

Eine Bewertung des dieselmotorischen Umwelteinflusses

T. Koch, O. Toedter

Ludwigsburg, 10. Internationales AVL Forum Abgas- und Partikelemissionen
20. Februar 2018

INSTITUT FÜR KOLBENMASCHINEN | Leiter Prof. Dr. sc. techn. Thomas Koch

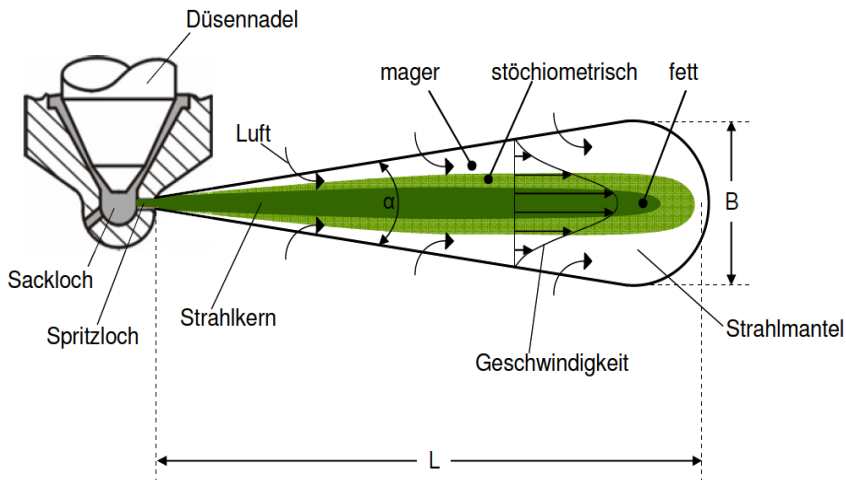
Diesel-Affäre

38.000 Todesfälle durch erhöhten Stickoxid-Ausstoß

Stickoxide sind ungesund, für Diesel-Fahrzeuge gelten deshalb Grenzwerte - die in den vergangenen Jahren zum Teil nicht eingehalten wurden. Forscher haben jetzt abgeschätzt, wie viele Menschen deshalb vorzeitig verstorben sind.



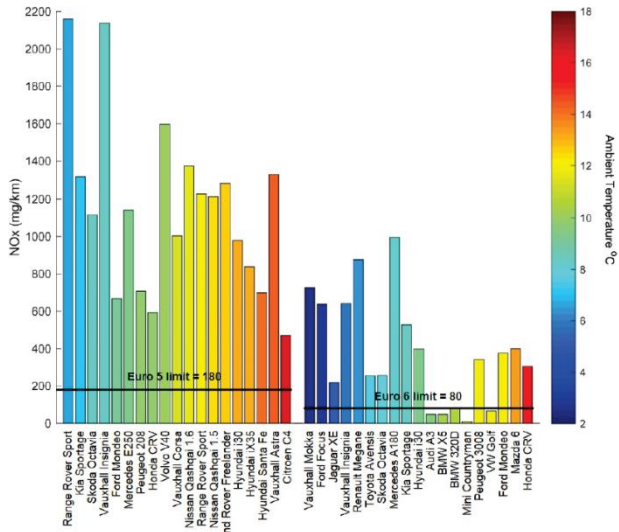
Quelle: spiegel.de



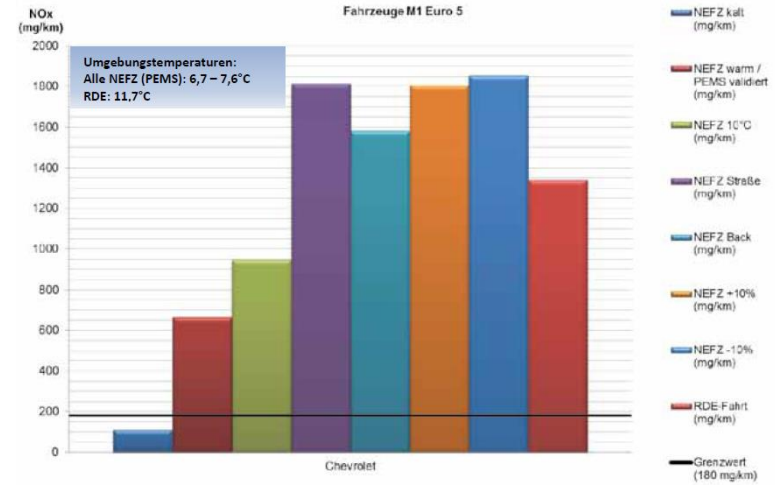
Agenda

- 1 Einleitung
- 2 Feinstaub / Partikel
- 3 NO_x / NO_2
- 4 Exposition / Gesundheit / Statistik
- 5 Zusammenfassung

Die Emissionssituation

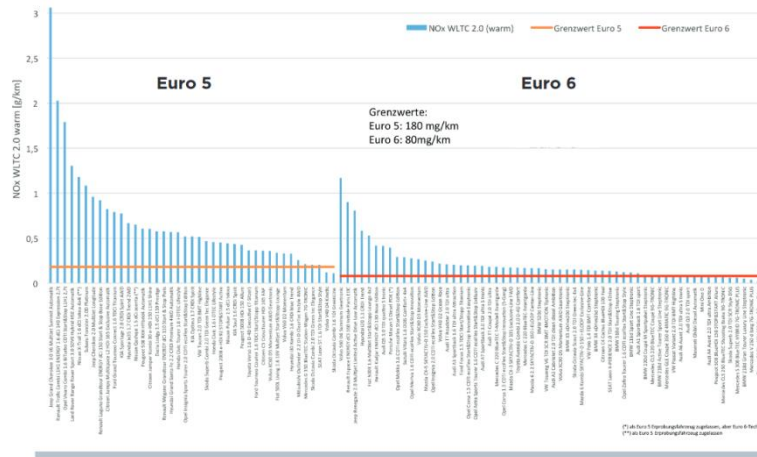


Quelle: „Vehicle Emissions Testing“, Department for Transport GB, 2016



Quelle: Bericht der Untersuchungskommission „Volkswagen“ Untersuchungen und verwaltungsrechtliche Maßnahmen zu Volkswagen, Ergebnisse der Felduntersuchung des Kraftfahrt-Bundesamtes zu unzulässigen Abschaltvorrichtungen bei Dieselfahrzeugen und Schlussfolgerungen

ADAC EcoTest: Stickoxide im WLTC 2.0 (warm) Euro 5 und Euro 6 Diesel Pkw - getestet ab 2014



Quelle: adac.de

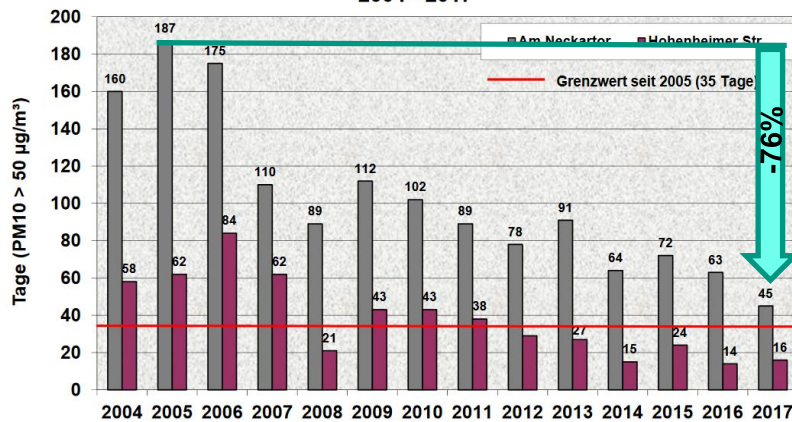
Agenda

- 1 Einleitung
- 2 Feinstaub / Partikel
- 3 NO_x / NO_2
- 4 Exposition / Gesundheit / Statistik
- 5 Zusammenfassung

Zeitliche Entwicklung der Immissionssituation PM₁₀ am Beispiel „Stuttgart-Neckartor“

Überschreitungstage

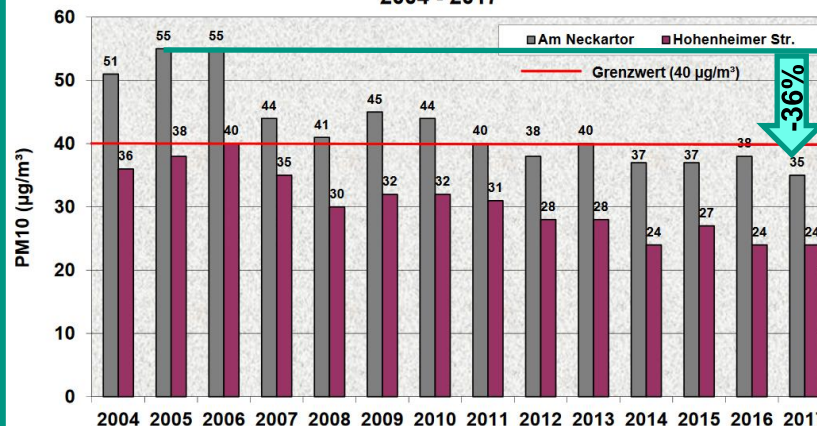
Anzahl der Überschreitungstage von Feinstaub (PM₁₀ > 50 µg/m³) an den LUBW Spot-Stationen "Am Neckartor" und "Hohenheimer Straße" 2004 - 2017



Quelle: Quelle: LUBW, Grafik: AfU Stuttgart, Abt. 36-4

Jahresmittelwerte

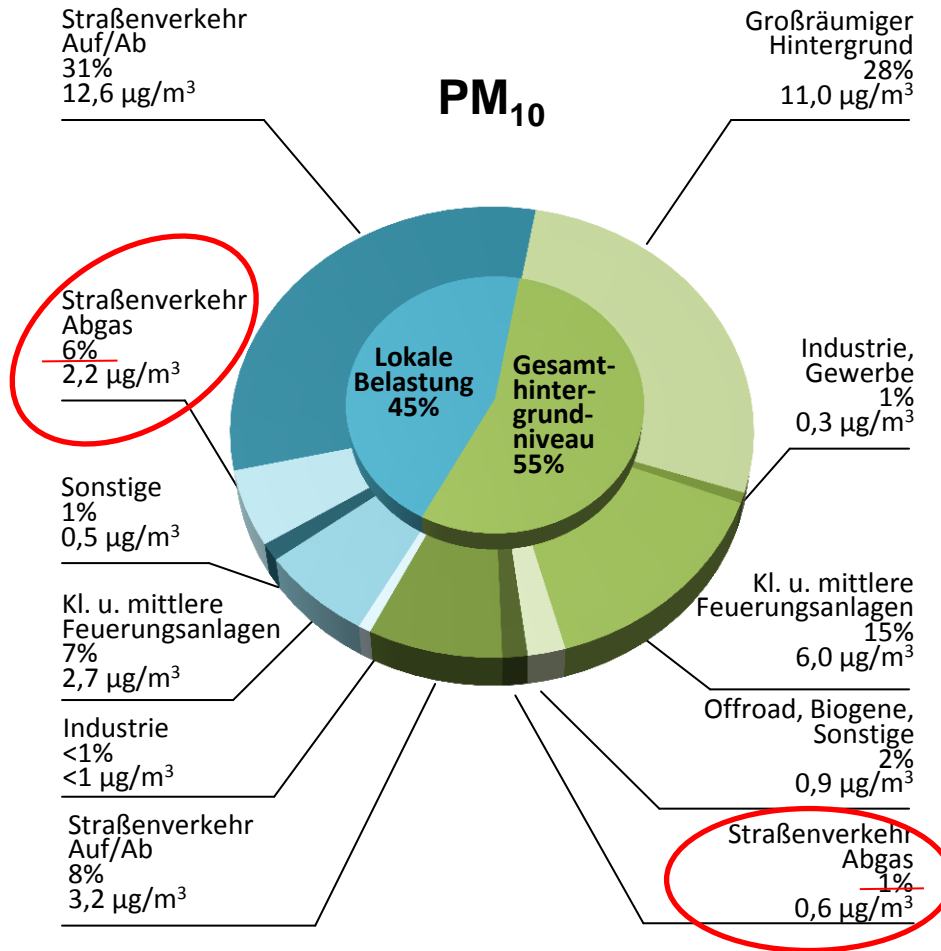
Jahresmittelwerte von Feinstaub (PM₁₀) an den LUBW Spot-Stationen "Am Neckartor" und "Hohenheimer Straße" 2004 - 2017



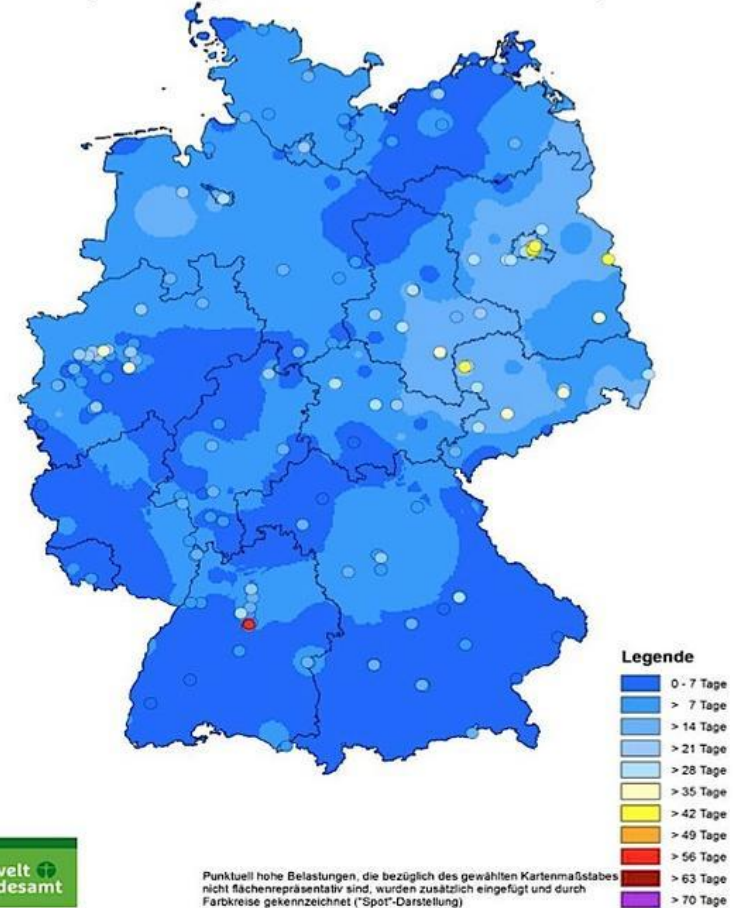
Quelle: Quelle: LUBW, Grafik: AfU Stuttgart, Abt. 36-4

**Der PM₁₀ Jahresmittelwert von S-Neckartor ist im Ziel!
Die Überschreitungstage sind im „Zielanflug“!**

Gesamtsituation Feinstaub/PM₁₀ in Deutschland



PM₁₀ - Tagesmittelwerte
 Zahl der Überschreitungen von 50 µg/m³
 Jahr 2014
 (vorläufige Daten Stand 21.01.2015)



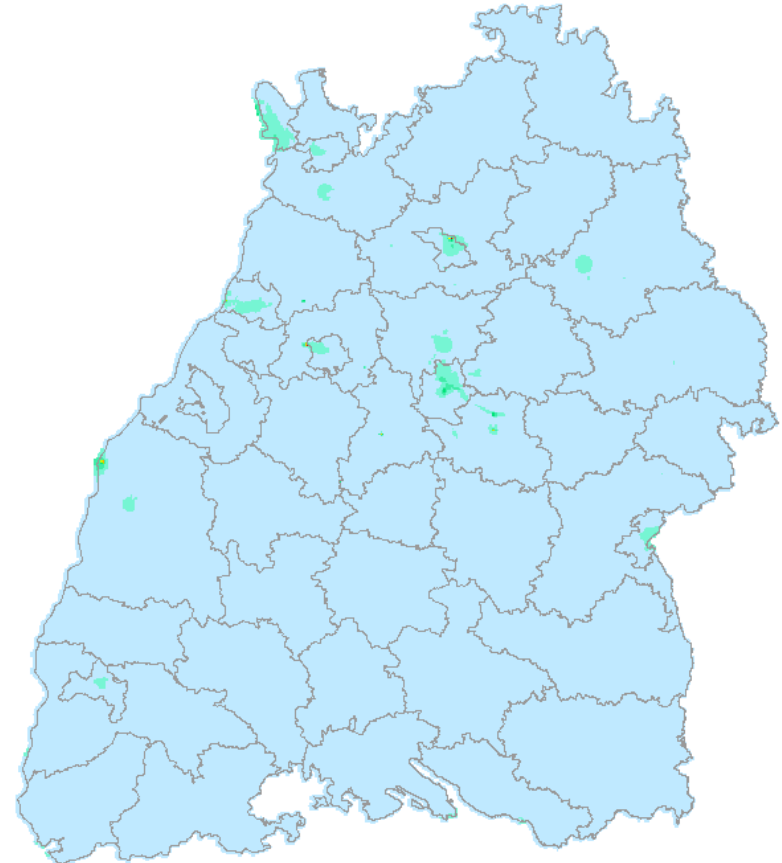
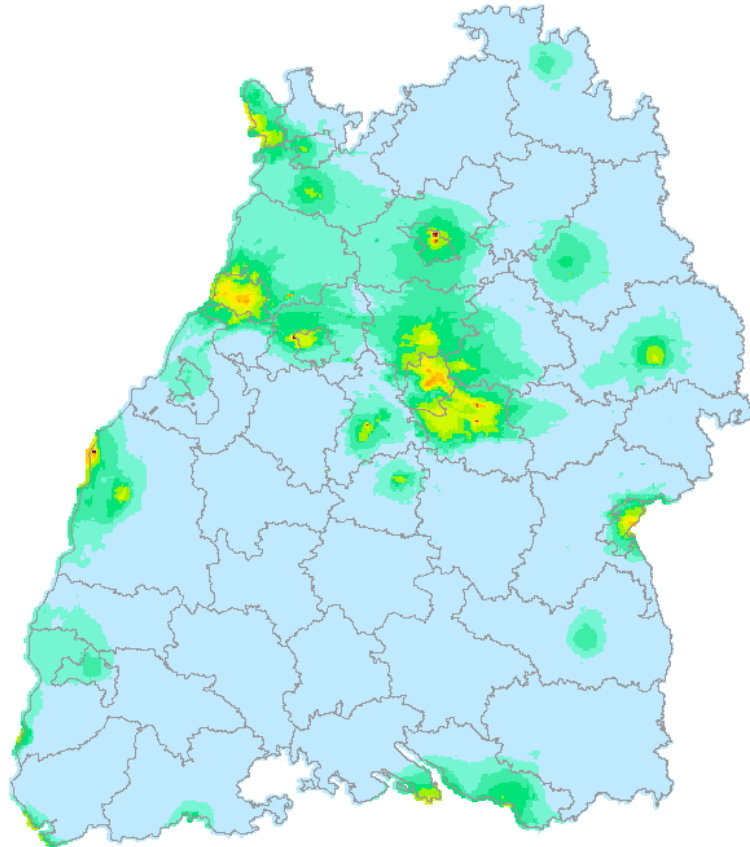
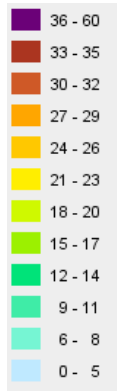
Quelle: Christoph Erdmenger; Ministerium für Transport und Infrastruktur Baden Württemberg; IFKM/KIT – NO_x Conference, Heidelberg, 01.2016

Der Verbrennungsmotoren / Dieselbeitrag zur Feinstaubthematik ist vernachlässigbar!

Entwicklung Tagesmittelwerte $PM_{10} > 50 \mu g/m^3$ in Baden-Württem.

TMW $> 50 \mu g/m^3$ 2010 (Messung)

TMW $> 50 \mu g/m^3$ 2020 (Modelrechnung)



Quelle: LUBW <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/242644/>

Eine signifikante Verbesserung der Partikelimmissionssituation ist seit 30 Jahren zu beobachten und zeichnet sich auch in Zukunft ab.

Agenda

- 1 Einleitung
- 2 Feinstaub / Partikel
- 3 $\text{NO}_x / \text{NO}_2$
- 4 Exposition / Gesundheit / Statistik
- 5 Zusammenfassung

Immissionssituation NO₂ am Beispiel „Stuttgart Neckartor“



Tägliches Verkehrsvolumen in Stuttgart am Neckartor in 2012

65.980 PKW

2.200 Infz

2.000 sNfz

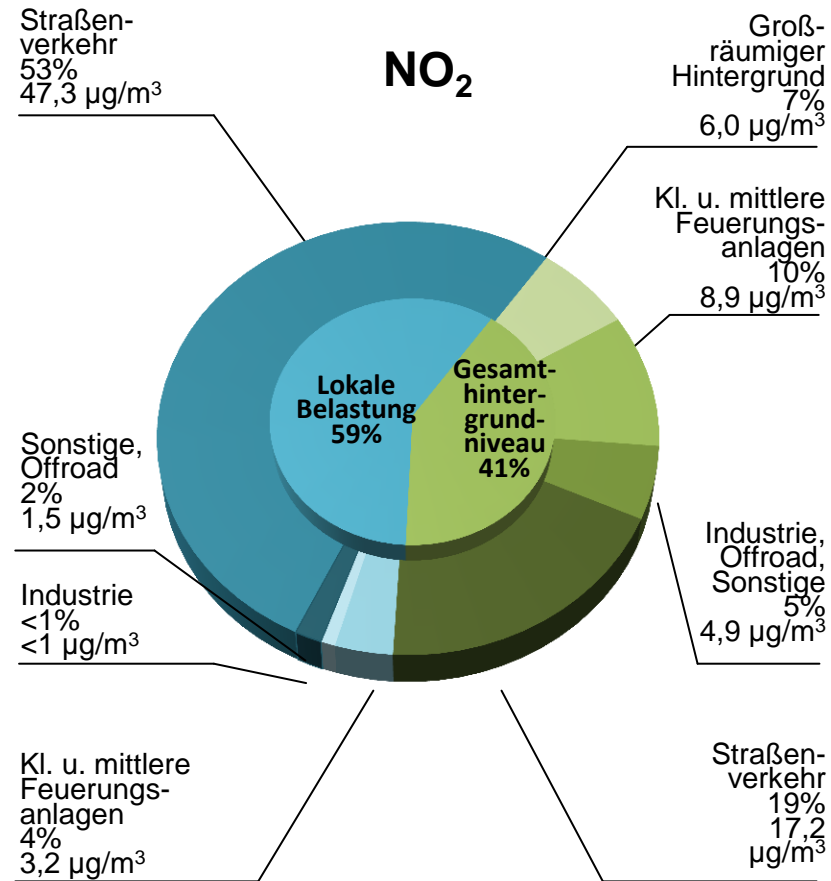
70.300 gesamt (71.100 in 2013)



Quelle: Vogt et. al. Universität Stuttgart
25. ALS-Kolloquium „Stickstoffoxide und Feinstaub in Städten“

Das Neckartor steht für den Bereichs mit den höchsten NO₂-Werten, welche in Deutschland gefunden wurde. Es ist eine Hot-Spot Messung!

Ursachen für NO₂ Immission



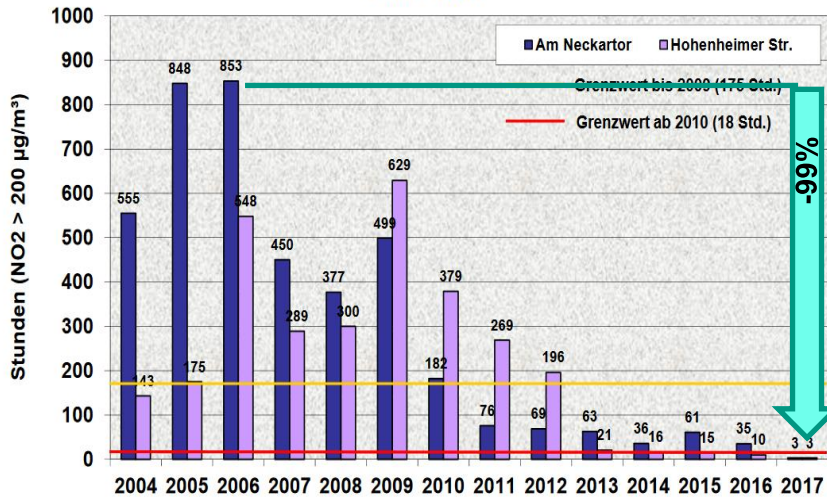
Quelle: Christoph Erdmenger; Ministerium für Transport und Infrastruktur Baden Württemberg; IFKM/KIT – NO_x Conference, Heidelberg, 01.2016

Noch ist der Dieselmotor wesentliche Ursache der NO₂-Situation.

Zeitliche Entwicklung der Immissionssituation NO₂ am Beispiel „Stuttgart-Neckartor“

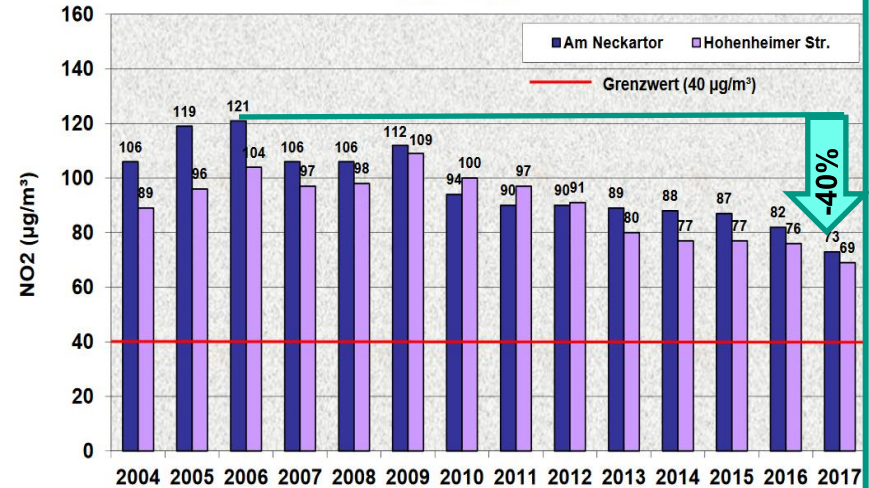
Überschreitungsstunden

Anzahl der Überschreitungsstunden von NO₂ (NO₂ > 200 µg/m³) an den LUBW Spot-Stationen "Am Neckartor" und "Hohenheimer Straße" 2004 - 2017



Jahresmittelwerte

Jahresmittelwerte von Stickoxiden (NO₂) an den LUBW Spot-Stationen "Am Neckartor" und "Hohenheimer Straße" 2004 - 2017

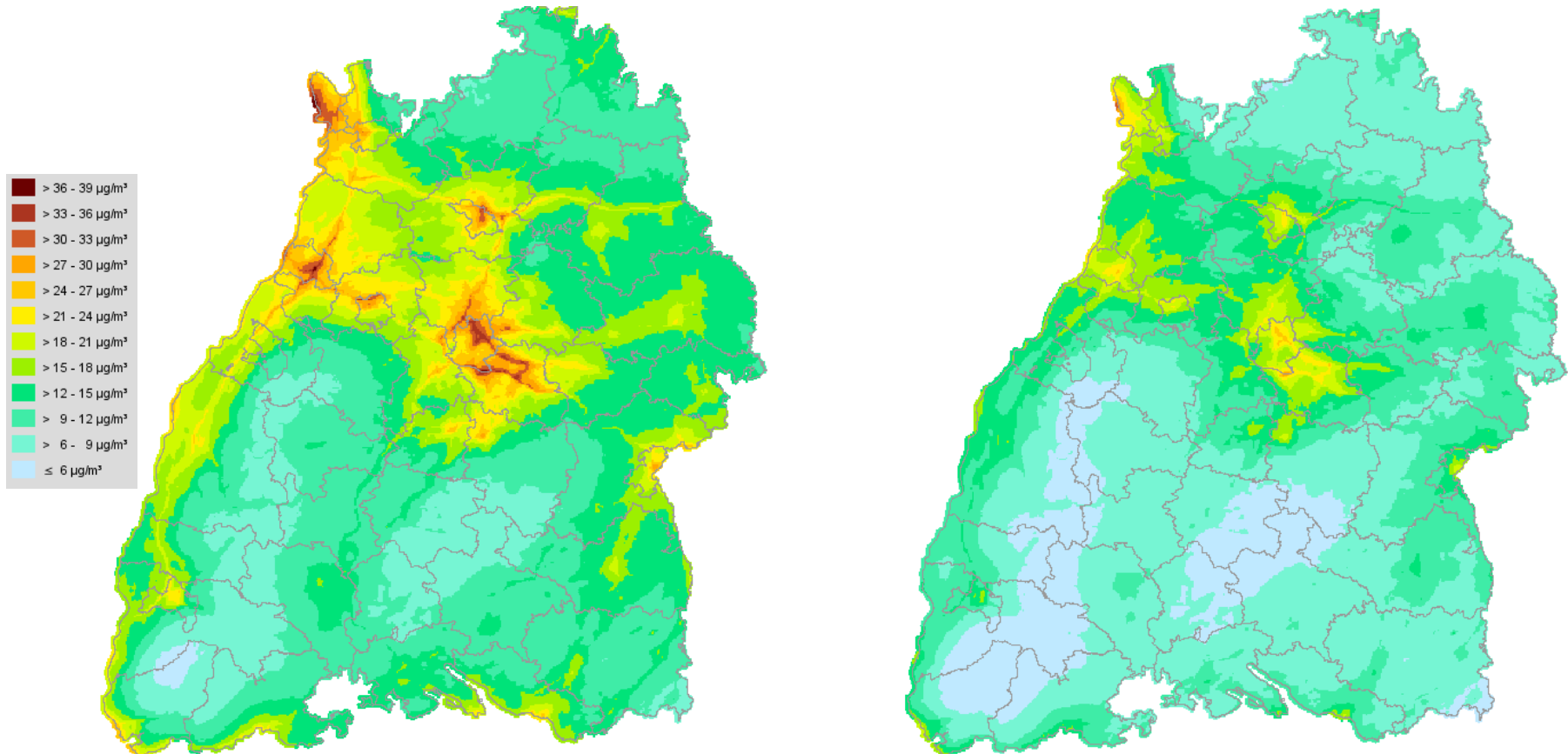


Die Immissionswerte werden kontinuierlich besser.
Das Niveau am Hotspot ist noch zu hoch!

Entwicklung von NO₂ in Baden-Württemberg

Jahresmittelwert 2010 (Messung)

Jahresmittelwert 2020 (Modellrechnung)



Quelle: LUBW <http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/242644/>

Eine signifikante Verbesserung der NO₂-Immissionssituation ist seit 10 Jahren zu beobachten und zeichnet sich auch in der Zukunft ab.

Agenda


- 1 Einleitung
- 2 Feinstaub / Partikel
- 3 NO_x / NO_2
- 4 Exposition / Gesundheit / Statistik
- 5 Zusammenfassung

Expositionen

Europäische Umweltagentur



Vorzeitige Todesfälle durch Luftverschmutzung

 Sprache ändern

Seite — Zuletzt geändert 21.04.2016


 Topics: [Luftverschmutzung](#) [Umwelt und Gesundheit](#)

Todesfälle, die 2012 in 40 europäischen Ländern und den EU-28 auf die Aussetzung gegenüber Feinstaub (PM_{2,5}), Ozon (O₃) und Stickstoffdioxid (NO₂) zurückzuführen sind.

Land	PM _{2,5}	O ₃	NO ₂
Österreich	6 100	320	660
Belgien	9 300	170	2 300
Bulgarien	14 100	500	700
Kroatien	4 500	270	50
Zypern	790	40	0
Tschechien	10 400	380	290
Dänemark	2 900	110	50
Estland	620	30	0
Finnland	1 900	60	0
Frankreich	43 400	1 500	7 700
Deutschland	59 500	2 100	10 400
Griechenland	11 100	780	1 300
Ungarn	12 800	610	720
Irland	1 200	30	0
Italien	59 500	3 300	21 600

EEA Air quality report: Todesafälle durch Luftverschmutzung

- Air quality report 2015

bei einem Jahresmittelwert in Deutschland von **20,63 µg/m³** NO₂ ergeben sich für Deutschland **10.400** Todesfälle

- Air quality report 2016

bei einem Jahresmittelwert in Deutschland von **20,4 µg/m³** NO₂ ergeben sich für Deutschland **10.610** Todesfälle

- Air quality report 2017

bei einem Jahresmittelwert in Deutschland von **20,2 µg/m³** NO₂ ergeben sich für Deutschland **12.860** Todesfälle

Table 10.1 Premature deaths attributable to PM_{2.5}, NO₂ and O₃ exposure in 41 European countries and the EU-28 in 2013

Country	Population	PM _{2.5}		NO ₂		O ₃	
		Annual mean (µg/m ³)	Premature deaths	Annual mean (µg/m ³)	Premature deaths	SOMO35 (µg/m ³)	Premature deaths
Austria	8 451 860	15.7	6 960	19.3	910	5 389	330
Belgium	11 161 642	16.6	10 050	23.6	2 320	2 520	210
Bulgaria	7 284 552	24.1	13 700	16.5	570	4 082	330
Croatia	4 262 140	16.8	4 820	15.8	160	5 989	240
Cyprus	865 878	17.1	450	7.3	< 5	7 900	30
Czech Republic	10 516 125	19.6	12 030	17.1	330	4 266	370
Denmark	5 602 628	9.6	2 890	13.0	60	2 749	110
Estonia	1 320 174	7.8	690	10.8	< 5	2 545	30
Finland	5 426 674	5.9	1 730	9.4	< 5	2 011	80
France	63 697 865	14.5	45 120	18.7	8 230	4 098	1 780
Germany	80 523 746	14.2	73 400	20.4	10 610	3 506	2 500

EEA – Air quality report 2016 [2]

Table 9.1 Years of life lost (YLL) attributable to PM_{2.5}, O₃ and NO₂ exposure in 2012 in 40 European countries and the EU-28

Country	PM _{2.5}		O ₃		NO ₂	
	Annual mean	YLL	SOMO35	YLL	Annual mean	YLL
Austria	14.8	65 400	776	5 419	3 800	46
Belgium	15.8	99 500	894	2 050	2 100	19
Bulgaria	24.9	141 500	1 937	5 960	5 900	81
Croatia	16.8	46 900	1 099	7 143	3 200	74
Cyprus	25.0	8 000	729	8 369	500	47
Czech Republic	18.8	116 300	1 106	4 806	4 700	44
Denmark	10.0	31 400	562	2 662	1 300	24
Estonia	7.9	7 000	532	2 310	300	24
Finland	7.1	20 800	385	1 650	700	14
France	14.7	508 900	778	3 635	21 100	32
Germany	13.3	645 200	802	3 357	25 100	31

EEA – Air quality report 2015 [1]

Table 9.2 Premature deaths attributable to PM_{2.5}, O₃ and NO₂ exposure in 2012 in 40 European countries and the EU-28

Country	PM _{2.5}	O ₃	NO ₂
Austria	6 100	320	660
Belgium	9 300	170	2 300
Bulgaria	14 100	500	700
Croatia	4 500	270	50
Cyprus	790	40	0
Czech Republic	10 400	380	290
Denmark	2 900	110	50
Estonia	620	30	0
Finland	1 900	60	0
France	43 400	1 500	7 700
Germany	59 500	2 100	10 400

Table 10.1 Premature deaths attributable to PM_{2.5} (*), NO₂ (*) and O₃ exposure in 41 European countries and the EU-28, 2014

Country	Population (1 000)	PM _{2.5}		NO ₂		O ₃			
		Annual mean (µg/m ³)	Premature deaths (*)	Annual mean (µg/m ³)	Premature deaths (*)	SOMO35 (µg/m ³)	Premature deaths		
Austria	8 507	12.9	5 570	4 520	19.2	1 140	3 630	4 423	260
Belgium	11 181	13.7	8 340	6 860	21.9	1 870	6 470	2 297	190
Bulgaria	7 246	24	13 620	12 280	16.5	740	3 570	2 519	200
Croatia	4 247	15.6	4 430	3 750	15.7	300	1 650	4 503	180
Cyprus	1 172 (*)	17	600	518	12.8	20	130	5 426	30
Czech Republic	10 512	18.6	10 810	9 430	16.8	550	3 640	3 822	310
Denmark	5 627	11.6	3 470	2 740	11	130	790	2 611	110
Estonia	1 316	8.7	750	540	9	10	130	1 991	20
Finland	5 451	7.4	2 150	1 440	8.3	40	450	1 615	60
France	63 798	11	34 880	27 170	17.7	9 330	23 420	3 786	1 630
Germany	80 767	13.4	66 080	54 180	20.2	12 860	44 960	3 287	2 220

EEA – Air quality report 2017 [3]

[1] EEA-Air quality in Europe 2015 (<http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2015>) accessed 06 März 2017.
 [2] EEA-Air quality in Europe 2016 (<http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2016>) accessed 06 März 2017.
 [3] Air quality in Europe — 2017 report - ISSN 1725-9177

Agenda

- 1 Einleitung
- 2 Feinstaub / Partikel
- 3 NO_x / NO_2
- 4 Exposition / Gesundheit / Statistik
- 5 Zusammenfassung

Schlussfolgerung und Zusammenfassung

- Der Einsatz einer Zykluserkennung ist inakzeptabel!
- NO_x-seitig war bei EURO5 (2009-2015) im Wesentlichen ohne NO_x-Abgasnachbehandlung „kaum mehr drin“! Trotzdem erfolgt aktuell eine sinnvolle Nachbesserung im Rahmen des Möglichen (- 25-30% NO_x).
- Die Automobilindustrie hat bei der Auslegung der ersten EURO6 Generation (ab 2014) die kritikwürdige Einschätzung verfolgt, vor allem alles auf die CO₂ Reduzierung zu setzen! Dieser Fehler wird aktuell im Rahmen des Sinnvollen korrigiert! (- 40-85% NO_x).
- Jedoch werden bereits seit Jahrzehnten PM und NO_x kontinuierlich verbessert. Mittlerweile sind beide Herausforderungen „quasi wirkungsneutral“ gelöst! Mit den RDE-Fahrzeugen (EURO6_{d,temp}) wird die letzte Flanke geschlossen!
- Bei berechtigter Kritik in Teilen hat keine andere Aktivität derart zur Luftverbesserung beigetragen wie die fortwährende Forschung und Entwicklung am Verbrennungsmotor.!

Schlussfolgerung und Zusammenfassung

- Der NO_2 -Beitrag ist an den Hot-Spots noch erhöht durch Alttechnologien, jedoch deutlich fallend!
- Die aktuelle Situation wird langfristig wertvoll für den Diesel durch die schnellere Eliminierung der NO_x -Diskussion!
- Weitere Optimierungen auf zusehends homöopathischem Niveau werden folgen!
- Der Dieselmotor ist viel besser als sein Ruf; die NO_x -Reduzierung hat schlicht sehr lange benötigt.