

## Viel zu viel Abgas aus neuen Diesel-PWs

**Messungen des AWEL zeigen das Ausmass von Manipulationen und legalen Tricks zur Umgehung der Abgasnormen. Das Resultat erstaunt: Der Stickoxid-Gehalt der Abgase bei den neusten Diesel-PW ist heute dort, wo man vor 20 Jahren hätte sein wollen.**

Valentin Delb, Abteilungsleiter  
Abteilung Luft  
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft,  
AWEL  
Baudirektion Kanton Zürich  
Telefon 043 259 29 85  
valentin.delb@bd.zh.ch  
www.luft.zh.ch



Um bei der Typenprüfung tiefere Messwerte zu erhalten, wird viel getrickst.  
Quelle: Roland ZH, Wikimedia Commons (CC BY-SA 3.0)

Der VW-Skandal um die Manipulationen von Dieselfahrzeugen hat Spuren hinterlassen – nicht nur in den Medien, sondern auch bei der Luftqualität. Es gibt kaum einen Autohersteller, der nicht in irgendeiner Art die Abgasreinigung durch Manipulation oder bewusster Umgehung der Abgasnormen stark vermindert oder ganz ausser Kraft setzt. So sind die Emissionen viel höher als gefordert.

### Es wird getrickst. Aber wie?

Die Tricks sind vielseitig, wie national und international anerkannte Institutionen und Organisationen festgestellt haben.

Bei der Typenprüfung wird die Abgasreinigung bei Erkennen des Fahrzyklus eingeschaltet.

Auf der Strasse wird die Abgasreinigung nach bestimmter Fahrzeit abgeschaltet, zum Beispiel nach 22 Minuten, da der Fahrzyklus 20 Minuten dauert. Die Abgasreinigung wird abgeschaltet bei Warmstart (da Prüfstandmessungen in der Regel bei kaltem Motor starten), unterhalb oder oberhalb einer bestimmten Aussentemperatur (z. B. unter 17 Grad oder über 30 Grad) oder oberhalb einer bestimmten Höhe über Meer (z. B. 850 m ü. M., da das höchste Prüflabor Europas auf 700 m ü. M. liegt).

Weil alle diese Bedingungen in der Schweiz vorkommen, muss davon ausgegangen werden, dass die Schweiz von der Abschaltung der Abgasreinigung stark betroffen ist. Die Hersteller argumentieren vordergründig mit der Schonung des Motors, ohne dies in Europa (im Gegensatz zu den USA) wei-

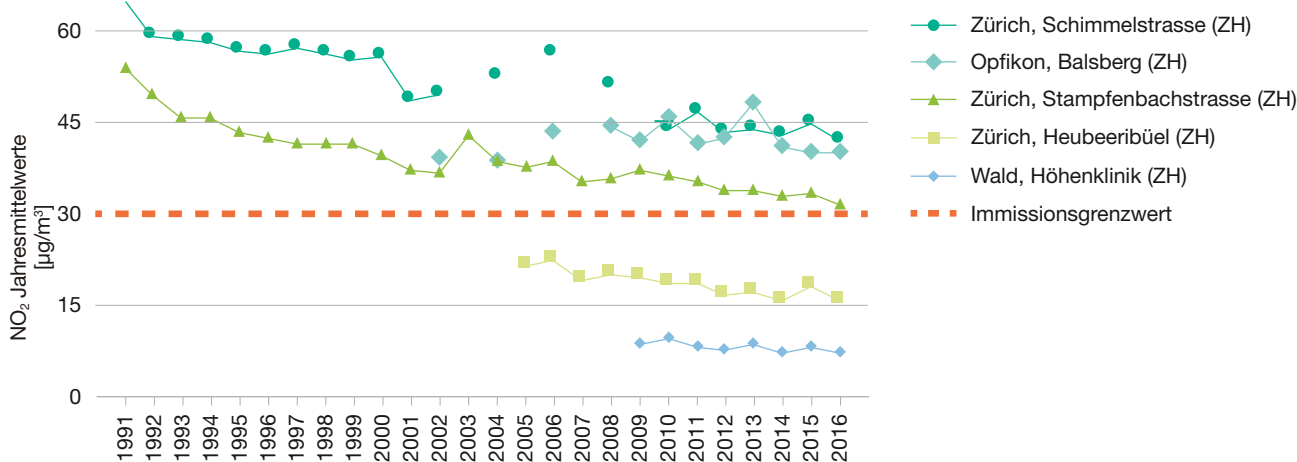
ter begründen zu müssen. Klar ist aber auch, dass die Abgasreinigung damit im Betrieb und im Unterhalt günstiger ist, da weniger AdBlue-Flüssigkeit nachzufüllen ist.

Die zuständigen Entscheidungsträger in der EU haben oft beide Augen zuge-drückt, indem sie bei der Typenprüfung wider besseres Wissen einen unrealistischen Prüfzyklus und unrealistische Betriebsbedingungen (Rollwiderstand, Gewicht etc.) zugelassen haben.

### Stickoxid (NO<sub>x</sub>), Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>)

Unter dem Begriff Stickoxid (NO<sub>x</sub>) werden die Gase Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) und Stickstoffmonoxid (NO) zusammengefasst. Bei Verbrennungsprozessen wird vorwiegend Stickstoffmonoxid (NO) gebildet, welches durch den Sauerstoff der Luft zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) oxidiert wird. Diesel-PW stossen 30 bis 50 % der NO<sub>x</sub> direkt als NO<sub>2</sub> aus. Stickoxide sind Vorläufersubstanzen für die bodennahe Ozonbildung. Sie tragen durch atmosphärische Umwandlung zu Salpetersäure auch zur Belastung durch Säure bei und bilden in der Luft lungengängige Feinstaub-Partikel. Sie werden dann im Regen und in Schwebestaubpartikeln (PM10) als Nitrat nachgewiesen.

### Entwicklung der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte Region Zürich



Die NO<sub>2</sub>-Belastungen in der Aussenluft nehmen trotz laufend verschärfter Abgasnormen nicht so stark ab, wie zu erwarten wäre. *Quelle: AWEL/Abteilung Luft*

### Manipulationen bei Lastwagen

Moderne Lastwagen sind im Vergleich zu Personen- und Lieferwagen oft sauberer, da sie über ein gutes Abgasreinigungssystem mit AdBlue-Einspritzung verfügen und besser kontrolliert werden. Denn die Einhaltung des Abgasgrenzwertes wird nicht nur auf dem Prüfstand mit einem Testzyklus, sondern auch im realen Verkehr mit einem portablen Emissionsmesssystem (PEMS) überprüft. Zudem wird bei einem Fehler im Abgassystem (z.B. fehlendes AdBlue, einer wässrigen Harnstofflösung) die Motorleistung stark reduziert.

Im Gegensatz zu Personenwagen, bei denen die Hersteller die Abgasgrenzwerte teilweise umgehen, kommt es bei Lastwagen vor, dass einige Logistikunternehmen oder Fahrer die Abgasreinigung durch Manipulation ausschalten. Ziel der Manipulation ist die Einsparung von AdBlue, welches rund 1,5 Franken pro 100 Kilometer kostet (rund 2000 Franken pro Jahr). Die Lastwagen der Abgaskategorie Euro V werden manipuliert, indem auf kostengünstige und einfache Art spezielle Steuergeräte (sogenannte AdBlue-Emulatoren, erhältlich für rund 30 bis 50 Franken, siehe Foto) eingebaut werden, welche Fehlermeldungen über die ausgeschaltete Abgasreini-

gung unterdrücken. Dadurch stossen neuste Lastwagen NO<sub>x</sub> aus wie 20 Jahre alte Lastwagen.

Solche Steuergeräte wurden von den Schwerverkehrs-Kontrollbehörden (Polizei und Zoll) bis anhin nur bei ausländischen Lastwagen gefunden (hauptsächlich aus Osteuropa und Italien). Es wird vermutet, dass bei Euro VI die Manipulation ausschliesslich in der Software vorgenommen werden. Dies ist für die Kontrollbehörden heute praktisch nicht zu erkennen. Neben der Umweltbelastung führen die Manipulationen auch zu weniger Einnahmen der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) und zu einer Benachteiligung Schweizer Fuhrhalter, die vorschriftsgemäss auf Strassen unterwegs sind.



AdBlue-Manipulationsgerät. *Quelle: SRF*

### RSD-Messungen

Der Remote Sensing Detector (RSD) ist ein System zur berührungsfreien Messung von Schadstoffkonzentrationen im Abgas vorbeifahrender Fahrzeuge (Foto rechts). Das Ziel der RSD-Messungen ist, Erkenntnisse über die Emissionen der Fahrzeuge in realen Verkehrssituationen zu erhalten – beispielsweise über den Anteil hochemittierender Fahrzeuge am gesamten Fahrzeugbestand, dem Alterungsverhalten von Abgasreinigungssystemen sowie der Abhängigkeiten der Schadstoffwerte von einzelnen Abgasstufen (EURO-Normen). Die RSD-Messungen sind eine Ergänzung zu den Messungen auf dem Prüfstand und zu den Messungen mit portablen Emissionsmesssystemen (PEMS).

Die Resultate werden allen interessierten Stellen zur Verfügung gestellt und auf dem Internet veröffentlicht. Die Bundesämter für Strassen (ASTRA) und Umwelt (BAFU) nutzen sie als wichtige Grundlage für die Herleitung der Emissionsfaktoren im sogenannten «Handbuch Emissionsfaktoren», zum Beispiel für den Alterungseffekt der Fahrzeuge oder bei Messungen bei tieferen Aussentemperaturen. In den letzten Jahren hat die Zusammenarbeit mit anderen Ländern und Instituten (UK, Schweden, USA etc.) stark zugenommen, und die Daten werden auch für wissenschaftliche Publikationen verwendet.

**Wie kann man die realen Emissionen messen?**

Die Schlupflöcher der Prüfstandsmessungen kann man mit Messungen im realen Verkehr nachweisen. Es stehen zwei sich ergänzende Messsysteme zur Verfügung: das portable Emissionsmesssystem (PEMS), welches auf das zu untersuchende Fahrzeug montiert wird, und das RSD-System (Remote Sensing Detector), welches berührungsfrei am Strassenrand Abgase der vorbeifahrenden Fahrzeuge misst (unten). Das AWEL misst mit dem RSD-System seit bald 20 Jahren in Gockhausen und verfügt über die weltweit längste Messreihe, die international anerkannt ist (siehe Infotext Seite 6). Die RSD-Messungen können gut mit dem Verlauf der Werte der zulässigen Grenzwerte verglichen werden, welche zur Typenzulassung auf dem Prüfstand erfüllt sein müssen (Euro-Normen). Diese Grenzwerte wurden über Jahre immer weiter verschärft, um die Luftqualität langfristig zu verbessern.

**Diesel liefern ernüchternde Messresultate**

Zuerst die gute Nachricht: Bei den benzinbetriebenen Fahrzeugen entspricht die Abnahme der NO<sub>x</sub>-Emissionen dem generellen Verlauf der Abgasnorm-Verschärfungen. Hingegen gibt es bei den dieselbetriebenen Personenwagen folgende Erkenntnisse (siehe auch Abbildung rechts):

- Dieselfahrzeuge emittieren je nach Abgaskategorie 5- bis 20-mal mehr NO<sub>x</sub> als Benzinfahrzeuge.
- Der Verlauf der gemessenen NO<sub>x</sub>-Emissionen ist gegenläufig zum Verlauf der Abgasnorm-Verschärfungen. Die Emissionen haben seit Anfang der 90er Jahre (Abgasnorm Euro 1) bis 2000 (Abgasnorm Euro 3) stark zugenommen. Danach stagnierten sie auf hohem Niveau bis 2015 (Abgasnorm Euro 5). Dies bedeutet, dass neuere Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 4 und 5 (d.h. 70 Prozent der aktuellen Fahrzeugflotte) mehr NO<sub>x</sub> ausstossen als alte Fahrzeuge mit Abgasnorm Euro 1.
- Fahrzeuge der neusten Abgasnorm Euro 6 (Inbetriebnahme 1. September 2015) sind zwar sauberer, aber bei weitem nicht so gut, wie zu erwarten wäre. Die Messungen von Euro 6-Fahrzeugen zeigen, dass sie im Durchschnitt zwar halb so viel NO<sub>x</sub> ausstossen wie Euro 5er, aber weiterhin fünf- bis sechsmal so viel, wie aufgrund der Abgasnorm erwartet werden sollte. Die Abgasemissionen

bei den neusten Dieselfahrzeugen sind heute auf dem Stand, wo man vor 20 Jahren hätte sein wollen.

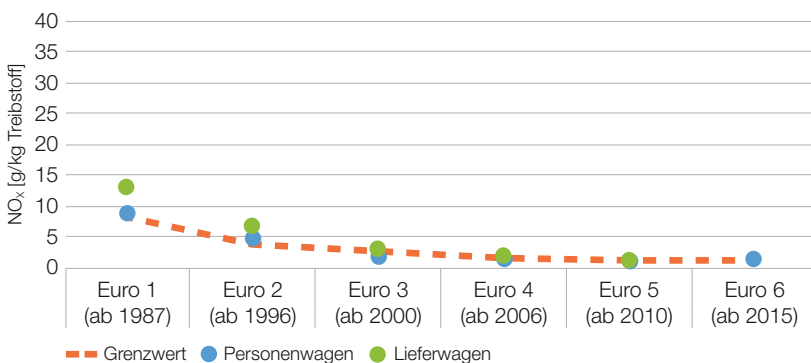
Noch liegen nicht genügend Messungen von Lieferwagen mit der neusten Abgasnorm Euro 6 (Inbetriebnahme 1. September 2016) vor, um vertrauenswürdige Aussagen zu machen. Aber die gemessenen NO<sub>x</sub>-Emissionen bis und mit Euro 5 nehmen seit 25 Jahren stetig

zu und sind somit gegenläufig zu den Abgasnorm-Verschärfungen.

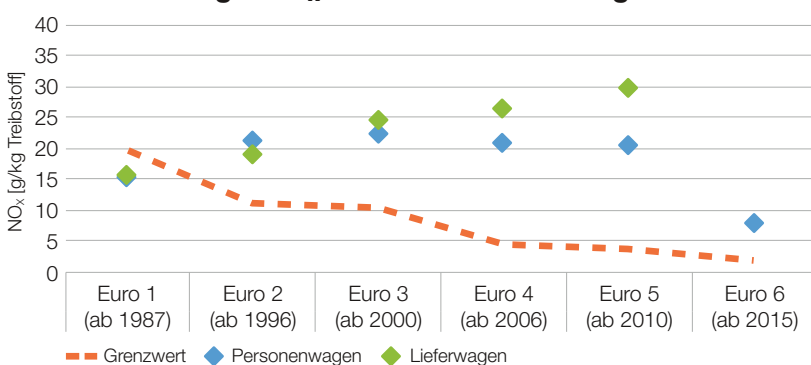
**Erkenntnisse für die Luftqualität im Kanton Zürich**

Der Anteil der dieselbetriebenen Fahrzeuge am Gesamtbestand nimmt deutlich zu: bei Personenwagen von drei Prozent (2000) auf 29 Prozent (2016), bei Lieferwagen von 35 Prozent auf 81 Pro-

**Benzin-Fahrzeuge: NO<sub>x</sub>-Emissionen nach Abgasnorm**

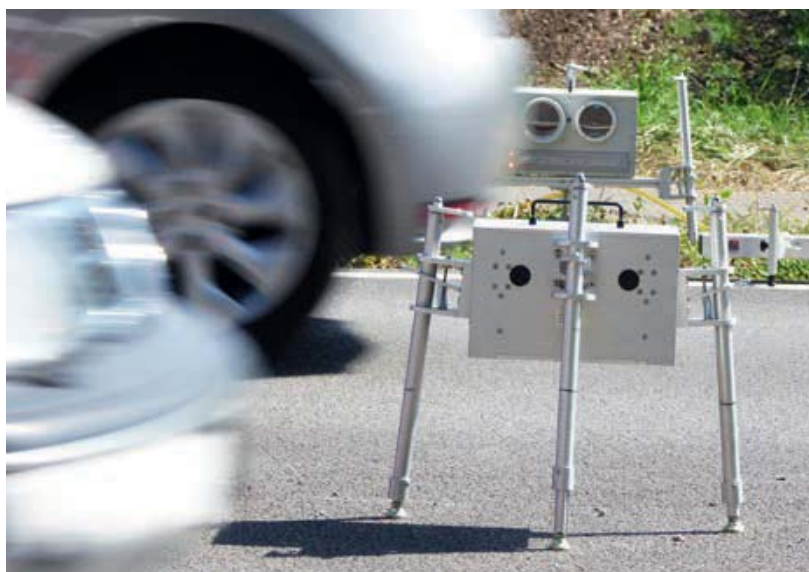


**Diesel-Fahrzeuge: NO<sub>x</sub>-Emissionen nach Abgasnorm**



Während die Benzinfahrzeuge parallel zu den Grenzwertverschärfungen sauberer wurden, haben die Dieselfahrzeuge weiterhin sehr viele oder sogar noch mehr Stickoxide ausgestossen.

Quelle: AWEL/Abteilung Luft



RSD-Messgerät zur berührungsfreien Messung von Schadstoffen im Einsatz. Quelle: Baudirektion



## Gesundheitliche Wirkungen der NO<sub>2</sub>-Belastung auf den Menschen

Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) reizt die Atemwege, langfristig beeinträchtigt es die Lungenfunktion und führt zu chronischen Herz-Kreislauf-Erkrankungen und vorzeitigen Todesfällen. Es ist besonders für empfindliche Bevölkerungsgruppen wie Kinder gefährlich (Umweltbundesamt, 2017). Das Schweizerische Tropen- und Public Health-Institut stellt in seinem Bericht «Gesundheitliche Wirkungen der NO<sub>2</sub>-Belastung auf den Menschen» vom März 2017 Folgendes fest:

- Langfristig ist die Sterblichkeit in Gebieten mit hoher NO<sub>2</sub>-Belastung höher.
- Die Belastung mit Verkehrsemissionen, gemessen mit NO<sub>2</sub>, ist wahrscheinlich mit einem höheren Risiko für Lungenkrebs verbunden.
- NO<sub>2</sub> oder Schadstoffe aus dem Verkehr beeinträchtigen das Lungenwachstum bei Kindern. In Gegenden mit hoher NO<sub>2</sub>-Belastung ist auch bei Erwachsenen die Lungenfunktion schlechter.
- Kinder entwickeln häufiger Asthma, wenn sie in Verkehrsnähe wohnen: Das Asthmarisiko steigt bei einer um 10 µg/m<sup>3</sup> höheren NO<sub>2</sub>-Belastung um 15 Prozent.
- Bei weiteren Krankheiten ist die Datenlage noch offen, am deutlichsten sind die Hinweise auf ein niedrigeres Geburtsgewicht bei hoher NO<sub>2</sub>- oder Verkehrsbelastung.
- Bei kurzfristig erhöhter Belastung ist neben einer erhöhten Sterblichkeit mit mehr Notfallkonsultationen und Krankenhauseintritten zu rechnen, insbesondere für solche, die mit der Atemwegsgesundheit zusammenhängen. An Asthma erkrankte Kinder scheinen empfindlicher zu reagieren als Erwachsene mit Asthma, sie kommen bis zu dreimal häufiger wegen Atemwegsnotfällen ins Krankenhaus als Erwachsene.

Diese Wirkungen werden auch unterhalb der heute in der Schweiz gültigen Grenzwerte gefunden. Für die Schweiz rechnet die Europäische Umweltagentur gemäss der Studie «Luftqualität in Europa – Bericht 2015» mit 950 vorzeitigen Todesfällen allein durch NO<sub>2</sub>.

zent (siehe Abbildung unten). Damit steigt auch der Anteil Fahrzeuge mit hohen spezifischen NO<sub>x</sub>-Emissionen. Weil zusätzlich der Fahrzeugbestand und die gefahrenen Kilometer laufend zunehmen, bleibt die Schadstoffbelastung weiterhin hoch, trotz immer strengerer Abgasnormen.

Motorfahrzeuge verursachen rund die Hälfte der NO<sub>x</sub>-Emissionen im Kanton Zürich und tragen somit hauptsächlich zu den Überschreitungen der zulässigen NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwerte bei (siehe Abbildung Seite 6). Insbesondere in städtischen Gebieten und entlang von Hauptverkehrsstrassen nehmen die NO<sub>2</sub>-Belastungen in der Aussenluft nicht so stark ab, wie es eigentlich aufgrund der laufend verschärften Abgasnormen erwartet werden sollte.

### Verbesserungen sind eingeleitet, aber richtig gut wird es noch nicht

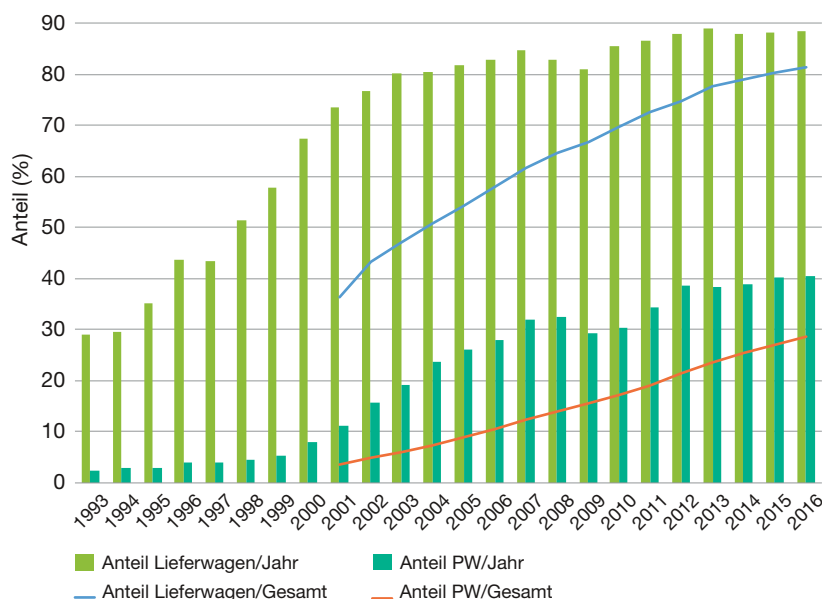
Schritt für Schritt führt die EU Verbesserung bei den Prüfverfahren zur Typengenehmigung von neuen Fahrzeugen ein, welche auch für die zugelassenen Fahrzeuge in der Schweiz gelten. Im Herbst 2018 wird der veraltete Fahrzyklus NEFZ durch den WLTP ersetzt, der das moderne reale Fahrverhalten auf dem Prüfstand besser abbildet. In den Jahren danach folgt eine zusätzliche Prüfmessung im realen Strassenverkehr mit einem Real-Drive-Emissions-Test. Wobei 2019 der heute gültige NO<sub>x</sub>-Grenzwert weiterhin um den Faktor 2.1, ab 2021 noch um Faktor 1.5 überschritten werden darf.

Die verkehrsbedingten NO<sub>x</sub>-Emissionen werden voraussichtlich mit den schrittweisen Verbesserungen der Prüfverfahren von neuen Fahrzeugen langsam abnehmen. Jedoch bleiben die zulässigen NO<sub>2</sub>-Immissionsgrenzwerte entlang verkehrsexponierten Strassen noch jahrelang überschritten. Daher fordern Lufthygieniker weitere Massnahmen zur Überwachung der Autoabgase – auch um zukünftige Manipulationen verhindern zu können:

- Emissionsüberwachung im realen Strassenverkehr: Weiterentwicklung der RSD-Messtechnik zur Identifizierung von sogenannten High Emitters und regelmässige Messkampagnen u.a. auch in der Schweiz, Stichproben-Kontrollen bei zufällig ausgewählten Fahrzeugen mit PEMS.
- Einblick in die Software-Protokolle der On-Board-Diagnose-Systeme (OBD) der einzelnen Fahrzeuge und die Überprüfung des Betriebszustands relevanter Motorenkomponenten.
- Prüfung, wie anlässlich der amtlichen Nachprüfung («Motorfahrzeugkontrolle») die Einhaltung der Umweltschutzvorgaben überprüft werden könnte. Eventuelle Wiedereinführung der Abgaskontrollen in Garagen.

Zudem sind die Grenzwerte stufenweise zu verschärfen. Zuerst soll bei Euro 6 der Faktor des NO<sub>x</sub>-Grenzwerts von 1.5 auf 1 und dann ein neuer Euro 7 eingeführt werden.

Anteil Diesel-Personenwagen und -Lieferwagen im Kanton ZH



Weil der Anteil der dieselbetriebenen Fahrzeuge am Gesamtbestand deutlich zunimmt, steigt auch der Anteil Fahrzeuge mit hohen spezifischen NO<sub>x</sub>-Emissionen.

Quelle: AWEL/Abteilung Luft