ gemessen. In Würzburg konnte 2017 der NO₂-Jahresmittel-Grenzwert mit 38 µg/m³ erstmals eingehalten werden. Teils erhebliche Überschreitungen wurden in München noch an der Landshuter Allee mit 78 µg/m³ und am Stachus mit 53 µg/m³ gemessen, wobei eine Zwischenbilanz für die vergangenen neun Monate auf eine tendenzielle Verbesserung der Luftqualität auch in München hindeutet.

Um ein klareres Bild über die Schadstoffbelastung zu bekommen und die Wirksamkeit künftiger Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität einschätzen zu können, hat die Landeshauptstadt München zusätzliche Messungen für Stickstoffdioxid beauftragt. Die vorläufigen Ergebnisse können im Internet abgerufen werden [10].

4 Bestandszahlen für Personenkraftwagen (Pkw)

Die Überschreitungen des NO₂-Grenzwertes an stark befahrenen Straßen sind hauptsächlich auf den Verkehr und hier insbesondere auf Dieselfahrzeuge zurückzuführen [11]. Die Stickstoffoxide werden dabei als NO oder NO₂ freigesetzt. Fahrzeuge mit unterschiedlichen Abgasnormen tragen dabei unterschiedlich stark zu den Stickstoffoxidemissionen bei. Das Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA), derzeit in der aktuellen Version 3.3 veröffentlicht, liefert Detailinformationen. Danach sind die Stickstoffoxidemissionen der Fahrzeuge in der Kategorie der Diesel-Pkw mit Abgasnorm Euro 5 am höchsten. Die Emissionen der neueren Euro-6-Diesel-Pkw sind zwar geringer, brachten aber noch keine wesentliche Verbesserung. Erst mit der Einführung des Euro-6d-Standards in 2 Stufen, bei dem die Emissionstests zusätzlich unter realen Fahrbedingungen (RDE) erfolgen, werden sich die Stickstoffoxidemissionen deutlich verringern. Seit dem 1. September 2017 gilt für neue Diesel-Pkw-Modelle, ab 1. September 2019 für alle Diesel-Pkw-Neufahrzeuge, dass diese entsprechend dem Euro 6d-temp für die Zulassung den Emissionsgrenzwert von 168 mg/km unter realen Fahrbedingungen einhalten müssen (Schadstoffnorm Euro 6d-temp). Ab Januar 2020 beträgt dieser Wert für neue Modelle, ein Jahr später für alle Neufahrzeuge, dann nur noch 120 mg/km (Schadstoffnorm Euro 6d). Autokäuferinnen und Autokäufer sollten sich deshalb sehr gründlich z.B. bei ihren Verbraucherschutzvereinen informieren, welches Fahrzeug ihnen anstelle ihres Altfahrzeuges angeboten wird (Umschlagsprämie). Es gibt auf dem Markt Diesel-Pkw, die Euro 6d-temp erfüllen. Nicht sonderlich hilfreich für die Luftreinhaltung ist ein Fahrzeug, das noch keine deutliche Verbesserung im Abgasverhalten zeigt, weil es z.B. nicht mit einer selektiven katalytischen Abgasreinigung (SCR) ausgestattet ist.

Nach der Statistik des Kraftfahrtbundesamtes zum 01.01.2018 sind in Deutschland ca. 15,2 Mio. Diesel-Pkw und 30,5 Mio. Benzin-Pkw im Bestand vorhanden; insgesamt sind rund 46,5 Mio. Pkw zugelassen [12]. Der Anteil an Pkw hat sich gegenüber dem 01.01.2017 um insgesamt rund 1,5 % erhöht. Die Erhöhung bei Benzin-Pkw betrug im gleichen Zeitraum rund 1,6 % und bei Diesel-Pkw 0,9 %. Ein Einbruch bei den Fahrzeugzahlen sowie bei Dieselfahrzeugen ist demnach nicht zu erkennen.

Der Bestand für reine Elektro-Pkw liegt bei 53.861 Fahrzeugen, dies entspricht ca. 0,1 % an der gesamten Pkw-Flotte. Im Vorjahr waren es 34.022. Der Anteil an Plug-in Hybrid-Pkw liegt ebenfalls bei ca. 0,1 %, an Flüssiggas-Pkw bei 0,9 % und Erdgas-Pkw bei 0,2 %.

Das Durchschnittsalter aller Pkw zum 01.01.2018 betrug 9,4 Jahre. Eine Nachrüstung von Euro 5 und

ggf. sogar noch Euro 6 Diesel-Pkw erscheint aus fachlicher Sicht sinnvoll, da diese Fahrzeuge relativ neu sind und daher noch entsprechend lang in der Flotte verbleiben. Die meisten Fahrzeuge liegen in der Altersgruppe 5 bis 9 Jahre. Erste Abschätzungen an der Landshuter Allee für eine Nachrüstung von Diesel-Pkw der Euro-Norm 5 zeigten ein Minderungspotenzial von rund $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der Stickstoffdioxid-Belastung für das Bezugsjahr 2017.

Wer Interesse an Beiträgen zu früheren Fachtagungen hat, dem stehen die Tagungsbände im Publikationsshop der Bayerischen Staatsregierung unter „Publikationen“ (<https://www.bestellen.bayern.de/>) zur Verfügung.

Wir bedanken uns herzlich bei allen Referentinnen und Referenten für ihre Bereitschaft an der heutigen Veranstaltung mitzuwirken.

Schrifttum (LINKS zuletzt am 1. Oktober 2018 aufgerufen)

- [1] Luftqualität 2017 - Vorläufige Auswertung, Umweltbundesamt, Januar 2017;
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/2546/publikationen/uba_hg_luftqualitaet_2017_bf.pdf
- [2] Abgasmessungen in Städten: Missverständene Standort-Vorschriften, Münchner Merkur, 8. März.2018, <https://www.merkur.de/wirtschaft/abgasmessungen-in-staedten-missverstandene-standort-vorschriften-9678587.html>
- [3] TÜV-Gutachten bestätigt: Einrichtung der Stickstoffdioxid-Messstationen an Hauptbelastungspunkten gesetzeskonform, Pressemitteilung LANUV, 27. August 2018,
<https://www.umwelt.nrw.de/presse/detail/news/2018-08-27-tuev-bestaetigt-stickstoffdioxid-messstationen-sind-gesetzeskonform/>
- [4] Luftqualität in München wird rechtskonform gemessen, Pressemitteilung LfU, 9. März 2018,
<https://www.lfu.bayern.de/pressemitteilungen/c/1006078/09-18-luftqualitaet-in-muenchen-wird-rechtskonform-gemessen>
- [5] Stickstoffdioxid-Belastung: Hintergrund zu EU-Grenzwerten für NO₂, Umweltbundesamt, 20. Februar 2018, <https://www.umweltbundesamt.de/themen/stickstoffdioxid-belastung-hintergrund-zu-eu>
- [6] NO₂-Grenzwertüberschreitungen 2017, Umweltbundesamt, 30. Mai 2015
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/dokumente/no2-ueberschreitungen_staedte_stand_30.5.pdf
- [7] EU-Kommission verklagt Deutschland und fünf weitere Mitgliedsstaaten wegen Luftverschmutzung, Europäische Kommission, 17. Mai 2018, https://ec.europa.eu/germany/news/20180517-luftverschmutzung-klage_de
- [8] Lufthygienische Jahresberichte, LfU
https://www.lfu.bayern.de/luft/immissionsmessungen/lufthygienische_berichte/index.htm
- [9] 7. Fortschreibung, Regierung von Oberbayern
<https://www.regierung.oberbayern.bayern.de/aufgaben/umwelt/allgemein/luftreinhalte/12744/index.php>
- [10] Stickstoffdioxidmessungen - Vorläufige Zwischenergebnisse der ergänzenden Stickstoffdioxidmessungen, Stadt München
https://www.muenchen.de/rathaus/Stadtverwaltung/Referat-fuer-Gesundheit-und-Umwelt/Luft_und_Strahlung/Stickstoffdioxidmessungen.html

[11] Aktuelles zur Luftreinhalteplanung, Andrea Wellhöfer, Landesamt für Umwelt, November 2017
http://www.bestellen.bayern.de/shoplink/lfu_luft_00199.htm

[12] Personenkraftwagen am 1. Januar 2018 nach ausgewählten Merkmalen, Kraftfahrt-Bundesamt
https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Ueberblick/2018_b_barometer.html?nn=1133288

Erprobung eines Nachrüstsystems (BNO_x-Systems) für ein Diesel-Dienstkraftfahrzeug zur Verminderung von Stickstoffoxid-Emissionen

Christian Ostermair, LfU

Bayerisches Landesamt für
Umwelt



Erprobung eines Nachrüstsystems (BNO_x-Systems) für ein Diesel-Dienstkraftfahrzeug zur Verminderung von Stickstoffoxid-Emissionen



Eines unserer Dienstfahrzeuge, ein Opel Astra mit einem Dieselmotor Euro 5 (siehe Abbildung 1), haben wir mit einem BNO_x-System der Firma Baumot Technologie GmbH ausrüsten lassen.

Das BNO_x-System (siehe Abbildung 2) besteht aus einem Oxidationskatalysator (DOC), einem SCR beschichteten Rußpartikelfilter (SDPF), einem (SCR)-Katalysator (Selektive Katalytische Reduktion) sowie einem Ammoniak(NH₃)-Sperrkatalysator. In einer vorgeschalteten Aufbereitungs- und Dosiereinrichtung, dem sogen. NH₃-Generator, wird AdBlue® (flüssige Harnstofflösung 32,5%) in gasförmiges Ammoniak (NH₃) umgewandelt. Das gasförmige NH₃ wird direkt in den Abgasstrang nach dem DOC in den Mischer dosiert. Der Ad-

Erprobung eines Nachrüstsystems (BNOx-Systems) für Diesel

Blue®-Tank (separater Tank mit ca. 17 Liter Fassungsvermögen) wurde im Kofferraum in die Reserveradmulde des Fahrzeugs eingebaut (siehe Abbildung 3).

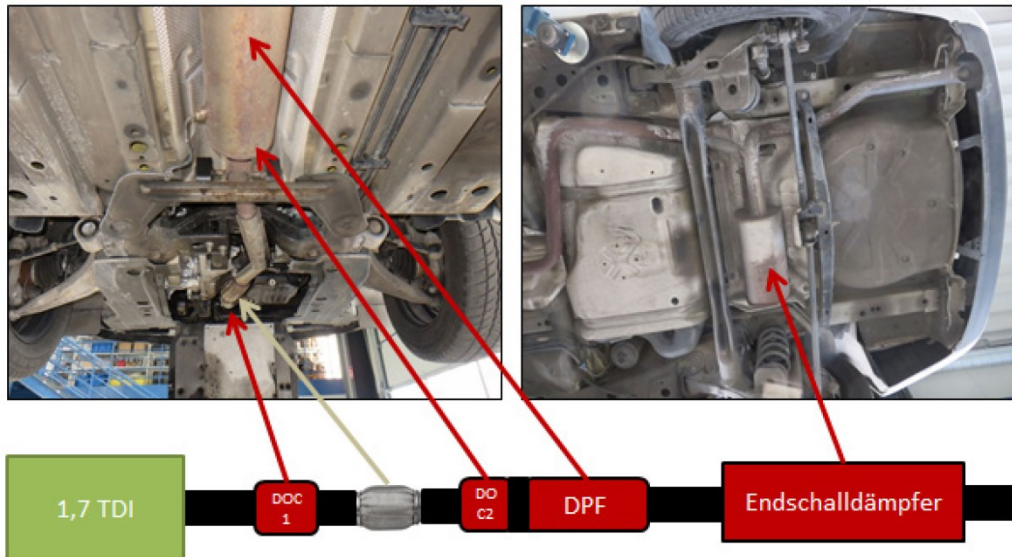


Abbildung 1: Originale Opel Abgasanlage

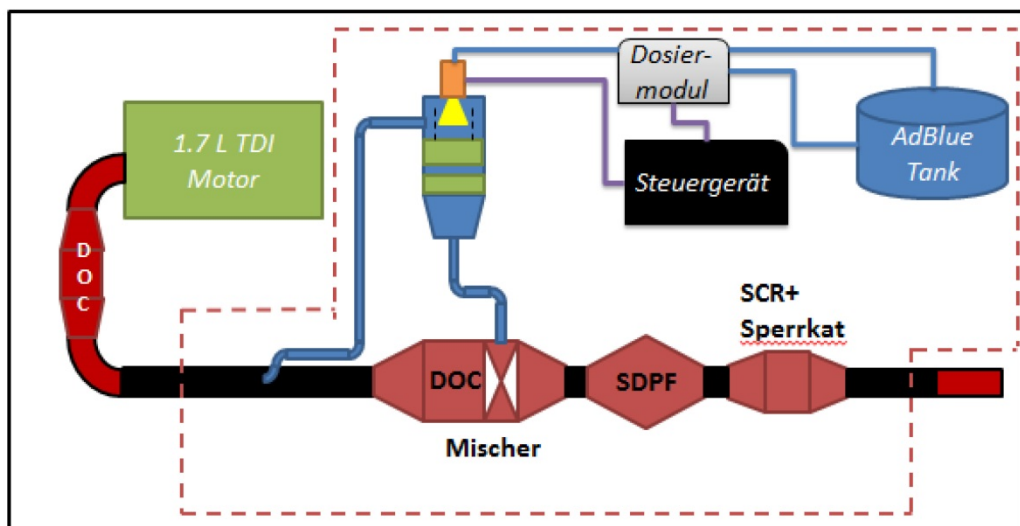


Abbildung 2: Übersicht Systemaufbau

Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument.



AdBlue® Zulauf Ablauf



Tank-Entlüftung



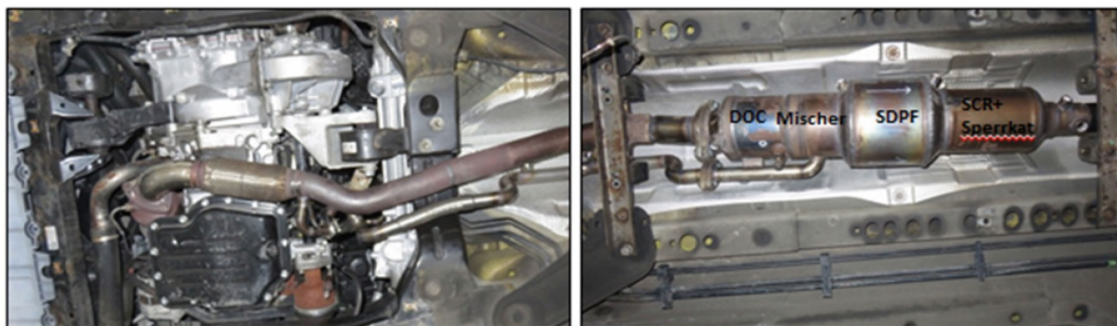
Tank-Befüllung



Die weißen Flecken sind getrocknetes AdBlue.

Abbildung 3: AdBlue®-Tank in der Reserveradmulde

Die Bauteile des BNO_x-Systems wurden in die Abgasanlage des Opels eingepasst (siehe Abbildung 4).



Fahrtrichtung



Abbildung 4: BNO_x-System

Erprobung eines Nachrüstsystems (BNOx-Systems) für Diesel

Die ersten Abgasmessungen des Fahrzeugs erfolgten vor und direkt nach dem Einbau des SCR-Systems und zeigten im Vergleich eine Reduzierung der

- **Stickstoffdioxid (NO₂)-Emissionen um ca. 70 %** und
- **Stickstoffoxid (NO_x)-Emissionen um ca. 80%**
im realen Fahrbetrieb (RDE - Real Driving Emissions).

Auch für Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxid und Feinstaub wurden Minderungen ermittelt. Nach einer ersten Einschätzung erhöht sich jedoch das Klimagas Kohlendioxid (CO₂) um ca. 4%.

Der AdBlue®-Verbrauch liegt momentan bei ca. 1,5 Liter pro 1.000 km. Damit reicht eine Tankfüllung (ca. 17 Liter) für eine Laufleistung von rund 10.000 km.

Das Fahrzeug wird derzeit im Normalbetrieb für Dienstreisen von unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern genutzt.

Eine weitere Abgasmessung ist nach ca. 20.000 bis 30.000 km Laufleistung des Fahrzeuges geplant. Hier interessiert insbesondere, ob die positive Minderungswirkung anhaltend ist und das Fahrzeug über eine größere Kilometerleistung ohne Ausfälle oder Reparaturen gefahren werden kann.

Mit dem Projekt beabsichtigen wir belastbare Erfahrungen zu sammeln, um die Hardware-Nachrüstung mit SCR-Systemen insbesondere für dienstliche Fahrzeugflotten als Maßnahme zur Verminderung von Stickstoffdioxid empfehlen zu können.

Impressum:

Herausgeber:
Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0
Telefax: 0821 9071-5556
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de

Bearbeitung:
Ref. 23 Christian Ostermair

Bildnachweis:
Baumot Technologie GmbH (Abbildungen 1, 2 und 4) / LfU (Titelbild und Abbildung 3)

Juli 2018

Postanschrift:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbenden oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Gesundheitliche Risiken von Stickstoffdioxid im Vergleich zu Feinstaub und anderen verkehrsabhängigen Luftschadstoffen

Bewertung durch internationale Expertengruppen

Prof. em. Dr. Dr. Heinz-Erich Wichmann, München

Zusammenfassung (aus Wichmann HE (2018) . Umwelt – Hygiene – Arbeitsmed)

Hintergrund

Luftschadstoffe aus dem Kraftfahrzeugverkehr stellen anerkanntermaßen ernstzunehmende gesundheitliche Risiken für die Bevölkerung dar. Dabei ist es wichtig, die Beiträge der einzelnen Schadstoffe ebenso wie die Bedeutung des Schadstoffmix als Ganzes zu betrachten, um zu den richtigen Schlussfolgerungen und Maßnahmen zu gelangen.

Methode

Der Vortrag basiert auf der Bewertung internationaler Gremien wie WHO/EU und US-EPA zu Wirkungen von NO₂, Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5}) sowie weiteren verkehrsabhängigen Schadstoffen. Dabei stehen die Belastbarkeit der Datenlage und die quantitative Betrachtung von Effekten der Langzeitexposition im Vordergrund. Ferner werden gesundheitliche Auswirkungen von Reduktionsmaßnahmen betrachtet.

Ergebnisse

Belastbarkeit der Datenlage

NO₂: Die Beweiskraft für Effekte der Kurzzeitexposition auf die Atemwege wird von WHO/EU und US-EPA als hoch angesehen, insbesondere für das Auftreten von Asthma und die Verschlimmerung von Asthma-Symptomen. Die Datenlage zu Effekten der Langzeitexposition von NO₂ ist demgegenüber weniger eindeutig. Die US-EPA sieht keine klaren Belege für unabhängige NO₂ Effekte auf biologische Prozesse, die zur erhöhten Mortalität führen könnten.

Feinstaub (PM_{2,5}): Die Beweiskraft für Effekte der Kurzzeitexposition auf das Herz-Kreislauf-System und die Atemwege sowie auf die tägliche Sterberate wird von WHO/EU und US-EPA als hoch eingestuft. Die Beweiskraft für Effekte der Langzeitexposition auf die Mortalität (Gesamtsterblichkeit) sowie Herz-Kreislauf- und Atemwegserkrankungen wird ebenfalls als hoch angesehen.

Sonstige verkehrsabhängige Schadstoffe: Für grobe Partikel (PM_{10-2,5}) sowie für ultrafeine Partikel gibt es aus Sicht von WHO/EU und US-EPA wegen der begrenzten Datenlage lediglich Hinweise auf Effekte der Kurzzeitexposition.

Quantitative Abschätzungen der Auswirkungen der Langzeitexposition auf die Mortalität

NO₂: US-EPA und WHO/EU sehen die Datenlage für quantitative Aussagen zur vorzeitigen Todesfällen und verlorenen Lebensjahren als begrenzt an. Deshalb verzichtet US-EPA auf die Durchführung entsprechender Abschätzungen für NO₂. WHO/EU empfiehlt solche Abschätzungen nur für Sensitivitätsanalysen und verweist darauf, dass NO₂ möglicherweise ein Schadstoffgemisch repräsentiert und man nicht ausschließen kann, dass derartige Abschätzungen nicht die Wirkungen des NO₂-Gases allein wiedergeben.

Feinstaub (PM_{2,5}): US-EPA und WHO/EU halten Aussagen zu vorzeitigen Todesfällen und zu verlorenen Lebensjahren für abgesichert und nehmen entsprechende Abschätzungen vor.

Sonstige verkehrsabhängige Schadstoffe: Nach Einschätzung von US-EPA und WHO/EU ist die Datenlage nicht ausreichend, um Abschätzungen für gesundheitliche Langzeitwirkungen dieser Schadstoffe durchführen zu können.

Ferner machen weitere internationale Expertengremien quantitative Aussagen zum Zusammenhang zwischen der Langzeitexposition gegenüber Feinstaub und der Mortalität. WHO/EU, US-EPA, die EU-Kommission, die OECD und das Konsortium „Global Burden of Disease“ führen Abschätzungen für PM_{2,5} durch und geben den berechneten Mortalitätseffekten ein hohes Gewicht. Für NO₂ nimmt lediglich die Europäische Umweltbehörde quantitative Abschätzungen vor.

Auswirkungen von Maßnahmen zur Luftreinhaltung in Hinblick auf die Gesundheitsrisiken

NO₂: Die Reduktion der Exposition gegenüber NO₂ als Gas kann naturgemäß nur eine Verringerung der gesundheitlichen Auswirkungen des Gases NO₂ zur Folge haben.

Betrachtet man NO₂ als Indikator für das Gemisch verkehrsabhängiger Luftschadstoffe, dann können die durch die anderen Schadstoffe (wie ultrafeine Partikel, Ruß (elementarer Kohlenstoff), PAH etc.) bedingten gesundheitlichen Auswirkungen nicht direkt durch die Reduktion der Freisetzung des Gases NO₂ beeinflusst werden. Hierzu ist es vielmehr erforderlich, die Freisetzung dieser Schadstoffe ebenfalls zu verringern.

Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5}), ultrafeine Partikel: Dieselfußfilter sorgen für eine erhebliche Reduktion der Freisetzung von groben, feinen und ultrafeinen Partikeln. Damit werden gleichzeitig die an diese Partikel angelagerten toxischen Stoffe herausgefiltert. Ferner hat sich die Einführung von Umweltzonen als eine wirkungsvolle Maßnahme zur Verringerung der Partikelbelastung erwiesen.

Schlussfolgerungen

NO₂: Es ist klar nachgewiesen, dass die Kurzzeitexposition gegenüber hohen Belastungsspitzen von NO₂ zum Auftreten von Asthma und der Verschlimmerung von Asthmasymptomen führen kann.

In Hinblick auf Effekte der Langzeitexposition gegenüber NO₂ ist die Datenlage weniger eindeutig, dennoch haben WHO/EU und US-EPA Richtwerte/ Grenzwerte zum Schutz der Bevölkerung vor Langzeitbelastungen durch NO₂ festgelegt. Eine quantitative Abschätzung von Effekten des Gases NO₂ auf die Mortalität erscheint schwierig, da eine Abgrenzung von Auswirkungen anderer verkehrsabhängiger Schadstoffe nicht überzeugend gelingt. Am ehesten lässt sich NO₂ als Indikator für ver-

kehrsabhängige Schadstoffe verstehen. Daher ist es aus gesundheitlicher Sicht nicht ausreichend, nur die Freisetzung des Gases NO_2 aus Kraftfahrzeugen zu verringern.

Feinstaub: Demgegenüber sind die gesundheitlichen Auswirkungen der Feinstaubbelastung in Hinblick auf die Kurzzeit- und Langzeitexposition als gesichert anzusehen. So steigt nach dem derzeitigen Wissensstand die Mortalität mit zunehmender Belastung durch $\text{PM}_{2.5}$ an und entsprechend ist von einem Rückgang der Mortalität bei Reduktion der Feinstaubbelastung auszugehen.

Auch wenn die Beweiskraft für Auswirkungen von Feinstaub auf die Gesundheit – insbesondere bei Langzeitbelastung – klarer und das Ausmaß der Gesundheitsschäden höher ist als durch das Gas NO_2 , so ist dennoch zum Schutz der Bevölkerung eine Verringerung der hohen NO_2 -Belastung in städtischen Bereichen in Deutschland dringend zu fordern.

Abstract

Health risks of nitrogen dioxide compared to particulate matter and other traffic-dependent air pollutants – Evaluation of international expert groups

Background

Ambient air pollution from motor vehicle traffic is recognized to pose serious health risks to the population. However, it is important to consider the contributions of the individual pollutants as well as of the mixture as a whole in order to come to the right conclusions and measures.

This presentation is based on the evaluations of international bodies such as WHO / EU and US EPA on the effects of NO_2 , particulate matter (PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$) and other traffic-related pollutants. The focus here is on the reliability of the available data and the quantitative consideration of effects of long-term exposure. Furthermore, health effects of reduction measures are considered.

Results

Reliability of the available data

NO_2 : The evidence for effects of short-term exposure is considered high by WHO / EU and US EPA, in particular for the onset of asthma and the worsening of asthma symptoms. The data on the effects of long-term exposure to NO_2 is less clear. The US EPA sees no clear evidence of independent NO_2 effects on biological processes that could lead to increased mortality.

Particulate matter ($\text{PM}_{2.5}$): The evidence for effects of short-term exposure to the cardiovascular system and the respiratory tract as well as the daily mortality rate is considered high by WHO / EU and US EPA. The weight of evidence for long-term exposure effects on mortality (total mortality) and cardiovascular and respiratory diseases is also considered high.

Other traffic-dependent pollutants: For coarse particles ($\text{PM}_{10-2.5}$) as well as for ultrafine particles, due to from WHO / EU and US-EPA there is only suggestive evidence for effects of short-term exposure, due to the limited data available.

Quantitative estimates of the effects of long-term exposure on mortality

NO₂: US-EPA and WHO / EU consider the data available for quantitative statements on premature deaths and years of life lost as limited. As a result, US EPA has decided not to make estimates for NO₂. WHO / EU only recommends estimates for sensitivity analyzes and points out that NO₂ may represent a pollutant mixture and it cannot be ruled out that such estimates will not reflect the effects of the NO₂ gas alone.

Particulate matter (PM_{2.5}): US-EPA and WHO / EU consider calculations of premature deaths and years of life lost as justified and make appropriate estimates.

Other traffic-related pollutants: According to estimates from EPA and WHO / EU, the data base is not sufficient to allow assessments of long-term health effects of these pollutants.

Furthermore, other international expert committees make quantitative statements on the relationship between long-term exposure to particulate matter and mortality. WHO / EU, US EPA, the European Commission, the OECD and the Global Burden of Disease consortium are providing estimates for mortality effects of PM_{2.5}. For NO₂, only the European Environment Agency makes quantitative estimates.

Effects of air pollution control measures on health risks

NO₂: The reduction of exposure to NO₂ as a gas can naturally only reduce the health effects of the NO₂ gas.

Considering NO₂ as an indicator of the mixture of traffic-dependent air pollutants, the health effects caused by the other pollutants (such as ultrafine particles, soot (elemental carbon), PAH, etc.) cannot be directly influenced by the reduction in the release of the NO₂ gas. For this purpose, it is necessary to reduce the release of these pollutants also.

Particulate matter (PM₁₀, PM_{2.5}), ultrafine particles: Diesel soot filters significantly reduce the release of coarse, fine and ultrafine particles. At the same time, the toxic substances attached to these particles are filtered out. Furthermore, Low Emission Zones have turned out to be an effective means of reducing particulate pollution.

Conclusions

NO₂: It is clearly documented that short-term exposure to high levels of ambient NO₂ can lead to the onset of asthma and the aggravation of asthma symptoms.

Regarding the effects of long-term exposure to NO₂, the data is less clear, but WHO / EU and US EPA have set guidelines / limits values to protect the population from long-term NO₂ exposure. A quantitative estimation of the effects of the NO₂ gas on mortality appears to be difficult, since it is not convincingly possible to separate them from the effects of other pollutants. NO₂ should be considered as an indicator of traffic-dependent pollutants. Therefore, from a health point of view, it is not enough just to reduce the release of the NO₂ gas from motor vehicles.

Particulate matter: By contrast, a large number of health effects of particulate matter with regard to short-term and long-term exposure are verified. According to the current state of knowledge, mortality increases with increasing exposure to PM_{2.5} and, respectively, a reduction in mortality is to be expected with a reduction in ambient particulate matter.

Even though the weight of evidence for the effects of particulate matter on health - especially long-term exposure - is clearer and the extent of damage to health higher than that of NO₂, reducing the high level of NO₂ pollution in urban areas in Germany is urgently needed to protect the population.

Vortragsfolien:

**Gesundheitliche Risiken von Stickstoffdioxid
im Vergleich zu anderen verkehrsabhängigen Luftschadstoffen -
Bewertung durch internationale Expertengruppen**

H.-Erich Wichmann, München

Vortrag Fachtagung Stickoxide Augsburg 23.10.2018

Inhalt

- Einleitung
- Aktueller Stand der Bewertung durch internationale Gremien
- Fragen und Antworten
- Diskussion
- Zusammenfassung

Aktueller Stand der Bewertungen internationaler Gremien

Es werden vorrangig Dokumente betrachtet, die entweder Begründungen für die derzeit gültigen Richtwerte und Grenzwerte enthalten oder aktuellere Bewertungen des Wissensstandes oder Folgenabschätzungen wiedergeben, die durch internationale Experten erarbeitet wurden.

analysierte Dokumente aus Europa (WHO/EU)

- **WHO 2006 Air Quality Guidelines**

Die derzeit gültigen Leitlinien für die Luftqualität enthalten Empfehlungen für gesundheitsbasierte Richtwerte sowie deren wissenschaftliche Begründung.

- **WHO 2013 REVIHAAP und HRAPIE Health aspects of air pollution**

Das WHO Regionalbüro für Europa hat die Projekte REVIHAAP (Evidence on health aspects of air pollution to review EU policies) und HRAPIE (Health risks of air pollution in Europe) mit finanzieller Unterstützung der Europäischen Kommission etabliert.

analysierte Dokumente aus Europa (WHO/EU)

- **EU 2013 EU Clean Air Policy Package**

Die Mitteilung EU/EC (2013) zum Paket der EU-Luftreinhaltepolitik stellt fest, dass die derzeit gültigen Luftqualitätsgrenzwerte sorgfältig geprüft, aber nicht geändert wurden.

- **ETC/ACM 2016 Quantifying the health impacts of ambient air pollution**

In diesem technischen Bericht wird das Verfahren beschrieben, das für das Health Impact Assessment in den Luftqualitätsreports der Europäischen Umwelt Agentur (EEA) verwendet wird.

- **EEA 2017 Annual Report**

Der Luftqualitätsreport 2017 der Europäischen Umwelt Agentur (EEA) enthält neben den Expositionsdaten der Bevölkerung eine quantitative Abschätzung der Mortalität durch PM_{2,5} und NO₂

analysierte Dokumente aus den USA

- US-EPA 2009 Integrated Science Assessment for Particulate Matter
- US-EPA 2010 Quantitative Health Risk Assessment for Particulate Matter
- US-EPA 2016 Review Plan for Air Quality Standards of Particulate Matter

- **US-EPA 2016 Integrated Science Assessment for NO₂**

Die integrierte Bewertung der Wissenschaft dient der Überprüfung und Synthese der wichtigsten Erkenntnisse. Der Bericht bildet die wissenschaftliche Grundlage für die Überprüfung der Grenzwerte für NO₂ in den USA.

- **US-EPA 2017 Review of Air Quality Standards for NO₂**

begründet die von der EPA vorgeschlagene Beibehaltung der Grenzwerte für NO₂.

Kausalitätsbetrachtungen (nach US-EPA 2016)

Ein Zusammenhang ist kausal, wenn er

- **Konsistent** ist: der Effekt wurde in mehreren unabhängigen Studien gefunden und ist reproduzierbar, dh es gibt keine (erklärbaren) widersprüchlichen Ergebnisse
- **Kohärent** ist: Effekte wurden mit unterschiedlichen Studienansätzen (kontrollierte Exposition, tierexperimentell, epidemiologisch) und für ähnliche Gesundheitsendpunkte gefunden (zB HK-Erkrankungen, HK-Mortalität)
- **Biologisch plausibel** ist: es gibt (zB aus experimentellen Studien) biologisch plausible Mechanismen (für die Krankheitsentstehung durch die Schadstoffwirkung)
- Weitere „Hill-Kriterien“ sind erfüllt

Frage 1: Wissensstand Kurzzeitexposition

Antwort 1:

NO₂: WHO/EU: *stärkste Beweiskraft für respiratorische Krankenhausaufnahmen und die tägliche Sterberate.*

US-EPA: *Kurzzeiteffekte von NO₂ auf die Atemwege als kausal eingestuft: Verschlimmerung von Asthma, klinisch relevante Anstiege in der Empfindlichkeit der Atemwege und Anstiege von allergischen Reaktionen, ferner der Abfall der Lungenfunktion und der Anstieg von Atemwegssymptomen bei Kindern mit Asthma und der Anstieg von Krankenhausaufnahmen und Besuchen von Notaufnahmen wegen asthmatischer Beschwerden.*

Frage 1: Wissensstand Kurzzeitexposition

Antwort 1:

Feinstaub (PM_{2,5}) WHO/EU: Effekte auf die tägliche Sterberate sowie Krankenhausaufnahmen von Patienten mit Herz-Kreislauf Erkrankungen oder Atemwegserkrankungen als abgesichert eingestuft. **US-EPA:** ebenfalls Kurzzeiteffekte von Feinstaub auf die tägliche Sterberate und das Herz-Kreislauf System kausal.

andere Luftschadstoffe seitens **WHO/EU** und **US-EPA** in Hinblick auf grobe Partikel (PM_{10-2,5}) und ultrafeine Partikel (<0,1 µm) Hinweise auf Effekte der Kurzzeitexposition gesehen. Die Datenlage reicht aber nicht für eine Einstufung als kausal aus.

Frage 2: Wissensstand Langzeitexposition

Antwort 2: NO₂:

WHO/EU: Wissensstand begrenzt, insbes. zu Mortalitätseffekten. Unklar, ob es unabhängige Effekte von NO₂ als Gas gibt, da in diesen Studien die Korrelationen zwischen NO₂ und anderen Schadstoffen oftmals hoch sind, so dass NO₂ möglicherweise ein Schadstoffgemisch repräsentiert.

US-EPA: Wirkungen auf die Atemwege (Entwicklung von Asthma, Neuerkrankungen von Asthma bei Kindern) wahrscheinlich kausal. Effekte auf die Mortalität werden als Hinweise eingestuft, die nicht ausreichen, um einen kausalen Zusammenhang abzuleiten.

Frage 2: Wissensstand Langzeitexposition

Antwort 2:

Feinstaub (PM_{2,5}): WHO/EU: Es gibt eine vertrauenswürdige Datenlage für Effekte auf die Gesamtmortalität.

US-EPA: Beweiskraft für die Gesamtmortalität, die Mortalität durch Herz-Kreislauf Erkrankungen und Atemwegserkrankungen als kausal oder wahrscheinlich kausal eingestuft.

Für **andere Schadstoffe** ist die Datenlage als unzureichend anzusehen.

belastbare quantitative Abschätzung gesundheitlicher Folgen der Langzeitexposition gegenüber verkehrsabhängigen Schadstoffen möglich?

Langzeitexposition	NO ₂	Feinstaub (PM _{2,5})
Belege für Auswirkungen der Langzeitexposition auf die Gesamtmortalität		
WHO/EU: (WHO/EU 2013)	Gruppe B (unsicherere Datenlage), Abschätzung mit Unsicherheiten möglich	Gruppe A (Datenlage vertrauenswürdig), Abschätzung möglich
USA: (US-EPA 2011, 2016)	Stufe 3 (Hinweise), Abschätzung nicht möglich	Stufe 1 (kausal), Abschätzung möglich

Frage 3: quantitative Abschätzungen der Mortalität durch Langzeitexposition

Antwort 3: NO₂:

WHO/EU gibt eine Konzentrations-Wirkungs-Funktion für die Mortalität an. Diese soll aber wegen bestehender Unsicherheiten nur für Sensitivitätsanalysen verwendet werden.

Die **Europäischen Umweltagentur (EEA)** führt dennoch Abschätzungen durch und berechnet für 2014 für **Deutschland 12.860 vorzeitige Todesfälle und 133.800 verlorene Lebensjahre durch NO₂**. Das Ergebnis ist stark vom angenommenen „Schwellenwert“ abhängig.

US-EPA: gibt **keine Konzentrations-Wirkungs-Funktion** für die Mortalität in Abhängigkeit von NO₂ an, da dieser Zusammenhang als nicht ausreichend abgesichert eingestuft wird.

Frage 3: quantitative Abschätzungen der Mortalität durch Langzeitexposition

Antwort 3:

PM_{2,5}: WHO/EU: Es wird eine Konzentrations-Wirkungs-Funktion für die Mortalität angegeben. Die Beweiskraft wird in die höchste Gruppe eingestuft. Hiermit werden von **EEA** für 2014 für **Deutschland 66.080 vorzeitige Todesfälle und 687.700 verlorene Lebensjahre für PM_{2,5}** berechnet.

US-EPA: gibt **mehrere Konzentrations-Wirkungs-Funktionen** für die Mortalität in Abhängigkeit von PM_{2,5} an, die im Wesentlichen auf der gleichen Datengrundlage wie die Funktion der WHO/EU beruhen und dieser daher ähneln.

Frage 4: Vergleich von NO₂ mit anderen verkehrsabhängigen Schadstoffen

Antwort 4:

NO₂ und PM_{2,5}: US-EPA und WHO/EU einig, dass für PM_{2,5} der Zusammenhang zwischen Langzeitexposition und der Gesamtmortalität sehr gut abgesichert ist und als kausal angesehen werden kann, während die Belege beim NO₂ schwächer sind.

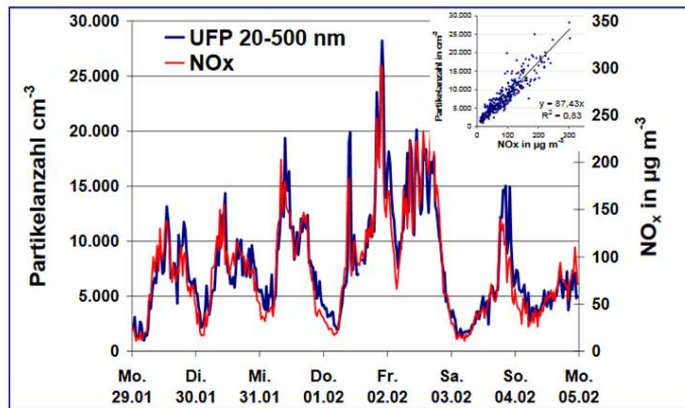
WHO/EU: teilt die Einschätzung der US-EPA, dass die Datenlage unsicher ist, sie halten aber dennoch eine quantitative Risikoabschätzung für NO₂ „mit Unsicherheiten“ für möglich.

Vergleich von NO₂ mit anderen verkehrsabhängigen Schadstoffen wie **ultrafeinen Partikeln, elementarem Kohlenstoff, CO, PAH** und einigen Metallen, die in Straßennähe stärker erhöht sind: Abgrenzung der gesundheitlichen Auswirkungen ist nur begrenzt möglich. NO₂ **repräsentiert möglicherweise das Schadstoffgemisch.**

Korrelationsmatrix der Tagesmittelwerte von PM₁₀ (untere Dreiecksmatrix) bzw. PM_{2,5} (obere Dreiecksmatrix) mit verschiedenen Messparametern (LFUG 2005)

	PM ₁₀	Nitrat	Ruß	Kfz	Lkw	UFP	NO	NO ₂
PM _{2,5}		0,71	0,69	0,04	0,07	0,21	0,26	0,39
Nitrat	0,68		0,40	-0,09	-0,09	0,28	0,27	0,29
Ruß	0,75	0,29		0,42	0,44	0,57	0,75	0,68
Kfz	0,14	-0,10	0,44		-	-	-	-
Lkw	0,17	-0,11	0,46	0,95		-	-	-
UFP	0,31	0,26	0,51	0,43	0,47		-	-
NO	0,35	0,23	0,69	0,46	0,49	0,75		-
NO ₂	0,51	0,27	0,69	0,55	0,56	0,66	0,62	

Vergleichsmessungen von NO_x und Ultrafeinen Partikeln (UFP) Dresden, Schlesischer Platz (29.01.-05.02.2007)



Quelle: UFIPOLNET 2007 Dauermessung von Ultrafeinstaub-Partikelgrößenverteilungen in der Stadt.
Urheber: Dr. H. Gerwig, Herausgeber: LfULG, gefördert durch die EU

Korrelationen der Schadstoffe

- deutliche Korrelation des Verkehrsaufkommens mit Stickoxiden (NO und NO₂), Ruß (elementarem Kohlenstoff) und ultrafeinen Partikeln (UFP)
- keine oder schwache Korrelation des Verkehrsaufkommens mit Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) und Nitrat
- starke Korrelation von Stickoxiden (NO und NO₂) mit Ruß sowie mit und ultrafeinen Partikeln (UFP)
- starke Korrelation von Feinstaub (PM₁₀ und PM_{2,5}) mit Nitrat

Frage 5: Was bewirken Maßnahmen zur Luftreinhaltung in Hinblick auf die Gesundheitsrisiken durch NO_2 bzw. andere verkehrsabhängige Schadstoffe?

Antwort 5:

*Die Reduktion der Exposition gegenüber **NO_2 als Gas** kann naturgemäß nur eine Verringerung der gesundheitlichen Auswirkungen des Gases NO_2 bewirken.*

***NO_2 als Indikator für andere Luftschadstoffe** wie ultrafeine Partikel, elementaren Kohlenstoff etc.: die dadurch bedingten gesundheitlichen Auswirkungen können nicht durch die Reduktion der Freisetzung von NO_2 vermieden werden. Hierzu ist es erforderlich, die Freisetzung dieser anderen Schadstoffe zu verringern. Da diese Stoffe überwiegend an Partikel angelagert sind, sind somit Techniken zu Verminderung der Partikelemission wirksam.*

Frage 5: Was bewirken Maßnahmen zur Luftreinhaltung in Hinblick auf die Gesundheitsrisiken durch NO_2 bzw. andere verkehrsabhängige Schadstoffe?

Antwort 5:

***Partikelfilter:** erhebliche Reduktion der Freisetzung von PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ aber auch von ultrafeinen Partikeln und elementarem Kohlenstoff erfolgt. Damit werden gleichzeitig die an diese Partikel adsorbierten toxischen Stoffe herausgefiltert.*

***Umweltzonen:** Dadurch war es möglich, die Partikelkonzentrationen in hochbelasteten Innenstädten deutlich zu reduzieren.*

*nach dem derzeitigen Wissensstand ist von einem **Rückgang der Mortalität bei Reduktion der Feinstaubbelastung** auszugehen.*

Diskussion

Beispiele für die Abschätzung von Auswirkungen der Langzeitexposition auf die Gesamtmortalität		
	NO ₂	PM _{2,5}
US-EPA 2011 Benefits and Costs of the Clean Air Act	-	In den USA sinkt die Zahl <u>vorzeitiger Todesfälle</u> durch PM _{2,5} (bei Umsetzung des Clean Air Act 1990) um 160.000 (in 2010) bzw. um 230.000 (in 2020) im Vergleich zu 1990
OECD 2012 Umweltausblick bis 2050	-	Weltweit nimmt die Zahl <u>vorzeitiger Todesfälle</u> durch Feinstaub ohne neue Maßnahmen von ca. 1,4 Mio (2010) auf ca 2,2 Mio (2030) und ca. 3,6 Mio (2050) Todesfälle pro Jahr zu
EU/EC 2013 Auswirkungen des Programms „Saubere Luft für Europa“	-	In Europa betrug 2010 die Zahl <u>vorzeitiger Todesfälle</u> durch Feinstaub und Ozon über 400 000. Durch die neuen Luftqualitätsziele ist ein Rückgang dieser Zahl um 52% zu erwarten, bezogen auf 2005

Diskussion

Beispiele für die Abschätzung von Auswirkungen der Langzeitexposition auf die Gesamtmortalität		
	NO ₂	PM _{2,5}
GBD 2015 Global Burden of Disease	-	Weltweit beträgt in 2015 die Zahl <u>vorzeitiger Todesfälle</u> durch Feinstaub (PM _{2,5}) 4,2 Mio. das entspricht 103 Mio <u>verlorenen DALYs (behinderungsadjustierte Lebensjahre)</u>
EEA 2017 Air Quality in Europe*	In Deutschland beträgt in 2014 die Zahl <u>vorzeitiger Todesfälle</u> durch NO ₂ 12.860, das entspricht 133.800 <u>verlorenen Lebensjahren</u>	In Deutschland beträgt in 2014 die Zahl <u>vorzeitiger Todesfälle</u> durch PM _{2,5} 66.080, das entspricht 687.700 <u>verlorenen Lebensjahren</u>

Diskussion: derzeit gültige Grenzwerte und Richtwerte

letztendliche Grundlagen der NO₂-Richtwerte und Grenzwerte sind Kurzzeiteffekte auf kindliche Atemwegserkrankungen, insbesondere Asthma. Für die PM_{2,5} bzw. PM₁₀ Richtwerte und Grenzwerte sind Effekte der Kurzzeit- und Langzeitexposition von PM_{2,5} auf die tägliche Sterberate für die Ableitung herangezogen worden.

Langzeitexposition gegenüber NO₂: keine wissenschaftliche Datengrundlage, um einen gesundheitsbasierten Richtwert oder einen Grenzwert abzuleiten. Daher wurden Werte zum Schutz der Gesundheit festgelegt.

Insgesamt haben neuere wissenschaftliche Erkenntnisse die offiziellen Bewertungen für NO₂ und Feinstaub bisher nicht grundlegend geändert. Derzeit Überarbeitung der Air Quality Guidelines der WHO (voraussichtlich 2020 abgeschlossen)

Vergleich der Grenzwerte bzw. Richtwerte für NO₂, PM_{2,5} und PM₁₀ in der EU, den USA und bei der WHO

Kurzzeitexposition	NO ₂ max. 1 Stundenwert eines Tages	PM _{2,5} Tagesmittelwert	PM ₁₀ Tagesmittelwert
EU-Grenzwert [µg/m ³]	200 (darf nicht mehr als 18 Mal pro Jahr überschritten werden)	-	50 (darf nicht mehr als 35 Mal pro Jahr überschritten werden)
WHO-Richtwert [µg/m ³]	200 (sollte nicht überschritten werden)	25 (sollte nicht öfter als 3 Mal pro Jahr überschritten werden)	50 (sollte nicht öfter als 3 Mal pro Jahr überschritten werden)
USA-Grenzwert [µg/m ³]	188 (100 ppb) (98 Perzentilwert der täglichen 1 h Maxima, gemittelt über 3 Jahre)	35 (98 Perzentilwert, gemittelt über 3 Jahre)	150 (darf nicht mehr als 1 Mal pro Jahr im Mittel über 3 Jahre überschritten werden)
Langzeitexposition (Jahresmittelwert)	NO ₂	PM _{2,5}	PM ₁₀
EU-Grenzwert [µg/m ³]	40	25	40
WHO-Richtwert [µg/m ³]	40	10	20
USA-Grenzwert [µg/m ³]	100 (53 ppb)	12 (Jahresmittel, gemittelt über 3 Jahre)	-

Überschreitungen der Grenzwerte der EU und USA in Deutschland

Langzeitgrenzwert	In Deutschland
EU: 40 µg/m ³ für NO ₂	an vielen Messstationen erheblich überschritten
USA: 100 µg/m ³ für NO ₂	an allen Messstationen eingehalten
EU: 25 µg/m ³ für PM _{2,5}	an allen Messstationen eingehalten
USA: 12 µg/m ³ für PM _{2,5}	an vielen Messstationen erheblich überschritten

Durch Einhalten der US-Grenzwerte für PM_{2.5} und NO₂ lassen sich deutlich mehr Gesundheitsschäden vermeiden als durch Einhalten der EU-Grenzwerte

Grenzwert für den Arbeitsplatz NO₂

- Der NO₂-Grenzwert für die Exposition am Arbeitsplatz ist mit 950 µg/m³ deutlich höher als der Langzeitwert von 40 µg/m³ für die Exposition in der Umwelt. Der Grund hierfür ist die Tatsache, dass die wichtigen Risikogruppen für gesundheitliche Schäden, nämlich Patienten, Kinder und alte Menschen nicht am Arbeitsplatz anzutreffen sind. Ferner ist die Exposition auf die Arbeitszeit (ca. 8 Stunden am Tag für 5 Tage) begrenzt ist, während die Exposition in der Umwelt für 24 Stunden am Tag und 7 Tage in der Woche stattfindet. Daher ist unstrittig, dass **Arbeitsplatzgrenzwerte nicht für die Umwelt anwendbar** sind.

Zusammenfassung NO₂

Die Datenlage für NO₂ ergibt **klare Belege für Auswirkungen auf das Auftreten von Asthma und die Verschlechterung des Zustands von Asthmatikern, ferner für andere Atemwegserkrankungen**. Die in einigen epidemiologischen Studien gefundenen Zusammenhänge mit der Mortalität werden als weniger eindeutig eingestuft.

Insbesondere ist NO₂ in diesen Studien möglicherweise als **Indikator für andere verkehrsabhängige Schadstoffe wie ultrafeine Partikel und elementaren Kohlenstoff** etc. anzusehen, die ein ähnliches Ausbreitungs- und Verteilungsmuster wie NO₂ aufweisen und gleichzeitig mit NO₂ auftreten.

Zusammenfassung NO₂

- Diese Interpretation der Datenlage zu NO₂ wird sehr eindeutig von der Expertengruppe der US-EPA vertreten, die 2016 die derzeit aktuellste Bewertung des Wissensstandes zu NO₂ durchgeführt hat.
- Von der WHO liegt eine abschließende Bewertung bisher nicht vor, sie wird von der Aktualisierung der Air Quality Guidelines im Jahr 2020 erwartet. In der Zwischenzeit haben Arbeitsgruppen der WHO ihre Einschätzungen erarbeitet, und auch diese weisen auf die unsichere Datenlage für Wirkungen von NO₂ auf die Mortalität hin.

Dennoch wurden von der Europäischen Umweltorganisation (EEA) **Rechnungen zu vorzeitigen Todesfällen und verlorenen Lebensjahren durch NO₂** vorgelegt, die **ohne zusätzliche Erläuterung als irreführend** einzustufen sind.

Zusammenfassung

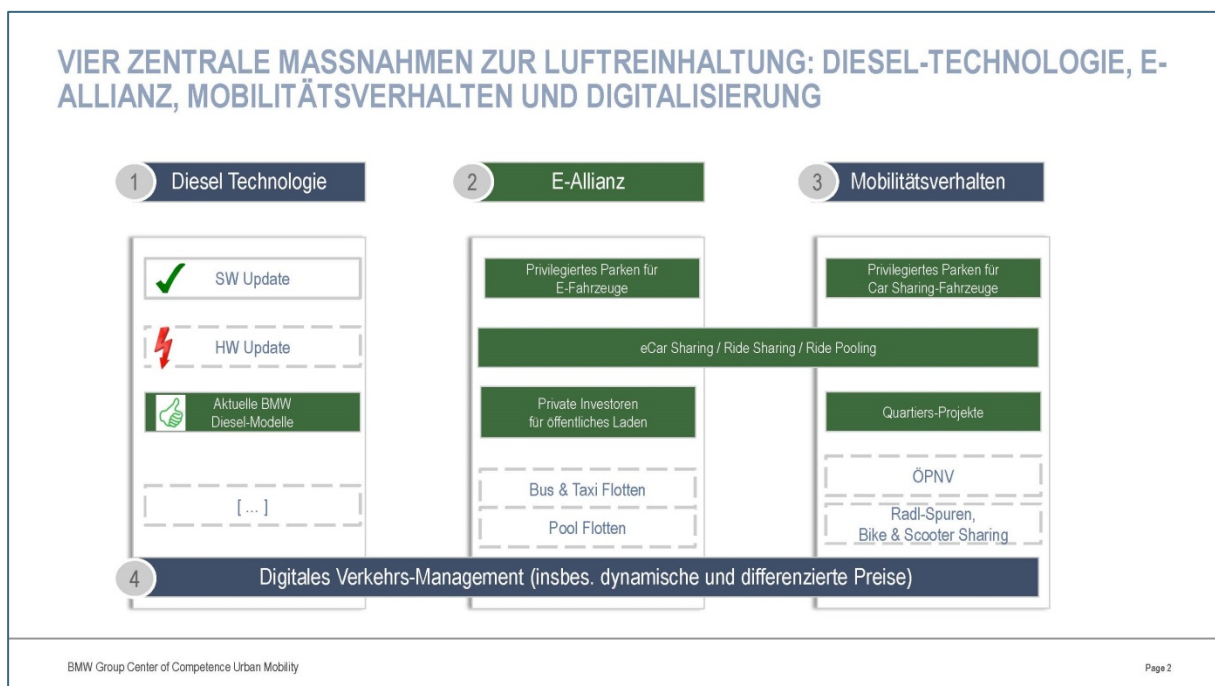
Auch wenn die Beweiskraft für Auswirkungen von Feinstaub auf die Gesundheit – insbesondere bei Langzeitbelastung – klarer und das Ausmaß der Gesundheitsschäden höher ist als durch das Gas NO₂, so ist dennoch **aus gesundheitlicher Sicht nachdrücklich eine Verringerung der hohen NO₂-Belastung in städtischen Bereichen in Deutschland zu fordern.**

Ausführliche Darstellung und Leserbriefe

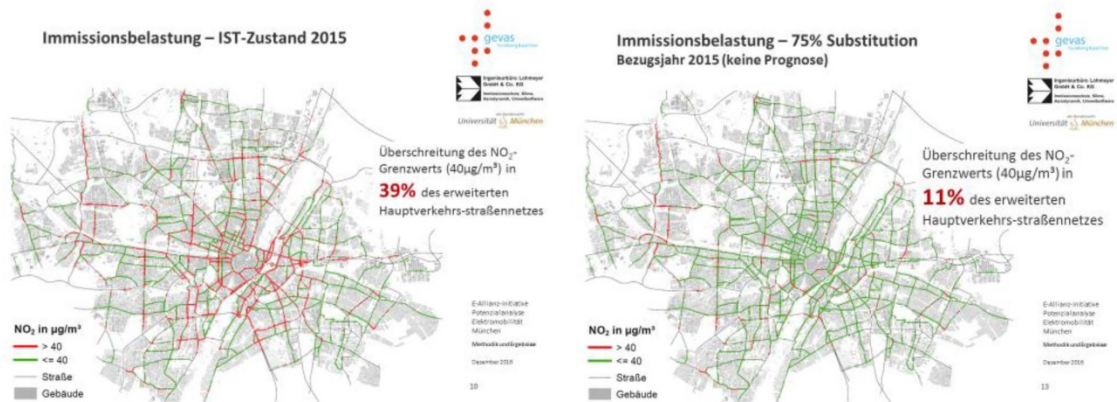
- Wichmann, HE (2018): Gesundheitliche Risiken von Stickstoffdioxid im Vergleich zu Feinstaub und anderen verkehrsabhängigen Luftschadstoffen. Umwelt – Hygiene – Arbeitsmed 23 (2) 57-71
- Greim, H und Franck, U (2018) Leserbriefe. Umwelt – Hygiene – Arbeitsmed 23 (3) 182-185
- Wichmann, HE (2018): Antwort auf Leserbriefe. Umwelt – Hygiene – Arbeitsmed 23 (4) 1-2

Mögliche Beiträge der Automobilindustrie zur Luftreinhaltung –Motortechnologie, Elektromobilität und Mobilitätsverhalten

Dr. Carl Friedrich Eckhardt, BMW Group



E-ALLIANZ MÜNCHEN: ZUR EINHALTUNG DER NO_x-GRENZWERTE MÜSSEN MEHR ALS 75% DER PKW-FAHRTEN ELEKTRIFIZIERT WERDEN



Fazit: In diesem Szenario müssen die die verbleibenden Entlastungseffekte über ein verändertes Mobilitätsverhalten und moderne Motoren erreicht werden.

FÜR 75% DER PKW-FAHRTEN BRAUCHT MÜNCHEN 4.600 LADEPUNKTE [BEZUGSJAHR 2015, KEINE PROGNOSE], UMSETZUNG IST IM GANGE

Szenario	Gesamtanzahl Ladevorgänge pro Tag	Anzahl gleichzeitig stattfindender Ladevorgänge in der Spitzenbelastung	Anzahl gleichzeitig stattfindender Ladevorgänge im Tagesdurchschnitt
Szenario „-25%“ • Reichweite 225 km • Ladedauer 2:11 h • Heimpladefähigkeit 26%, 34%, 45% • Arbeitsplatz-Ladefähigkeit 7,5%	35.300	9.240 (4.620 Ladesäulen)	3.240
Basisszenario • Reichweite 300 km • Ladedauer 1:45 h • Heimpladefähigkeit 35%, 45%, 60% • Arbeitsplatz-Ladefähigkeit 1,0%	20.000	4.600 (2.300 Ladesäulen)	1.460
Szenario „+25%“ • Reichweite 375 km • Ladedauer 1:19 h • Heimpladefähigkeit 44%, 56%, 75% • Arbeitsplatz-Ladefähigkeit 12,5%	11.700	2.060 (1.030 Ladesäulen)	630

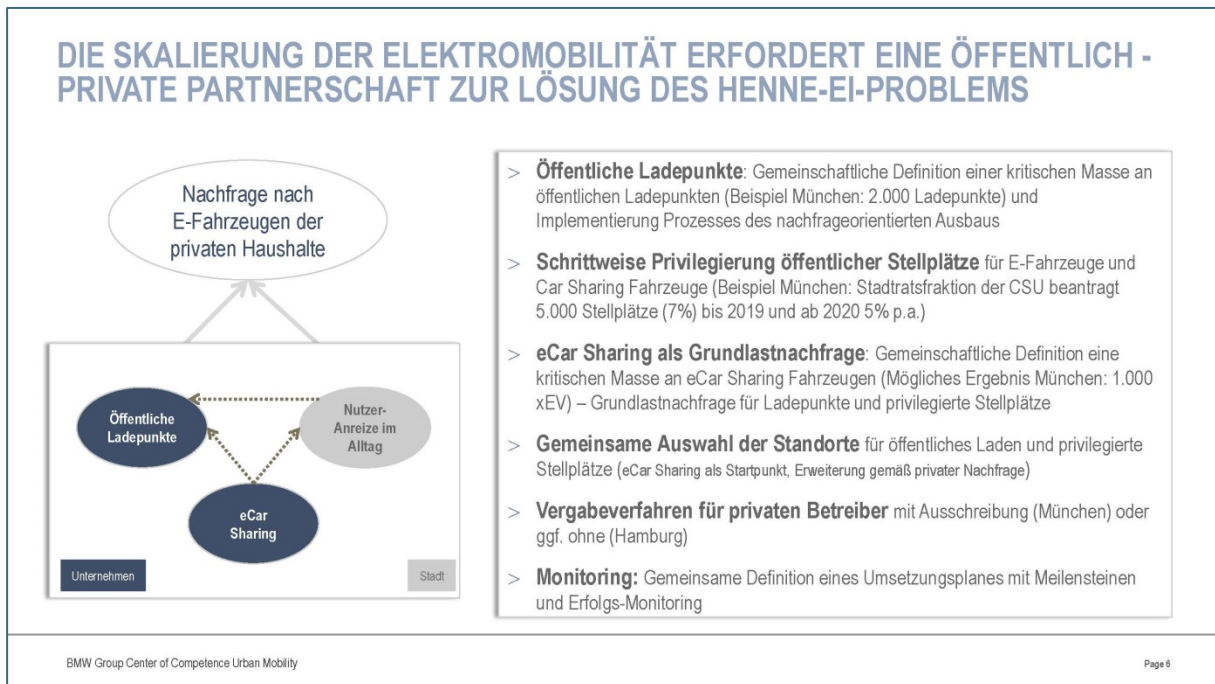
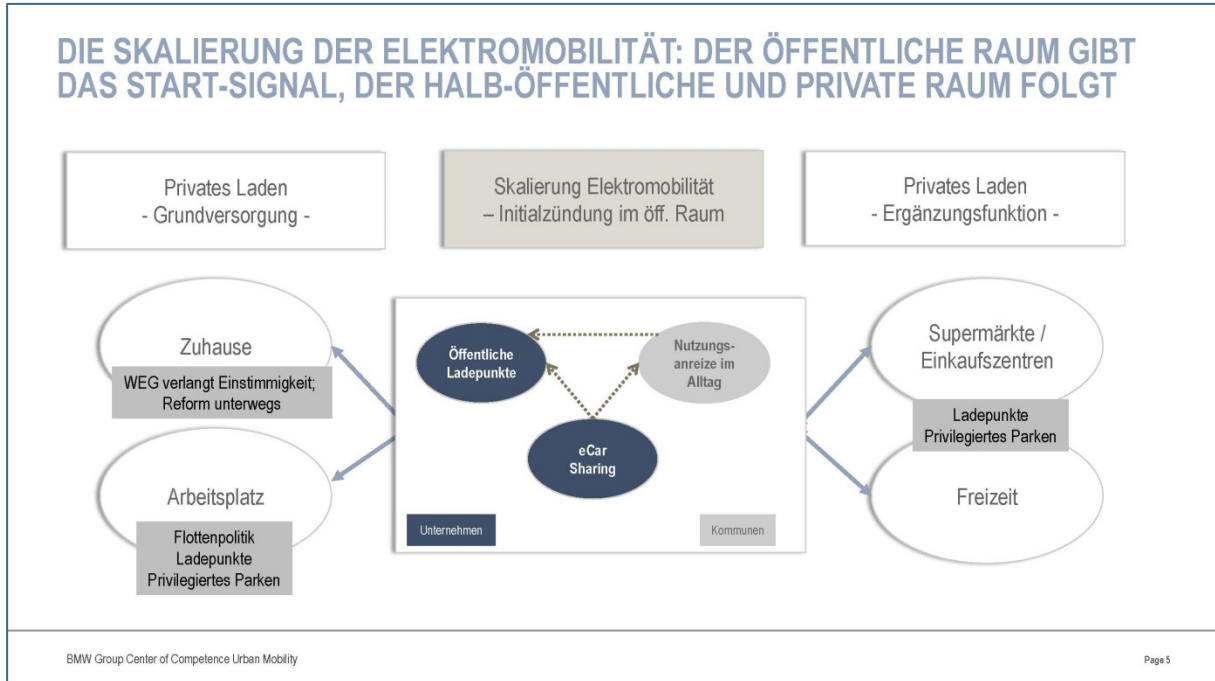


Stadtratsbeschluss

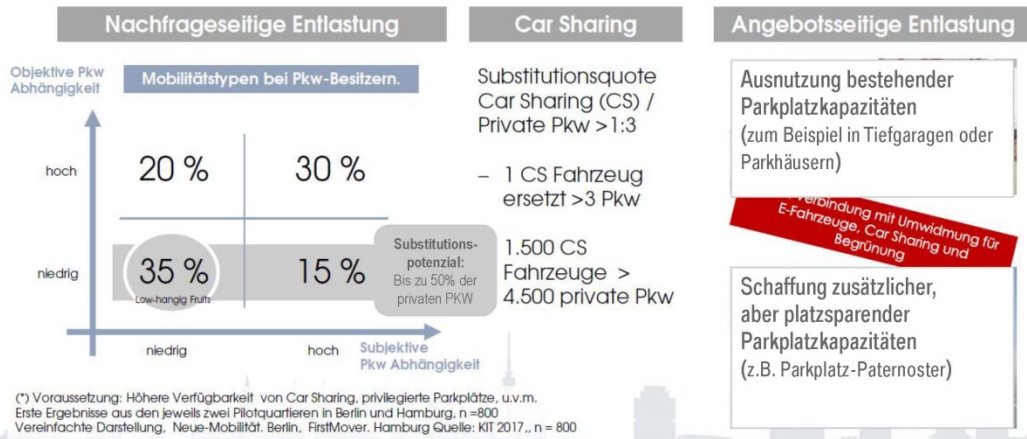
- > Aufstockung von 100 auf 550 Ladesäulen
- > PPP Modell zur Skalierung der Elektromobilität

Stadtratsanträge

- > CSU-Fraktion : u.a. schrittweise Privilegierung öffentlicher Stellplätze für E-Fahrzeuge und Car Sharing Flotten (5.000 bis 2019, 5% p.a. ab 2020)
- > B90 / Grüne: schrittweise Privilegierung 10% p.a.



DIE SCHRITTWEISE PRIVILEGIERUNG ÖFFENTLICHER STELLPLÄTZE IST EINE POLITISCH HERAUSFORDERUNG – ABER MAN KANN PLATZ DAFÜR SCHAFFEN.

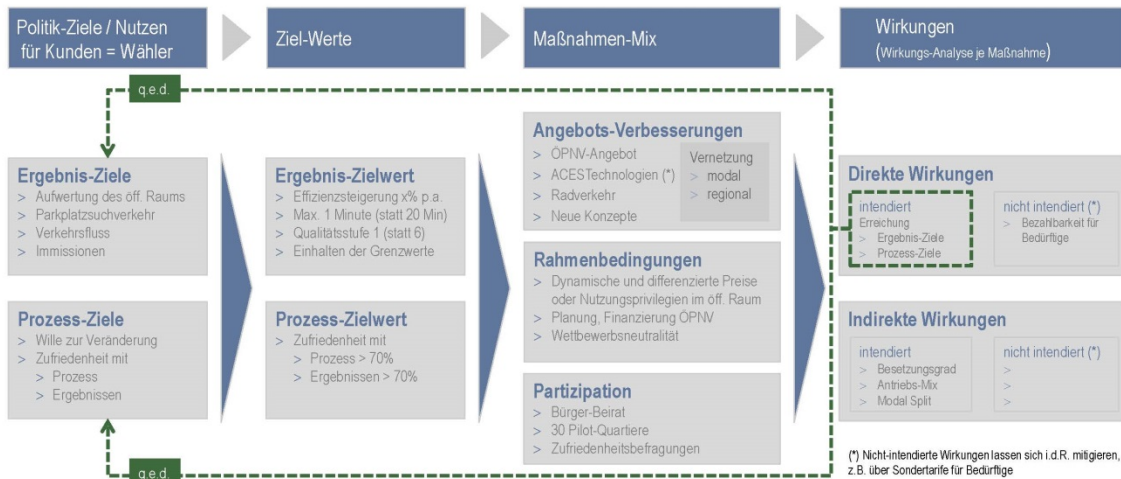


BMW Group Center of Competence Urban Mobility

* In verdichteten Innenstadtkuartieren

Page 7

VISION 2030: LEBENSQUALITÄT UND MOBILITÄTSQUALITÄT VERBESSERN. GLEICHZEITIG. TROTZ WACHSTUM. GEMEINSAM. DAS IST DER WEG.



BMW Group Center of Competence Urban Mobility

(*) ACES = Automated Driving, Connectivity, Electrification, Shared Mobility Services

Page 8

ZUSAMMEFASSUNG: DEN ZIELKONFLIKT ZWISCHEN INDUSTRIEPOLITIK VS. STADTENTWICKLUNGS- UND UMWELTPOLITIK IN ZIELHARMONIE ÜBERFÜHREN.

Moderne **DIESEL** sind ein Teil der Lösung

ELEKTROMOBILITÄT: Skalierung der privaten Nachfrage im Rahmen einer öffentlich-privaten Partnerschaft

Das **MOBILITÄTSVERHALTEN** mit multi-modaler (Auto) Mobilität adressieren: Das Potenzial von Car Sharing und Ride Sharing / Ride Pooling ausschöpfen

RAHMENBEDINGUNGEN sind noch nicht auf Nachhaltigkeit getrimmt. Dynamische und differenzierende Preise und Marktöffnung bei der Personenbeförderung sind notwendig.

MIT NEUEM STRATEGISCHEN RAHMEN zu Innovationen und Mehrheiten: Mit Qualitätszielen Veränderung stimulieren, mit Pull- und Push-Maßnahmen diese herbeiführen.

DIE GEMEINSAMEN AKTIVITÄTEN SOLLEN ÜBER EIN MONITORING EVALUIERT UND BEI BEDARF ANGEPAST WARDEN – EINE GRUNDSTRUKTUR

Ziel-Variablen <i>Beispiele</i>	Zwischen-Ziele <i>Beispiele</i>	Maßnahmen <i>Beispiele</i>
Flächenallokation Qualität Verkehr / Mobilität > Straßenverkehr: V-Fluss, Parkraumsuchverkehr, ... > ÖPNV: Reisezeit, Komfort, ... > Radverkehr: Reisezeit, Sicherheit	[...] [...]	[...] [...]
Emissionen / Immissionen > Luftqualität: NOx, PM > Lärm > CO2	Emissionen / Immissionen > Verbesserung Diesel-Technologie > Anzahl E-Fahrzeuge > Reduzierung der Verkehrsleistung	> Ladeinfrastruktur (off. semi-off. privat) > Privilegiertes Parken (E-Mob-Gesetz) > Dyn. / differenzierte Preise
Zufriedenheit der Bürger / Wähler	[...]	[...]

Der Dieselmotor –Zukunft oder Ende?

Dino Silvestro, ADAC e.V.

Aktuelle Situation

Bundesverwaltungsgericht ebnet den Weg für Fahrverbote in Städten.

Das Bundesverwaltungsgericht hat mit seinem Urteil vom 27. Februar 2018 **den Weg für mögliche Fahrverbote in Städten geebnet.**

Viele Fragen bleiben allerdings offen.

Diesel-Besitzer befürchten **hohe Wertverluste** ihrer Fahrzeuge.

Pendler sind unsicher, welches Verkehrsmittel sie zukünftig zur Arbeit bringen soll.



2 ADAC

Nationales Forum Diesel

Die Ergebnisse des Dieseltreffs werden nicht ausreichen.

Die **deutsche Autoindustrie verpflichtet sich bis zum Jahresende 2018 bei ca. 5,3 Millionen** aktuell zugelassenen Diesel-Pkw (Euro 5 und Euro 6) durch Nachbesserungen die **NO_x-Emissionen um 25-30 % zu verringern.**

Die **Kosten tragen die Hersteller.**

Die **CO₂-Emissionen (und somit der Kraftstoffverbrauch) dürfen nicht negativ verändert werden.** Dass sich auch die weiteren Schadstoffe, Geräusche und Motorleistung nicht verschlechtern, ist zumindest der Wunsch der Politik.

Die **Politik hat die Hersteller aufgefordert, gegenüber dem Kunden die Gewährleistung auf die Bauteile zu übernehmen, die dadurch beansprucht werden.** Dafür soll beim Kraftfahrt-Bundesamt (KBA) ein Verbraucherbeirat installiert werden.

Die Politik möchte, dass die **Software-Maßnahmen durch das KBA geprüft und freigegeben** werden.

Die Hersteller bieten **für Euro 4-Fahrzeuge und älter Umstiegsprämien.**

Ein **gemeinsamer Fonds „Nachhaltige Mobilität für die Stadt“** wurde aufgelegt.

3 ADAC



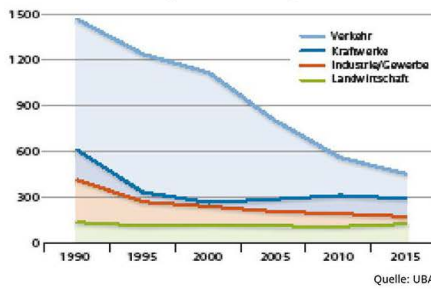
Entwicklung der Schadstoffbelastung in den Städten

Stickstoffdioxid-Immissionen nehmen zwar ab, Verkehr bleibt aber der Hauptverursacher.

Die NO_x-Belastung hat viele Verursacher

Hauptverantwortlich für Stickoxide bleibt der Verkehr, obwohl sich die Werte zuletzt verbesserten. Andere NO_x-Quellen stagnieren.

Stickoxid-Emissionen NO_x (gerechnet als NO₂) in tausend Tonnen

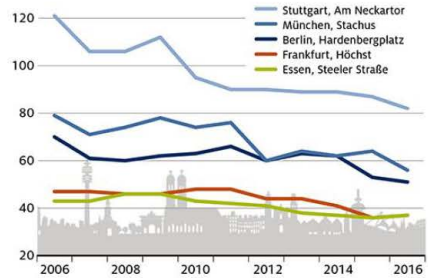


4 ADAC

Weniger schädliches Stickoxid in den Städten

Die Stickstoffdioxid-Immission (NO₂) an verkehrsreichen Messstellen hat sich zwar permanent verbessert, ist aber immer noch viel zu hoch.

NO₂-Jahresmittelwerte (µg/m³)



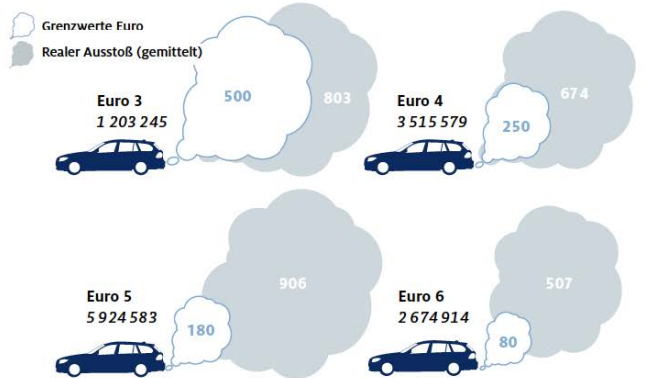
Entwicklung der Schadstoffbelastung in den Städten

Emissionen im Realbetrieb deutlich höher als im Labor.

Bei Normaltemperaturen noch schädlicher als gedacht

Wird das Abgasverhalten der Diesel über alle Jahreszeiten mit den in Deutschland üblichen Temperaturen berechnet, sind die echten Abgasemissionen höher als im Labor.

Aktueller Bestand (Ausstoß NO_x in mg/km)



5 ADAC

Abgasgrenzwerte Euro 6, WLTP und RDE

WLTP und RDE bringen deutliche Verschärfung für Typgenehmigung.

Abgasgesetzgebung für Pkw schreibt Grenzwerte für Ausstoß von Kohlenmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffe (HC), Stickoxiden (NO_x) und Partikel (PM/PN) fest.

Eigener Grenzwert für Stickstoffdioxid (NO₂) ist hier nicht festgeschrieben.

Abgasgrenzwerte seit Einführung von Euro 1 (1992/1993) fortlaufend abgesenkt; letzte Verschärfungen im Rahmen der Euro 6-Norm.

Trotz Erfüllung strenger Abgasnormen mit niedrigen Grenzwerten im Typgenehmigungszyklus werden im realen Fahrbetrieb deutlich mehr Emissionen ausgestoßen – mit der Folge, dass die Immissionsbelastung kaum sinkt. Messungen zeigen, dass insbesondere die Stickoxidemissionen NO_x außerhalb des Prüfzyklus deutlich über dem Typgenehmigungsgrenzwert liegen.

Neu ab 1. September 2017:

Einführung des neuen Messverfahrens WLTP (Worldwide harmonized Light Duty Test Procedure) als Ersatz für den NEFZ (Neuer Europäischer Fahrzyklus)

Zusätzliche Messungen im realen Fahrbetrieb (RDE, Real Driving Emissions) mit portabler Messtechnik (PEMS, Portable Emission Measurement Systems)

Euro 6D
TEMP_{orär}

Euro 6D

6 ADAC

Abgasgrenzwerte Euro 6, WLTP und RDE

WLTP und RDE bringen deutliche Verschärfung für Typgenehmigung.

WLTP – Einführungsfristen/Grenzwerte

WLTP für die Typgenehmigung neuer Pkw-Modelle seit 1. September 2017 und ab 1. September 2018 für neu zugelassene Pkw verbindlich festgeschrieben.

Die bereits für die Typgenehmigung nach NEFZ geltenden Euro 6-Grenzwerte bleiben bestehen.

RDE – Einführungsfristen/Übereinstimmungsfaktoren

Im Rahmen der RDE-Messungen werden derzeit nur Stickoxide (NO_x) und die Partikelzahl (PN) bewertet und Übereinstimmungsfaktoren (zulässige Abweichung der realen Emissionen zum Prüfstandgrenzwert) festgelegt.

- Übereinstimmungsfaktor (CF, Conformity Factor) für Stickoxidemissionen NO_x:
 - CF = 2,1 für neu typgenehmigte Pkw-Modelle seit 1. September 2017, ab 1. September 2019 für neu zugelassene Pkw
 - CF = 1,5 für neu typgenehmigte Pkw-Modelle ab 1. Januar 2020, ab 1. Januar 2021 für neu zugelassene Pkw
- Übereinstimmungsfaktor (CF, Conformity Factor) für Partikelzahlemissionen PN:
 - CF = 1,5 für neu typgenehmigte Pkw-Modelle seit 1. September 2017, ab 1. September 2018 für neu zugelassene Pkw

7 ADAC

Unterschiede zwischen NEFZ und WLTC/WLTP

Der neue WLTP liegt näher am realen Fahrbetrieb und verfolgt somit das Ziel, die Diskrepanz zwischen Prüfstands- und Realverbräuchen zu senken.

Neuer Prüfzyklus basiert auf realen Fahrdaten, die in 14 Ländern erhoben und aus denen durchschnittliche Fahrprofile ermittelt wurden. Er besteht aus Einzelzyklen die in Abhängigkeit neu eingeführter Fahrzeugklassen angewendet werden.

Verschiedene Parameter wie Zykluszeit, Zykluslänge, Geschwindigkeit oder Lastverhältnisse wurden anspruchsvoller bzw. höher definiert, die Prüftemperatur enger eingegrenzt als bisher.

Alle erhältlichen Motor-Getriebe-Kombinationen werden getestet, nicht mehr nur eine Standardversion. Außerdem werden Sonderausstattungen, die als Optionen für den Kunden zur Auswahl stehen, berücksichtigt.

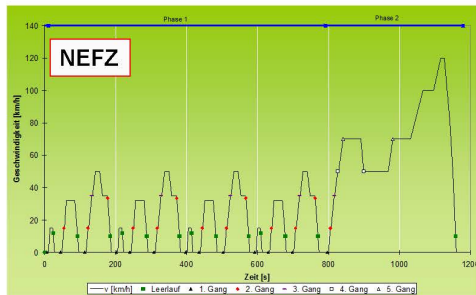
Klimaanlage und Sitzheizung bleiben auch im WLTP weiterhin ausgeschaltet.

8 ADAC

	NEFZ	WLTP/WLTC
Fahrzeugklassen	keine	WLTP definiert drei Fahrzeugklassen entsprechend dem Leistungsgewicht P_{mr} (Motorleistung/Leergewicht in W/kg): Klasse 1: Fahrzeuge mit $P_{mr} \leq 22$ W/kg Klasse 2: Fahrzeuge mit 22 W/kg $< P_{mr} \leq 34$ Klasse 3: Fahrzeuge mit $P_{mr} > 34$ W/kg
Starttemperatur	20-30 °C; Kaltstart	23°C ± 5 °C; Kaltstart
Zykluszeit	1.180 s	1.800 s
Zykluslänge	11,01 km	23,25 km
Geschwindigkeit	mittel: 33,6 km/h maximal: 120 km/h	mittel: 46,5 km/h maximal: 131 km/h
Schaltung	fixe Schaltpunkte	fahrzeugspezifisch
Sonderausstattungen	nicht berücksichtigt	Alle optionalen Ausstattungen werden hinsichtlich ihres Einflusses auf Aerodynamik, Gewicht und Rollwiderstand berücksichtigt.

Unterschiede zwischen NEFZ und WLTC/WLTP

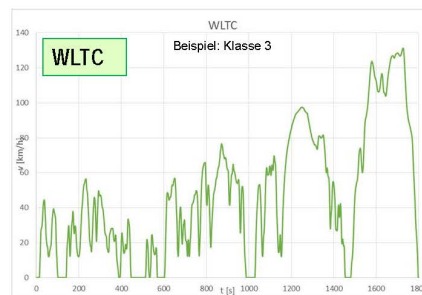
Das Fahrprofil des WLTC liegt näher am realen Fahrbetrieb.



Erste Teil (Phase 1): Repräsentiert innerstädtischen Fahrbetrieb, Fahrzeug wird kalt gestartet und anschließend im Stop-and-Go-Betrieb mit einer Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h gefahren.

Zweite Teil (Phase 2): Repräsentiert außerstädtischen Fahrbetrieb mit einer Höchstgeschwindigkeit von 120 km/h.

9 ADAC



Für jede Fahrzeugklasse werden mehrere Messzyklen festgelegt:

- Klasse 1, Zyklen: low, medium, low
- Klasse 2, Zyklen: low, medium, high, extra-high
- Klasse 3, Zyklen: low, medium, high, extra-high

Dauer der einzelnen Teil-Zyklen ist in den 3 Klassen identisch, sie unterscheiden sich in den Beschleunigungs- und Geschwindigkeitswerten.

RDE – Messablauf und Auswertung laut Norm

Um Vergleichbarkeit bei unterschiedlichen Fahrweisen zu gewähren, gibt es auch in der RDE-Gesetzgebung einige Parameter, die für eine gültige Messung eingehalten werden müssen.

RDE-Messung muss zwischen 90 und 120 min dauern und jeder Streckenanteil (Stadt-, Land- und Autobahnanteil) aus mindestens 16 km bestehen. Insgesamt müssen die Anteile einen ungefähren 1/3-Mix ergeben.

Der Innerortsteil ist durch eine Fahrzeuggeschwindigkeit von maximal 60 km/h gekennzeichnet, der Außerortsteil durch eine Geschwindigkeit von höchstens 90 km/h und der Autobahnbetrieb von mindestens 90 km/h.

Zusätzlich gibt es noch einige Kriterien zur Geschwindigkeit und Beschleunigung, wie z.B. maximale Geschwindigkeit, Durchschnittsgeschwindigkeiten oder auch Beschleunigungsanteile.

Auch auf Umweltbedingungen wird eingegangen. Messungen sind nur von 0 °C bis 30 °C bzw. im erweiterten Bereich von -7 °C bis +35 °C möglich.

Nachdem eine Messrunde nach allen Kriterien erfolgreich absolviert wurde, werden die aufgezeichneten Daten ausgewertet und normiert (Verfahren vorgegeben).

Der normierte Wert wird anschließend in Relation zum Prüfstandsgrenzwert gesetzt und daraus der Übereinstimmungsfaktor (CF, Conformity Factor) bestimmt.

10 ADAC



Einrichtungen um ADAC Technik Zentrum

ADAC Abgaslabor und Tieftemperatur-Leistungsprüfstand und PEMS



Abgaslabor

- -20 °C bis +40 °C
- max. Geschwindigkeit 200 km/h
- Steigungssimulation bis zu 20 %
- CO, HC, CH₄, THC, NMHC, NO_x, NO, NO₂, PM, PN, CO₂
- amtliches Typprüflabor, Benennung durch KBA

11 ADAC



Tieftemperatur-Leistungsprüfstand

- -25 °C bis +30 °C
- Fahrleistung bis 2 x 260 kW (2 x 350 PS)
- max. Geschwindigkeit 260 km/h
- OBD Daten Interface
- Achsabstand variabel: 2,36 bis 3,36 m



Semtech LDV PEMS Analyzer

- GAS (Gas Analysis System)
- SCS (Sample Conditioning System)
- EFM4 (Exhaust Flow Meter 4)
- Option 2017: CPC (Condensation Particle Counter)
- CO, NO, NO₂, CO₂, PN (Option 2017)
- Temperaturbereich: -10 to +45 °C

ADAC Ecotest

Labormessungen für Vergleichbarkeit, reale Straßenmessungen sichern das Ergebnis ab.

Schadstoffbewertung

WLTC heiß, WLTC kalt, ADAC Autobahntest

HC, CO, NO_x, PM, PN

klassenunabhängig

CO₂-Bewertung

WLTC heiß, WLTC kalt, ADAC Autobahntest

Well-to-Wheel Bewertung

klassenunabhängig

Real Driving Emissions (RDE)

Bestätigungstest für Fahrzeuge, die auf dem Prüfstand 4/5 Sterne erreichen

Übereinstimmungsfaktor (CF) 2,1 für NO_x und CO bzw. 1,5 für PN muss eingehalten werden

Abwertung auf 3 Sterne, wenn der Test nicht bestanden wird

12 ADAC

ADAC Ecotest – Auswertung von 188 Dieselmotoren mit der Abgasnorm Euro 6b

Deutsche Hersteller haben den geringsten durchschnittlichen NO_x-Ausstoß im EcoTest.

188 Modelle, Auswertungszeitraum 2013 bis 2017.
 Durchschnittlicher NO_x-Ausstoß: 0,261 g/km.
 Überschreitung des Grenzwerts um das 3,3fache.
 Bestes Modell: Mercedes E 220d mit 0,024 g/km.
 Schlechtestes Modell: Renault Grand Trafic Combi mit 1,042 g/km.
 Nur 13 % unterschritten im EcoTest den Grenzwert von 0,08 g/km (25 Modelle von 188).
 VW-Konzern hat mit 30 % den höchsten Anteil.

Durchschnittlicher NO_x-Ausstoß im ADAC EcoTest: 0,261 g/km

Grenzwert NO_x-Ausstoß für Euro 6 (Zulassungszyklus): 0,08 g/km
 Anzahl der getesteten Modelle

Hersteller	Durchschnittlicher NO _x (g/km)	Anzahl der getesteten Modelle
BMW / Mini	0,141	36
Volkswagen Konzern	0,146	44
Mercedes	0,149	21
Opel	0,236	11
Mercedes	0,250	10
Jaguar / Land Rover	0,255	6
Peugeot / Citroen	0,263	12
Volvo	0,364	7
Hyundai / KIA	0,421	13
Ford	0,488	10
Fiat / Alfa / Jeep	0,561	4
Renault / Dacia	0,684	14

13 ADAC

ADAC Ecotest – Auswertung von 188 Dieselmotoren mit der Abgasnorm Euro 6b

SCR-Systeme mit AdBlue zeigen das beste Ergebnis im Ecotest.

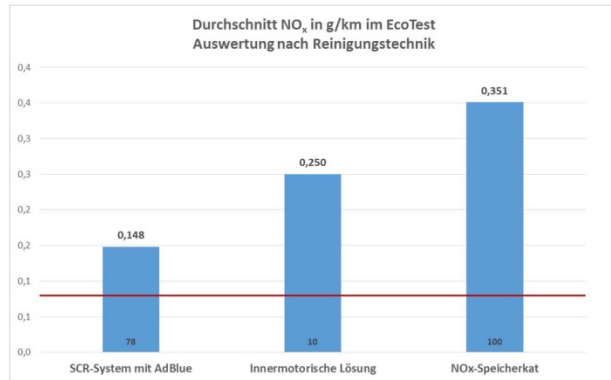
SCR-Systeme (AdBlue) mit den besten Ergebnissen im Ecotest.

Innere motorische Maßnahmen (nur Mazda) erreichen nicht die guten SCR-Kat-Werte.

Motoren mit NO_x-Speicherkat oft mit schlechten Ergebnissen im Ecotest. Bessere Funktionalität wäre technisch möglich, wie BMW-Resultate zeigen.

Grenzwert NO_x-Ausstoß für Euro 6 (Zulassungszyklus): 0,08 g/km

Anzahl der getesteten Modelle



14 ADAC

ADAC Ecotest – Auswertung von 188 Dieselmotoren mit der Abgasnorm Euro 6b

NO_x-Speicherkats zeigen sehr unterschiedliche Ergebnisse.

BMW-Werte auch mit NO_x-Speicherkat niedrig.

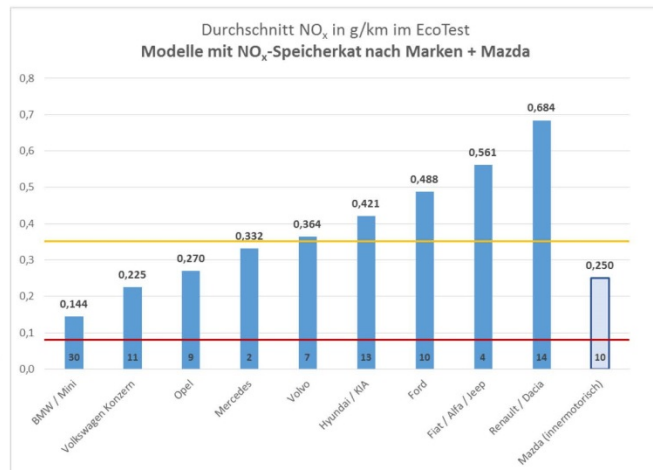
Hersteller wie Renault, Fiat und Ford nur im NEFZ (Zulassungszyklus) sauber. Auf der Straße wird der Grenzwert um das 6-10fache überschritten.

Mazda mit innermotorischer Lösung besser als viele NO_x-Speicherkat-Modelle. Ab 2018 kommen auch Mazda-Modelle mit SCR-Kat, da bisherige Technik für WLTP-Anforderungen (neuer Zulassungszyklus) nicht mehr ausreichend ist.

Durchschnittlicher NO_x-Ausstoß im ADAC Ecotest für NO_x-Speicherkat-Modelle: 0,351 g/km

Grenzwert NO_x-Ausstoß für Euro 6 (Zulassungszyklus): 0,08 g/km

Anzahl der getesteten Modelle



15 ADAC

ADAC Ecotest – Auswertung von 188 Dieselmotoren mit der Abgasnorm Euro 6b

SCR-Systeme durchschnittlich 58 Prozent sauberer als NO_x-Speicherkat-Modelle.

SCR-Systeme durchschnittlich 58 % sauberer als NO_x-Speicherkat-Modelle, die Besten über 90 %.

Künftige WLTC- und RDE-Messungen auf der Straße machen meist SCR-Systeme erforderlich.

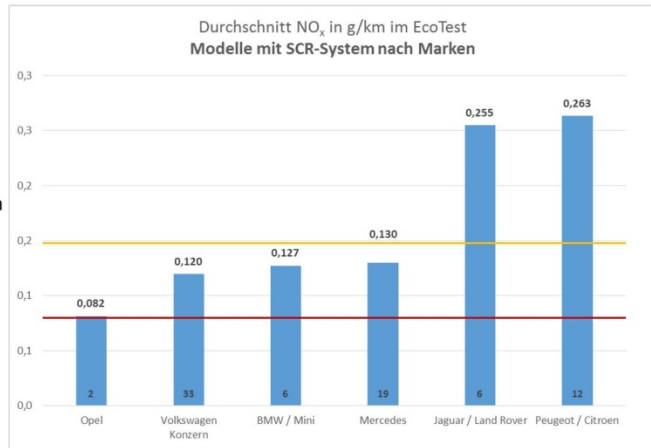
BMW zeigt als einziger Hersteller konstant gute Ergebnisse, teilweiser Einsatz von Kombisystemen aus SCR- und NO_x-Speicherkat schon seit 2013.

Opel im Ecotest bisher nur mit zwei SCR-Kat-Modellen mit neuestem Softwarestand vertreten

Durchschnittlicher NO_x-Ausstoß im ADAC EcoTest für SCR-Modelle: 0,148 g/km

Grenzwert NO_x-Ausstoß für Euro 6 (Zulassungszyklus): 0,08 g/km

Anzahl der getesteten Modelle



16 ADAC

ADAC Ecotest – Labordaten vs RDE

Um Prüfstandoptimierungen zu erkennen ist RDE ein unverzichtbares Mittel. Dennoch ist es mit dem aktuellen gesetzlichen RDE-Prüfverfahren nicht möglich, alle Fahrsituationen abzudecken. Der ADAC Autobahntest beweist, dass der NO_x-Ausstoß unter höherer Last extrem ansteigen kann, auch wenn das RDE-Ergebnis unauffällig ist.

	Mercedes	BMW	BMW	BMW	Audi	Volvo	Land Rover
	Mercedes E220d	520d (G30, aktuelles Modell)	520d xDrive (F10 altes Modell)	320d EDE Touring	SQ7 TDI	Volvo S90 D4	Discovery Sport TD4
Schadstoffklasse	Euro6	Euro6	Euro6	Euro6	Euro6	Euro6	Euro6
Hubraum in cm ³	1950	1995	1995	1995	3956	1969	1999
Leistung in kW	143	140	140	120	320	140	110
System zur Abgasreinigung	SCR	SCR + LNT	SCR + LNT	LNT	SCR	LNT	LNT
NOx Emissionen							
WLTP (kalt) g/km	0,033	0,005	0,011	(0,01)*	0,048	0,049	0,027
Grenzwertüberschreitung	0,4	0,1	0,1	(0,1)*	0,6	0,6	0,3
RDE g/km	0,016	0,005	0,090	0,162	0,038	0,113	0,124
Grenzwertüberschreitung	0,2	0,1	1,1	2,0	0,5	1,4	1,6
ADAC Autobahnzyklus g/km	0,035	0,164	0,398	(0,26)*	0,321	0,470	0,877
Grenzwertüberschreitung	0,4	2,1	5,0	(3,3)*	4,0	5,9	11,0

17 ADAC

ADAC Ecotest – Ergebnisse der ersten Euro 6d-TEMP Diesel-Pkw

Die ersten getesteten Diesel-Pkw mit Euro 6d-TEMP Norm liefern überzeugende Testergebnisse und zeigen, dass Dieselmotoren so sauber sein können wie gefordert.

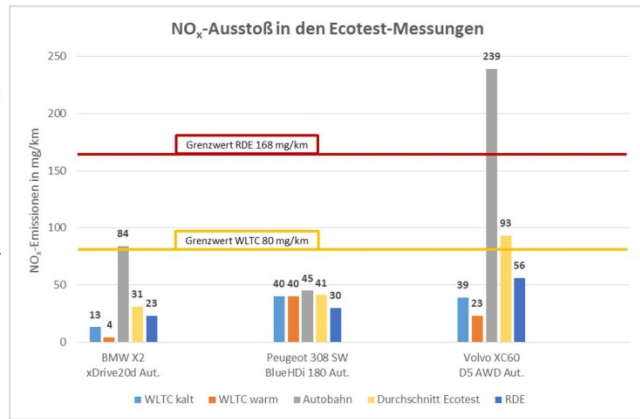
NO_x-Werte des BMW und des Peugeot durchgehend niedrig.

Volvo zeigt im Autobahnabschnitt Auffälligkeiten – u.a. aufgrund seines hohen Testgewichts von 2,2 Tonnen muss er für die vorgegebenen Beschleunigungen (mehrmals von 80 oder 100 auf 130 km/h) länger mit Vollast fahren, währenddessen der Schadstoffausstoß hoch ausfällt.

Auf der Straße zeigt sich, dass alle Testfahrzeuge den Prüfstands-Grenzwert (80 mg/km) weit unterschreiten können, obwohl für die Euro 6d-TEMP Einhaltung ein RDE-Wert bis zu 168 mg/km erlaubt wäre.

Die guten Ergebnisse der Straßenmessungen sind auch deshalb hervorzuheben, weil sie bei niedrigeren Temperaturen zwischen 6,8 °C (BMW) und 13,3 °C (Volvo) gemessen wurden. Die Abgasreinigung beschränkt sich nicht auf sogenannte „Thermofenster“ im Bereich der vorgesehenen Prüfstandstemperatur (20-30 °C).

18 ADAC



ADAC Ecotest – NO_x-Emissionen nach Schadstoffnorm

Zwischen Euro 5 und Euro 6d-TEMP Diesel konnten die NO_x-Emissionen um durchschnittlich 85% reduziert werden

Viele Euro 5 Modelle mit schlechten Ergebnissen.

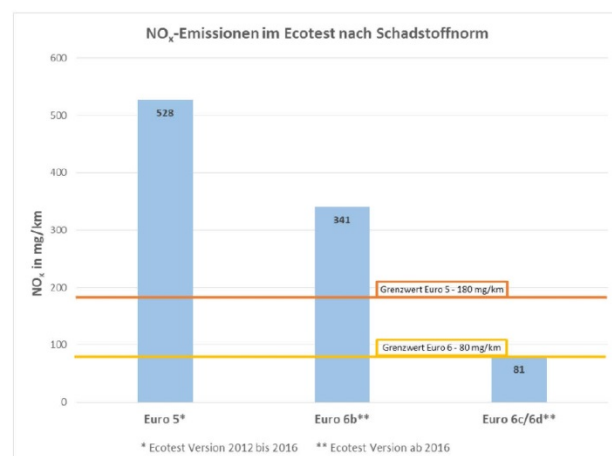
Unter den getesteten Fahrzeugen ergaben sich große Unterschiede. Der schlechteste, ein Renault Trafic Combi, lag bei über 1.500 mg/km, ein VW Golf VII 1.6 TDI BlueMotion als bester bei 135 mg/km.

Verbesserung bei Euro 6b, aber Erwartungen verfehlt.

Mit Abstand am schlechtesten schnitt der Subaru Forester 2.0 D mit über 2.000 mg/km ab. Zweitplatziertes im Negativ-Ranking war der Renault Grand Scenic dCi 160 (900 mg/km). Die Top drei sind der VW T6 Multivan (50 mg/km), der Land Rover Discovery Td6 (61 mg/km) und der BMW 118d (69 mg/km).

Euro 6c und 6d-TEMP bringen signifikante Schadstoff-reduzierung. Die bisher 25 gemessenen Modelle haben einen durchschnittlichen NO_x-Ausstoß von 81 mg/km. Der Stickoxid-Ausstoß im ADAC Ecotest geht gegenüber Euro 6b um 76 %, gegenüber Euro 5 sogar um 85 % zurück. Der beste bisher gemessene Diesel ist ein BMW X1 sDrive18d mit einem NO_x-Ausstoß von nur 8 mg/km.

19 ADAC



NO_x-Änderungen in den Betriebsphasen des WLTC 2.0 warm nach Software-Update

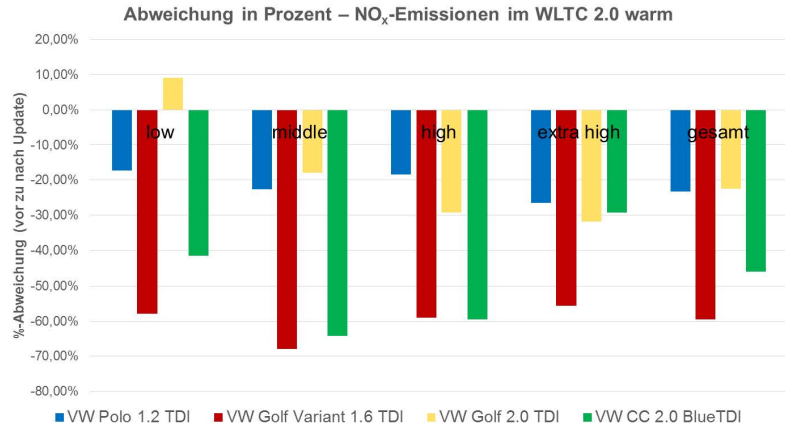
Reine Software-Updates können eine NO_x-Minderungen von 20 bis 25 Prozent erzielen.

Durch **reines Software-Update** hat der ADAC im realitätsnahen Weltzyklus (WLTC) bei VW **Minderungen von 20-25 %** ermittelt.

In Kombination mit einem verbesserten Strömungs-gleichrichter beim 1.6 l Motor oder bei Systemen mit SCR und Harnstoff erreichte ein Software-Update **50-60 % Minderung** in verschiedenen Fahrzuständen.

Negative Einflüsse auf Kraftstoffverbrauch, Leistung und Fahrbarkeit wurden nicht festgestellt.

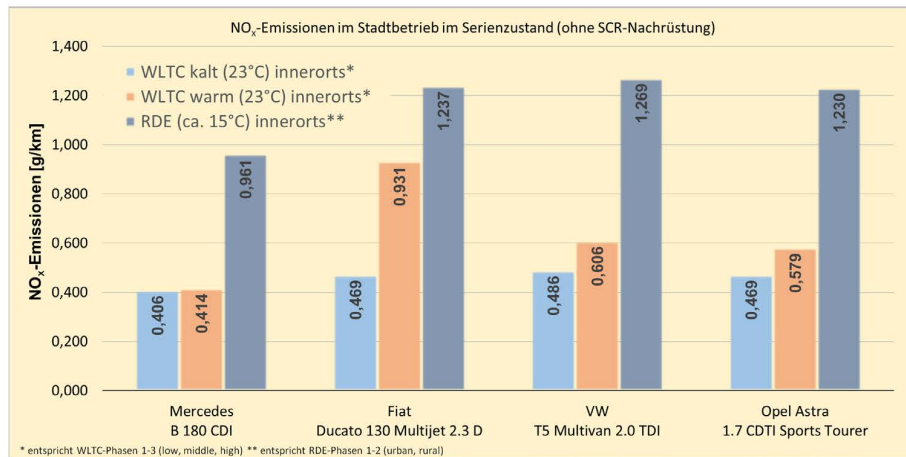
20 ADAC



VW Polo 1.2 und VW Golf 2.0: Software-Update ohne Hardwareänderung (z.B. Anpassung der Abgasrückführungsrate, etc.)
 VW Golf 1.6: Software-Update mit Hardwareänderung (Strömungsgleichrichter)
 VW CC 2.0: Software-Update ohne Hardwareänderung bei Euro 6-Fahrzeug mit SCR

NO_x-Reduzierung an Euro 5-Dieselfahrzeugen durch Hardwarenachrüstung (SCR und AdBlue) – Ergebnisse des BW-Projekts

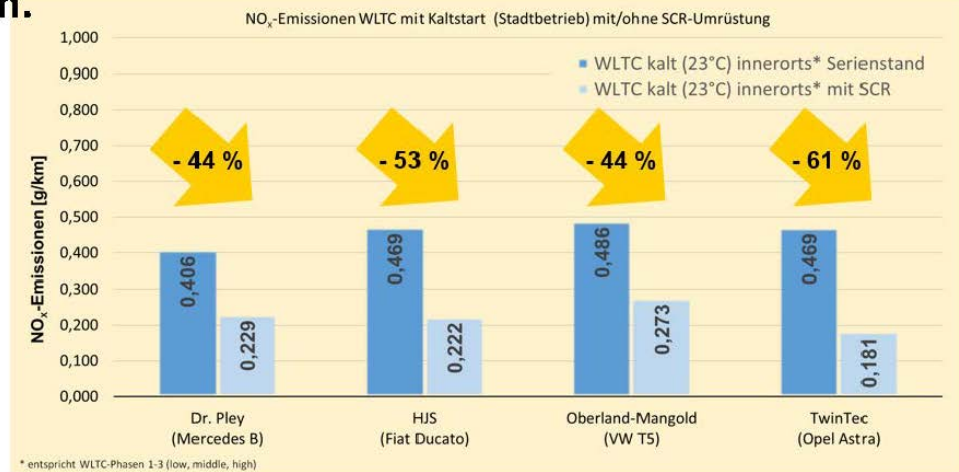
Reale NO_x-Emissionen der serienmäßigen Euro 5-Modelle liegen im Stadtbetrieb bei teilweise über 1.000 mg pro Kilometer.



21 ADAC

NO_x-Reduzierung an Euro 5-Dieselfahrzeugen durch Hardwarenachrüstung (SCR und AdBlue) – Ergebnisse des BW-Projekts

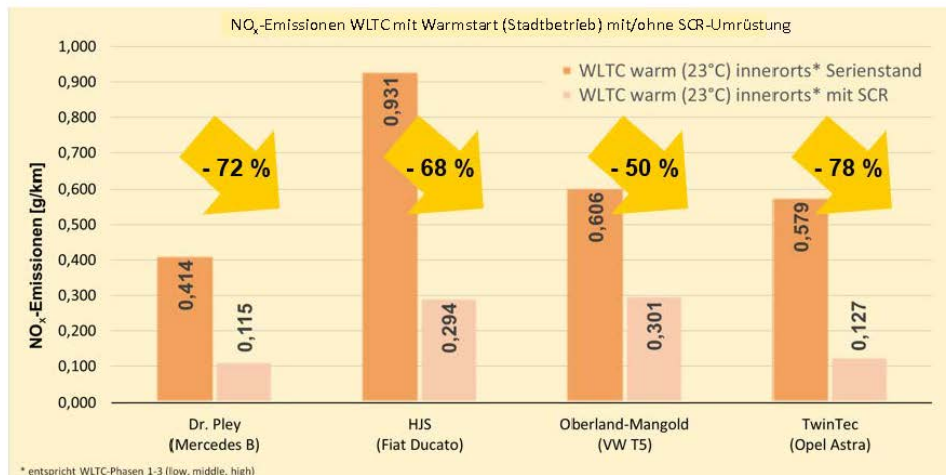
NO_x-Emissionen lassen sich durch SCR-Nachrüstung selbst bei ungünstigen Bedingungen um rund 50 Prozent reduzieren.



22 **AMC**

NO_x-Reduzierung an Euro 5-Dieselfahrzeugen durch Hardwarenachrüstung (SCR und AdBlue) – Ergebnisse des BW-Projekts

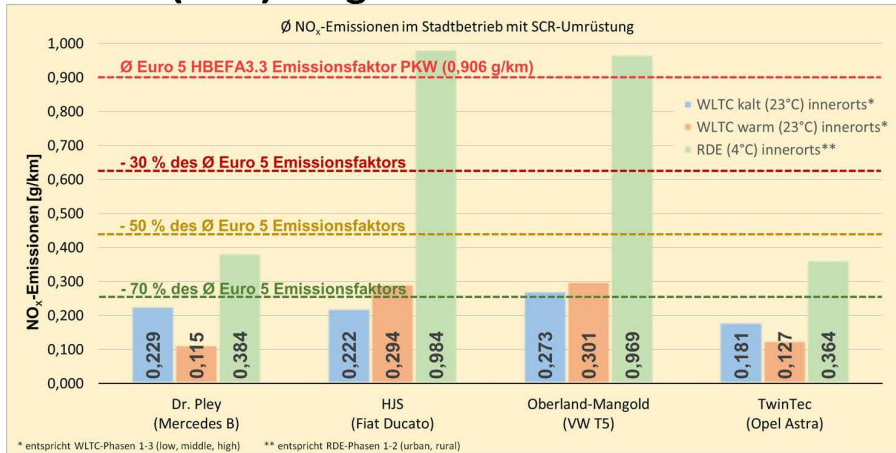
Unter günstigen Fahr- und Temperaturbedingungen sind NO_x-Reduktionsraten von über 70 Prozent möglich.



23 **AMC**

NO_x-Reduzierung an Euro 5-Dieselfahrzeugen durch Hardwarenachrüstung (SCR und AdBlue) – Ergebnisse des BW-Projekts

Umfassende Bewertung der Wirksamkeit von SCR-Systemen durch Kombination aus Prüfstand (WLTC) und Realfahrt (RDE) möglich.

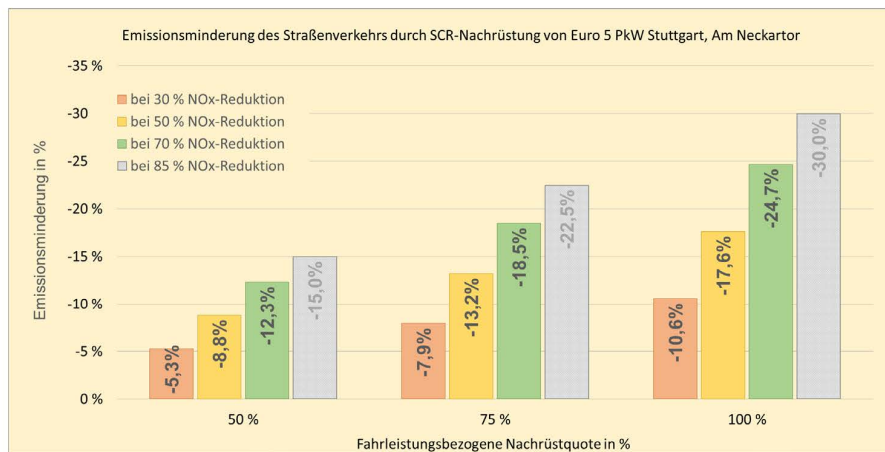


24

ADAC

NO_x-Reduzierung an Euro 5-Dieselfahrzeugen durch Hardwarenachrüstung (SCR und AdBlue) – Ergebnisse des BW-Projekts

Bei flächendeckender Nachrüstung von Euro 5-Diesel-Pkw mit SCR sinken die Emissionen des Straßenverkehrs um bis zu 25 Prozent.



25

ADAC

NO_x-Reduzierung an Euro 5-Dieselfahrzeugen durch Hardwarenachrüstung (SCR und AdBlue) – Ergebnisse des BW-Projekts

SCR-Nachrüstung ist möglich, Politik und Hersteller sind nun gefragt.

Der Test zeigt, dass **Nachrüstungen technisch möglich** sind.

Die Gesamtkosten für ein SCR-Nachrüstsystem werden inklusive Einbau auf 1.400 Euro bis 3.300 Euro geschätzt.

Vertrieb und Einbau ist sowohl über die qualifizierte Fachwerkstatt als auch direkt über den Fahrzeughersteller denkbar.

Markteinführung erster SCR-Nachrüstsysteme wäre laut Nachrüster zeitnah möglich, es fehlen aber gesetzliche Rahmenbedingungen.

Jetzt ist der **Gesetzgeber gefragt, die notwendigen Rahmenbedingungen und die Zulassungsanforderungen für Nachrüstsysteme festzuschreiben.**

Für eine **serienmäßige Umsetzung** sind darüber hinaus eine **modellspezifische Anpassung der Systeme und deren Erprobung im Dauerbetrieb erforderlich.** Dies erfordert noch Entwicklungszeit und vor allem die **Unterstützung der Fahrzeughersteller.** Denn die Nachrüster müssen den Kunden eine entsprechende **Garantie** geben.

26 ADAC

Lokale Fahrverbote dürfen nur das letzte Mittel sein.

Für den ADAC steht die Gesundheit der Menschen an erster Stelle. Entsprechend sollten alle Maßnahmen konsequent ausgeschöpft werden, die dazu geeignet sind, die Luft in unseren Städten sauberer zu machen und Fahrverbote oder andere Einschränkungen wie blaue Plaketten zu vermeiden.



Aus Sicht des ADAC kann dies nur über ein gesamthafte Maßnahmenpaket gelingen, das Software-Updates ebenso umfasst wie Hardware-Nachrüstungen oder die zahlreichen verkehrsinfrastrukturellen Möglichkeiten, etwa durch eine intelligente Verflüssigung des Verkehrs, Verbesserung des ÖPNV oder durch die Umrüstung von Vielfahrer-Flotten in den Städten. In keinem Fall dürfen Autofahrer für Updates und Nachrüstungen durch die Hersteller zusätzlich zur Kasse gebeten und finanziell belastet werden.

Ob lokale Fahrverbote zusätzlich zur Nutzung aller anderen geeigneten Maßnahmen sinnvoll und verhältnismäßig sind, muss vor Ort in den Luftreinhalteplänen anhand der spezifischen Gegebenheiten abgewogen werden. Generelle Fahrverbote auf Basis einer Ausweitung der Plakettenregelung lehnt der ADAC als unverhältnismäßig ab.

27 ADAC

Potentiale und Erfahrungen von Hardwarenachrüstungen mit BNOx-Systemen im ÖPNV und in Pkws

Einfrid Dölling, Twintec Technologie GmbH

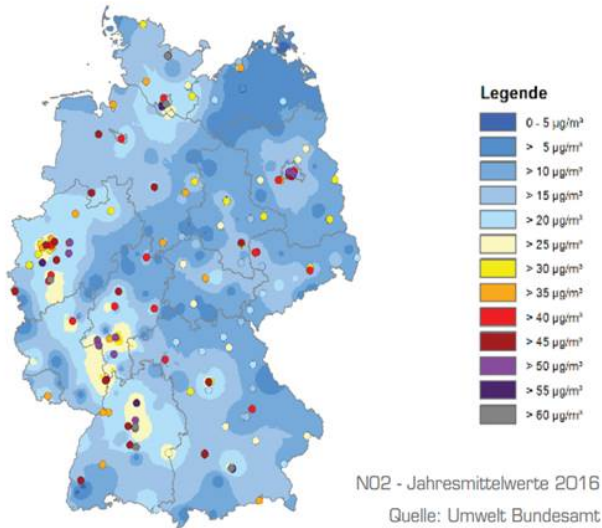
S. 2



1. AKTUELLE SITUATION

S. 3

1. AKTUELLER STAND DEUTSCHLAND: LUFTQUALITÄT - GRENZWERTÜBERSCHREITUNGEN



- **Überschreitung der NO2 Werte im innerstädtischen Bereich**
- **EU-Vertragsverletzungsverfahren gegen BRD**
- **Hauptquelle für NO2 ist der Verkehr**
- **Maßnahmen notwendig**

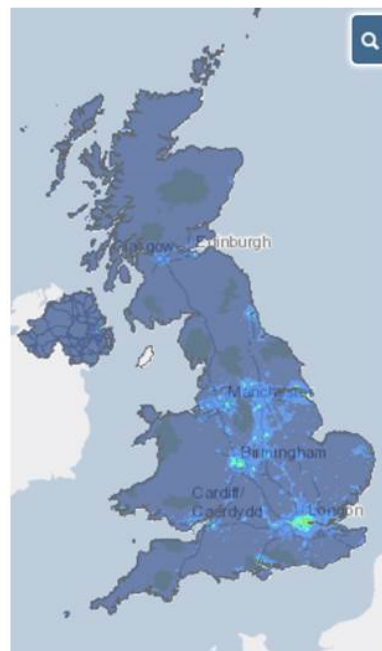
05.11.2018



S. 4

1. AKTUELLER STAND UK – UK CITY AIR QUALITY IS BAD

- **Städte überschreiten NO2 Grenzwerte an vielen Tagen des Jahres**
- **EU-Vertragsverletzungsverfahren gegen UK**
- **Schlechten Luftqualität: Stadtbevölkerung leidet**
- **Hauptquelle für NO2 ist der Verkehr**
- **Ziel: Emissionsverbesserung von Fahrzeugen die überwiegend in der Stadt fahren**
- **Ergebnis:**
Retrofit-Programme zur Hardware Nachrüstung
78 mio GBP Förderung in London
40 mio GBP Förderung für 20 Städte in UK



05.11.2018



S. 5

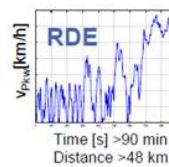
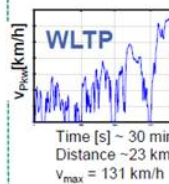
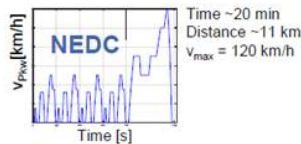
2. ABGASNORMEN – PRÜFSTAND UND REALITÄT

S. 6

2. ABGASNORMEN PKW: REAL EMISSIONEN DEUTLICH ÜBER ZERTIFIZIERUNG - WORAN LIEGT DAS?

EURO 1-6a/b

RDE (Real Driving Emissions)



PM10	0,14	0,10	0,05	0,025	0,005	0,0045	0,0045	0,0045
NO _x	0,97*	0,7*	0,5	0,25	0,18	0,08	0,08	0,08
[g/km]	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6	EURO 6d _{Temp}	EURO 6d _{final}
	1992	1996	2000	2005	2009	2014	2017	2021

* HC+NO_x



Bis zur Euro 6d wurde nur auf dem Prüfstand unter vorkonditionierten Bedingungen zertifiziert.

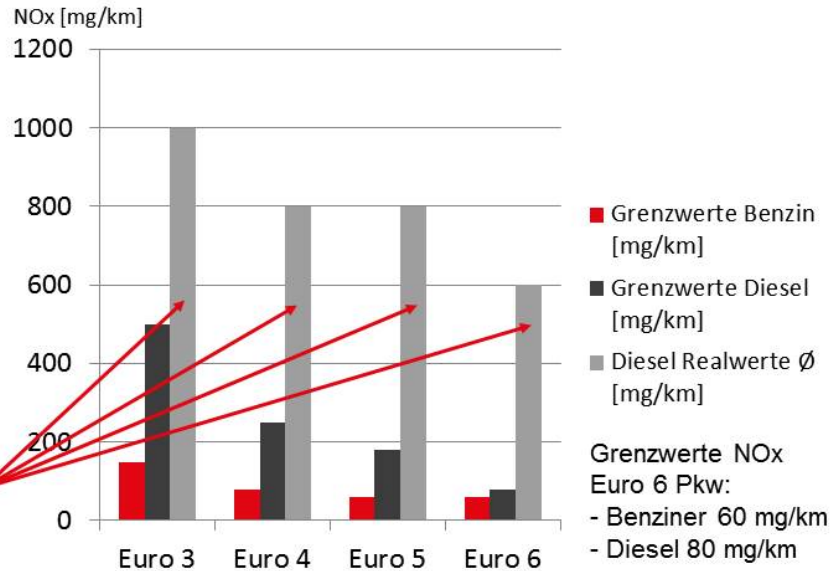
05.11.2018



S. 7

2. ABGASNORMEN – PKW

- Stetig sinkende Grenzwerte laut Abgasnorm implizieren stetige Emissionsverbesserungen
- Emissionsverbesserung erfolgt fast nur am Prüfstand im Zertifizierungs-Prüfzyklus
- Realbetrieb auf der Straße zeigt in vielen Fällen deutlich höhere Emissionen



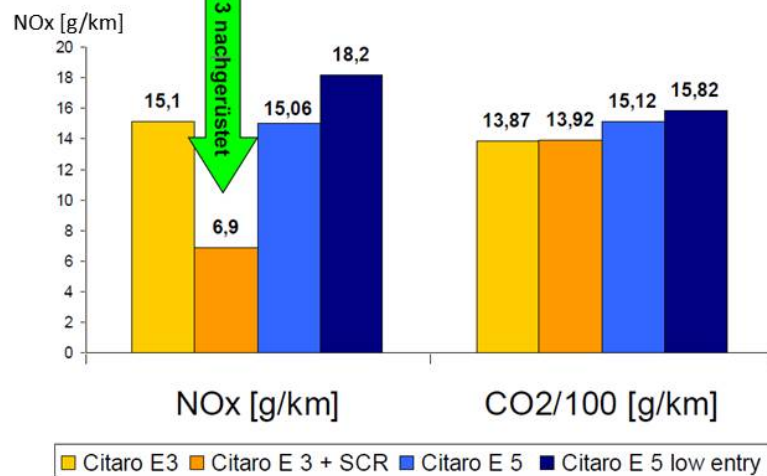
05.11.2018



S. 8

2. ABGASNORMEN BUS – REALEMISSIONEN ZU HOCH

- Stetig sinkende Grenzwerte laut Abgasnorm implizieren stetige Emissionsverbesserungen
- Emissionsverbesserung sind in Realität kaum vorhanden
- EURO III Bus hat selbe Emissionen wie EURO V Bus
- EU IV / V original Abgasreinigung funktioniert in der Stadt nur teilweise



05.11.2018



S. 9

3.1 BNOx SYSTEM FÜR BUSSE UND LKW

S. 10

DIE NACHRÜSTLÖSUNG BNOx - ABLAUF UND RESULTAT

Original Bus EU III, IV, V, EEV

- Ausbau des original Abgassystems
- Installation des BNOx Nachrüst-Kits



Nachgerüsteter Bus erreicht EU VI Level

- PM/NOx Werte
besser als Euro VI
- OE-Quality
- Dauerhaltbare
robuste Lösung

05.11.2018

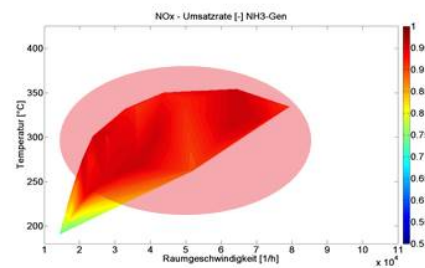
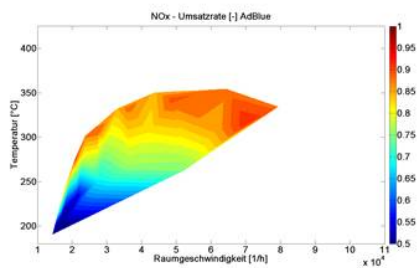
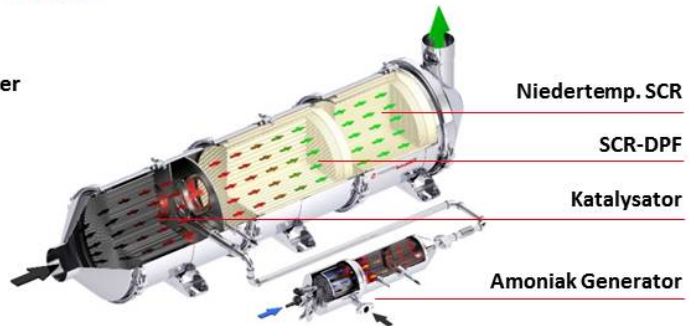


S. 11

WAS MACHT DEN UNTERSCHIED: PRODUKT & LÖSUNG: BNOx SYSTEM

Patentiertes BNOx SCR-System

- Hocheffiziente Stickoxidreduktion unter „realen Bedingungen“
- Herstellerübergreifend anwendbar
- Einfach zu applizieren
- Niedrige Systemintegrationskosten
- Optimiert für Stadtbetrieb



Erfüllt im Gegensatz zu anderen Systemen Euro 6d auf der Strasse und nicht nur im Labor

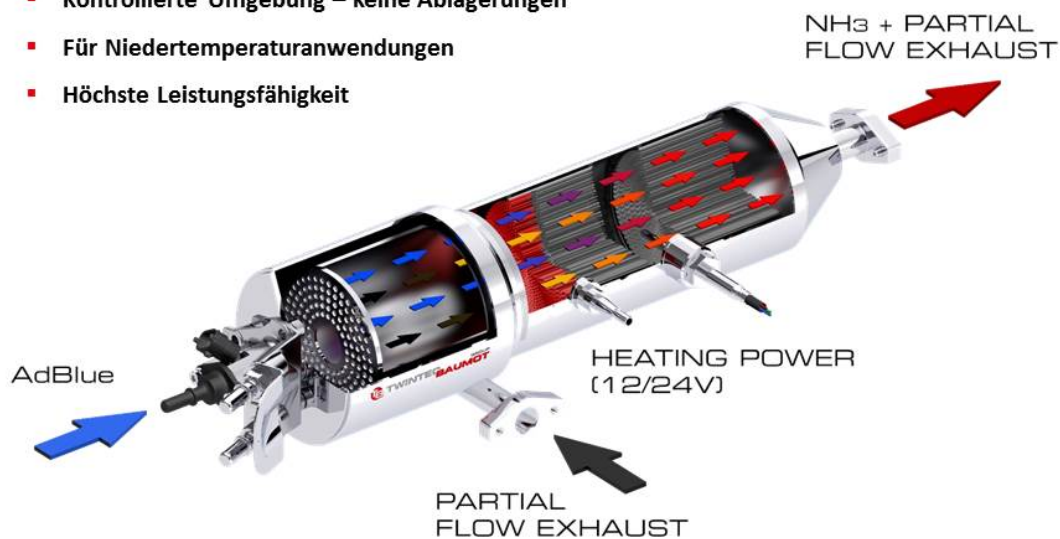
05.11.2018



S. 12

DER BNOx AMMONIAK GENERATOR

- Arbeitet mit Standard AdBlue
- Kontrollierte Umgebung – keine Ablagerungen
- Für Niedertemperaturanwendungen
- Höchste Leistungsfähigkeit



05.11.2018

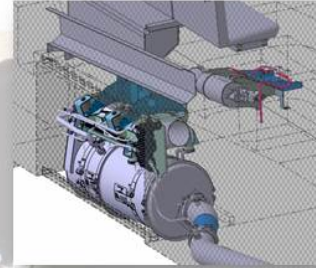


S. 13

NACHWEIS DURCH STRASSENTEST MIT PEMS MESSGERÄT SCR BNOx ERREICHT WERTE BESSER ALS EURO VI

Ergebnisse PEMS-Messung
Universität Landshut, Dr. Ralph Pütz

- Speziell bei niedrigen Betriebstemperaturen besser als OEM Euro VI
- Durch SRCF Technologie bauraumoptimiertes System
- Einfach nachrüstbar für kleine und große Serien
- Unter Realbedingungen nachgewiesen: NOx Reduktion >> 90%
- Nachgerüstete Euro II - V Fahrzeuge erreichen NOx/PM Euro VI Werte
- Kombination aus Hoch- und Niedertemperatur SCR-Komponenten ermöglicht Abgasreinigung ab 150°C Abgastemperatur

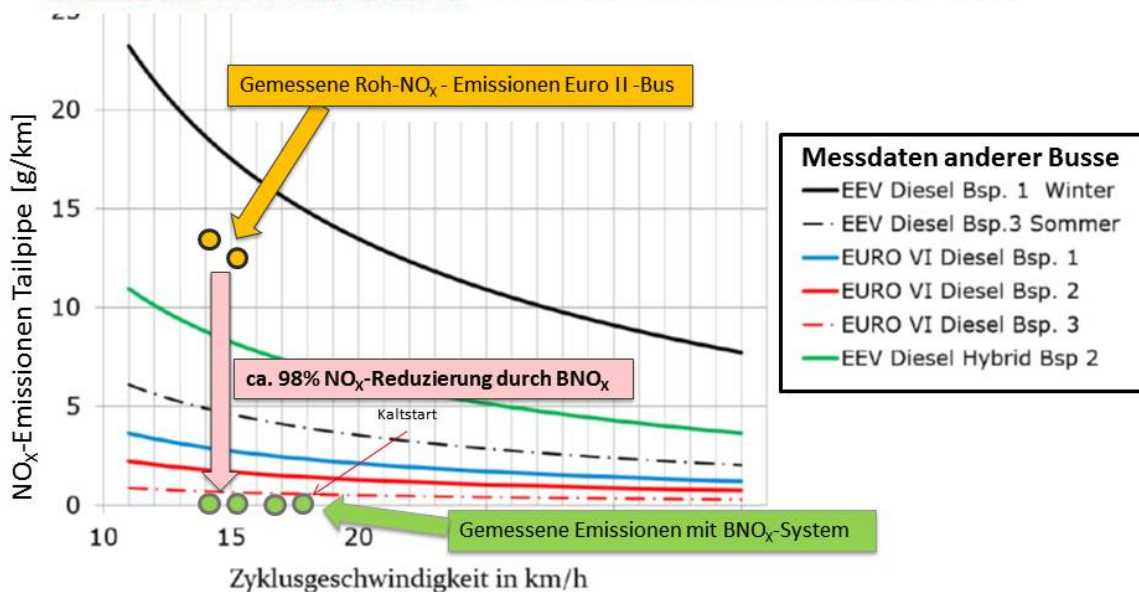


05.11.2018



S. 14

ERGEBNISSE PEMS-MESSUNG MIT B-NOx -SYSTEM IM EURO II – BUS



- 98 % NO_x-Reduzierung mit B-NO_x -System
- Reduzierung der NO_x-Emissionen von Euro II auf besser als Euro VI-Niveau
- Übertrifft NO_x-Werte des besten gemessenen OE- Euro VI-Busses (Beispiel 3)

05.11.2018

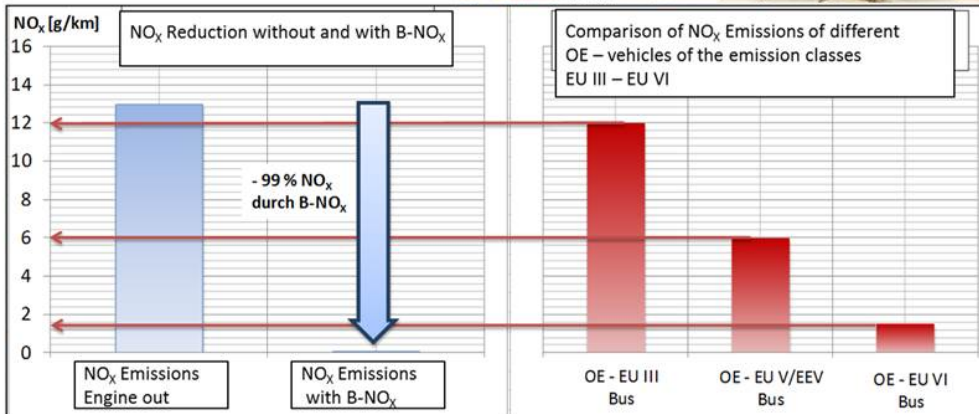


S. 15

BNOx SCHOOL BUS MILLBROOK TEST 2015

REFERENCE 4: INTERNATIONAL RETROFIT EU III SCHOOLBUS (UK) WITH B-NO_x

Bustyp	Vehixel School Bus / Iveco
Leistung	176 kW
Hubraum	5.8 ltr
Passagiere	80
max. Gewicht	16 t
Emissionsklasse	Euro IV



05.11.2018



S. 16

BNOx RETROFIT PROJEKT IN DEUTSCHLAND 100 BUSSE IN BERLIN – WEITERE STÄDTE FOLGEN

- Anzahl der Busse: ca. 100
- Original EURO IV auf EURO V
- Nachrüstung 01/2018 – 12/2018
- NO_x Reduktion >90%
nachgewiesen durch TÜV-Messung



05.11.2018



S. 17

BNOx RETROFIT PROJEKT IN UK 250 STADTBUSSE

- Anzahl der Busse: ca. **250**
- Original EURO V auf **EURO VI**
- Volumen ca. **4,3 Mio. GBP**
- Zeitrahmen: **08/2018 – 12/2019**
- **Städte:**
 - London
 - Nottingham
 - Glasgow
 - Liverpool
 - Birmingham
 - Halifax
 - Baslidon
 - usw.



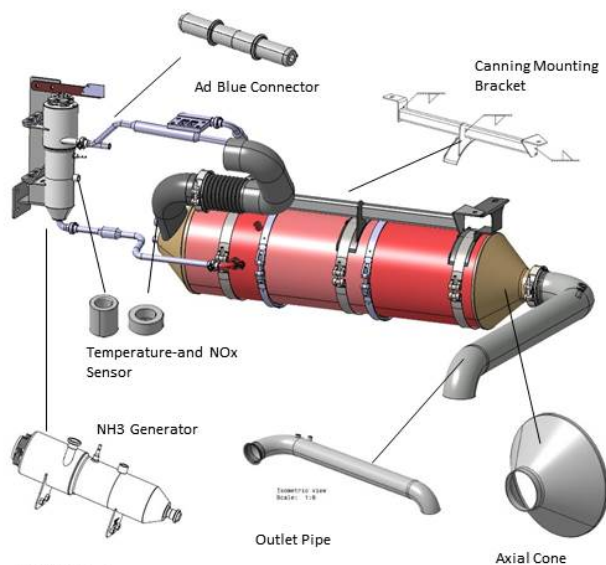
05.11.2018



S. 18

BUS APPLIKATION UK -ENVIRO 400

- Jedes Teil wird in 3D konstruiert und für das Einbaupaket fertigungstechnisch optimiert



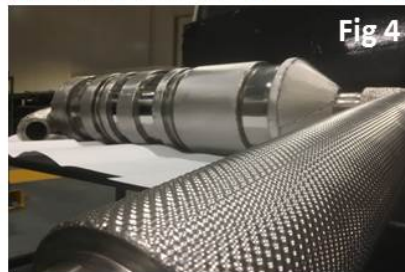
05.11.2018



S. 19

BUS APPLIKATION UK - ENVIRO 400

- Alle Teile haben OE-Qualität: Kabelbaum, Verrohrung mit Isolation, Intelligente Power Control Box, ...



05.11.2018



S. 20

MESSERGEBNISSE UK: MILLBROOK CVRAS EMISSIONSTEST – BESSER ALS VI LEVEL

MILLBROOK								MILLBROOK																																																																																																																							
Customer:	Baumot UK Ltd.							Customer:	Baumot UK Ltd.																																																																																																																						
Customer Address:	Silverstone Park, Buckingham Road, Towcester, NN12 8FU							Customer Address:	Silverstone Park, Buckingham Road, Towcester, NN12 8FU																																																																																																																						
Test Purpose:	CRVAS Testing							Test Purpose:	CRVAS Testing																																																																																																																						
Vehicle No.:	YY16 YJY							Vehicle No.:	YY16 YJY																																																																																																																						
Vehicle Type:	ADL E300							Vehicle Type:	ADL E300																																																																																																																						
Engine:	Cummins ISB6.7							Engine:	Cummins ISB6.7																																																																																																																						
Transmission:	Auto							Transmission:	Auto																																																																																																																						
Fuel Type:	Fuel Oil							Fuel Type:	Fuel Oil																																																																																																																						
Fuel Batch No.:	M/A							Fuel Batch No.:	M/A																																																																																																																						
Millbrook Project No.:	PT0323-003-01							Millbrook Project No.:	PT0323-003-01																																																																																																																						
<p>• 99,8 % NOx Reduktion – Niedriger als alle ULEZ Emissionsanforderungen</p> <p>• Alle anderen Schadstoffe weit unter EURO VI Werten</p> <p>• Unter 3 ppm Ammoniak Schlupf durch exakte Dosiersteuerung</p> <p>• Unter 40 mbar Gegendruck – Kraftstoffverbrauch gleich</p> <p>• NO2 optimiert – Dauerhaltbar und umweltfreundlich</p>								<p>• 99,8 % NOx Reduktion – Niedriger als alle ULEZ Emissionsanforderungen</p> <p>• Alle anderen Schadstoffe weit unter EURO VI Werten</p> <p>• Unter 3 ppm Ammoniak Schlupf durch exakte Dosiersteuerung</p> <p>• Unter 40 mbar Gegendruck – Kraftstoffverbrauch gleich</p> <p>• NO2 optimiert – Dauerhaltbar und umweltfreundlich</p>																																																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Unit</th> <th>NOx</th> <th>NO₂</th> <th>PM</th> <th>PN</th> <th>CO₂</th> <th>CO_{2,eq}</th> <th>NH₃</th> </tr> <tr> <th>Analyzer</th> <th>g/km</th> <th>g/km</th> <th>g/km</th> <th>#/km</th> <th>g/km</th> <th>g/km</th> <th>ppm (Avg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Target</td> <td>0.5g/km</td> <td>0.1g/km</td> <td>10mg/km</td> <td>SE+11km</td> <td>Within 9% of Baseline result (+2% accuracy)</td> <td>Less than 5% of Baseline result</td> <td>10ppm or lower</td> </tr> <tr> <td>Revised Limit</td> <td>0.002</td> <td>0.100</td> <td>0.010</td> <td>0.02E+11</td> <td>100.0</td> <td>0%</td> <td>10.0</td> </tr> <tr> <td>Revised LUB</td> <td>0.134</td> <td>0.049</td> <td>0.0054</td> <td>9.44E+10</td> <td>1088.1</td> <td>2.88%</td> <td>1.163</td> </tr> <tr> <td>Combined result</td> <td>37%</td> <td>42%</td> <td>64%</td> <td>19.74%</td> <td>2.1%</td> <td>11%</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td>Pass/Fail</td> <td>Pass</td> <td>Pass</td> <td>Pass</td> <td>Pass</td> <td>Pass</td> <td>Pass</td> <td>Pass</td> </tr> </tbody> </table>								Unit	NOx	NO ₂	PM	PN	CO ₂	CO _{2,eq}	NH ₃	Analyzer	g/km	g/km	g/km	#/km	g/km	g/km	ppm (Avg)	Target	0.5g/km	0.1g/km	10mg/km	SE+11km	Within 9% of Baseline result (+2% accuracy)	Less than 5% of Baseline result	10ppm or lower	Revised Limit	0.002	0.100	0.010	0.02E+11	100.0	0%	10.0	Revised LUB	0.134	0.049	0.0054	9.44E+10	1088.1	2.88%	1.163	Combined result	37%	42%	64%	19.74%	2.1%	11%	22%	Pass/Fail	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Unit</th> <th>NOx</th> <th>NO₂</th> <th>PM</th> <th>PN</th> <th>CO₂</th> <th>CO_{2,eq}</th> <th>NH₃</th> </tr> <tr> <th>Analyzer</th> <th>g/km</th> <th>g/km</th> <th>g/km</th> <th>#/km</th> <th>g/km</th> <th>g/km</th> <th>ppm (Avg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Target</td> <td>0.5g/km</td> <td>0.1g/km</td> <td>10mg/km</td> <td>SE+11km</td> <td>Within 9% of Baseline result (+2% accuracy)</td> <td>Less than 5% of Baseline result</td> <td>10ppm or lower</td> </tr> <tr> <td>Revised Limit</td> <td>0.006</td> <td>0.100</td> <td>0.010</td> <td>6.00E+11</td> <td>759.0</td> <td>5%</td> <td>10.0</td> </tr> <tr> <td>Revised LUB</td> <td>0.064</td> <td>0.015</td> <td>0.0034</td> <td>8.34E+10</td> <td>737.8</td> <td>1.55%</td> <td>2.167</td> </tr> <tr> <td>Combined result</td> <td>13%</td> <td>12%</td> <td>34%</td> <td>13.01%</td> <td>2.7%</td> <td>22%</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td>Pass/Fail</td> <td>Pass</td> <td>Pass</td> <td>Pass</td> <td>Pass</td> <td>Pass</td> <td>Pass</td> <td>Pass</td> </tr> </tbody> </table>								Unit	NOx	NO ₂	PM	PN	CO ₂	CO _{2,eq}	NH ₃	Analyzer	g/km	g/km	g/km	#/km	g/km	g/km	ppm (Avg)	Target	0.5g/km	0.1g/km	10mg/km	SE+11km	Within 9% of Baseline result (+2% accuracy)	Less than 5% of Baseline result	10ppm or lower	Revised Limit	0.006	0.100	0.010	6.00E+11	759.0	5%	10.0	Revised LUB	0.064	0.015	0.0034	8.34E+10	737.8	1.55%	2.167	Combined result	13%	12%	34%	13.01%	2.7%	22%	22%	Pass/Fail	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass
Unit	NOx	NO ₂	PM	PN	CO ₂	CO _{2,eq}	NH ₃																																																																																																																								
Analyzer	g/km	g/km	g/km	#/km	g/km	g/km	ppm (Avg)																																																																																																																								
Target	0.5g/km	0.1g/km	10mg/km	SE+11km	Within 9% of Baseline result (+2% accuracy)	Less than 5% of Baseline result	10ppm or lower																																																																																																																								
Revised Limit	0.002	0.100	0.010	0.02E+11	100.0	0%	10.0																																																																																																																								
Revised LUB	0.134	0.049	0.0054	9.44E+10	1088.1	2.88%	1.163																																																																																																																								
Combined result	37%	42%	64%	19.74%	2.1%	11%	22%																																																																																																																								
Pass/Fail	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass																																																																																																																								
Unit	NOx	NO ₂	PM	PN	CO ₂	CO _{2,eq}	NH ₃																																																																																																																								
Analyzer	g/km	g/km	g/km	#/km	g/km	g/km	ppm (Avg)																																																																																																																								
Target	0.5g/km	0.1g/km	10mg/km	SE+11km	Within 9% of Baseline result (+2% accuracy)	Less than 5% of Baseline result	10ppm or lower																																																																																																																								
Revised Limit	0.006	0.100	0.010	6.00E+11	759.0	5%	10.0																																																																																																																								
Revised LUB	0.064	0.015	0.0034	8.34E+10	737.8	1.55%	2.167																																																																																																																								
Combined result	13%	12%	34%	13.01%	2.7%	22%	22%																																																																																																																								
Pass/Fail	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass	Pass																																																																																																																								
<p>CO₂ equivalence factors: CO₂ : 1 - N₂O : 298 - CH₄ : 25,</p> <p>Compiling Engineer: <i>Winters</i> Date: 11.01.2018 Approving Engineer: <i>Deane</i> Date: 16.01.2018</p>								<p>CO₂ equivalence factors: CO₂ : 1 - N₂O : 298 - CH₄ : 25,</p> <p>Compiling Engineer: <i>Winters</i> Date: 12.01.2018 Approving Engineer: <i>Deane</i> Date: 15.01.2018</p>																																																																																																																							

05.11.2018



S. 21

BUSNACHRÜSTUNG: IST DIE ÖKONOMISCH SINNVOLLSTE LÖSUNG

Erneuerung der Busflotte:

- Kosten EURO 6 Diesel 250 k€ / Bus
- Kosten Elektro-Bus 700 k€ / Bus (?)

- Notwendige Zeit: 5 – 8 Jahre
zur Erreichung < EU VI Emissionen
für die ganze Busflotte

→ **Hohe Kosten**

→ **Lange Umsetzungszeit**

Nährstung der Busflotte:

- Kosten 15 k€ - 20 k€ / Bus

- Notwendige Zeit: 1 Jahr
zur Erreichung < EU VI Emissionen
für die ganze Busflotte

→ **10...15 mal billiger**

→ **Sofortiger Effekt auf die
Luftqualität**

05.11.2018 ■



S. 22

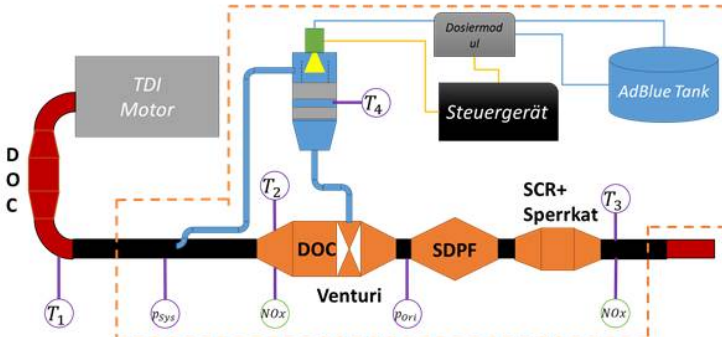


3.2 BNOx SYSTEM FÜR PKW

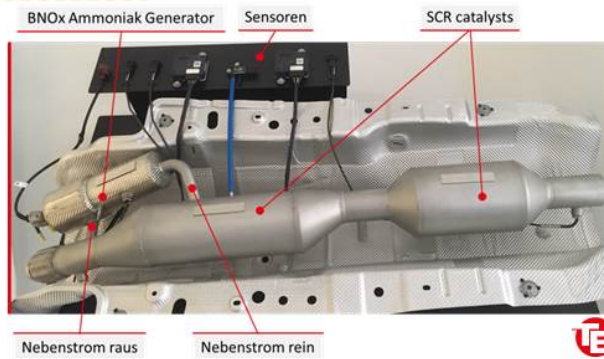
S. 23

BNOx PKW SYSTEM: MODULARES KONZEPT

■ Original Komponenten OE ■ Zusatzkomponenten Baumot



Je nach verbauten Ausgangssystem wird eine andere Lösung gewählt (Modulares Konzept).

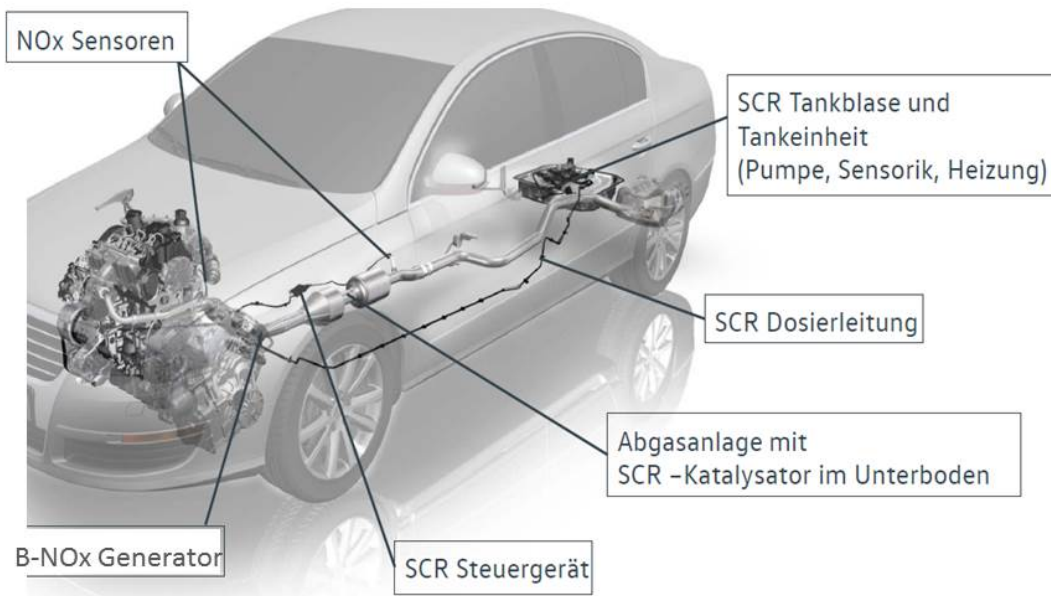


05.11.2018



S. 24

BNOx PKW SYSTEM: NACHRÜSTKOMPONENTEN



Viele Teile sind aus den OEM EURO 6-Baukästen erhältlich

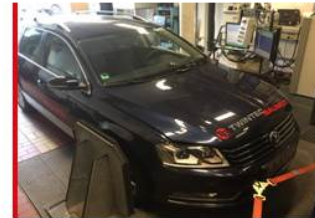
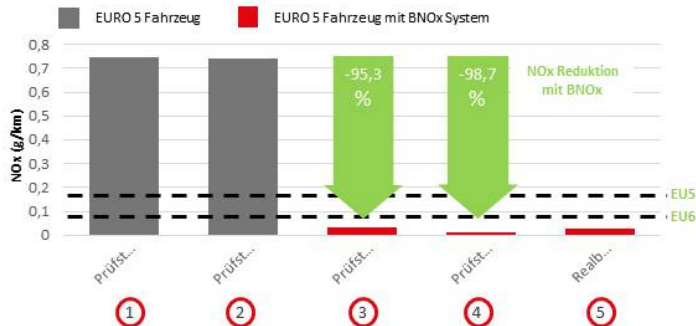
05.11.2018



S. 25

BNOx IM PKW - FALLSTUDIE ZDF: ADAC-ABGASTESTS

Emissionen unter Realbedingungen



	Testverfahren	Testzyklus	NOx Emissionen [g/km]	NOx Emissionen ohne BNOx [g/km]	NOx reduktion mit BNOx
①	Prüfstand	WLTC ¹	0,748	-	-
②	Prüfstand	Autobahn	0,742	-	-
③	Prüfstand	WLTC ¹ mit BNOx	0,035	0,748	-95,3 %
④	Prüfstand	Autobahn mit BNOx	0,01	0,742	-98,7 %
⑤	Realbedingungen	PEMS ² mit BNOx	0,027	-	-

EURO 6 Emissionen
wurden mit einem nachgerüsteten BNOx System nachgewiesen

- Realbedingungen (RDE)
- WLTC1
- Autobahn Tests

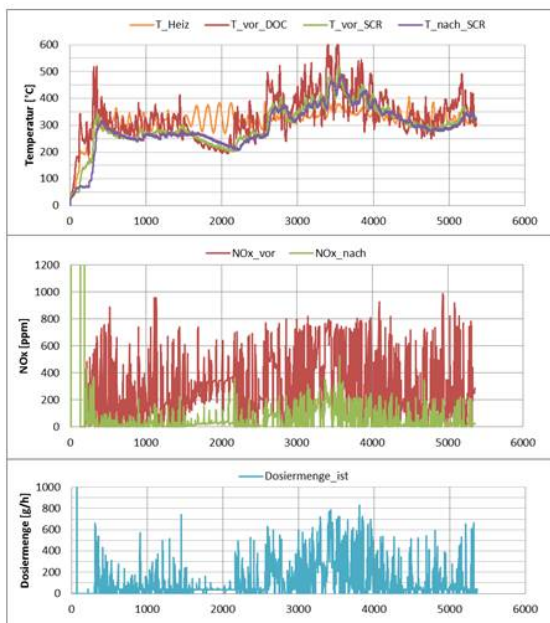
¹ WLTC: World Light- Duty Test Cycle
² PEMS: Portable Emissions Measurement System

05.11.2018



S. 26

BNOx IM PKW - LFU: DAUERERPROBUNG OPEL ASTRA



Opel Astra LFU			BAUMOT
Start[km]	Ziel[km]	Diff.[km]	18.05.2018
153.608	153.711	103	

05.11.2018

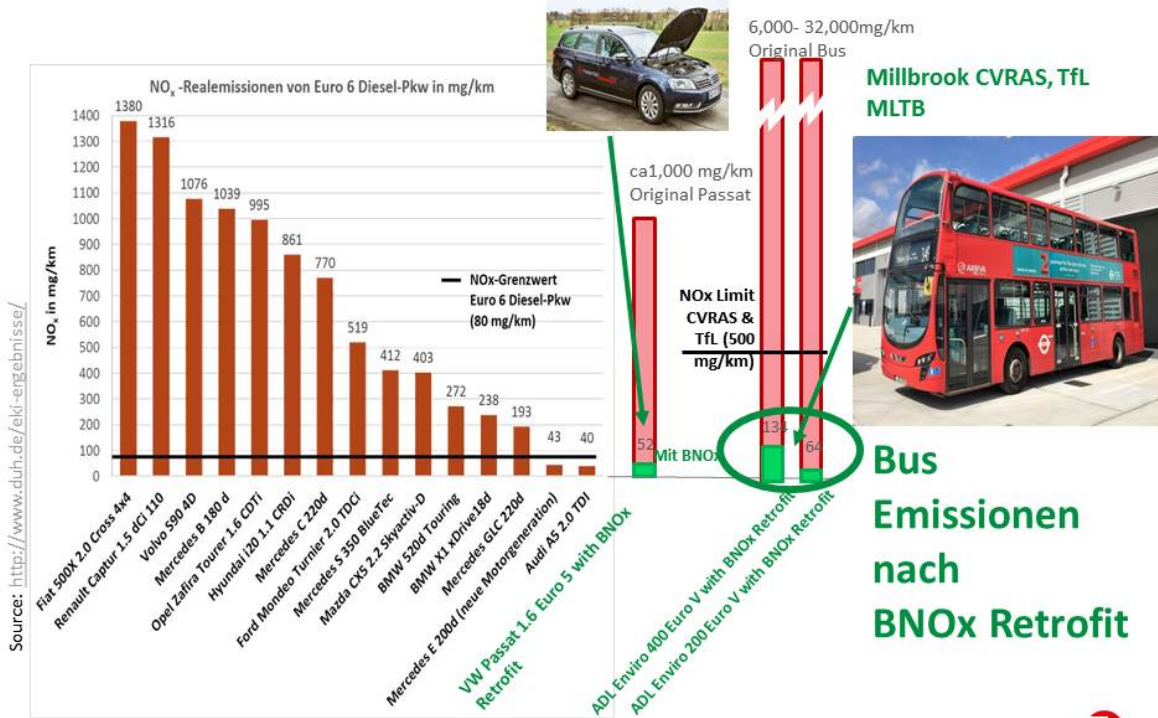


S. 27

4. ZUSAMMENFASSUNG

S. 28

WIE EFFIZIENT IST DIE NÄHRSTUNG MIT EINEM BNOx-SYSTEM?



05.11.2018



S. 29

ZUSAMMENFASSUNG – SAUBERE DIESEL SIND MÖGLICH!

DURCH HARDWARENACHRÜSTUNG ZUM EURO VI / 6 NIVEAU

- Hocheffektive Hardware Nachrüstlösung verfügbar
- BNOx bringt
EU II, III, IV, V, EEV Fahrzeuge auf EU VI Niveau
bzw. EU 4, 5 Pkw auf EU 6 Niveau
- Funktioniert auch in der Stadt
- Dauerhaltbarkeit nachgewiesen
- Handelsübliches AdBlue



05.11.2018 ■



Masterplan nachhaltige und emissionsfreie Mobilität für die Stadt Augsburg

Dr. Jessica Le Bris, Tobias, Michl, Green City Experience GmbH, München

1 Hintergrund

In der Stadt Augsburg wird an der Messstation Karlstraße der Grenzwert der Stickstoffdioxidbelastung von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel anhaltend überschritten¹. Verantwortlich hierfür ist in erster Linie ein stetig wachsender Straßenverkehr, und hierbei insbesondere Dieselfahrzeuge. Um eine nachhaltige Verbesserung der Luft- und Lebensqualität in Augsburg und Umgebung zu erreichen, hat die Stadt Augsburg im Rahmen des „Sofortprogramms saubere Luft 2017-2020“ die Fördermittel für die Erstellung des Masterplans für nachhaltige und emissionsfreie Mobilität beantragt. Nach Bewilligung des Antrags in einem zweistufigen Verfahren durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) erfolgte die Erarbeitung des vorliegenden Dokuments zwischen März und Juli 2018.

Innerhalb von gut vier Monaten sollte ein umfassender und förderfähiger Ansatz für die Abwendung von potenziellen Fahrverboten gefunden werden. Die zu entwickelnden Bausteine sollten zudem auch zu einer langfristig-nachhaltigen Entwicklung der Mobilität in Augsburg beitragen.

2 Prozess

Entsprechend straff und strukturiert musste der Prozess aufgebaut sein – ohne jedoch als reine „desktop study“ an den Bedürfnissen von Stadt, Wirtschaft und Bevölkerung vorbeizugehen. Grundlegend für die Gestaltung des Prozesses ist ein partizipativer Ansatz, denn nur wenn alle wichtigen Akteurinnen und Akteure eingebunden und motiviert werden, kann der Masterplan mehr sein als ein „Papiertiger“. Zwei Aspekte sind hierbei grundlegend: Einerseits sind das lokale Fachwissen und die Erfahrung entscheidend für die Ausarbeitung angepasster Maßnahmenvorschläge. Andererseits müssen die am Ende für die Umsetzung verantwortlichen Personen und Institutionen von Anfang an mit am Tisch sitzen, um nicht losgelöst von deren Ressourcen und Handlungsspielräumen zu planen.

Entsprechend spiegelt der Aufbau des Prozesses (Abb. 1) dessen partizipativen Charakter wider. Die zentralen Elemente hierbei waren:

- Vier ExpertInnen-Workshops zur Sammlung und Ausarbeitung von Maßnahmenvorschlägen und zur Aktivierung relevanter AkteurInnen (insges. 99 TeilnehmerInnen)
- Einberufung eines Fachbeirats aus wissenschaftlichen FachexpertInnen sowie FachexpertInnen aus der Verwaltung zur fachlichen Einschätzung und Vorauswahl detaillierter zu untersuchender Maßnahmenvorschläge sowie zur Validierung der Bewertungen
- Etablierung einer Steuerungsgruppe aus VertreterInnen der Stadtratsfraktionen und zentralen AkteurInnen der Verwaltung und Stadtwerke als politisches Steuerungsgremium und zur Sicherstellung der Umsetzbarkeit
- Öffentlichkeits- und Pressearbeit u.a. mit einer öffentlichen Ergebnis-Posterausstellung im Rathaus

¹ Jahresmittelwert 2016: $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 2017: $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [15]



Abb. 1: Prozess zur Erstellung des Masterplans

3 Methodik der Maßnahmenbewertung

Die Sammlung und auch die Ausarbeitung von Maßnahmevorschlägen und Projektideen ist wichtiger Startpunkt des Prozesses. Allerdings muss anschließend auch überprüft werden, inwiefern diese am Ende zur Erreichung der Ziele beitragen können. Vorgabe seitens des Bundes als Fördergeber für den Masterplan und die anschließende Maßnahmenförderung war eine Bewertung der Wirksamkeit hinsichtlich des NO_x-Reduktionspotenzials (3.1). Hinsichtlich der Wirksamkeit spielen jedoch nicht nur die NO_x-Effekte eine Rolle, sondern auch limitierende Faktoren hinsichtlich der Umsetzbarkeit wie bspw. Kosten (3.2). Darüber hinaus wollte die Stadt Augsburg die Maßnahmen nicht nur auf das Thema Luftreinhaltung beschränken, sondern aus einer ganzheitlich nachhaltigen Perspektive aufgreifen (3.3).

3.1 NO_x-Emissions-Berechnung

Die für die Luftreinhaltung relevante Messgröße sind NO₂-Immissionen an bestimmten Standorten. Als Grundlage für deren straßenquerschnittgenaue Berechnung ist ein Emissionsmodell auf Basis des gesamtstädtischen Verkehrsmodells nötig sowie die konkreten Auswirkungen von Maßnahmevorschlägen auf die Verkehrsmengen und -flüsse im Verkehrsmodell. Aufgrund der Vorgabe des Bearbeitungszeitraums und einer eingeschränkten Datenverfügbarkeit (insbesondere auch hinsichtlich Annahmen zu Maßnahmeeffekten) war dies nicht leistbar. Die Berechnungsmethodik für das Reduktionspotenzial orientiert sich daher an folgenden Kriterien:

- eingeschränkte Komplexität
- Nutzung vorhandener oder leicht beschaffbarer Daten
- wissenschaftlich etablierter und akzeptierter Ansatz
- Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse

Nur ein gesamtstädtisches Emissions-Modell kann diese Kriterien hinreichend erfüllen. Als methodische Grundlage für das Berechnungsmodell wird die „Tautologie der Verkehrsökologie“ herangezogen, die bereits genau für diesen Zweck eingesetzt [1] und in ähnlicher Weise im parallelen Masterplan-Prozess in der Stadt Würzburg (gemeinsam von Technische Universität München, Green City Experience, FHWS und Siemens erstellt) verwendet wurde.

„Nach der verkehrsökologischen Tautologie ergibt sich die Gesamtwirkung einer Maßnahme dadurch, dass man die Anzahl der Einwohner im Untersuchungsgebiet mit der Zahl der motorisierten Fahrten

(je Verkehrsmittel) und mit der mittleren Reiseweite dieser Fahrten (je Verkehrsmittel) und mit dem Kehrwert des Besetzungsgrades der jeweiligen Fahrzeuge und mit dem technischen Emissionsfaktor (in g/km) multipliziert“ [1]. Formel 1 drückt dies mathematisch aus.

Formel 1 NO_x-Emissionsberechnung nach der Tautologie der Verkehrsökologie

$$NO_x \text{ ges.} = \text{Anz. Fahrten ges.} * \frac{\text{Fahrten}}{\text{Person}} * \frac{\text{Personen_km}}{\text{Fahrt}} * \frac{\text{Fahrzeug_km}}{\text{Personen_km}} * \frac{NO_x \text{ Emissionen}}{\text{Fahrzeug_km}}$$

Aufgrund der Datenverfügbarkeit können nur die Emissionen des Personenverkehrs berechnet werden. Für den Güterverkehr existiert keine ausreichende Datengrundlage. Berücksichtigt werden hierbei alle Fahrten im Stadtgebiet Augsburgs, d. h. alle Wege im Binnenverkehr, alle Wege im Quell- und Zielverkehr (anteilig innerhalb des Stadtgebiets) sowie alle Wege im Durchgangsverkehr. Als Berechnungsgrundlage mussten viele unterschiedliche Datenquellen herangezogen werden wie:

- „Mobilität in Städten – SrV“ [2] für alle Daten hinsichtlich des Mobilitätsverhaltens
- Zulassungsstatistiken von Stadt Augsburg, Landkreis Augsburg, Landkreis Aichach-Friedberg zur Zusammensetzung der Fahrzeugflotten
- Handbuch für Emissionsfaktoren HBEFA 3.3 [3] für durchschnittliche Emissionsfaktoren nach Fahrzeugschicht
- Bevölkerungsdaten des Amtes für Statistik und Stadtforschung [4]
- Verkehrsmodell der Stadt Augsburg und der Stadtwerke zur Berechnung des Quell- und Zielverkehrs
- Pendlerdaten der Agentur für Arbeit [5] zur Validierung von Annahmen und Berechnungen zum Quell- und Zielverkehr
- verschiedene Daten der Stadtwerke Augsburg wie z.B. Besetzungsgrade im ÖPNV, Emissionsdaten von Bussen, etc.
- Luftschadstoffkataster der Deutschen Bahn AG [6] zur Validierung der Berechnungen auf Basis der Fahrplanauskunft der DB
- Fachpublikationen zur Ermittlung von Emissionswerten von nicht in HBEFA enthaltenen Fahrzeugen
- uvm.

In Formel 1 kann lediglich einer der Faktoren durch technische Maßnahmen beeinflusst werden – nämlich der Emissionsfaktor (z. B. durch zusätzliche Filter). Drei Faktoren hingegen sind Ausdruck des menschlichen Verhaltens und damit potenzielle Stellschrauben für eine Emissionsreduktion. Berechnet werden die Emissionsreduktionspotenziale von Maßnahmen durch den Vergleich eines Maßnahmen“szenarios“¹ mit dem Status quo Modell (Formel 2).

Formel 2 Berechnung des NO_x-Einsparpotenzials von Maßnahmen

$$\text{Einsparpotenzial}_{NO_x} = E_{NO_x} \text{ gesamt} - E_{NO_x} \text{ Maßnahmenzenario}$$

Eine Berechnung von Maßnahmeneffekten konnte für zehn der insgesamt 22 für eine detailliertere Analyse ausgewählten Maßnahmen erfolgen. Ausgewählte Ergebnisse sind in 4.1 dargelegt.

¹ Aufgrund der o.g. (insbesondere zeitlichen) Einschränkungen bei der Durchführung der Berechnungen kann jedoch nur eingeschränkt von einem Szenario gesprochen werden – die notwendigen Daten für Zeitreihen und Prognosen (z. B. Zulassungszahlen, Mobilitätsverhalten) waren weder verfügbar noch kurzfristig valide zu errechnen.

Alle Ergebnisse sind im Masterplan selbst [7] sowie in den zusätzlich erstellten Maßnahmendossiers zusammengefasst – ebenso wie die folgenden Bewertungsergebnisse (3.2, 3.3).

3.2 Umsetzung und Umsetzbarkeit

Die potenziellen NO_x-Reduktionen sind jedoch nicht das einzige relevante Bewertungskriterium für die Einschätzung der Wirksamkeit der Maßnahmen. Inwiefern Maßnahmen auch wirkungsvoll umgesetzt werden können, hängt im Wesentlichen von drei Variablen ab:

- Welche finanziellen Auswirkungen hat die Maßnahme für die umsetzenden Institutionen (Gesamtkosten, Fördermöglichkeiten, etc.)?
- Ab wann kann eine Umsetzung erfolgen, bis wann ist sie abgeschlossen und ab wann zeigt sie in welchem Umfang eine Wirkung? (Zeitrahmen)
- Welche politische und gesellschaftliche Akzeptanz besteht? (Akzeptanz)

Bspw. wäre der immer wieder vorgebrachte Maßnahmenvorschlag der Einführung von Fahrverboten relativ schnell und relativ kostengünstig umzusetzen und hätte gleichzeitig ein hohes NO_x-Reduktionspotenzial. Dennoch soll gerade diese Maßnahme aus Sicht der Bundes-, der Landes- und der Stadtregierung nicht umgesetzt werden.

3.3 Nachhaltigkeit

Da auch eine langfristig-nachhaltige Entwicklung der Mobilität in Augsburg forciert werden soll, wurden die drei Säulen der Nachhaltigkeit durch verschiedene Bewertungskriterien hinsichtlich nachhaltiger Mobilitätsentwicklung konkretisiert (Abb. 2). Die Maßnahmenvorschläge wurden qualitativ hinsichtlich ihrer direkten und indirekten Wirksamkeit bezüglich dieser Kriterien bewertet. Letztere bauen inhaltlich auf den Nachhaltigkeitsleitlinien [8] und auf verschiedenen Nachhaltigkeitsindizes, -bewertungen und -rankings¹ auf.

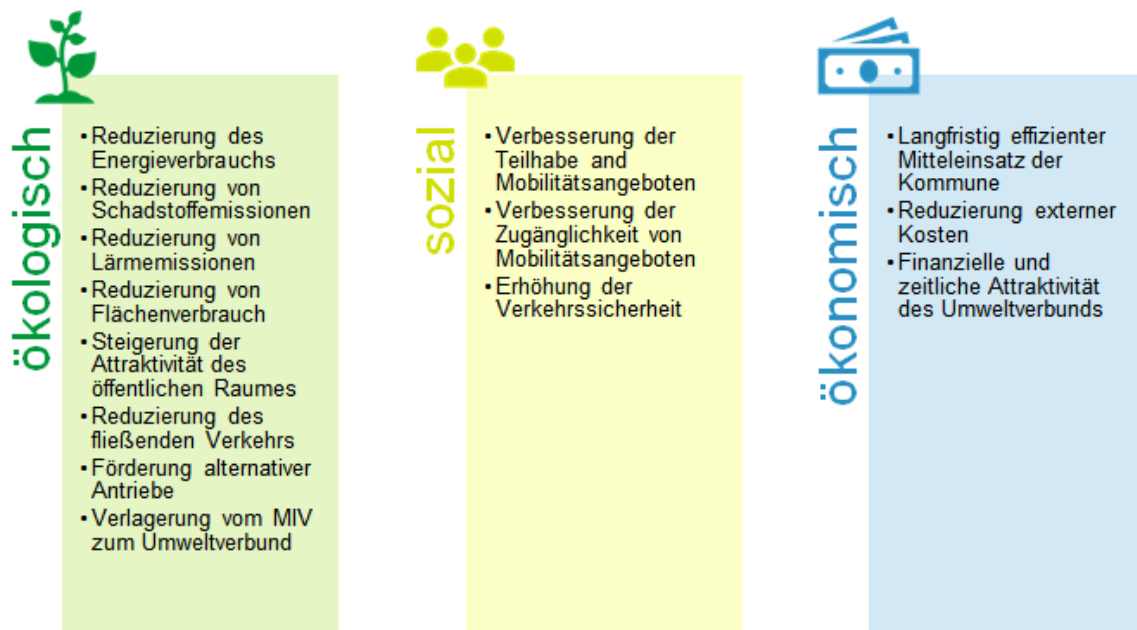


Abb. 2: Dimensionen der Nachhaltigkeitsbewertung von Mobilitäts-Maßnahmen

¹ [9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19]

4 Ergebnisse

Die Ergebnisse des Status quo der NO_x-Emissionen im Personenverkehr zeigt deutlich die Hauptverursacher. Im Modell sind 90% der Emissionen auf Pkw mit Verbrennungsmotor zurückzuführen (Abb. 3). Um die gesamtstädtischen Emissionen zu reduzieren sollten also die Maßnahmenswerpunkte insbesondere in diesem Bereich gelegt werden. Andererseits sind die zwei nächstgrößten Emissionsquellen – Bahn und Bus – durch wenige Einzelakteure geprägt, so dass hier ebenfalls effektive Maßnahmen ansetzen können.

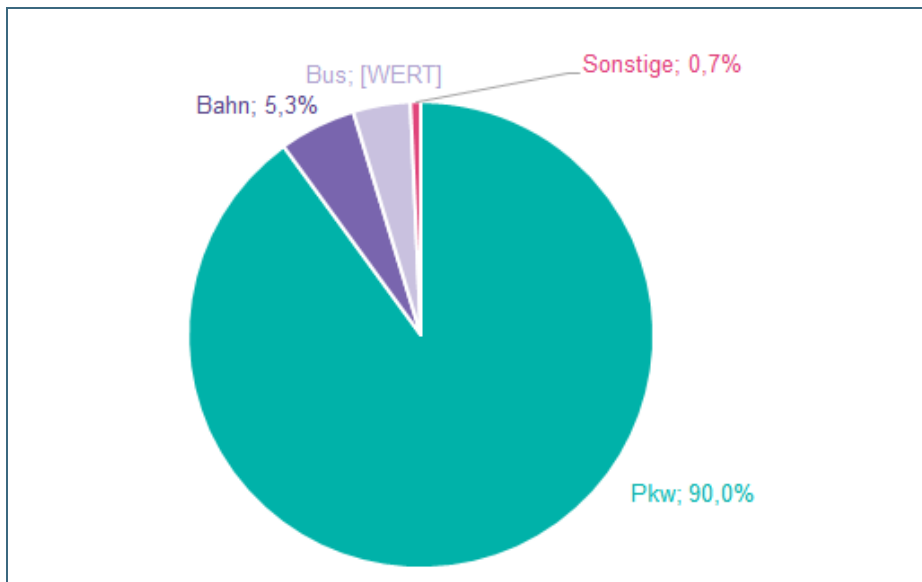


Abb. 3:
NO_x-Emissionen im Stadtgebiet (Status quo Personenverkehr) nach Verkehrsmitteln

4.1 Maßnahmen mit höchster Wirksamkeit

Die Maßnahmen mit der höchsten berechneten Wirkungspotenzialen hinsichtlich NO_x-Reduktion sind teils bereits fest geplant und/oder teils auch nicht durch eine Kommune allein umsetzbar. Dies liegt einerseits daran, dass die Effekte neuer kommunaler Maßnahmen teilweise nicht so genau abschätzbar sind, dass eine valide Berechnung möglich ist (vgl. 4.3).

- 1 Bei der **Hardware-Nachrüstung von Diesel-Pkw (- 33,2%¹)** kann die Kommune (außer ggf. beim eigenen Fuhrpark) kaum selbst aktiv werden. Diese Maßnahme des Bundes hat die höchsten Einsparpotenziale (wenngleich bei der Berechnung pauschalisiert wurde, sodass die realen Effekte aus technischen Gründen vermutlich geringer wären).
- 2 Bei der **Radverkehrsförderung (- 7,5%)** wird die Erhöhung des Radverkehrsanteils am Modal Split auf 25 % zugrunde gelegt². Diese politische Zielvorstellung ist in den nächsten Jahren ohne ganz erhebliche politische und finanzielle Anstrengungen zwar kaum realisierbar, verdeutlicht aber das grundsätzliche Potenzial des Radverkehrs.
- 3 Auch bei der **Elektrifizierung der Diesel-Strecken im Regio-Schiennetz (- 5,3%)** hat die Stadt selbst kaum Einfluss. Angesichts neuerer technischer Entwicklungen (Batterie- oder Brennstoffzellenantrieb) muss eine Elektrifizierung allerdings nicht unbedingt die Ausstattung der Strecken mit Oberleitungen bedeuten.

¹ Für den theoretischen Fall der Umrüstung aller Euro 5 Diesel-Pkw

² Politische Zielvorgabe der „Fahrradstadt“ ist ein Radverkehrsanteil von 25 % der Wege mit Verlagerungseffekten ausschließlich zulasten des MIV

- 4 Der ohnehin geplante und bereits teils umgesetzte **Ausbau des ÖPNV im Rahmen der Mobilitätsdrehscheibe (- 3,0%¹)** und dabei insbesondere des Straßenbahnnetzes zielt auf Verlagerungseffekte vom MIV zum ÖPNV durch ein verbessertes Angebot ab.
- 5 **Logistik und Wirtschaftsverkehr** sind explizit im Masterplan genannt, können jedoch aufgrund nicht vorhandener Daten und einem geringen Konkretisierungsgrad von Maßnahmen nicht hinsichtlich Einsparpotenzialen berechnet werden. Dennoch wird diesem Bereich ein hohes Wirkungspotenzial zugesprochen, da gerade hier viele Dieselfahrzeuge in hoch belasteten Räumen unterwegs sind.

4.2 Basismaßnahmen

Während des Prozesses wurden zwei Maßnahmen als Basismaßnahmen identifiziert, die Voraussetzung sind, um die gesetzten Ziele zu erreichen.

- 1 **Kommunikation** und Marketing sind ein Schlüssel, um Verhaltensänderungen in Richtung eines nachhaltige(n) Lebensstils zu fördern. Konkret kann dies u. a. die Initiierung einer Kampagne für nachhaltige Mobilität sein, aber auch eine offensive „Vermarktung“ der Aktivitäten der Stadt Augsburg, der Stadtwerke oder sonstiger Akteure als „Best-Practice“-Beispiele mit Vorbildfunktion. Gerade bei neuen Formen der Mobilität und neuen Mobilitätsangeboten ist bei den NutzerInnen oft eine große Unsicherheit vorhanden, die aktiv abgebaut werden muss.
- 2 Damit eine Kommune ihre grundsätzlichen Potenziale auch ausschöpfen kann, müssen die organisatorischen **Voraussetzungen** dafür geschaffen werden. Dies bedeutet die **Schaffung von** adäquaten **Verwaltungsstrukturen** zur Koordination und zielgerichteten Bündelung aller Aktivitäten im Bereich der Mobilität. Wie diese Strukturen aussehen können, kann sich je nach Kommune sehr unterschiedlich darstellen. Wichtig sind immer: Informationsaustausch, Handlungsfähigkeit (durch Handlungsvoll-machten) und eine gemeinsame Zielvorstellung aller Beteiligten.

4.3 Maßnahmenschwerpunkt Digitalisierung

Eine wichtige Rolle für die Umsetzung (d. h. Förderung) von Maßnahmen spielt die Förderrichtlinie „Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme“ des BMVI, über die zum Stand September 2018 bereits ca. 1 Million Euro Fördermittel für Maßnahmen aus dem Masterplan für Augsburg bewilligt waren (weitere Förderanträge sind eingereicht). Für Augsburg sind im Masterplan im Bereich Digitalisierung u. a. vorgesehen:

- Die **Verstetigung des Verkehrsflusses** (MIV) durch eine intelligente Lichtsignalanlagensteuerung und ein neues Park- und Verkehrsleitsystem. Hier sind jedoch unbedingt flankierende Maßnahmen nötig, damit kein Rebound-Effekt eintritt und ein verbesserter Verkehrsfluss letztlich Mehrverkehr generiert.
- Darüber hinaus bietet die Digitalisierung noch weitere Ansatzpunkte für eine nachhaltige Entwicklung der Mobilität. Wichtig ist hier insbesondere der „**Mobility as a Service**“-Gedanke. Dies bedeutet, dass unterschiedliche Angebote – hier ÖPNV, Carsharing und Bikesharing in einer Smartphone-Applikation gebündelt werden. Dies schafft ein integriertes Angebot, baut Nutzungshemmnisse ab und erhöht den Komfort für die Nutzerinnen und Nutzer. Längerfristig ist

¹ Berechnung auf Basis der standardisierten Bewertung für die Umsetzung aller Maßnahmen der Mobilitätsdrehscheibe Augsburg, die auch in Teilen bereits erfolgt ist.

auch ein (teil-)autonomer ÖPNV zur Verbesserung des Angebots angedacht und soll daher getestet werden.

- Ebenfalls eine Komforterhöhung findet durch die **Digitalisierung des ÖPNV** statt – d.h. zeitgemäße digitale Auskunftssysteme, W-LAN in Fahrzeugen oder verbesserte und kohärente Informationen an Haltestellenanzeigen, in den Fahrzeugen und über andere Kommunikationswege.

4.4 Push- und Pull-Maßnahmen

Gerade die letzten beiden Digitalisierungsmaßnahmen sind Anreize, die gesetzt werden, um eine Verhaltensänderung zu induzieren – also sog. Pull-Maßnahmen. Das Ziel ist, die Attraktivität von Alternativen zum mit fossilen Brennstoffen betriebenen MIV zu erhöhen. Es werden als Angebote geschaffen, verbessert und kommuniziert, mit dem Ziel sowohl ihre Bekanntheit als auch Akzeptanz und damit letztlich ihre Nutzung zu fördern.

Im Gegensatz dazu sind *Push-Maßnahmen* Restriktionen, die die Attraktivität des MIV verringern sollen. Im Falle des Masterplans in Augsburg wurde die Möglichkeit der Anpassung des Parkraummanagements als einzige Push-Maßnahme aufgenommen. Die geringe Beliebtheit und Aufnahme von restriktiven Maßnahmen tritt in fast allen Prozessen zu Tage und ist auch leicht nachvollziehbar: Restriktionen werden auf den ersten Blick häufig als Beschneidung der individuellen Freiheit empfunden. Gutes Beispiel ist die Reduzierung des Parkraums, die häufig negative Reaktionen des Einzelhandels und der Bevölkerung auslöst – selbst wenn beide mittel- und langfristig von einer erhöhten Aufenthaltsqualität profitieren.

Insgesamt sind Pull-Maßnahmen zwar besser akzeptiert, die Effekte versiegen jedoch oft bei fehlender Verstärkung oder einer zu klein gehaltenen Umsetzung (z. B. hinsichtlich dem räumlichen Bezug, dem zeitlichen Rahmen und Umfang des Beteiligungs-/Ansprachegrad), da sich bestehende Handlungsmuster nur schwer verändern lassen. Ihre größte Wirkung entfalten sie daher im Zusammenspiel mit Push-Maßnahmen. Andererseits haben Push-Maßnahmen an bestimmten Stellen tatsächlich potenziell negative Effekte hinsichtlich der Befriedigung von Mobilitätsbedürfnissen.

Schlussendlich geht es also – für eine langfristig nachhaltige Mobilität – nicht darum *entweder* Push- oder Pull-Maßnahmen umzusetzen, sondern nur eine Kombination aus beiden Ansätzen führt zum Erfolg.

5 Wege zu einer nachhaltigeren Mobilität

Für eine langfristig-nachhaltige Entwicklung (Abb. 4) – auch im Sinne des Klimaschutzes und einer lebenswerten Stadt – ist das Mobilitätsverhalten der Menschen die entscheidende Stellschraube. Das heißt: Nur wenn eine relative Attraktivitätssteigerung alternativer Mobilitätsoptionen gegenüber dem fossilen MIV erfolgt, kann langfristig ein Wandel in Richtung nachhaltige Mobilität gelingen. Technische Ansätze erlauben zwar eine Emissionsreduzierung, haben jedoch zunächst keine Verhaltensänderung zur Folge – ein „sauberer“ Diesel oder E-Pkw könnten sogar ökologische Rebound-Effekte auslösen¹.

¹ Im Sinne von: „Wenn ich so sauber unterwegs bin, macht es ja nichts, ein bisschen mehr zu fahren.“



Abb. 4: Ansatzpunkte für die Förderung nachhaltiger Mobilität

Wie im Punkt 4.2 dargestellt, ist Kommunikation hierbei eine wesentliche Stellschraube zum Erfolg. Eine vergleichsweise neue Herangehensweise Veränderungsprozesse in Gang zu setzen, ist auch die Schaffung von „Möglichkeitsräumen“, d. h. die Einrichtung von Modellquartieren, Reallaboren, Pilotprojekten etc., in denen neue Formen der Mobilität und Konzepte der Stadtgestaltung ausprobiert, getestet, adaptiert, weiterentwickelt und ggf. auch wieder verworfen werden dürfen.

Jedoch braucht es nicht nur Räume, sondern schlussendlich auch Geld, Personal und Engagement. Eine zukunftsorientierte und nachhaltige Mobilität gibt es nicht umsonst; und alle Akteure müssen hier Geld in die Hand nehmen. Auf kommunaler Ebene müssen Verwaltungsstrukturen mit klaren Zuständigkeiten geschaffen werden, deren Aufgabe die koordinierte Umsetzung von Maßnahmen bei beständiger Wirkungsevaluation und Offenheit für neue Entwicklungen ist. Die Kommunen können jedoch nicht alle Aufgaben selbst stemmen – Bund und Länder müssen die entsprechenden Rahmenbedingungen schaffen (u. a. durch Gesetzgebung und Förderung).

6 Weitere Entwicklung

Der Masterplan ist ein wichtiger Baustein für eine emissionsreduziertere und nachhaltigere Mobilität der Zukunft. Aufgrund der zeitlichen Einschränkungen konnte an vielen keine tiefere Betrachtung erfolgen, jedoch wurden die ersten Grundlagen für ein umfassenderes Verständnis gelegt. Nichtsdestotrotz zeigt der Masterplan für die Stadt Augsburg als Auftraggeber einerseits pragmatische Lösungsansätze. Andererseits eröffnet er auch eine erste Perspektive auf die vielen zum heutigen Zeitpunkt auch noch gar nicht in Gänze absehbaren künftigen technischen und organisatorischen Entwicklungsmöglichkeiten.

Im Zuge des Masterplans und des gleichzeitig (ebenfalls durch Green City Experience) erarbeiteten Elektromobilitätskonzeptes wird durch eine Oberbürgermeister-Verfügung ein Lenkungskreis innerhalb der Stadtverwaltung ins Leben gerufen, der die „Agenda für Mobilität“ – ein „Dachmarke“ für die Aktivitäten der Stadt Augsburg im Sinne nachhaltiger Mobilität – weiter vorantreiben soll. Dieser besteht aus

Vertretern von Wirtschafts- und Finanzreferat, Umweltreferat und Baureferat. Innerhalb dieses Lenkungs-kreises sollen die weiteren Entwicklungen und Maßnahmen koordiniert werden, bei gleichzeitiger Evaluation des konkreten Verwaltungsstrukturbedarfs.

Darauf aufbauend ist das Ziel die Maßnahmen und Projekte nun zügig umzusetzen; möglichst mit weiteren Fördermitteln des Bundes. Allerdings läuft das aktuelle Förderprogramm „Saubere Luft“ im Jahr 2020 aus. Das bedeutet, dass gerade bei so langfristigen Planungs-horizonten wie im Bereich Mobilität und Verkehr die Fördergeber, d. h. insbesondere das BMVI, frühzeitig und mit Planungssicherheit eine Weiterfinanzierung sicherstellen müssen.

7 Literatur

- [1] U. Becker, E. Clarus, W. Schmidt und M. Winter, Stickoxide, Partikel und Kohlendioxid: Grenzwerte, Konflikte und Handlungsmöglichkeiten kommunaler Luftreinhaltung im Verkehrsbereich. Informationen und Empfehlungen für Mitarbeiter deutscher Kommunen, Dresden, 2009.
- [2] R. Gerike, „Tabellenbericht zum Forschungsprojekt "Mobilität in Städten - Srv 2013": In Augsburg 2014/15,“ Dresden, 2015b.
- [3] INFRAS, „HBEFA3.3,“ 2017.
- [4] Amt für Statistik und Stadtforschung der Stadt Augsburg, „Bevölkerungsprognose Stadt Augsburg 2016-2030, Stand 2016,“ Augsburg, 2018.
- [5] Statistik der Bundesagentur für Arbeit, „Pendleratlas,“ 2017. [Online]. Available: <https://statistik.arbeitsagentur.de/Navigation/Statistik/Statistische-Analysen/Interaktive-Visualisierung/Pendleratlas/Pendleratlas-Nav.html>. [Zugriff am 17 Juli 2018].
- [6] Deutsche Bahn AG, „Luftschadstoffkataster,“ 27 10 2016. [Online]. Available: <http://data.deutschebahn.com/dataset/luftschadstoffkataster>. [Zugriff am 29 07 2018].
- [7] Stadt Augsburg, Referat für Umwelt, Nachhaltigkeit und Migration [Hrsg.], „Masterplan nachhaltige und emissionsfreie Mobilität für die Stadt Augsburg,“ Augsburg, 2018.
- [8] Stadt Augsburg, „Zukunftsleitlinien für Augsburg,“ 2018. [Online]. Available: <http://www.nachhaltigkeit.augsburg.de/zukunftsleitlinien.html>. [Zugriff am 25 07 2018].
- [9] Allianz pro Schiene e.V., „Bundesländerindex Mobilität & Verkehr,“ 2017. [Online]. Available: https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/mobilitaet/mobilitaet_bundeslaenderindex_mobilitaet_und_umwelt_2016_2017.pdf. [Zugriff am 25 07 2018].
- [10] Arcadis, „Sustainable Cities Mobility Index,“ 2017.
- [11] Greenpeace e.V., „Städteranking zur nachhaltigen Mobilität,“ Hamburg, 2017.
- [12] Landesregierung von Nordrhein-Westfalen, „heute handeln. Gemeinsam für nachhaltige Entwicklung in NRW,“ 2016. [Online]. Available: https://www.nachhaltigkeit.nrw.de/fileadmin/user_upload/Nachhaltigkeitsstrategie_PDFs/NRW_Nachhaltigkeitsstrategie_Broschuere_DE_Online_Version_22032017.pdf. [Zugriff am 25 07 2018].
- [13] MWVLW, „Statistische Indikatoren zur nachhaltigen Entwicklung,“ 2016. [Online]. Available: https://www.statistik.rlp.de/fileadmin/dokumente/nach_themen/umw/Nachhaltigkeit/Statistische_Indikatoren_Nachhaltigkeit.pdf. [Zugriff am 25 07 2018].

- [14] Statistisches Bundesamt, „Nachhaltige Entwicklung in Deutschland,“ 2016. [Online]. Available: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/UmweltoekonomischeGesamtrechnungen/Umweltindikatoren/IndikatorenPDF_0230001.pdf?__blob=publicationFile. [Zugriff am 25 07 2018].
- [15] Umweltbundesamt, „Luftqualität 2017: Rückgang der Stickstoffdioxidbelastung reicht noch nicht aus,“ 2018. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/presse/pressemitteilungen/luftqualitaet-2017-rueckgang-der> . [Zugriff am 25 07 2018].
- [16] Umweltbundesamt, „Die Stadt für Morgen,“ Dessau-Roßlau, 2017.
- [17] F.-J. e. a. Van Audenhove, „The Future of Urban Mobility 2.0,“ Brüssel, 2014.
- [18] A. Gühnemann, „CH4ALLENGE Monitoring and Evaluation Manual: Assessing the impact of measures and evaluating,“ Brüssel, 2016.
- [19] B. Schwarze, „Erreichbarkeitsindikatoren in der Nahverkehrsplanung,“ Selbstverlag der TU Dortmund , Dortmund, 2005.

Masterplan der Landeshauptstadt München

Andreas Bauer, Landeshauptstadt München

Übersicht



1. Luftqualität in München
2. Masterplan zur Luftreinhaltung der Landeshauptstadt München
 - 2a. Hintergrund Masterpläne
 - 2b. Zielsetzung
 - 2c. Strategie der verkehrspolitischen Trias
 - 2d. Einzelmaßnahmen des Masterplans
 - 2e. Wirkungsanalysen
 - 2f. Maßnahmenpriorisierung
 - 2g. Fazit
3. Ausblick

1. Luftqualität in München

Luftqualität in München – offizielle Messungen des LfU

Feinstaub PM₁₀:

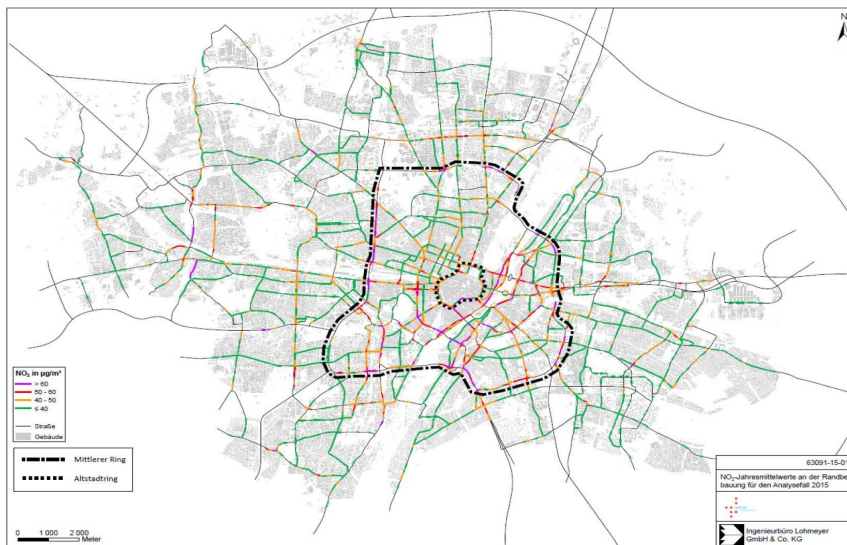
- **Tagesmittelwert**, seit 2005: 50 µg/m³, bei 35 zulässigen Überschreitungen: **seit 2012 eingehalten**
- **Jahresmittelwert**, seit 2005: 40 µg/m³: **seit 2007 eingehalten**

Stickstoffdioxid (NO₂):

- **1-Stunden-Wert**, seit 2010: 200 µg/m³, bei 18 zulässigen Überschreitungen: **seit 2016 eingehalten**
- **Jahresmittelwert**, Grenzwert seit 2010: 40 µg/m³ => an 2 LÜB-Stationen auch in 2017 **deutlich nicht eingehalten**

LÜB-Stationen	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂	NO ₂
Jahr	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Beurteilungsgröße	50	48	46	44	42	40	40	40	40	40	40	40	40
Stachus	76	79	71	74	78	74	76	60	64	62	64	56	53
Johanneskirchen	30	33	30	28	30	28	23	22	22	22	23	22	21
Lothstraße	44	45	42	35	35	35	33	31	31	31	33	33	32
Landshuter Allee	92	98	89	85	92	99	85	81	81	83	84	80	78
Allach										25	26	26	25

1. Luftqualität in München



Karte der Regierung von Oberbayern (Stand 2015):

123 km Strecke mit Grenzwertüberschreitung d. h. an 24 % des Hauptstraßenverkehrsnetzes mit Randbebauung

1. Luftqualität in München



Nr	Straße	Jahresmittelwert laut Berechnung: von 2017 mit Werten von 2015 in µg/m³	Mittelwert 1. Quartal 2018 in µg/m³	Mittelwert 2. Quartal 2018 in µg/m³	Mittelwert 1. Halbjahr 2018 in µg/m³
1	Verdistr. 73	40-50	46	35	40
2	Planegger Str. 25	>60	43	36	39
3	Eversbuschstr. 171	40-50	42	33	37
4	Feldmochinger Str. 25a	40-50	34	23	28
5	Schleißheimer Str. 273	40-50	39	31	35
6	Rheinstr. 26	40-50	33	24	28
7	Tegernseer Landstraße 150	>60	60	57	58
8	Chiemgaustr. 140	50-60	61	58	59
9	Kreillerstr. 111	<40	34	30	32
10	Bajuwarenstr. 92	40-50	33	26	30
11	Fürstenrieder Str. 283	>60	38	37	37
12	Liesl-Karlstadt-Str. Zw. 7/9	>60	42	35	38
13	Hofbrunnstr. 68	Keine Angabe ²	25	15	19
14	Frauenstr. Zwischen 16/18	>60	51	46	48
15	Wotanstr. Zwischen 103a /105	40-50	41	37	39
16	Steinsdorfstr. 15	>60	46	42	44
17	Lothstr. 62	<40	30	22	26
18	Situlistr. 21	40-50	41	35	38
19	Ruth-Schaumann-Str. Zwischen 8 /10	Keine Angabe ²	26	17	21
20	Boschetsrieder Str. zwischen 83/83a	40-50	32	23	28
21	Offenbachstr. 48	40-50	34	23	28

Legende:	
Grün =	Wert unter 40 µg/m³
Orange =	Wert zwischen 40 und 50 µg/m³
Rot =	Wert zwischen 50 und 60 µg/m³
Lila =	Wert über 60 µg/m³

Hinweise:
¹Veröffentlichung der Regierung von Oberbayern vom 18.07.2017. <http://www.regierung.oberbayern.bayern.de/aufgaben/umwelt/allgemein/luftreinhalte/02716/>

²Für die Nummern 13 (Hofbrunnstr.) und 19 (Ruth-Schaumann-Str.) liegen keine berechneten Stickstoffdioxidwerte vor, da sich die Standorte in Wohngebieten befinden. Die Modellrechnung des Freistaats Bayern bezog sich nur auf das Hauptverkehrsstraßennetz. Der Jahresmittelgrenzwert für Stickstoffdioxid liegt gemäß der 39. Bundesimmissionschutzverordnung bei 40 µg/m³.

2a. Hintergrund Masterplanerstellung



- **Überlegungen beider Diesel-Gipfel der Bundesregierung 2017 und in der Bund-Länder-Kommunen AG:**
 - Gezielte Unterstützung der von NO₂-Grenzwertüberschreitungen betroffenen Kommunen, um Fahrverbote zu verhindern.
 - Auflage des „Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020“ mit einem Volumen in Höhe von 1 Mrd. Euro.
 - „Green-City-Pläne“ als Grundlage und zur Entwicklung von Maßnahmen und Förderanträgen.
- **Ergebnis:**
 - Förderbescheide zur Masterplanerstellung Ende 2017
 - Masterplanerstellung abzuschließen bis 31.07.2018
 - Förderaufrufe im „Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020“ zeitgleich, Mehrzahl der Förderprogramme unabhängig vom Masterplan

2b. Masterplan zur Luftreinhaltung der LHM

Zielsetzung

- Vorbereitung für Förderanträge im „Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020“.
- Schaffung möglichst vieler Wirkungsanalysen, um objektive Entscheidungsgrundlagen zu erhalten.
- Bearbeitung der vom Bund vorgegebenen Handlungsfelder.
- Abschluss innerhalb des vom Bund gesteckten, knappen Bearbeitungszeitraums.

7

2c. Strategie

- Motorisierter Individualverkehr klarer Hauptverursacher der NO₂-Problematik, hier insbesondere Diesel-Fahrzeuge
- Aufgrund hoher streckenmäßiger Betroffenheit und hoher Auslastung bis Überlastung des bestehenden Straßenverkehrsnetzes streckenbezogene oder punktuell wirkende Maßnahmen nicht zielführend



Verkehrspolitische Trias

1. Motorisierten Individualverkehr soweit als möglich reduzieren
2. ÖPNV soweit als möglich ausbauen
3. Verbleibenden Verkehr so emissionsarm wie möglich abwickeln



Konkrete Einzelmaßnahmen des Masterplans

8

2d. Maßnahmenkatalog

127 Einzelmaßnahmen in 8 Handlungsfeldern:

- Öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV)
- Radverkehr
- Elektromobilität
- Verkehrsmanagement
- Mobility Sharing und Pooling
- Parkraummanagement
- Stadtlogistik
- Mobilitätsmanagement

9

Handlungsfeld	Maßnahmenpaket	Wesentliche Maßnahmenbereiche
1. Öffentlicher Personen-nahverkehr (ÖPNV)	a) ÖPNV-Langfrist-Programm	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau Haltestellen / Park & Ride • Linienausbau U-Bahn, Tram • Linienneubau U-Bahn, Tram • Optimierung der Tarifstruktur
	b) ÖPNV-Kurzfrist-Programm	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau der ÖPNV-Beschleunigung • Digitalisierung von ÖPNV-Fahrzeugen, Infrastruktur und Services • Linienausbau Bus • Taktverdichtungen • Erneuerung der Fahrzeugflotte
	c) Umstellung der städtischen Busflotte auf Euro VI	<ul style="list-style-type: none"> • Modernisierung der Fahrzeugflotte
2. Radverkehr		<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau des MVG-Rad-Angebots • Ausbau des Radwegenetzes • Ausbau der Stellplätze
3. Elektromobilität	Elektromobilität – Langfrist-Programm	<ul style="list-style-type: none"> • Ausbau der Ladeinfrastruktur (außer ÖPNV) • Marketing • Ausbau Elektromobilität allgemein
	Elektromobilität – Kurzfrist-Programm Bus, städtischer Fuhrpark und Taxi	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrifizierung der Busflotte • Teilelektrifizierung des städtischen Fuhrparks (Pkw und Lkw) • Elektrifizierung der Taxiflotte • Ausbau der Ladeinfrastruktur für den ÖPNV
4. Verkehrsmanagement	Intelligente Verkehrssteuerung	<ul style="list-style-type: none"> • Verkehrsdatenplattform • Steuerungsverfahren • Qualitätsbewertung und -sicherung
	Baustellenmanagement	<ul style="list-style-type: none"> • Baustellenmanagement
5. Mobility Sharing und Pooling		<ul style="list-style-type: none"> • Mobilitätsstationen • Mobilitätsdienste
6. Parkraummanagement		<ul style="list-style-type: none"> • Datenerfassung • Parkflächen • Parksuchverkehr
7. Stadtlogistik		<ul style="list-style-type: none"> • Emissionsarme Fahrzeuge • Gütertransport
8. Mobilitätsmanagement		<ul style="list-style-type: none"> • Marketing

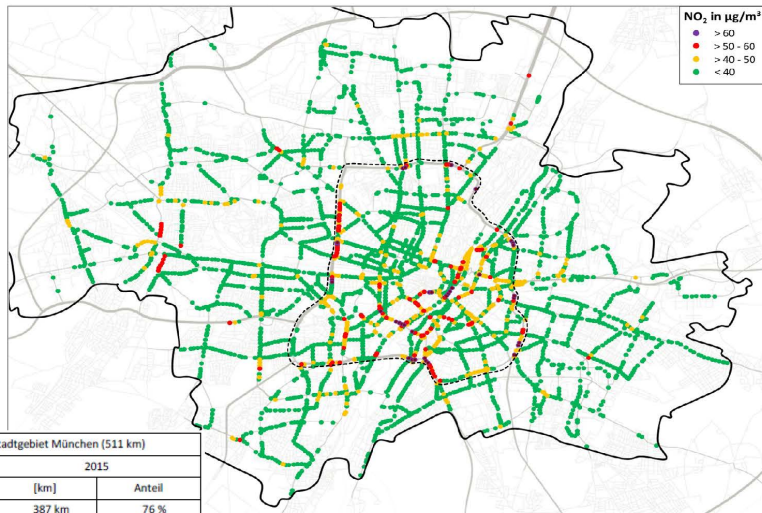
10

2e. Wirkungsanalysen

Soweit möglich: Verkehrliche und lufthygienische Auswirkungen (Immissionswerte)

Referenzszenario S0 NO₂-Belastung im Hauptverkehrsstraßennetz (Bezugsjahr 2020)

Reduzierung von 123 km (24%)
in 2015 auf 52 km (10%) in 2020
ohne eine Maßnahme,
nur durch Flottenerneuerung



NO ₂ -immissions- belastungsklasse	Hauptverkehrsstraßennetz im Stadtgebiet München (511 km)			
	Referenzszenario S0		2015	
	[km]	Anteil	[km]	Anteil
≤ 40 µg/m ³	459 km	90 %	387 km	76 %
> 40 – 50 µg/m ³	37 km	7 %	80 km	16 %
> 50 – 60 µg/m ³	11 km	2 %	27 km	5 %
> 60 µg/m ³	4 km	1 %	17 km	3 %

11

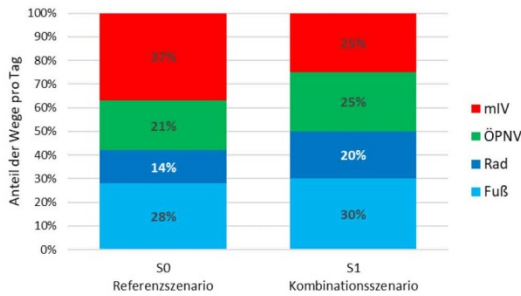
2e. Wirkungsanalysen

Szenario	Maßnahmenpaket	Methode
S1	Kombinationsszenario Modal Split: ÖPNV-Langfrist-Programm, ÖPNV-Kurzfrist-Programm, Radverkehr, Mobility Sharing und Pooling, Mobilitätsmanagement	Immissionsberechnung für das gesamte Stadtgebiet
S1a	Szenario S1 + Langfrist-Programm Elektromobilität, Kurzfrist-Programm Elektromobilität Bus, städtischer Fuhrpark und Taxi	Immissionsberechnung für das gesamte Stadtgebiet
S2	Umstellung der Busflotte auf Euro VI	Emissionsberechnung der gesamten Fahrzeugflotte
S3	Kurzfrist-Programm Elektromobilität – Teilbereich Umrüstung Bus und städtischer Fuhrpark	Emissionsberechnung der gesamten Fahrzeugflotte
S4	Kurzfrist-Programm Elektromobilität – Teilbereich beschleunigte Umrüstung Bus und Taxi	Emissionsberechnung der gesamten Fahrzeugflotte
S5	Intelligente Verkehrssteuerung	Qualitative Einschätzung der Wirkung auf Verkehr und Immissionen
S6	Baustellenmanagement	Qualitative Einschätzung der Wirkung auf Verkehr und Immissionen
S7	Parkraummanagement	Immissionsberechnung für das gesamte Stadtgebiet
S8	Stadtlogistik	Qualitative Einschätzung der Wirkung auf Verkehr und Immissionen
S9	Einzelbetrachtung Einrichtung von Busspuren	Immissionsberechnung für den Streckenzug

12

2e. Wirkungsanalysen

Modal Split für Referenzszenario S0 und Kombinationsszenario S1



Kombinationsszenario S1:

- ÖPNV-Langfrist-Programm, ÖPNV-Kurzfrist-Programm, Radverkehr, Mobility Sharing und Pooling, Mobilitätsmanagement
- 75 % emissionsfreier Verkehr

Kombinationsszenario S1a:

- Szenario S1 + Ausbau Elektromobilität
- 75 % emissionsfreier Verkehr + 5 % mIV elektrisch = 80 % emissionsfrei

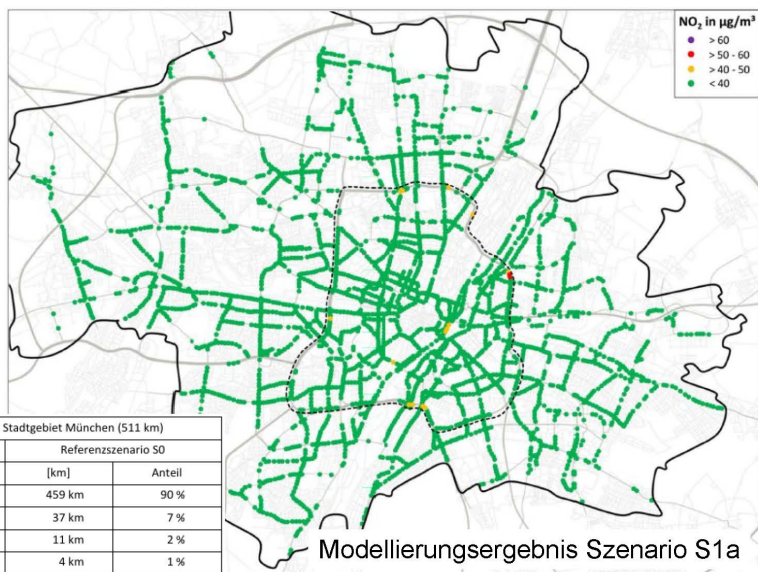
13

2e. Wirkungsanalysen

Einhaltung der Grenzwerte mit Szenario S1a möglich, aber nicht bis 2020 denkbar, da erforderliche Verschiebung des Modal-Split einen massiven Ausbau des ÖPNV und der Elektromobilität erfordert

Kombinationsszenario S1a:

- Szenario S1 + Kurzfrist- und Langfristprogramm Elektromobilität
- 75 % emissionsfreier Verkehr + 5 % mIV elektrisch = 80 % emissionsfrei
- 20 % Anteil an Elektrofahrzeugen. Dabei werden 50 % der-Pkw, 20 % der schweren Nutzfahrzeuge und 18 % der Busse in den einzelnen Teilflotten elektrifiziert.
- Im Kombinationsszenario S1a wären lediglich **2,2 km** des Hauptverkehrsstraßennetzes der LHM von Grenzwertüberschreitungen betroffen.

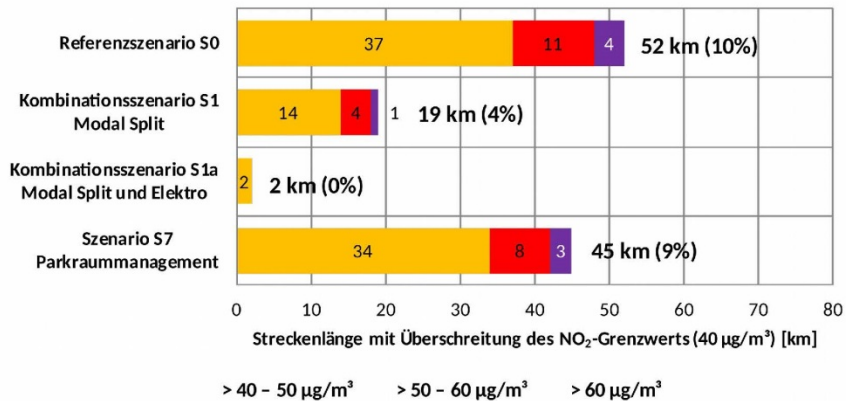


NO ₂ -Immissionsbelastungsklasse	Hauptverkehrsstraßennetz im Stadtgebiet München (511 km)			
	Kombinationsszenario S1a		Referenzszenario S0	
	[km]	Anteil	[km]	Anteil
≤ 40 µg/m ³	509 km	100 %	459 km	90 %
> 40 – 50 µg/m ³	2 km	0 %	37 km	7 %
> 50 – 60 µg/m ³	0,2 km	0 %	11 km	2 %
> 60 µg/m ³	0 km	0 %	4 km	1 %

2e. Wirkungsanalysen

Übersicht Szenarien mit Immissionsberechnung für das gesamte Stadtgebiet

Verbleibende Netzlänge mit Überschreitung des NO₂-Grenzwerts für das Jahresmittel im Münchner Hauptstraßennetz (Länge 511 km):



15

2f. Maßnahmenpriorisierung

Maßnahmenbewertung und -priorisierung nach den vom Fördermittelgeber (BMVI) vorgegebenen Kriterien

NO ₂ -Minderungspotenzial (doppelte Wertung)	Zeitdauer	Kosten
3 Punkte = hohe Wirkung	3 Punkte = bis 2020	3 Punkte = < 3 Mio. Euro
2 Punkte = mittlere Wirkung	2 Punkte = bis 2025	2 Punkte = 3–10 Mio. Euro
1 Punkt = geringe Wirkung	1 Punkt = über 2025 hinaus	1 Punkt = > 10 Mio. Euro

In zwei Kategorien vorgenommen:

- im „Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020“ förderfähig
- zusätzliche Maßnahmen (ÖPNV-Ausbau)

16

Maßnahmenpaket	Maßnahmenbereich	Anzahl Maßnahmen	Beurteilung			
			NO ₂ -Minderung	Zeithorizont	Kosten	Gesamtpunkte
Elektromobilität Kurzfrist	Elektromobilität - Kurzfristprogramm: Fahrzeuge Stadt	2	2,7	2,5	2,3	10,2
	Elektromobilität - Kurzfristprogramm: Fahrzeuge Lkw	3				
	Elektromobilität - Kurzfristprogramm: Fahrzeuge Taxi	2				
	Elektromobilität - Kurzfristprogramm: Fahrzeuge Bus	4				
	Elektromobilität - Kurzfristprogramm: Ausbau Ladeinfrastruktur ÖPNV	3				
Sharing and Pooling	Sharing and Pooling: Mobilitätsstationen	3	2,3	2,6	2,8	10,0
	Sharing and Pooling: Mobilitätservices	5				
Mobilitätsmanagement	Mobilitätsmanagement: Marketing	4	2,1	2,9	2,8	9,9
Elektromobilität Langfrist	Elektromobilität - Langfristprogramm: Ausbau Ladeinfrastruktur (außer ÖPNV)	5	2,3	2,7	2,6	9,8
	Elektromobilität - Langfristprogramm: Ausbau E-Mobilität allgemein	2				
	Elektromobilität - Langfristprogramm: Marketing	6				
intelligente Verkehrssteuerung	intelligente Verkehrssteuerung: Qualitätsbewertung und -sicherung	1	2,0	3,0	2,8	9,8
	intelligente Verkehrssteuerung: Steuerungsverfahren	2				
	intelligente Verkehrssteuerung: Verkehrsdatenplattform	2				
Umrüstung Busflotte	ÖPNV - Umstellung Bus auf Euro VI: Modernisierung Fahrzeugflotte	3	3,0	2,0	1,7	9,7
Radverkehr	Radverkehr: Ausbau Radwegnetz	3	2,3	2,5	1,8	8,8
	Radverkehr: Ausbau MVG Rad	3				
	Radverkehr: Ausbau Stellplätze	2				
Baustellenmanagement	Baustellenmanagement	1	3,0	2,0	1,0	9,0
Parkraummanagement	Parkraummanagement: Datenerfassung	1	1,9	2,3	2,6	8,7
	Parkraummanagement: Parkflächen	3				
	Parkraummanagement: Parksuchverkehr	3				
Digitalisierung ÖPNV	ÖPNV - Kurzfristprogramm: Digitalisierung ÖPNV-Infrastruktur	4	1,8	2,4	2,8	8,7
	ÖPNV - Kurzfristprogramm: Digitalisierung ÖPNV-Services	3				
	ÖPNV - Kurzfristprogramm: Digitalisierung ÖPNV-Fahrzeuge	5				
Stadtlogistik	Stadtlogistik: emissionsarme Fahrzeuge	3	1,8	2,3	2,8	8,7
	Stadtlogistik: Gütertransport	2				

Landeshauptstadt München
Referat für Gesundheit und Umwelt

Im „Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020“ förderfähig

Die geschätzten Gesamtkosten ohne ÖPNV-Ausbau belaufen sich auf ca. 490 Mio. Euro.

17

2f. Maßnahmenpriorisierung

Landeshauptstadt München
Referat für Gesundheit und Umwelt

zusätzliche Maßnahmen (v.a. ÖPNV-Ausbau)

Maßnahmenpaket	Maßnahmenbereich	Anzahl Maßnahmen	Beurteilung			
			NO ₂ -Minderung	Zeithorizont	Kosten	Gesamtpunkte
ÖPNV - Kurzfrist	ÖPNV - Kurzfristprogramm: Linienausbau Bus	8	2,8	2,5	1,8	9,9
	ÖPNV - Kurzfristprogramm: Ausbau ÖPNV-Beschleunigung	4				
	ÖPNV - Kurzfristprogramm: Erneuerung Fahrzeugflotte	2				
	ÖPNV - Kurzfristprogramm: Taktverdichtung	1				
ÖPNV - Langfrist	ÖPNV - Langfristprogramm: Linienausbau U-Bahn, Tram	4	2,8	1,6	1,1	8,2
	ÖPNV - Langfristprogramm: Linienneubau U-Bahn, Tram	6				
	ÖPNV - Langfristprogramm: Optimierung Tarifstruktur	1				
	ÖPNV - Langfristprogramm: Ausbau Haltestellen/Park & Ride	3				

Die geschätzten Gesamtkosten belaufen sich auf ca. 11,9 Mrd. Euro.

18

2g. Fazit

- **Referenzszenario S0 für das Basisjahr 2020**

Im Vergleich zur Modellrechnung aus dem Jahr 2017 für das Jahr 2015 ist eine Reduzierung der Überschreitungen des NO₂-Jahresmittelgrenzwerts von 24 % auf 10 % der Hauptverkehrsstraßen zu erwarten. Dies ist dem Effekt der kontinuierlichen Flottenerneuerung zuzurechnen.

- **Kombinationsszenario S1a Modal Split + Elektromobilität**

In diesem fiktiven Szenario kann der NO₂-Jahresmittelgrenzwert eingehalten werden. Es geht von einer Veränderung des Modal Split hin zu 80 % emissionsfreiem Verkehr aus und setzt einen massiven Ausbau des ÖPNV und der Elektromobilität in der Stadt voraus.

- **Maßnahmenpakete des Masterplans**

Der Masterplan umfasst 127 Einzelmaßnahmen, gebündelt in 12 Maßnahmenpaketen. Schwerpunkte liegen auf Elektromobilität (allgemein, Busflotte, Taxi, städt. Fuhrpark), Digitalisierung zum Verkehrsmanagement, Sharing and Pooling, Radverkehr und Ausbau des ÖPNV.

- **Kostenschätzung der Maßnahmen**

Die Gesamtkosten für die Maßnahmen, die voraussichtlich im „Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020“ förderfähig wären, betragen ca. **490 Mio. Euro**.
Die Gesamtkosten für die zusätzlich notwendigen Maßnahmenpakete zum ÖPNV-Ausbau betragen ca. **11,9 Mrd. Euro**.

19

3. Ausblick

Im „Sofortprogramm Saubere Luft 2017-2020“ gestellte Anträge:

München elektrisiert M⁹, Umrüstung städtischer Fuhrpark, Beschaffung von E-Bussen, Umrüstung eines Busbetriebshofs auf E-Busse, Datenpool Mobilität, Digitaler Zwilling, Verbesserung der Fahrgastinformationssysteme, Fortschreibung des Münchner Verkehrsmodells, ...

Masterplan und Luftreinhalteplan:

Gemäß Entwurf zur 7. Fortschreibung des Luftreinhalteplans für die LHM soll der Masterplan im Luftreinhalteplan aufgenommen werden.

Umsetzungshemmnisse:

- Kosten bzw. Finanzierung des Eigenanteils für Fördermaßnahmen
- Hohe Kosten des ÖPNV-Ausbaus
- Personalressourcen
- Zeitschiene

20

Tagungsleitung / Referenten

Claus Kumutat
Präsident des LfU
Bayer. Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: 0821 9071-5001
E-Mail: Claus.Kumutat@lfu.bayern.de

Dr. Roland Fischer
Bayer. Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: 0821 9071-5200
E-Mail: roland.fischer@lfu.bayern.de

Andrea Wellhöfer
Bayer. Landesamt für Umwelt
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: 0821 9071-5449
E-Mail: andrea.wellhoefer@lfu.bayern.de

Andreas Bauer
Stadt München
Bayerstraße 28a
80335 München
Tel.: 089 233-47701
E-Mail: an.bauer@muenchen.de

Markus Becker
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz
und nukleare Sicherheit
Stresemannstraße 128 – 130
10117 Berlin
Tel.: 030 18 305-2352
E-Mail: markus.becker@bmu.bund.de

Winfried Dölling
Twintec Technologie GmbH
Eduard-Rhein Str. 21-23
53639 Königswinter
Tel.: 02244 918-421
E-Mail: winfried.doelling@twintec.de

Dr. Carl Friedrich Eckhardt
BMW Group
Petuelring 130
80788 München
Tel.: 089 382-15481
E-Mail: carl-friedrich.eckhardt@BMW.com

Dipl.-Ing. Andrea Gärtner
ADAC e.V.
Otto-Lilienthal-Straße 2
86899 Landsberg am Lech
Tel.: 08191 938-600
E-Mail: andrea.gaertner@tzll.adac.de

Dr. Jessica Le Bris
Green City Projekt GmbH
Albert-Roßhaupter-Straße 32
81369 München
Tel.: 089 890 668-623
E-Mail: le-bris@greencity-projekt.de

Dino Silvestro
ADAC e.V.
Otto-Lilienthal-Straße 2
86899 Landsberg am Lech
Tel.: 08191 938- 629
E-Mail: dino.silvestro@tzll.adac.de

Prof. em. Dr. Dr. Heinz-Erich Wichmann
Waldhornstraße 54 a
80997 München
Tel.: 0170 5203140
E-Mail: erich.wichmann@gmail.com

