

**Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware**

Mohrenstraße 14, D-01445 Radebeul

Telefon: +49 (0) 351 / 8 39 14 - 0

E-Mail: info.dd@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

Abschlussbericht vom 21.08.2017

**AKTUALISIERUNG EINES
KURZGUTACHTENS ÜBER
AUSGEWÄHLTE EFFEKTE DER
EINFÜHRUNG EINER NEUEN (BLAUEN)
FAHRZEUGPLAKETTE IN BERLIN**

Auftraggeber: IHK Berlin
Fasanenstraße 85
10623 Berlin

Dipl.-Ing. W. Schmidt

Dr. rer. nat. I. Düring

August 2017
Projekt 71431-10-17
Berichtsumfang 15 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG	4
2	AKTUALISIERUNG DER FLOTTENSZENARIEN SOWIE DER EMISSIONS- UND IMMISSIONSSEITIGEN AUSWIRKUNGEN.....	7
	2.1 Aktualisierung der Flottenszenarien.....	7
	2.1.1 Berliner Flottenzusammensetzung im Jahre 2018	7
	2.1.2 Berliner Flottenzusammensetzung im Jahre 2020	12
	2.2 Emissions- und immissionsseitige Auswirkungen.....	14

Hinweise:

Veröffentlichungen aus dem Gutachten müssen auf die Quelle verweisen. Literaturstellen sind im Text durch Name und Jahreszahl zitiert.

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas. Eine Abtrennung von Tausendern erfolgt durch Leerzeichen.

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

Als Emission bezeichnet man die von einem Fahrzeug ausgestoßene Luftschadstoffmenge in Gramm Schadstoff pro Kilometer oder bei anderen Emittenten in Gramm pro Stunde. Die in die Atmosphäre emittierten Schadstoffe werden vom Wind verfrachtet und führen im umgebenden Gelände zu Luftschadstoffkonzentrationen, den so genannten Immissionen. Diese Immissionen stellen Luftverunreinigungen dar, die sich auf Menschen, Tiere, Pflanzen und andere Schutzgüter überwiegend nachteilig auswirken. Die Maßeinheit der Immissionen am Untersuchungspunkt ist μg (oder mg) Schadstoff pro m^3 Luft ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3).

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

Als Hintergrundbelastung werden im Folgenden die Immissionen bezeichnet, die bereits ohne die Emissionen des Straßenverkehrs auf den betrachteten Straßen an den Untersuchungspunkten vorliegen. Die Zusatzbelastung ist diejenige Immission, die ausschließlich vom Verkehr auf dem zu untersuchenden Straßennetz oder der zu untersuchenden Straße hervorgerufen wird. Die Gesamtbelastung ist die Summe aus Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung und wird in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ oder mg/m^3 angegeben.

Grenzwerte / Vorsorgewerte

Grenzwerte sind zum Schutz der menschlichen Gesundheit vom Gesetzgeber vorgeschriebene Beurteilungswerte für Luftschadstoffkonzentrationen, die nicht überschritten werden dürfen, siehe z. B. Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Vorsorgewerte stellen zusätzliche Beurteilungsmaßstäbe dar, die zahlenmäßig niedriger als Grenzwerte sind und somit im Konzentrationsbereich unterhalb der Grenzwerte eine differenzierte Beurteilung der Luftqualität ermöglichen.

Jahresmittelwert / 98-Perzentilwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

An den betrachteten Untersuchungspunkten unterliegen die Konzentrationen der Luftschadstoffe in Abhängigkeit von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Verkehrsaufkommen etc. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngrößen Jahresmittelwert, 98-Perzentilwert (= Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird) und weitere Kurzzeitwerte charakterisieren diese Konzentrationen. Der Jahresmittelwert stellt den über das Jahr gemittelten Konzentrationswert dar. Eine Einschränkung hinsichtlich Beurteilung der Luftqualität mit Hilfe des Jahresmittelwertes besteht darin, dass er nichts über Zeiträume mit hohen Konzentrationen aussagt. Eine das ganze Jahr über konstante Konzentration kann

zum gleichen Jahresmittelwert führen wie eine zum Beispiel tagsüber sehr hohe und nachts sehr niedrige Konzentration. Der Gesetzgeber hat deshalb zusätzlich zum Jahresmittelwert so genannte Kurzzeitgrenzwerte der Konzentrationen eingeführt.

Die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (39. BImSchV) fordert die Einhaltung von Kurzzeitwerten in Form des Stundenmittelwertes der NO₂-Konzentrationen von 200 µg/m³, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m³, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der 98-Perzentil- bzw. Jahresmittelwerte. Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

Verkehrssituation

Emissionen und Kraftstoffverbrauch der Kraftfahrzeuge (Kfz) hängen in hohem Maße vom Fahrverhalten ab, das durch unterschiedliche Betriebszustände wie Leerlauf im Stand, Beschleunigung, Fahrt mit konstanter Geschwindigkeit, Bremsverzögerung etc. charakterisiert ist. Das typische Fahrverhalten kann zu so genannten Verkehrssituationen zusammengefasst werden. Verkehrssituationen sind durch die Merkmale eines Straßenabschnitts wie Straßentyp, Geschwindigkeitsbeschränkung, Level of Service (LOS) etc. charakterisiert. In der vom Umweltbundesamt herausgegebenen Datenbank „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ sind für verschiedene Verkehrssituationen Angaben über Schadstoffemissionen angegeben.

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Vergleich der NO_x-Emissionsfaktoren für Diesel-PKW für die Verkehrssituation „Agglo/HVS/50/flüssig“ HBEFA 3.2 / 3.3
- Abbildung 2: Fahrzeugbestandsprognose Berlin 2018 nach Fahrzeugkategorie und Fahrzeughalter
- Abbildung 3: Bestandsgewichtete (statische) und Fahrleistungsgewichtete (dynamische) Flottenzusammensetzung Berlin 2018 nach Emissionskonzept und Fahrzeugkategorie
- Abbildung 4: PKW Fahrzeugbestand Berlin 2018 nach Emissionskonzept und Fahrzeughalter
- Abbildung 5: LNF Fahrzeugbestand Berlin 2018 nach Emissionskonzept und Fahrzeughalter
- Abbildung 6: SNF Fahrzeugbestand Berlin 2018 nach Emissionskonzept und Fahrzeughalter
- Abbildung 7: Fahrleistungsgewichtete Flottenzusammensetzung Berlin 2020 im Nullfall und Umrüstszenario nach Emissionskonzept und Fahrzeugkategorie
- Abbildung 8: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen 2020 in allen betrachteten Straßenabschnitten im Nullfall sowie im Umrüstszenario

1 AUFGABENSTELLUNG

In einem vorliegenden Kurzgutachten wurden die Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Berliner Fahrzeugflotte, die zu erwartenden Kosten sowie die zu erwartenden Senkungen der NO₂-Belastung bei Einführung einer neuen verpflichtenden Fahrzeugplakette unter verschiedenen Szenarien aufgezeigt¹.

Die Emissionsberechnung erfolgte dabei auf Basis der Emissionsfaktoren des „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ (HBEFA) in der Version 3.2² aus dem Jahre 2014. Da die EURO-6-Norm für PKW gesetzlich erst ab dem Jahre 2015 verbindlich galt, gab es zum Zeitpunkt der Entwicklung von HBEFA 3.2 nur eine sehr geringe Anzahl zugelassener Fahrzeuge (ausnahmslos sogenannte „Premiumfahrzeuge“), die für Messungen im Realbetrieb zur Verfügung standen. Die Emissionsfaktoren der Fahrzeuge, die ab 2017 nach dem WLTP (WLTC-Typzyklus + ergänzende RDE-Messungen) zugelassen werden (dies betrifft PKW und LNF), wurden in HBEFA 3.2 mit einem Korrekturfaktor abgeschätzt. Diese Fahrzeuge wurden als EURO-6c Fahrzeugschichten in die HBEFA-Flottenzusammensetzung aufgenommen und sind dort ab 2018 in der deutschen Flottenzusammensetzung enthalten. Eine Differenzierung nach den compliance-Faktoren (2.1 ab 2017 bzw. 1.5 ab 2020) wurde in HBEFA 3.2 nicht vorgenommen.

Spätere Untersuchungen unter Einbeziehung einer größeren Fahrzeuganzahl zeigten, dass die mittleren Stickoxid-Emissionen der Diesel-PKW im Realbetrieb tendenziell höher sind als die der für HBEFA 3.2 vermessenen Premiumfahrzeuge. Um dies zu korrigieren, wurde vom Umweltbundesamt empfohlen, bis zur Veröffentlichung der Version HBEFA 3.3 die NO_x-Emissionsfaktoren dieser Fahrzeuge interimsmäßig mit Korrekturfaktoren (für Innerortsverkehrssituationen in Höhe von 1.7) zu berücksichtigen. Dieser Empfehlung wurde im vorliegenden Gutachten gefolgt.

Seit April 2017 liegt nun das HBEFA in der aktualisierten Version 3.3 vor. Darin wurden zunächst auf Grundlage neuer Messungen die Basisemissionsfaktoren für Diesel-EURO-4 und Diesel-EURO-6-PKW korrigiert. Der Begriff „Basisemissionsfaktor“ wird dabei erstmalig gebraucht und für Emissionsfaktoren verwendet, die unter Laborbedingungen (d.h. >20°C) erreicht werden und entsprechen – bis auf die oben genannten Diesel-EURO-4 und Diesel-

¹ Lohmeyer (2017): Kurzgutachten über ausgewählte Effekte der Einführung einer neuen (blauen) Fahrzeugplakette in Berlin. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG Radebeul. Projekt 71183-12-01, Juni 2017. Gutachten im Auftrag der IHK Berlin.

² Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.2 / August 2014. Erarbeitet durch INFRAS AG Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit IFEU Heidelberg. Hrsg.: Umweltbundesamt Berlin. <http://www.hbefa.net/e/index.html>.

EURO-6-PKW denen des HBEFA 3.2. Der Basisemissionsfaktor für PKW-Diesel-EURO-5 wurde bereits in der Version HBEFA 3.2 korrigiert und deshalb in HBEFA 3.3 nicht verändert.

Ausgehend von diesen Basisemissionsfaktoren wird allerdings in HBEFA 3.3 bei den PKW-Diesel-EURO-4 – EURO-6 erstmals ein Temperatureinfluss berücksichtigt, in Folge dessen die Emissionsfaktoren der Stickoxide bei Temperaturen unter 20°C ansteigen³. Bei den PKW-Diesel-EURO-5 sorgt dieser Temperatureinfluss z. B. dafür, dass der NO_x-Emissionsfaktor bei Temperaturen im Bereich des deutschen Jahresmittelwertes ca. 34 % über dem des Basisemissionsfaktors liegt (siehe **Abbildung 1**).

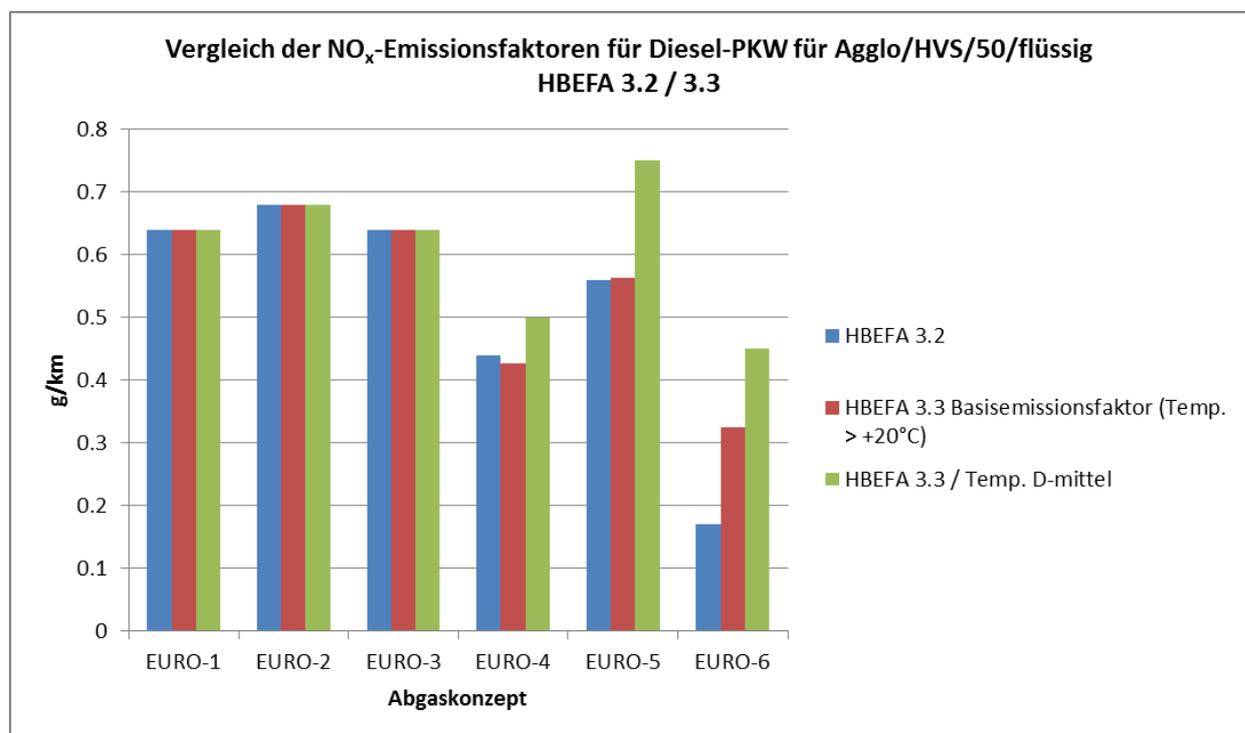


Abbildung 1: Vergleich der NO_x-Emissionsfaktoren für Diesel-PKW für die Verkehrssituation „Agglo/HVS/50/flüssig“ HBEFA 3.2 / 3.3

Ein analoger Aktualisierungsbedarf ist auf Grund der z. T. gleichen Motorbauweise auch bei den LNF notwendig. Dies wurde jedoch mangels verlässlicher Messdaten im HBEFA 3.3 noch nicht umgesetzt. Um dennoch auf der sicheren Seite zu liegen, erfolgen für die LNF die Erhöhungen der Stickoxid-Basisemissionsfaktoren sowie die Berücksichtigung des Temperatureinflusses bzgl. der Stickoxid-Emissionen in gleichem Maße wie bei den Pkw.

³ http://www.hbefa.net/e/documents/HBEFA33_Hintergrundbericht.pdf

Die Fahrzeuge, die ab 2017 nach dem WLTP (WLTC-Typzyklus + ergänzende RDE-Messungen) zugelassen werden, werden in HBEFA 3.3 als Diesel-EURO-6d1 (compliance-Faktor 2.1) sowie Diesel-EURO-6d2 (compliance-Faktor 1.5) berücksichtigt.

Im vorliegenden Gutachten wurde davon ausgegangen, dass eine Nach- bzw. Umrüstung älterer Dieselfahrzeuge mit dem Ziel einer Stickoxid-Emissionsreduzierung in Größenordnungen, die eine Zufahrt in eine „Blaue Umweltzone“ erlauben würde, nicht mit vertretbarem Aufwand möglich wäre. Nicht zuletzt vor dem Hintergrund drohender Dieselfahrverbote in deutschen Städten wurden jedoch in letzter Zeit verstärkte Anstrengungen seitens der Industrie unternommen, wirksame, technisch umsetzbare und ökonomisch sinnvolle Technologien zu entwickeln, die eine Nach- bzw. Umrüstung möglich erscheinen lassen. Eine Berücksichtigung dieser Umrüstungsmöglichkeiten – insbesondere der dabei angenommenen Minderungspotenziale – wirkt sich zum einen auf die Höhe der Flottenemissionsfaktoren, zum anderen aber auch auf die Anzahl der von einem Einfahrtsverbot in eine „Blaue Umweltzone“ betroffenen Fahrzeuge und somit auf die Kosten aus.

Auf Grund dieser wesentlichen Veränderung der Eingangsdatenlage ist es notwendig, das vorliegende Gutachten entsprechend zu aktualisieren.

2 AKTUALISIERUNG DER FLOTTENSZENARIEN SOWIE DER EMISSIONS- UND IMMISSIONSSEITIGEN AUSWIRKUNGEN

2.1 Aktualisierung der Flottenszenarien

2.1.1 Berliner Flottenzusammensetzung im Jahre 2018

Ergänzend zu den im vorliegenden Gutachten berechneten Flottenzusammensetzungen für die Bezugsjahre 2020 - 2022, 2025 und 2030 erfolgt eine Prognose der Flottenzusammensetzung für das Jahr 2018 (**Abbildung 2**). Auf dieser Basis können weitere Abschätzungen vorgenommen werden, wie viele Berliner Fahrzeuge - getrennt nach privaten und gewerblichen Haltern - im Jahre 2018 von einer Blauen-Plakette-Regelung betroffen wären. Die berechneten Flottenzusammensetzungen mit den entsprechenden Datentabellen sind in **Abbildung 3** bis **Abbildung 6** dargestellt.

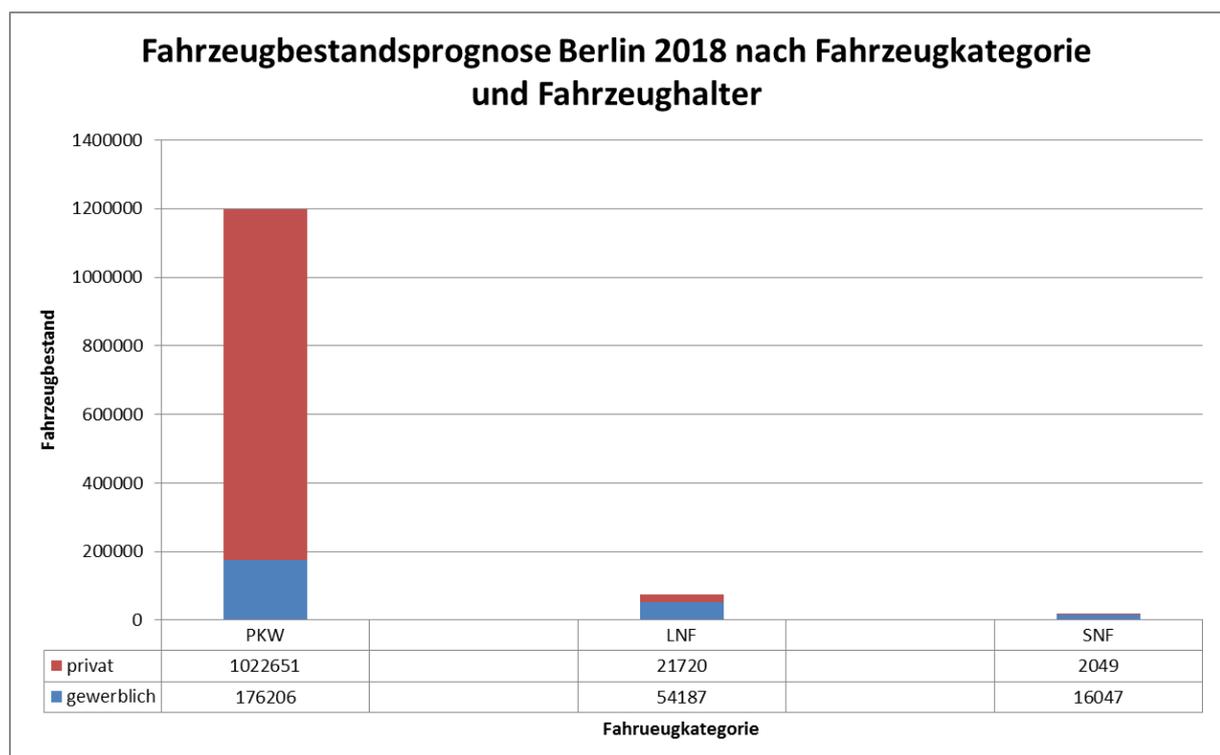


Abbildung 2: Fahrzeugbestandsprognose Berlin 2018 nach Fahrzeugkategorie und Fahrzeughalter

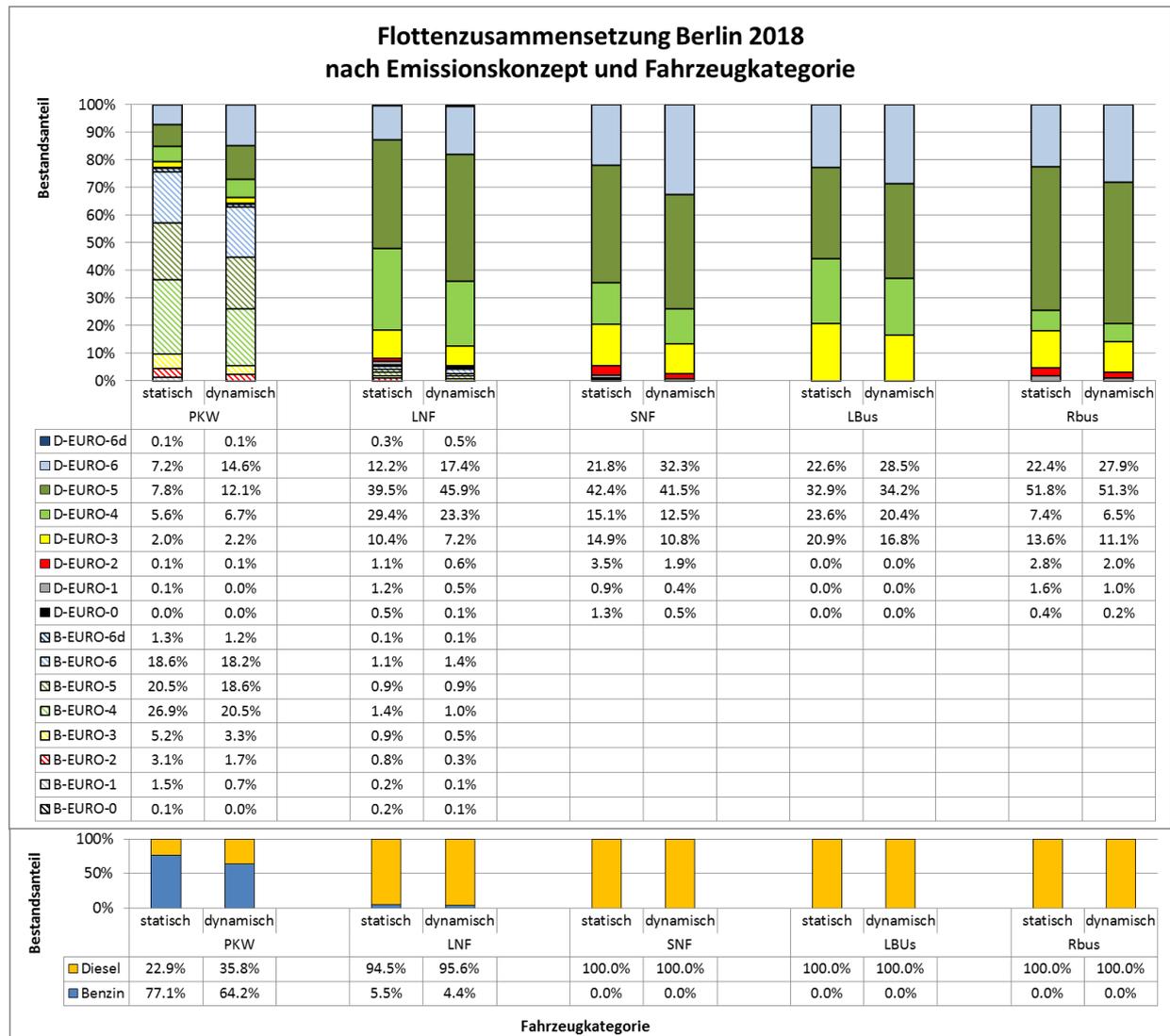


Abbildung 3: Bestandsgewichtete (statische) und Fahrleistungsgewichtete (dynamische) Flottenzusammensetzung Berlin 2018 nach Emissionskonzept und Fahrzeugkategorie

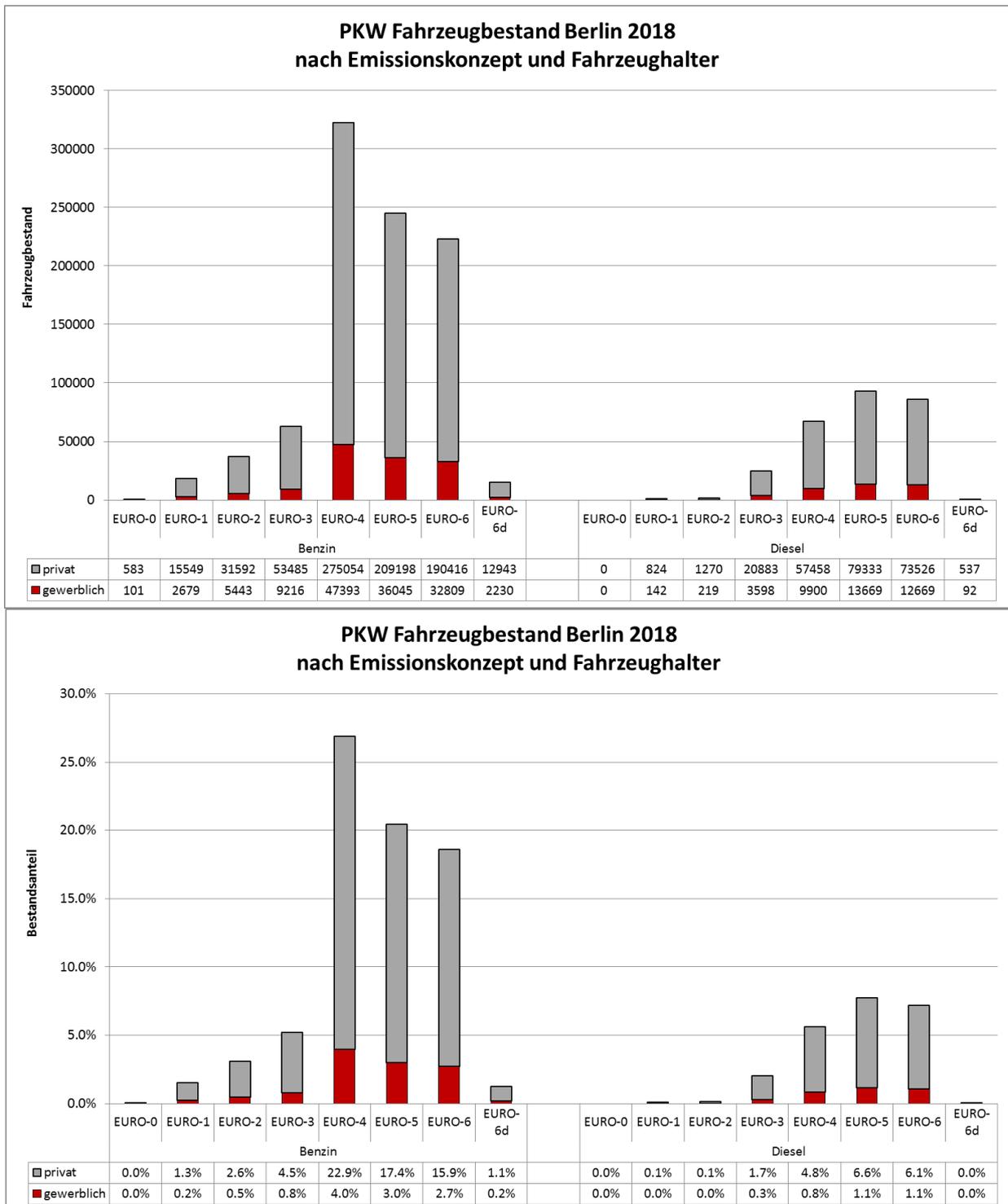


Abbildung 4: PKW Fahrzeugbestand Berlin 2018 nach Emissionskonzept und Fahrzeughalter

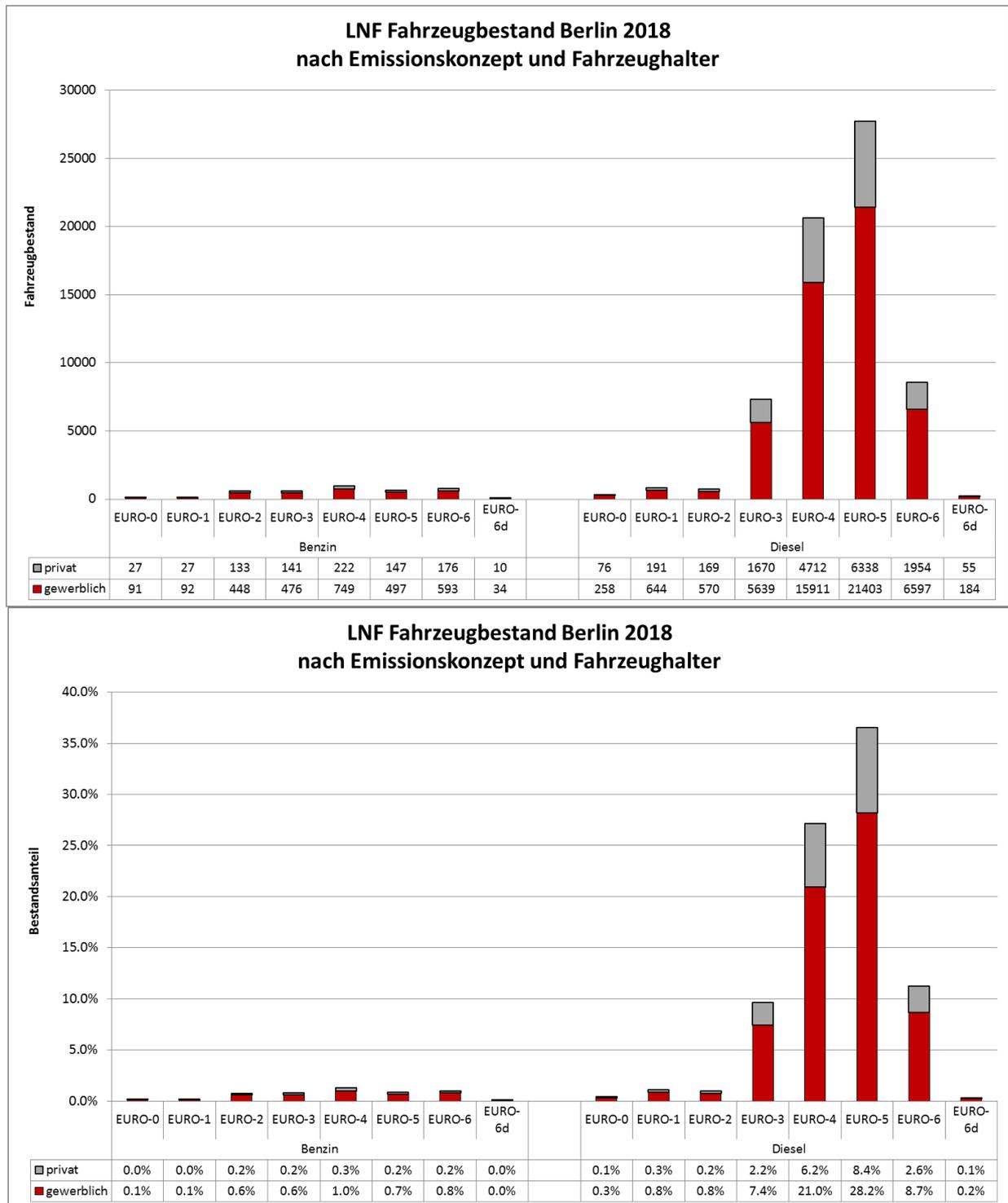


Abbildung 5: LNF Fahrzeugbestand Berlin 2018 nach Emissionskonzept und Fahrzeughalter

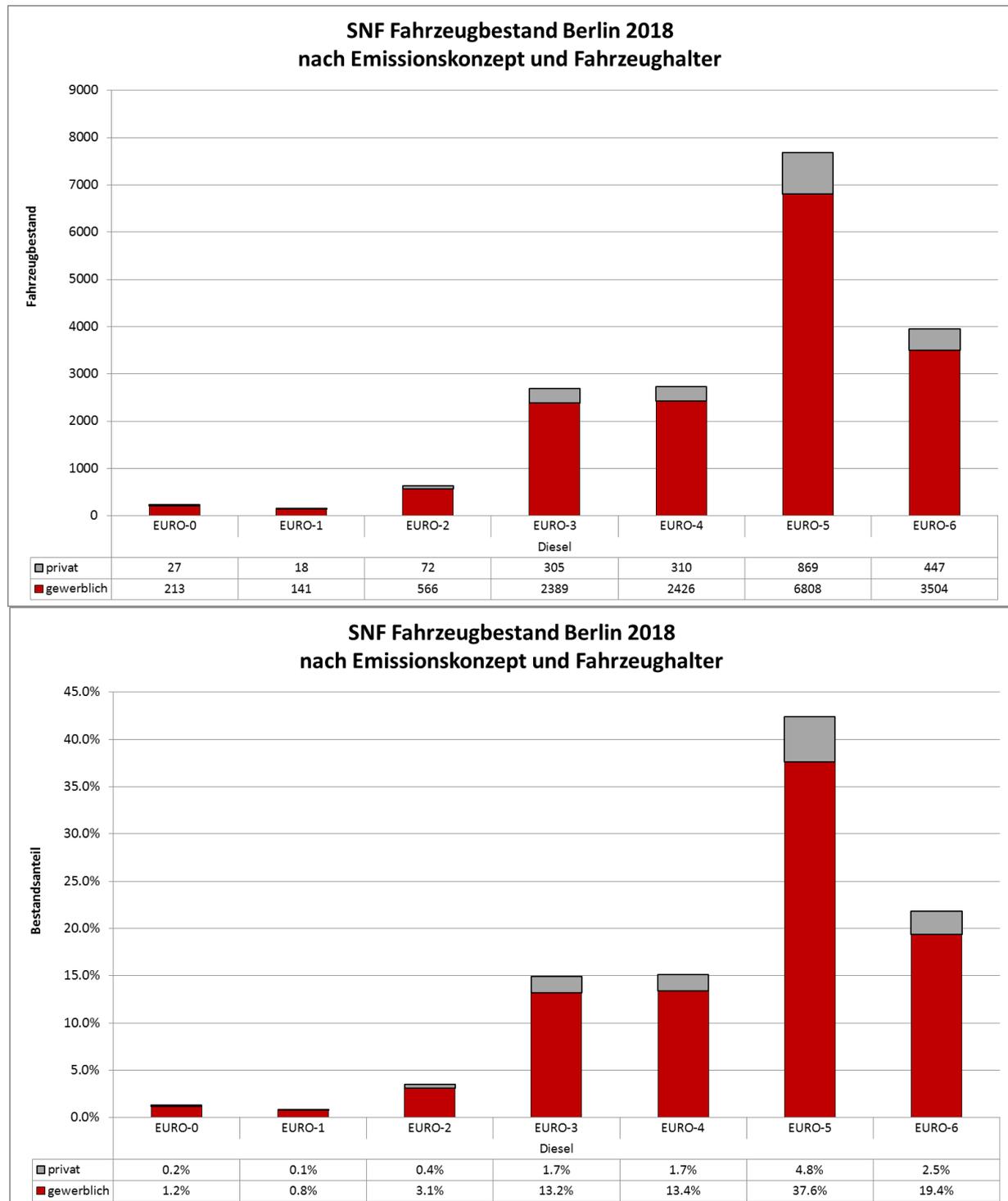


Abbildung 6: SNF Fahrzeugbestand Berlin 2018 nach Emissionskonzept und Fahrzeughalter

2.1.2 Berliner Flottenzusammensetzung im Jahre 2020

Ausgehend von den im vorliegenden Gutachten erstellten Flottenzusammensetzungen im Nullfall (Szenario ohne „Blaue Plakette“) erfolgte eine Aktualisierung der Fahrzeugflotte für das Bezugsjahr 2020 unter Berücksichtigung der Möglichkeiten zur Umrüstung der Fahrzeuge bzw. Softwareupdates.

Dazu wurde in Abstimmung mit dem AG ein Szenario definiert, in dem Annahmen zum Anteil der umgerüsteten Fahrzeuge sowie zum emissionsseitigen Minderungseffekt der Umrüstungsmaßnahmen getroffen wurden. Entsprechend der beim „Diesel-Gipfel“ am 04.08.2017 in Berlin zwischen Bundesregierung (Verkehrs- und Umweltministerium) und Vertretern der deutschen Automobilindustrie vereinbarten Maßnahmen zur Stickoxid-Reduzierung der Diesel-PKW im Realbetrieb sieht dieses Umrüsteszenario vor, dass jeweils 50 % der Diesel-EURO-5- und Diesel-EURO-6-PKW ein Update der Motorsteuerungssoftware erhalten, auf Grund dessen die NO_x-Emissionen dieser Fahrzeuge im Realverkehr um 30 % reduziert werden.

Die dementsprechend verwendeten Flottenzusammensetzungen für das Bezugsjahr 2020 im Nullfall und im Umrüsteszenario sind in **Abbildung 7** dargestellt.

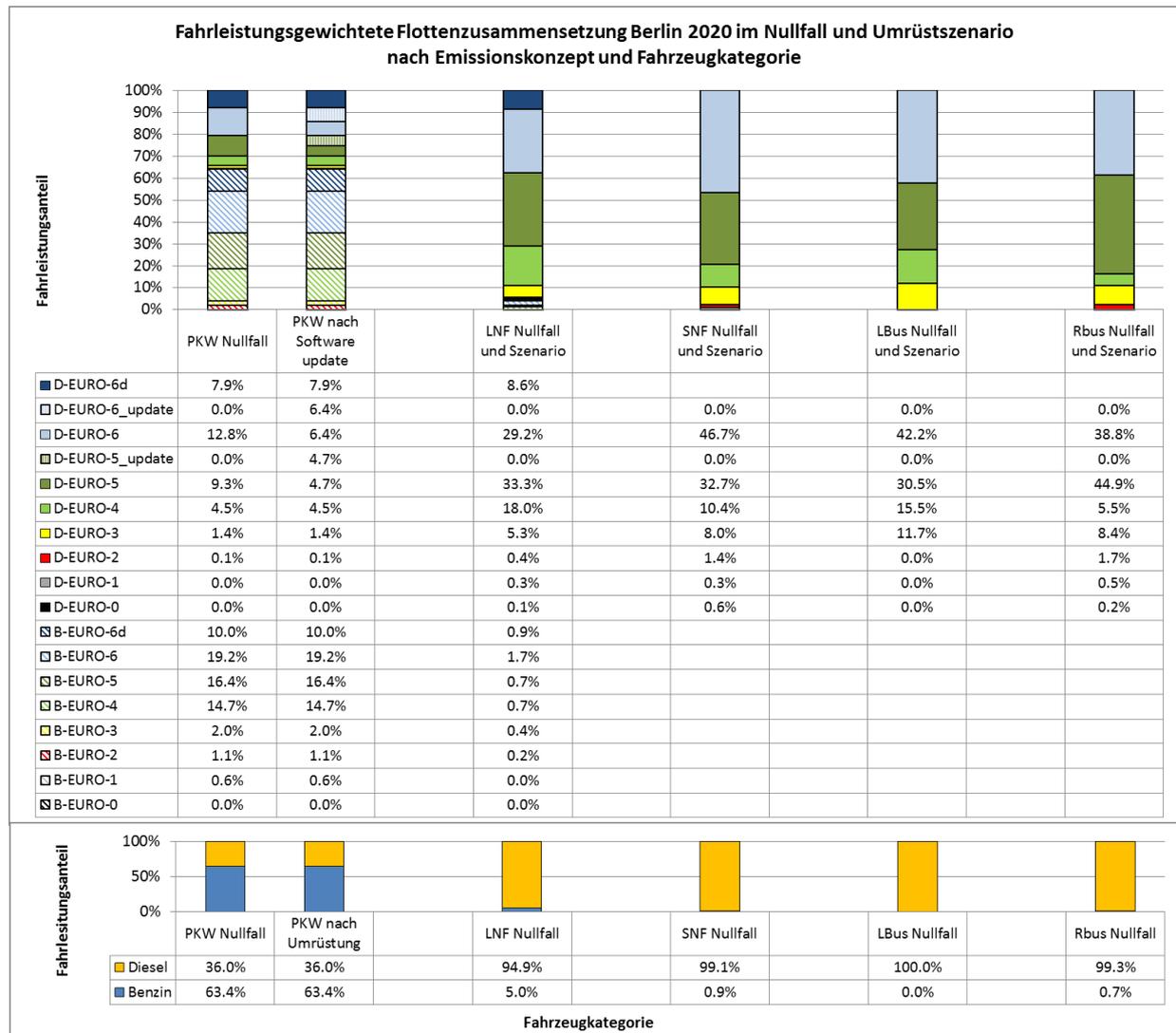


Abbildung 7: Fahrleistungsgewichtete Flottenzusammensetzung Berlin 2020 im Nullfall und Umrüstungsszenario nach Emissionskonzept und Fahrzeugkategorie

2.2 Emissions- und immissionsseitige Auswirkungen

Die Emissionsberechnung erfolgte unter Verwendung der aktualisierten fahrleistungsgewichteten Flottenzusammensetzungen für das Jahr 2020 für die betrachteten Standorte **Frankfurter Allee, Alt-Biesdorf, Mariendorfer Damm, Silbersteinstraße, Schildhornstraße und Leipziger Straße**. Die verkehrlichen Eingangsdaten wurden dazu aus dem vorliegenden Gutachten übernommen. Die Emissionsfaktoren wurden aus der aktuellen HBEFA-Version 3.3 verwendet.

Zur Berücksichtigung des Temperatureinflusses wurde der jahresmittlere Temperaturtagesgang der letzten 10 Jahre an der DWD-Station in Berlin-Dahlem verwendet und analog zum Vorgehen in HBEFA 3.3 mit der Standardverkehrstagesganglinie für Innerortsstraßen gewichtet. Die derart ermittelte tagesganggewichtete Jahresmitteltemperatur beträgt 11.2°C.

Die Berechnung der NO₂-Konzentrationen erfolgte, wie auch im vorliegenden Gutachten, mit dem von unserem Büro Lohmeyer entwickelten Programm MOLA – „Modelstraße zur lufthygienischen Maßnahmenabschätzung“. Die Attribute zur Beschreibung der Ausbreitungsbedingungen an den betrachteten Straßenabschnitten sowie die Hintergrundbelastung wurden aus dem vorliegenden Gutachten übernommen.

In **Abbildung 8** sind die berechneten Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen 2020 in allen betrachteten Straßenabschnitten im Nullfall sowie im Umrüstszenario dargestellt. Darin zeigt sich, dass die 2017 durchgeführte Aktualisierung der Emissionsfaktoren des Umweltbundesamtes für die Euro-5- und Euro-6-Diesel-Pkw keine wesentlichen Veränderungen der Prognosen des Ausgangsgutachtens bewirken. Verglichen mit dem Jahr 2015 wird sich die Belastung an den Untersuchten Messstellen bis zum Jahr 2020 an weniger belasteten Stellen um 10 % (4 µg/m³ in Alt Biesdorf) bis 17 % (12 µg/m³ an der Leipziger Straße) reduzieren.

Die im August 2017 von Ministern des Bundes und der Länder sowie der Automobilindustrie angekündigten Software-Updates können bis 2020 eine NO₂-Konzentrationsminderung in der relativ hoch belasteten Leipziger Straße von 2 µg/m³, in den übrigen Abschnitten von maximal 1 µg/m³ bewirken. Dieser Effekt fällt in Berlin im Vergleich zu anderen Städten geringer aus, da hier ein deutlich niedrigerer Fahrleistungsanteil von Diesel-Pkw der Euro-5- und Euro-6-Schadstoffklasse vorherrscht.

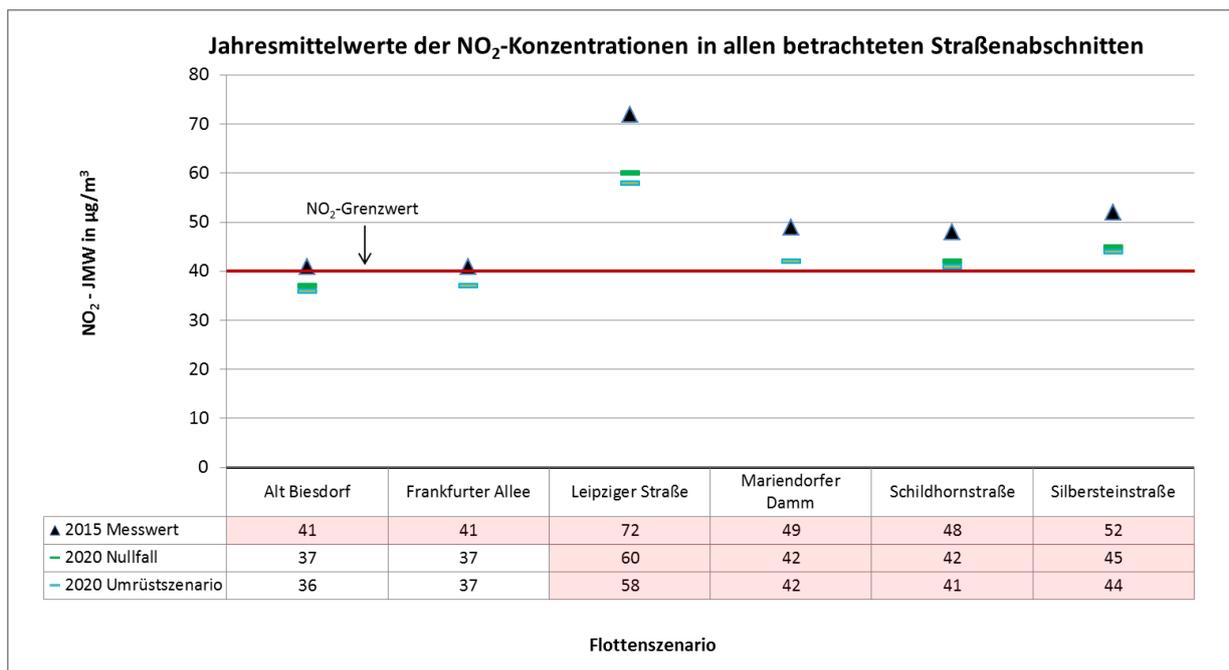


Abbildung 8: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen 2020 in allen betrachteten Straßenabschnitten im Nullfall sowie im Umrüstszenario