



Bestimmung realer LKW NO_x-Emissionen im Fahrbetrieb auf europäischen Autobahnen

Untersuchungszeitraum: Januar – Oktober 2020

Projektleiter

Dr. A. Friedrich

Stellvertretender Projektleiter

S. Annen

Autoren

S. Annen, R. Helmerich

Berlin, 10. November 2020

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	3
2. Messverfahren	3
3. Datenerhebung und Ergebnisse	4
3.1 Gemittelte NO _x -Emissionen	5
3.2 Reproduzierbarkeit der Messung	11
4. Fazit	12

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 AirYX ICAD NO ₂ /x Analyser	3
Abb. 2 LKW nach Ländern	6
Abb. 3 NO _x -Emissionen Euro V LKW	7
Abb. 4 prozentuale Grenzwertüberschreitung Euro V LKW	8
Abb. 5 NO _x -Emissionen Euro VI LKW	9
Abb. 6 prozentuale Grenzwertüberschreitung Euro VI LKW	9
Abb. 7 Euro V und Euro VI LKW zweier Länder	10
Abb. 8 Reproduzierbarkeit der Messung	11

1. Vorwort

Die Deutsche Umwelthilfe (DUH) kämpft seit vielen Jahren für saubere Luft, die für unsere Gesundheit und unsere Lebensqualität unverzichtbar ist. Zudem ist die Verringerung von Luftschadstoffen für den Klimaschutz unerlässlich. Der Straßenverkehr trägt wesentlich zur Luftverschmutzung bei. Vor diesem Hintergrund hat die DUH Anfang 2016 das Emissions Kontroll Institut (EKI) gegründet, um belastbare und transparente Informationen zum tatsächlichen Schadstoffausstoß im Straßenverkehr zu ermitteln und bereitzustellen.

Die in diesem Bericht vorgestellten Messungen auf deutschen Autobahnen sollen aufzeigen, wie hoch die NO_x-Emissionen der LKW mit den Abgasnormen Euro V und Euro VI im realen Fahrbetrieb tatsächlich sind.

2. Messverfahren

Die Messungen der NO_x-Emissionen der LKW erfolgt nach dem „Plume Chasing“ Verfahren¹ mittels einem ICAD NO_x und CO₂ Analysator der AirYX GmbH.

Abb. 1 AirYX ICAD NO_{2/x} Analyser



¹ Pöhler et al. 2019, NO_x RDE measurements with Plume Chasing - Validation, detection of high emitters and manipulated SCR systems, Proceedings of the Transport and Air Pollution Conference, https://www.tapconference.org/assets/files/previous-conferences/proceedings/2019_Proceedings.zip, 2019.

Hierbei wird durch ein dem LKW folgendes Messfahrzeug das Konzentrationsverhältnis der Gase NO_x und CO_2 aus der Abgasfahne bestimmt. Über einen vorn am Messfahrzeug angebrachten Schlauch wird eine geringe Menge der Abgasfahne des vorausfahrenden LKW in das Messgerät gesaugt und dort durch ein Absorptionsspektrometer im Bereich von 430nm – 460nm analysiert. Das Messfahrzeug folgt dem zu untersuchenden LKW für mehrere Minuten, sodass über die angesaugten Anteile der Abgasfahne eine repräsentative Emissionsberechnung erfolgen kann.

Vor jedem Messeinsatz wird der Nullpunkt des ICAD-Messgeräts auf die Umgebungsluft angepasst. So ist es später möglich, eine sinnvolle Hintergrundkonzentration sowie einen geeigneten Schwellwert für die CO_2 -Konzentration festzulegen. Das Messgerät bestimmt aus der Abgasfahne in einem Intervall von zwei Sekunden die NO_x - und CO_2 -Konzentrationen. Erst ab einem bestimmten CO_2 -Konzentrationsschwellwert der entnommenen Abgasfahnenanteile werden die Messwerte zur Berechnung herangezogen, um sicherzustellen, dass die erfassten Werte von dem vorausfahrenden Fahrzeug stammen. Die Messungen sind besonders geeignet, um sie auf Autobahnen durchzuführen, da hier, im Vergleich zu anderen Straßen, konstante und für LKW optimale Fahrsituationen sowie geringere Verkehrsdichten zu erwarten sind und somit potentiell störende Einflussfaktoren minimiert werden.

Während der Messung selbst findet eine grobe Liveauswertung statt, um die Validität der erhobenen Daten prüfen und um auf eventuelle Inkohärenzen aufmerksam werden zu können. Zusätzlich wird eine Kamera angebracht und die Uhrzeiten synchronisiert, um die Messfahrten zu protokollieren und später die LKW samt weiterer Details mit den Messdaten verknüpfen zu können.

Vergleichsmessungen mit den Sensors PEMS Geräten des EKI der DUH im vergangenen Jahr, haben gezeigt, dass dieses Verfahren realistische und vergleichbare Daten erhebt.

3. Datenerhebung und Ergebnisse

Die Messungen erfolgten auf Autobahnen in Deutschland, Österreich und der Slowakei. Sobald die Liveauswertung des ICAD Daten geringer Volatilität der Daten anzeigt (Punktwolke), kann davon ausgegangen werden, dass äußere Messeinflüsse nur gering sind. Die Daten dieser Zeitabschnitte werden dann später zur Auswertung herangezogen. Es wurde darauf geachtet, dass bei Kolonnenfahrten von LKW nur der Vorderste, bzw. nur LKW mit genügendem Abstand zum Vordermann gemessen wurden, um eine Verfälschung der Daten durch vorausfahrende Fahrzeuge auszuschließen. Bei erhöhtem Seitenwind, der die Abgasfahne verweht, wurde nicht gemessen.

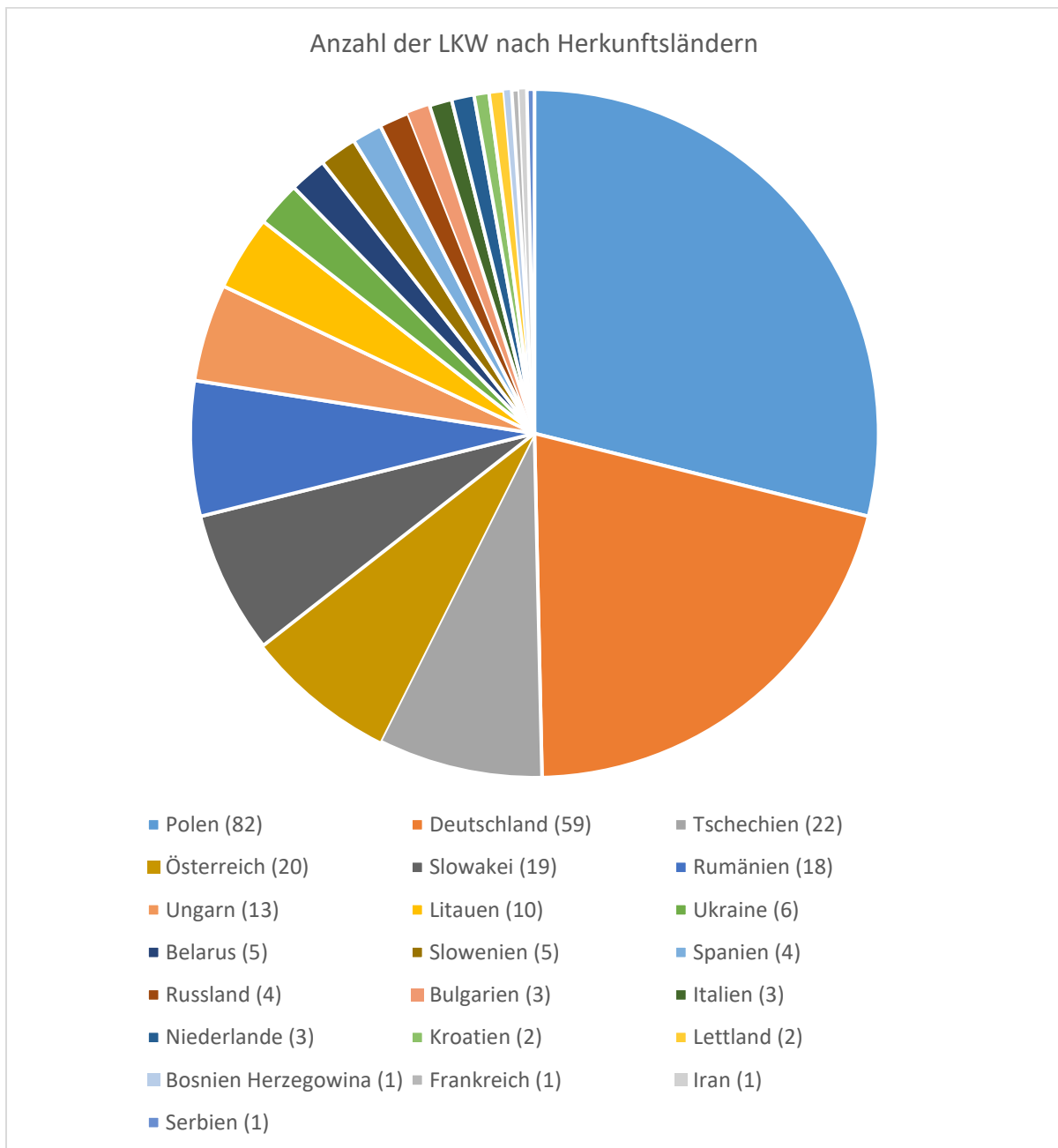
3.1 Gemittelte NO_x-Emissionen

Im Untersuchungszeitraum wurden insgesamt 284 LKW die nach der Euro V und Euro VI Abgasnorm zugelassen sind, gemessen. Unter den untersuchten Euro V LKW waren bereits einige mit einem SCR-System ausgestattet oder als EEV (Enhanced Environmentally Friendly Vehicle) zertifiziert.

Für die hier untersuchten LKW gelten die NO_x-Grenzwerte für Euro V von 2.000 mg NO_x/kWh nach dem European Transient Cycle (ETC), beziehungsweise für Euro VI von 460 mg NO_x/kWh nach dem Worldwide Harmonized Transient Cycle (WHTC). Auf den Euro VI NO_x-Grenzwert wird entsprechend rechtlicher Vorgaben ein „Konformitätsfaktor“ von 1,5 aufgeschlagen. Zusätzlich wurde bei der Bewertung der hier erhobenen Daten ein Fehlerfaktor von 1,4 auf die jeweiligen NO_x-Grenzwerte aufgeschlagen. Dieser ergibt sich aus einer Messungenauigkeit und weiteren Einflüssen, die bei Wiederholungsmessungen maximal festgestellt werden konnten. Daraus ergibt sich für die Euro V LKW ein NO_x-Schwellenwert von 2.800 mg/kWh und für die Euro VI aufgerundet ein NO_x-Schwellenwert von 1.000 mg/kWh ab dem die Lkw als verdächtig eingestuft werden.

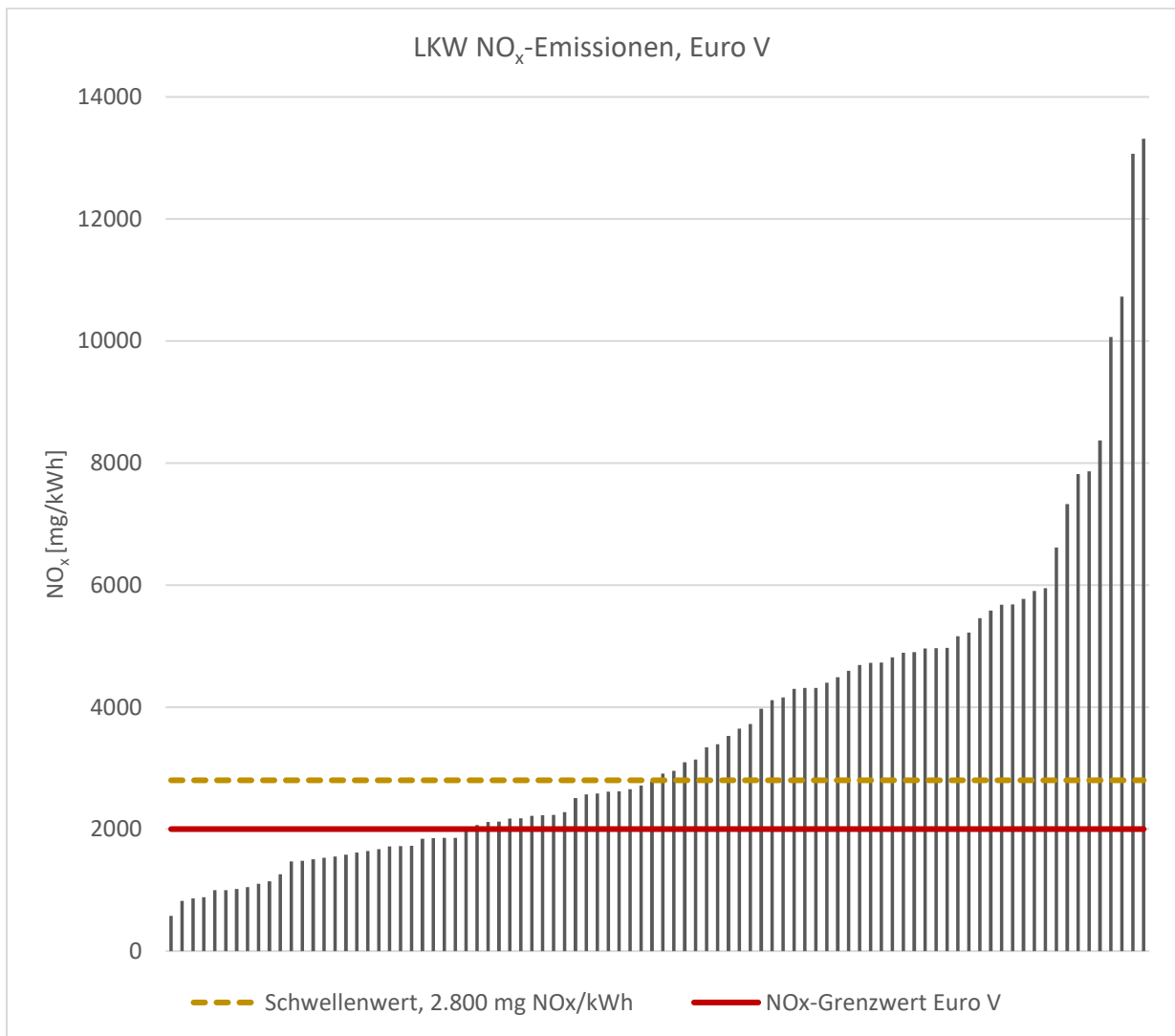
82 der untersuchten LKW stammen aus Polen und 59 aus Deutschland. Die restlichen 143 LKW erhielten ihre Zulassung in weiteren EU-Staaten, Belarus, Bosnien Herzegowina, Iran, Russland, Serbien und Ukraine.

Abb. 2 LKW nach Ländern



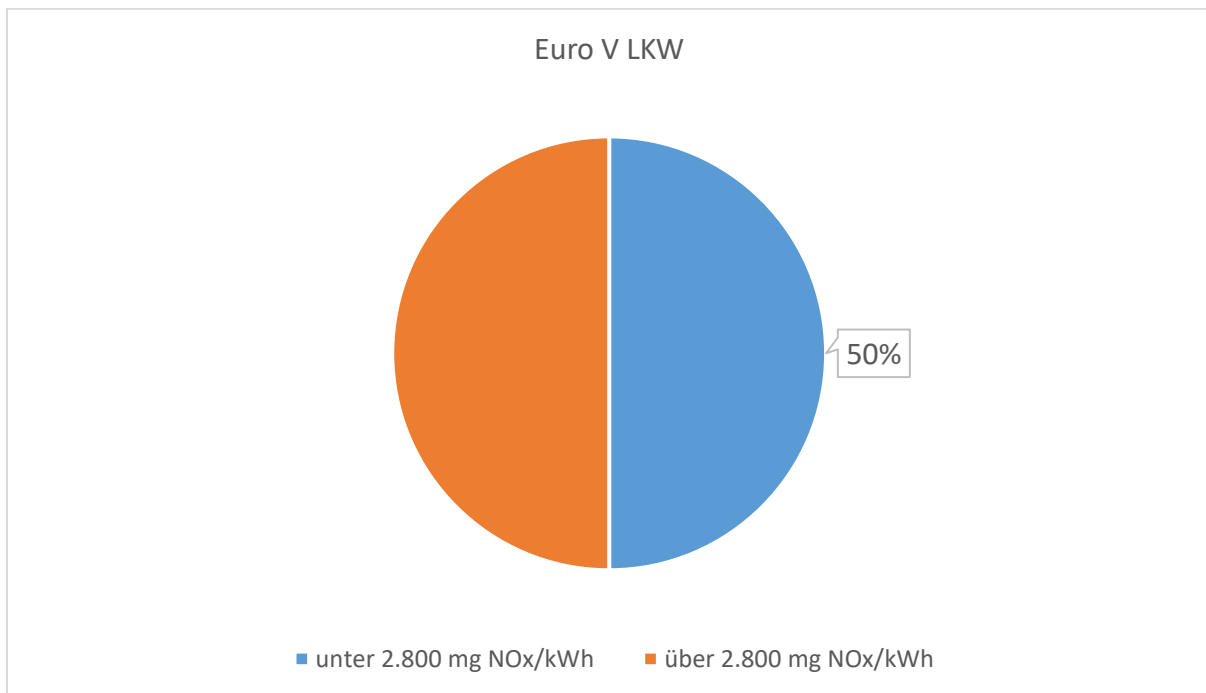
Von den 284 LKW konnten 90 der Euro V Abgasnorm zugeordnet werden. Aus den NO_x-Konzentrationen der jeweiligen Messintervalle werden die Emissionswerte über die Messdauer gemittelt, die in der folgenden Abbildung dargestellt werden. Den höchsten Wert wies ein LKW mit durchschnittlich 13.314 mg NO_x/kWh auf.

Abb. 3 NO_x-Emissionen Euro V LKW



Über alle Euro V LKW gemittelt lagen die NO_x-Emissionen bei 3.640 mg NO_x/kWh. Nur 50 Prozent der Fahrzeuge hielten den NO_x-Schwellenwert von 2.800 mg/kWh ein.

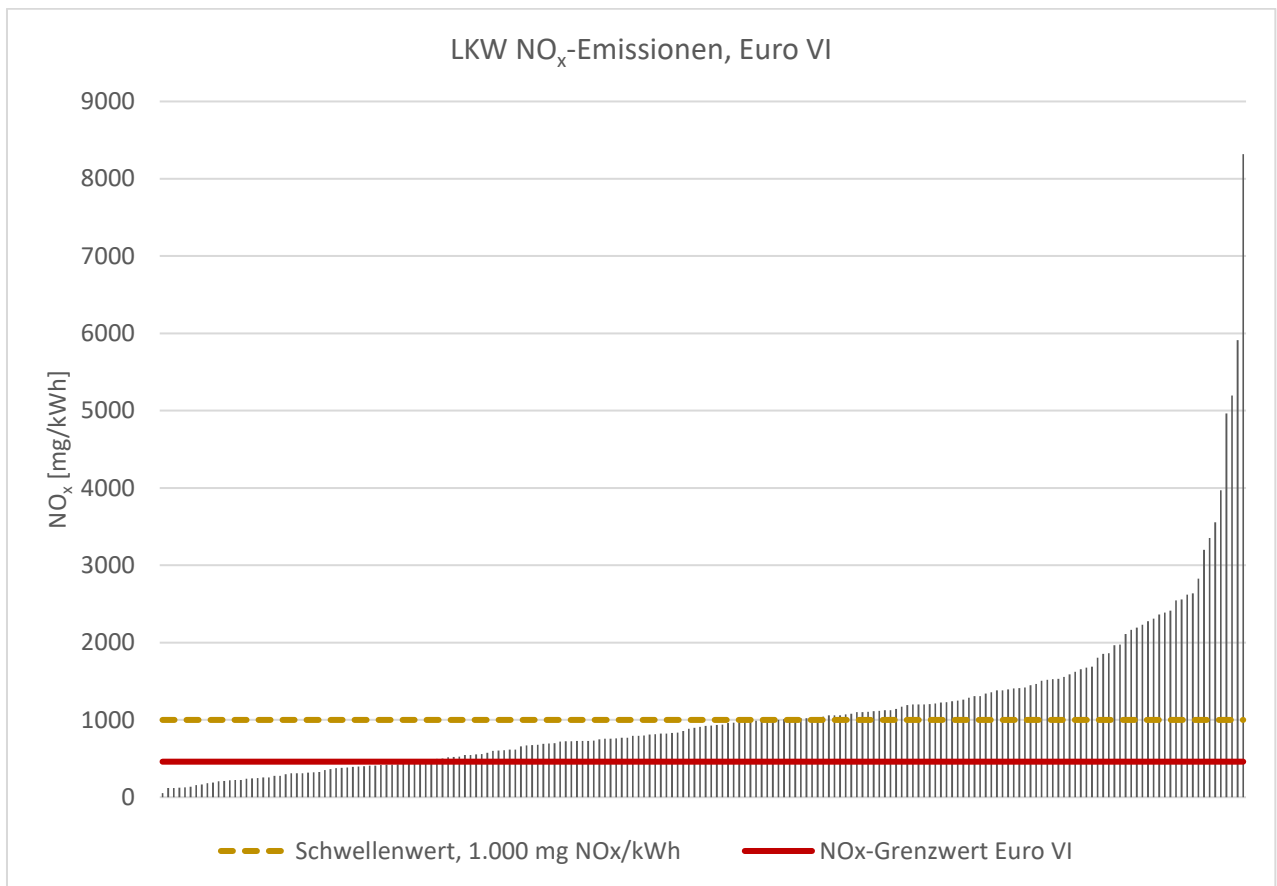
Abb. 4 prozentuale Grenzwertüberschreitung Euro V LKW



Die Euro V LKW, welche den Schwellenwert überschritten, lagen im Durchschnitt bei 5.502 mg NO_x/kWh und erzeugen damit eine Emissionserhöhung der gesamten Euro V Flotte um 105 Prozent.

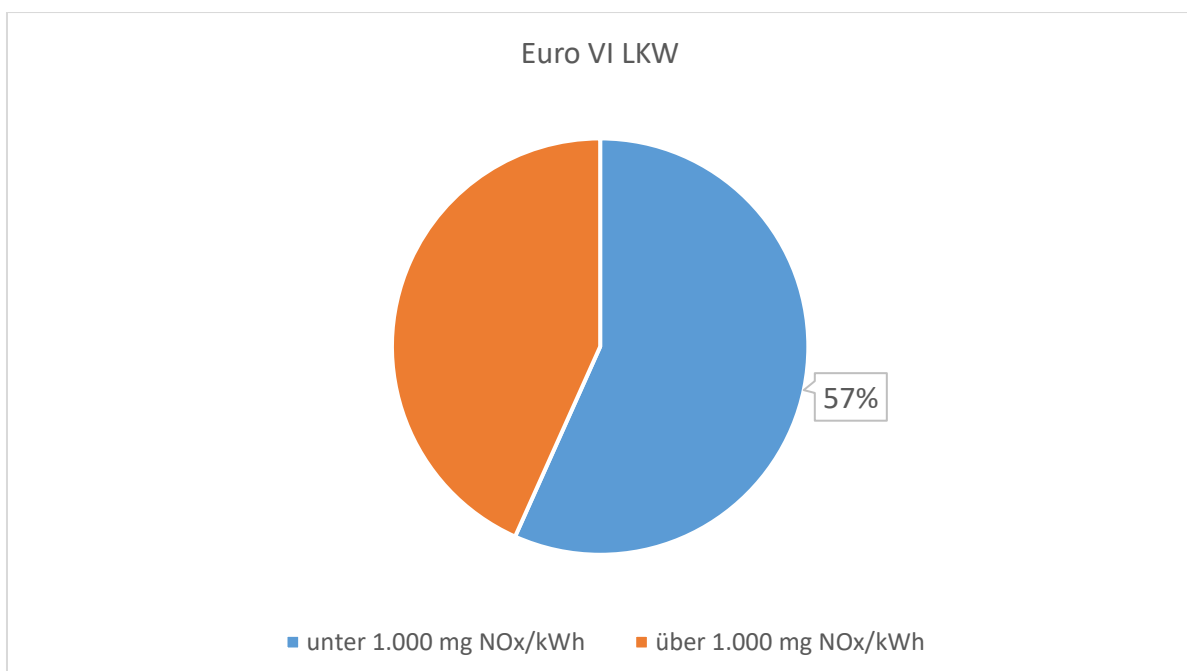
Bei den untersuchten Euro VI LKW lagen die NO_x-Emissionen im Durchschnitt bei 1.105 mg/kWh, den höchsten Wert wies ein LKW mit durchschnittlich 8.320 mg NO_x/kWh auf.

Abb. 5 NO_x-Emissionen Euro VI LKW



Nur 57 Prozent der Euro VI LKW hielten den NO_x-Schwellenwert von 1.000 mg/kWh ein. 43 Prozent erzeugten damit eine Emissionserhöhung, auf die gesamte Euro VI Flotte gesehen, um 99 Prozent.

Abb. 6 prozentuale Grenzwertüberschreitung Euro VI LKW



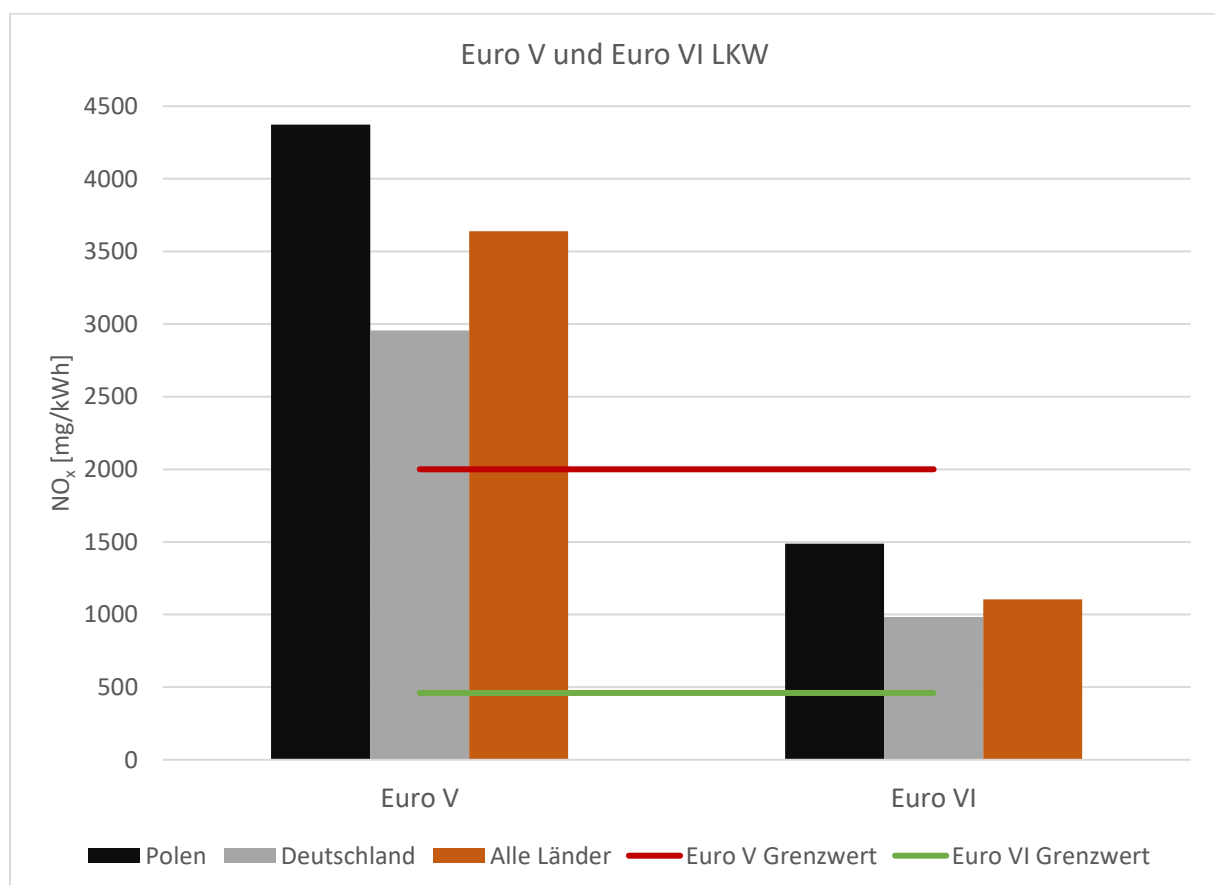
Im Vergleich liegt das NO_x-Emissionsniveau der in Polen zugelassenen LKW weit über dem durchschnittlichen Emissionsniveau aller gemessenen LKW.

31 der 82 in Polen zugelassenen LKW waren nach Euro V zugelassen und emittierten im Durchschnitt 4.373 mg NO_x/kWh. Die weiteren 51 Euro VI LKW emittierten durchschnittlich 1.488 mg NO_x/kWh. Der Durchschnittswert über alle LKW liegt hingegen für die Euro V LKW bei 3.640 mg NO_x/kWh und bei 1.105 mg NO_x/kWh für die Euro VI LKW.

Die durchschnittlichen NO_x-Emissionen der 13 in Deutschland zugelassenen Euro V LKW lagen bei 2.965 mg NO_x/kWh und bei 983 mg NO_x/kWh für die 46 Euro VI LKW.

Vergleichend liegen die in Polen zugelassenen Euro V LKW damit 48 Prozent über dem NO_x-Wert der in Deutschland zugelassenen Euro V LKW. Bei den Euro VI LKW liegen die NO_x-Emissionen der polnischen LKW um 51 Prozent höher als die der deutschen Euro VI LKW (s. Abb. 7).

Abb. 7 Euro V und Euro VI LKW zweier Länder

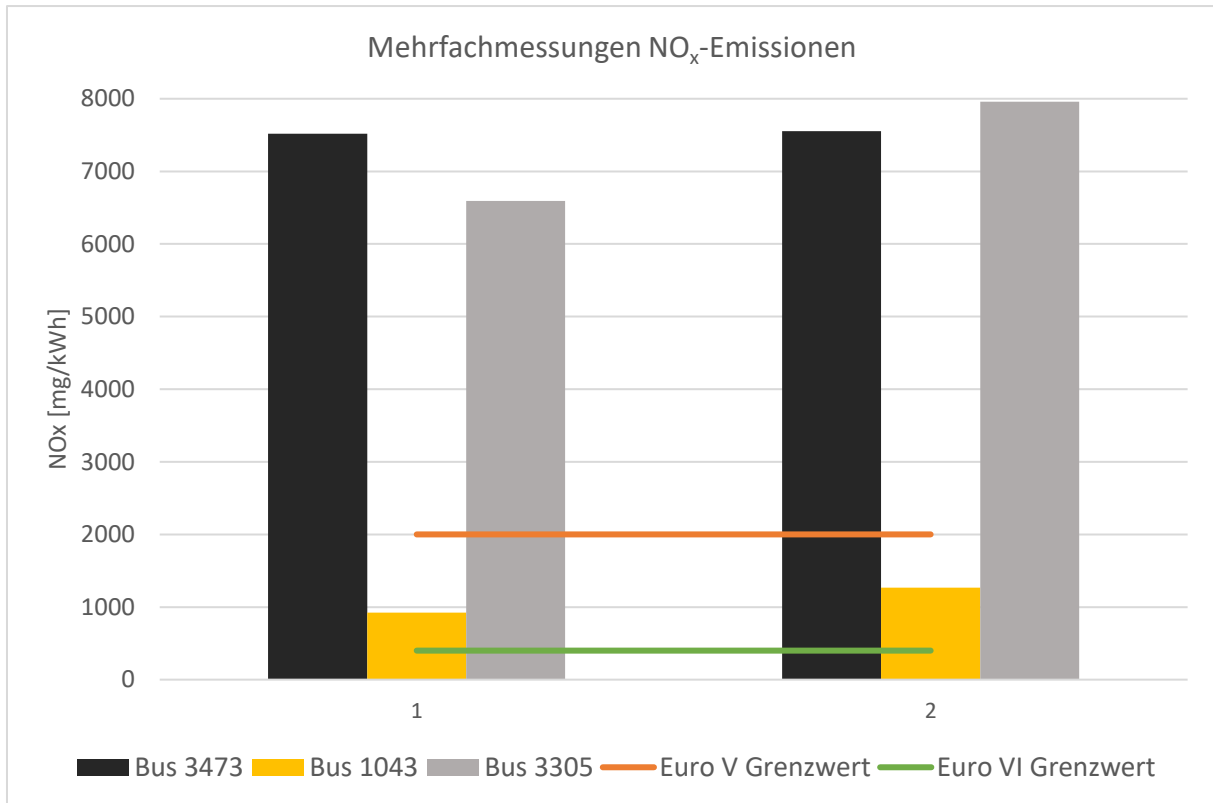


3.2 Reproduzierbarkeit der Messung

In den ebenfalls vom EKI durchgeführten Messungen von Stadtbussen wurde gezeigt, dass sich die Werte bei wiederholter Messung reproduzieren lassen.

Drei der untersuchten Stadtbusse wurden ein zweites Mal auf einem weiteren Streckenabschnitt gemessen, um sicherzustellen, dass die Messergebnisse reproduzierbar sind. Die folgende Abbildung veranschaulicht dies (s. Abb. 8).

Abb. 8 Reproduzierbarkeit der Messung



4. Fazit

Die in dieser Untersuchung gemessenen NO_x -Emissionen von 284 LKW zeigen, dass die Grenzwertvorgaben im realen Straßenbetrieb verfehlt werden. Durchschnittlich emittieren die 90 Euro V LKW 3.640 und die 194 Euro VI LKW 1.105 mg NO_x/kWh .

Trotz Aufschlag eines „Konformitätsfaktors“ und eines großzügigen Fehlerfaktors zum Ausgleich von Messungenauigkeit und weiteren Einflüssen liegen ungefähr die Hälfte der Euro V und Euro VI LKW über dem NO_x -Schwellenwert. Dies lässt auf defekte und/oder manipulierte Abgassysteme schließen. Sowohl bei den Euro V als auch bei den Euro VI LKW erzeugen diejenigen LKW, die den NO_x -Schwellenwert überschreiten, eine Verdopplung der NO_x -Emissionen der gesamten LKW Flotte.

Das führt nicht nur zu einer deutlich höheren Luftbelastung sondern auch zu einem Mautbezug, da mit defekten und manipulierten Abgassystemen die angegebenen Abgasnormen nicht eingehalten werden, nach denen die LKW-Maut jedoch berechnet wird.

Deutsche Umwelthilfe e.V.

Bundesgeschäftsstelle Berlin
Hackescher Markt 4
10178 Berlin
Tel.: 030 2400867-0

Projekt Emissions-Kontroll-Institut

Deutsche Umwelthilfe e.V.
Simon Annen
Projektmanager Verkehr &
Luftreinhaltung
Hackescher Markt 4
10178 Berlin

Projektleiter

Dr. Axel Friedrich
Telefon: +49 152 29483857
E-Mail:
axel.friedrich.berlin@gmail.com


Ansprechpartnerin

Dorothee Saar
Leiterin Verkehr & Luftreinhaltung
Hackescher Markt 4
10178 Berlin
Telefon: +49 30 2400867-72
E-Mail: saar@duh.de

Datum und Ort der Messung: Januar bis Oktober 2020, Deutschland, Österreich, Slowakei

Titelfoto: DUH

www.duh.de [@ info@duh.de](mailto:info@duh.de) [umwelthilfe](https://twitter.com/umwelthilfe) [umwelthilfe](https://www.facebook.com/umwelthilfe)

 Wir halten Sie auf dem Laufenden: www.duh.de/newsletter-abo.html



Die Deutsche Umwelthilfe e.V. (DUH) ist als gemeinnützige Umwelt- und Verbraucherschutzorganisation anerkannt. Sie ist mit dem DZI-Spendensiegel ausgezeichnet. Testamentarische Zuwendungen sind von der Erbschafts- und Schenkungssteuer befreit.

Wir machen uns seit über 40 Jahren stark für den Klimaschutz und kämpfen für den Erhalt von Natur und Artenvielfalt. Bitte unterstützen Sie unsere Arbeit mit Ihrer Spende – damit Natur und Mensch eine Zukunft haben. Herzlichen Dank! www.duh.de/spenden.html