

# Wirkung der Beschlüsse des Diesel-Gipfels auf die NO<sub>2</sub>-Gesamtkonzentration

## 1 Einleitung

Aktuelle Messdaten zeigen, dass es nach wie vor in vielen deutschen Städten zu Überschreitungen des NO<sub>2</sub>-Grenzwertes kommt. Das Ziel der vorliegenden Berechnung ist die Abschätzung der Änderung der NO<sub>2</sub>-Konzentration auf der Grundlage der Beschlüsse des Diesel-Gipfels bezüglich der Emissionsreduzierung der im Verkehr befindlichen Fahrzeugflotte. Dabei werden zwei wesentliche Maßnahmen betrachtet, die sich auf Software-Updates von Euro 5 und Euro 6 Diesel-PKW und den Rückkauf von Diesel-PKW mit Abgasnormen Euro 4 oder älter beziehen. Exemplarisch werden dazu Emissions- und Immissionsabschätzungen für einen sehr hoch belasteten Standort (München Landshuter-Allee) und für einen etwas weniger belasteten Standort (Mainz Parcusstraße) durchgeführt. Die Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen an beiden Standorten liegen am oberen Ende der Konzentrationsverteilung über alle Stationen in Deutschland.

## 2 Methodik

### 2.1 Abschätzungen der Emissionen

Die NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Emissionen für die beiden Standorte München Landshuter Allee und Mainz Parcusstraße wurden auf Basis des Handbuchs für Emissionsfaktoren in der Version 3.3 (HBEFA 3.3) anhand der lokalen Verkehrszahlen, Verkehrszusammensetzung und Fahrsituationen berechnet. Die Anteile unterschiedlicher Schadstoffklassen wurden aus TREMOD genommen.

Hinsichtlich der Landshuter Allee wird von einer Fahrleistung (DTV) von insgesamt 130.025 Kfz/24h ausgegangen. Sie wird in drei Fahrbahnen mit unterschiedlichen Fahrsituationen (URB/Trunk-City/50/Heavy, URB/MW-City/70/Heavy, URB/Distr/50/Heavy) eingeteilt. Für den Standort Mainz Parcusstraße wurde von einer Gesamtfahrleistung von 21.685 Kfz/24h und der Fahrsituation URB/Trunk-City/50/Heavy ausgegangen

Zur Abbildung der Szenarien zum Software-Update und zum Rückkauf wurden sowohl die Zusammensetzung der Schadstoffklassen in den unterschiedlichen Fahrzeugkategorien als auch die Emissionsfaktoren modifiziert. Grundsätzlich wird angenommen, dass alle Euro 6a/b/c Diesel-PKW, die zukünftig zugelassen werden, ein Software-Update besitzen. Es wird außerdem angenommen, dass es durch die Rückkäufe zu vorgezogenen Kaufentscheidungen kommt und dadurch weniger Euro 6d-TEMP Fahrzeuge zugelassen werden. Hintergrund ist, dass jetzt vorfristig EURO 6 a/b/c angeschafft werden, die sonst später als EURO6d-TEMP gekauft worden wären.

Eine Zusammenfassung aller betrachteten Szenarien wird in Tabelle 1 gegeben. Für das Szenario SU1 wird angenommen, dass deutschlandweit 3,5 Mio. Euro 5 und 1,5 Mio. Euro 6 Fahrzeuge ein Update erhalten und dies zu einer Emissionsminderung von 25 % führt. Dies entspricht rund der Hälfte des derzeitigen Diesel-Pkw-Flottenanteils in Deutschland sowohl der Euro 5 als auch der Euro 6 Diesel-Pkws deutscher Hersteller. Die entsprechenden Flottenanteile wurden auf beide Standorte angewendet. Im Szenario SU2 wird von etwas geringeren Fahrzeugmengen mit Softwareupdate und geringerer Minderung ausgegangen.

Tabelle 1

**Beschreibung der Szenarien zum Software-Update (SU), Rückkauf (R) und der Kombination aus Beiden**

| Szenario | Update                               |                            | Rückkauf                    |  |
|----------|--------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--|
|          | Fahrzeuge                            | NO <sub>x</sub> -Minderung | Fahrzeuge                   | Ersatz                                   |
| SU1      | 5 Mio.<br>(3,5 Euro 5; 1,5 Euro 6)   | 25 %                       |                             |  |
| SU2      | 3,75 Mio.<br>(3 Euro 5; 0,75 Euro 6) | 15 %                       |                             |  |
| R1       |                                      |                            | 75 % von Diesel<br>Euro 1-4 | zu Diesel<br>Euro 6a/b/c                 |
| R1_2     |                                      |                            | 75 % von Diesel<br>Euro 1-4 | zu Diesel<br>Euro 6d-TEMP                |
| R2       |                                      |                            | 25 % von Diesel<br>Euro 1-4 | zu Diesel<br>Euro 6a/b/c                 |
| R2_2     |                                      |                            | 25 % von Diesel<br>Euro 1-4 | zu Diesel<br>Euro 6d-TEMP                |
| R3       |                                      |                            | 25 % von Diesel<br>Euro 1-4 | zu Diesel<br>Euro 6a/b/c & Benzin Euro 6 |
| SU1R3    | 5 Mio.<br>(3,5 Euro 5; 1,5 Euro 6)   | 25 %                       | 25 % von Diesel<br>Euro 1-4 | zu Diesel<br>Euro 6a/b/c & Benzin Euro 6 |
| SU2R2    | 3,75 Mio.<br>(3 Euro 5; 0,75 Euro 6) | 15 %                       | 25 % von Diesel<br>Euro 1-4 | zu Diesel<br>Euro 6a/b/c                 |

Quelle: Umweltbundesamt

Bei den Rückkauf-Szenarien wurde angenommen, dass entweder 75 % oder 25 % der Euro 1-4 Diesel PKW durch neuere Diesel-PKW ersetzt werden. Zusätzlich wird differenziert, ob diese PKW durch Euro 6a/b/c oder Euro 6d-TEMP Fahrzeuge ersetzt werden. Im Szenario R3 werden die alten Diesel PKW durch neue Diesel der Abgasnorm Euro 6a/b/c und durch Euro 6 Benziner ersetzt. In den Szenarien SU1R3 und SU2R2 wurden Rückkauf und Software-Update kombiniert.

## 2.2 Abschätzungen der Immissionen

Für die Abschätzung der zu erwartenden Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Konzentration für einzelne Straßenabschnitte wurde eine Methode aus dem Parest<sup>1</sup>-Projekt verwendet. Bei dieser Methode wird die urbane Hintergrundbelastung mit der verkehrsbedingten Zusatzbelastung kombiniert.

Die urbane Hintergrundbelastung ist in der Regel deutlich geringer als die verkehrsnah Zusatzbelastung. Änderungen der Emissionsmengen aus dem Straßenverkehr wirken sich deshalb auch wesentlich stärker auf die Zusatzbelastung aus. Um die Auswirkung der oben beschriebenen Szenarien auf die Konzentration zu berechnen, müssen Annahmen zur Höhe der urbanen Hintergrundbelastung getroffen werden. Die Hintergrundbelastungen für die Jahre 2010 und 2015 wurden von der Hintergrundmessstation München Lothstraße genommen, die sich räumlich sehr nah an der Station Landshuter Allee befindet. Die Hintergrundbelastungen in Mainz für 2010 und 2015 wurden aus den Messungen der Stationen Mombach und Zitadelle abgeleitet.

Für die aktuelle Situation liegen naturgemäß noch keine derartigen Messungen vor. Daher werden Modellrechnungen für das Jahr 2020 herangezogen. Da diese für die Trennung von Hintergrund und Zusatzbelastung erforderlichen Modelldaten nur in 5-Jahres-Schritten vorliegen, wird im Folgenden die zu erwartende Belastungssituation im Jahr 2020 als Referenzfall betrachtet. Da Konzentrationen bis dahin aufgrund der teilweisen Flottenerneuerung schon niedriger angenommen werden, ist die in den Szenarien berechnete Gesamtbelastung als optimistische Schätzung anzusehen. Die absolute Konzentrationsminderung durch die betrachteten Maßnahmen ist davon nicht betroffen.

Die verwendeten Modelldaten beruhen auf dem Emissionsszenario APS (Aktuelle-Politik-Szenario) aus dem Projekt LUFT 2030. Dabei wurden allerdings noch keine 6d-TEMP- und 6d-Einführung mit entsprechenden Konformitätsfaktoren (2.1 bzw. 1.5) für reale Fahrbedingungen berücksichtigt. Weitere Details zur Berechnung der Verkehrsemissionen im APS können dem Endbericht des Projektes LUFT2030<sup>2</sup> (Seite 72-78) entnommen werden. Die Daten zur urbanen Hintergrundbelastung aus dem Projekt LUFT 2030 wurden mit einer horizontalen Auflösung von ca. 7x8 km<sup>2</sup> gerechnet und mit der Methodik der optimalen Interpolation justiert. Die urbane Hintergrundbelastung wurde aus dem Wert der Gitterzelle abgeleitet, in der sich der Untersuchungsort befindet. Da die Modellwerte bei der o. g. Gitterweite tendenziell zu niedrig sind und somit die urbane Hintergrundbelastung unterschätzen, wurde aus dem Vergleich zwischen Modell und Messung für München und Mainz jeweils ein Korrekturfaktor abgeleitet und auf die Prognosedaten für das Jahr 2020 angewendet.

Die verkehrsbedingte Zusatzbelastung wurde auf Basis der aus dem Verkehrssektor stammenden Emissionen im Jahr 2020 und im Referenzfall sowie der Zusatzbelastung im Referenzfall abgeschätzt. Als Referenzfall wurde der Mittelwert der Verkehrsemissi-

---

1 R. Stern (2013): Prognose der Luftqualität und Abschätzung von Grenzwertüberschreitungen in Deutschland für die Referenzjahre 2010, 2015 und 2020

2 <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/luftqualitaet-20202030-weiterentwicklung-von>

onen und der Zusatzbelastungen in den Jahren 2010 und 2015 verwendet. Die verkehrsbedingte Zusatzbelastung setzt sich zusammen aus dem NO<sub>2</sub>-Anteil, der direkt vom Verkehr emittiert wird und dem Anteil, der luftchemisch aus NO und Ozon gebildet wird. Diese Anteile wurden in der o. g. Parest-Studie und auch im Bericht an das BMUB vom 05.11.2015<sup>3</sup> zu je 50 % angenommen. Diese Anteile wurden nun, entsprechend den Messwerten an der Landshuter Allee, auf 57 % direkt emittiertes und 43 % luftchemisch gebildetes NO<sub>2</sub> verfeinert. Zur Ableitung der Anteile wurden Ozonmessungen im Hintergrund (München Lothstraße) und an der Verkehrsstation (München Landshuter Allee) verwendet. Zusätzlich werden in der Parest-Studie Randbedingungen berücksichtigt, die sich zum einen auf die Ozonverfügbarkeit im städtischen Hintergrund und zum anderen auf die NO-Emissionsänderung im Vergleich zum Ausgangsjahr beziehen. Diese Randbedingungen sind in den hier berichteten Prognosen enthalten. In den bisherigen Berechnungen des UBA, d. h. in den im Bericht vom 05.11.2015 übermittelten Werten und in späteren Berechnungen, wurden sie hingegen nicht berücksichtigt.

Die zu erwartende Gesamtbelastung ergibt sich aus der Summe der justierten Prognose aus dem Projekt LUFT 2030 für den urbanen Hintergrund und der zu erwartenden verkehrsbedingten Zusatzbelastung.

## 3 Ergebnisse

### 3.1 NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Emissionen

Für die Standorte Landshuter Allee und Mainz Parcusstraße wurden die relativen prozentualen Minderungen der NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Emissionen für die Szenarien mit Software-Update und Rückkauf gegenüber dem Referenzszenario berechnet. Die Emissionsminderungen der unterschiedlichen Szenarien sind in Abbildung 1 dargestellt. Grundsätzlich zeigen sich für NO<sub>x</sub> und NO<sub>2</sub> ähnliche Minderungen. Auch die Unterschiede zwischen den Standorten in Mainz und München sind gering. Lediglich die Minderungen der NO<sub>2</sub>-Direktemissionen sind für den Standort Landshuter Allee höher.

Die berechnete Wirkung der Software-Updates beträgt bis zu 7 % der Emissionen des Verkehrs für das Szenario SU1. Die Wirkung wird jedoch deutlich verringert, wenn die Besitzer die Updates verweigern (z. B. nur 3,5 Mio. statt 5 Mio.) oder diese eine geringere Wirkung haben (15 % statt 25 % im Jahresmittel). In Kombination ergibt sich in diesem Fall lediglich eine Minderung von bis zu 3 % der Emissionen des Verkehrs (SU2).

Die Wirkung des Rückkaufs wird insgesamt geringer eingeschätzt als die der Software-Updates. Findet bei 75 % der alten Diesel-PKW ein Wechsel auf neuere Diesel-PKW der Abgasnormen Euro 6a/b/c statt, so bringt dies eine Minderung von maximal 3 % der Emissionen des Verkehrs (R1). Bei einem Wechsel von realistischeren 25 % der alten Diesel-PKW, kann von einer Emissionsminderung von weniger als 1 % der Emissionen des Verkehrs (R2) ausgegangen werden.

---

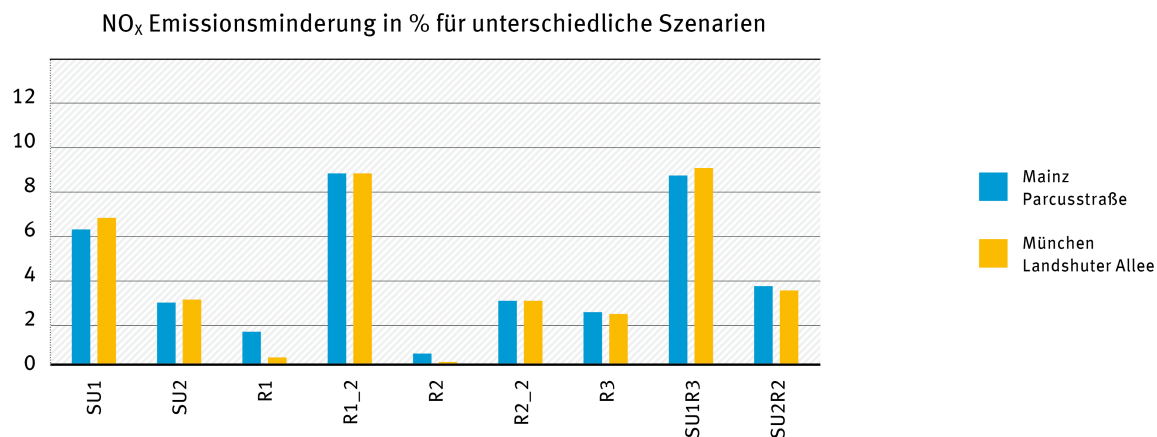
<sup>3</sup> Ergebnisse und Berechnungen des UBA zur NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastung bei unterschiedlichen Szenarien bezüglich der NO<sub>x</sub>-Emissionsfaktoren von Diesel PKW

Der Wechsel von 25 % der alten Diesel PKW zumindest teilweise zu Benzinern (60 %) bringt eine etwas stärkere, aber nach wie vor geringe Wirkung (ca. 2 % der Emissionen des Verkehrs in 2020, R3). Ein kompletter Wechsel zu 6d-TEMP bei 25% der alten Diesel-PKW im Szenario R2\_2 zeigt eine vergleichbare Wirkung wie Szenario R3. Können 75 % der Diesel Euro 1-4 durch 6d-TEMP-Diesel ersetzt werden, wird mit bis zu 9% die stärkste Emissionsminderung erreicht (R1\_2).

Eine Kombination aus optimistischer Annahme zu den Software-Updates und Wechsel zu Benzinern (SU1R3) erreicht ähnliche starke Minderungen wie ein Wechsel von 75 % der Diesel zu 6d-TEMP (R1\_2). Weniger Updates und ein reiner Rückkauf zu Diesel mit Euro 6a/b/c bei 25 % der Fahrzeuge (SU2R2) mindert dagegen nur um weniger als 4 % der Emissionen des Verkehrs.

Abbildung 1

**Prozentuale NO<sub>x</sub>-Emissionsminderung gegenüber dem Referenzszenario für Szenarien mit Software-Update (SU), Rückkauf (R) oder der Kombination (SUR) aus Beiden\***



\* Eine detaillierte Beschreibung der Szenarien wird in Tabelle 1 gegeben.

Quelle: UBA

### 3.2 NO<sub>2</sub>-Konzentrationen

Für die beiden Standorte München Landshuter Allee und Mainz Parcusstraße wurde mit der in Abschnitt 2.2 beschriebenen Methodik die zu erwartende NO<sub>2</sub>-Konzentration im Jahr 2020 für die Szenarien mit Software-Update und Rückkauf abgeschätzt. Die Modellrechnungen ergeben, dass im Referenzfall – also ohne Maßnahmen in Folge des Dieselgipfels – die Konzentration an der Landshuter Allee dann noch 65 µg/m<sup>3</sup> betragen wird, die an der Parcusstraße noch 44 µg/m<sup>3</sup>.

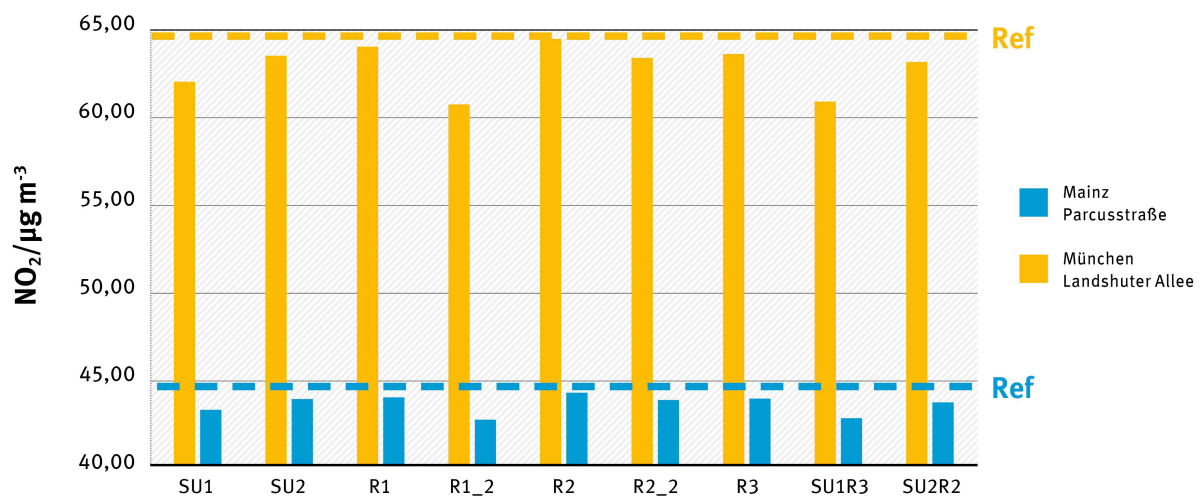
Bei den Software-Updates besitzt das Szenario SU1 die größte Minderungswirkung. Die Berechnungen ergaben, dass sich mit dieser Maßnahme die Konzentration an der Landshuter Allee um ca. 3 µg/m<sup>3</sup> auf 62 µg/m<sup>3</sup> verringern lassen. Bei den Rückkauf Szenarien mit Wechsel auf Euro 6a/b/c bzw. Euro 6a/b/c und Benzin zeigt sich eine sehr geringe Wirkung mit einer Minderung von etwa 1 µg/m<sup>3</sup> an der Landshuter Allee. Für Mainz Parcusstraße fällt die Minderung in diesem Fall noch geringer aus. Wird wie im Szenario R1\_2 ein großer Teil der alten Diesel PKW durch Euro 6d-TEMP Diesel ersetzt, ergibt sich das größte Minderungspotenzial von etwa 5 µg/m<sup>3</sup> an der Landshuter

Allee und  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  an der Parcusstraße. Ein ähnliches Minderungspotential kann von der Kombination von Software-Updates bei 75 % der Euro 5 und Euro 6 Diesel-PKW und dem Rückkauf von 25% der älteren Diesel-PKW im Szenario SU1R3 erwartet werden. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die zu erwartenden Konzentrationsminderungen im Vergleich zur Höhe der Grenzwertüberschreitung eher gering sind.<sup>3</sup>

Der  $\text{NO}_2$ -Grenzwert von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  würde für alle Szenarien im Jahr 2020 weder an der Parcusstraße in Mainz noch an der Landshuter Allee in München eingehalten werden.

Abbildung 2

**Abschätzung der  $\text{NO}_2$ -Konzentration im Jahr 2020 an der Landshuter Allee und Mainz Parcusstraße und für die unterschiedlichen Szenarien mit Software-Update (SU), Rückkauf (R) oder der Kombination (SUR) aus Beiden\***



\* Eine detaillierte Beschreibung der Annahmen in den Szenarien wird in Tabelle 1 gegeben.

Quelle: UBA

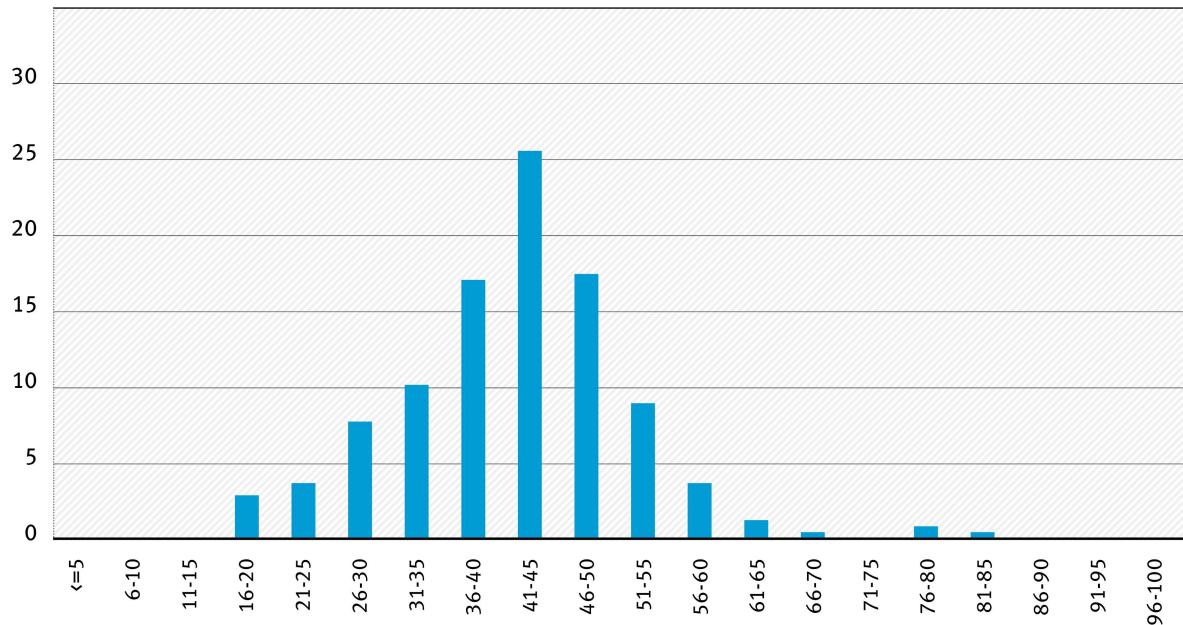
Die Konzentration an der Parcusstraße in Mainz lag im Jahr 2016 bei  $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und an der Landshuter Allee in München bei  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Zur Einordnung der Repräsentativität der beiden betrachteten Straßen ist in Abbildung 3 die relative Häufigkeitsverteilung der in Deutschland an Verkehrsstationen gemessenen  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerte im Jahr 2016 dargestellt. Aus dieser Abbildung kann abgeleitet werden, dass an einem Großteil der verkehrsnahen Messstationen (etwa 85 %) die  $\text{NO}_2$ -Konzentrationen unterhalb von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen. An etwa der Hälfte dieser Stationen wurde eine Grenzwertüberschreitung beobachtet. Die in diesem Bericht untersuchten Stationen gehören damit zu den restlichen 15 % mit Werten oberhalb von  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Die Maßnahmen des Dieselpipfels würden an Messstation wie der Parcusstraße in Mainz im optimistischsten Fall eine Konzentrationsminderung von etwa  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  erzeugen. Damit wäre kein wesentlicher Schritt zur Einhaltung des Grenzwertes erreicht. Gleiches gilt für einen Großteil der Stationen mit aktuellen Konzentrationswerten oberhalb von  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (ca. 30 %). An stärker belasteten Straßen wie bspw. der Landshuter Allee ist die zu erwartende Konzentrationsminderung absolut betrachtet höher. Zur Erreichung der Grenzwertes sind aber gerade dort noch weitergehende zusätzliche

Maßnahmen erforderlich, da selbst im Jahr 2020 noch von erheblichen Überschreitungen auszugehen ist.

Abbildung 3

### Relative Häufigkeit der Jahresmittelwerte der NO<sub>2</sub>-Belastung an deutschen Verkehrsstationen im Jahr 2016\*



\* Die Abbildung wurde auf Basis von insgesamt 245 Stationen erstellt.

Quelle: UBA

## 4 Schlussfolgerungen

Aus den durchgeführten Abschätzungen ist der Schluss zu ziehen, dass die in Aussicht gestellten Software-Updates in Verbindung mit einem Rückkauf älterer Fahrzeuge zwar einen Beitrag zur Reduzierung der NO<sub>2</sub>-Belastung darstellen, aber nur an wenigen Standorten unmittelbar zur Einhaltung des Luftgrenzwertes führen werden.

Dabei ist zu betonen, dass die Betrachtungen von optimistischen Annahmen ausgehen: So ist die emissionsmindernde Wirkung für alle Temperaturbereiche angenommen worden. Hinsichtlich der Neufahrzeuge wurde davon ausgegangen, dass trotz höherer Prämien kein Umstieg auf größere Fahrzeuge mit höherem Verbrauch erfolgt.

Die Szenarien zeigen zudem deutlich, dass der Ersatz durch Neufahrzeuge, die dem Euro 6d-TEMP entsprechen, wesentlich stärkere Minderungsbeiträge leistet. Wo weitere Sofort-Maßnahmen – bspw. aufgrund von Gerichtsentscheiden – erforderlich werden, wären also auch Neuanschaffungen mit dem Euro 6 a/b/c in Einfahrverbote einzubeziehen.