

**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 30.06.2017

**KURZGUTACHTEN ÜBER
AUSGEWÄHLTE EFFEKTE DER
EINFÜHRUNG EINER BLAUEN
FAHRZEUGPLAKETTE IN BERLIN**

Auftraggeber: IHK Berlin
Fasanenstraße 85
10623 Berlin

Dipl.-Ing. W. Schmidt

Dr. rer. nat. I. Düring

Januar 2017 (Entwurfassung), Juni 2017 (finale Fassung)
Projekt 71292-10-16
Berichtsumfang 70 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG	5
2	VORBEMERKUNGEN ZUR METHODIK	6
	2.1 Schwerpunkt Emissions- und Immissionsberechnung	10
	2.2 Schwerpunkt Kostenabschätzung	14
3	EFFEKTE DER EINFÜHRUNG EINER BLAUEN PLAKETTE AUF DIE LUFTQUALITÄT IN BERLIN.....	16
	3.1 Entwicklung, Konzeption und Berechnung der Flottenszenarien	16
	3.2 Fahrleistungsbezogene Flottenberechnung Null-Fall.....	19
	3.3 Fahrleistungsbezogene Flottenberechnung Plan-Fall.....	27
	3.4 Emissionsberechnung.....	31
	3.5 Abschätzung der immissionsseitigen Wirkungen	36
4	SCHÄTZUNG DER KOSTEN DER BERLINER FLOTTENERNEUERUNG	46
	4.1 Ermittlung des bestandsgewichteten Fahrzeugbestandes.....	46
	4.2 Abschätzung der Kosten.....	59
5	ZUSAMMENFASSUNG	64

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: Kennzeichenerfassung Berlin 2015: Gesamtanzahl erfasster Fahrzeuge nach Antriebsart
- Abbildung 2: Kennzeichenerfassung Berlin 2015: Vergleich: Auswärtige / Berliner Fahrzeughalter
- Abbildung 3: Kennzeichenerfassung Berlin 2015: Relative Altersverteilung PKW, LNF nach Benzin und Diesel
- Abbildung 4: Vergleich Fahrleistungsanteile Berliner Fahrzeuge / HBEFA 3.2 nach Emissionskonzept
- Abbildung 5: PKW Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall PKW Berlin / HBEFA 3.2
- Abbildung 6: LNF- Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall LNF Berlin / HBEFA 3.2
- Abbildung 7: SNF- Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall SNF Berlin / HBEFA 3.2
- Abbildung 8: LBus - Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall LBus Berlin / HBEFA 3.2
- Abbildung 9: RBus - Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall RBus Berlin / HBEFA 3.2
- Abbildung 10: PKW Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall / Plan-Fall Berlin
- Abbildung 11: LNF Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall / Plan-Fall Berlin
- Abbildung 12: SNF Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall / Plan-Fall Berlin
- Abbildung 13: Wichtung der PKW-Emissionsfaktoren NO_x (oben) und direktes NO₂ (unten) der Verkehrssituation „Agglo/FernStr.-City/50/gesättigt“ mit den Fahrleistungsanteilen der Flottenzusammensetzungen 2020 im Null- und Plan-Fall-Szenario
- Abbildung 14: Entwicklung der Stickoxid-Emissionen im Straßenabschnitt Leipziger Straße in den betrachteten Flottenszenarien
- Abbildung 15: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen und relative Änderung bzgl. 2015 am Straßenabschnitt Alt-Biesdorf (oben) und Frankfurter Allee (unten)
- Abbildung 16: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen und relative Änderung bzgl. 2015 am Straßenabschnitt Leipziger Straße (oben) und Mariendorfer Damm (unten)
- Abbildung 17: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen und relative Änderung bzgl. 2015 am Straßenabschnitt Schildhornstraße (oben) und Silbersteinstraße (unten)

- Abbildung 18: Vergleich der relativen Änderungen der NO₂-Konzentrationen bzgl. 2015 im Null-Fall / Plan-Fall im Bezugsjahr 2020
- Abbildung 19: Vergleich der relativen Änderungen der NO₂-Konzentration im Plan-Fall
- Abbildung 20: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen in allen betrachteten Straßenabschnitten
- Abbildung 21: PKW Flottenentwicklung (bestandsbezogen) für Null- und Plan-Fall Berlin im Vergleich zu HBEFA 3.2
- Abbildung 22: LNF Flottenentwicklung (bestandsbezogen) für Null- und Plan-Fall Berlin im Vergleich zu HBEFA 3.2
- Abbildung 23: SNF Flottenentwicklung (bestandsbezogen) für Null- und Plan-Fall Berlin im Vergleich zu HBEFA 3.2
- Abbildung 24: PKW-Neuzulassungen in Deutschland nach Haltergruppen
- Abbildung 25: Alterspyramide der PKW in Deutschland am 01.01.2011
- Abbildung 26: Entwicklung des PKW und LKW Bestands in Berlin nach Haltern, 2011 bis 2015
- Abbildung 27: Entwicklung des LKW-Bestands in Deutschland nach Größenklasse und Haltergruppe, 2011 bis 2015
- Abbildung 28: Entwicklung des LKW-Bestands in Berlin nach Haltergruppen und Größenklasse, 2011 bis 2015
- Abbildung 29: Prognose des Fahrzeugbestandes Berlin nach Fahrzeugkategorie und Halter bis zum Jahr 2023
- Abbildung 30: Von Blauer Plakette betroffene PKW nach Emissionskonzept und Haltergruppe
- Abbildung 31: Von Blauer Plakette betroffene LNF nach Emissionskonzept und Haltergruppe
- Abbildung 32: Von Blauer Plakette betroffene SNF nach Emissionskonzept und Haltergruppe
- Abbildung 33: Anzahl der von Blauer Plakette betroffenen Fahrzeuge nach Haltergruppe
- Abbildung 34: Anteil der von Blauer Plakette betroffenen Fahrzeuge nach Haltergruppe
- Abbildung 35: Wertminderung der PKW und LNF
- Abbildung 36: Anzahl der durch eine Blaue Plakette in Berlin betroffenen Fahrzeuge und die daraus resultierenden Finanzierungskosten

1 AUFGABENSTELLUNG

Obwohl Berlin seit vielen Jahren eine bundesweite Vorreiterposition in der Luftreinhaltepolitik einnimmt, können die Grenzwerte für Stickstoffdioxid (NO₂) – wie in vielen anderen deutschen Städten auch – nicht flächendeckend eingehalten werden. Bei der Europäischen Union (EU) ist ein Vertragsverletzungsverfahren gegen Deutschland anhängig. Die Städte stehen unter Handlungsdruck.

Zunehmend wird auf bundesweiter Ebene über die Einführung einer neuen blauen Fahrzeugplakette diskutiert.

Über ein Kurzgutachten sollen die Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Berliner Fahrzeugflotte, die zu erwartenden Kosten und die zu erwartenden Senkungen der NO₂-Belastung bei Einführung einer neuen verpflichtenden Fahrzeugplakette unter verschiedenen Szenarien aufgezeigt werden.

Dementsprechend gliedert sich das Vorgehen in zwei inhaltliche Schwerpunkte mit den folgenden Teilaufgaben:

1. Entwicklung, Konzeption und Berechnung der Flottenszenarien für die Emissions- und Immissionsmodellierung
 - Emissions- und Immissionsberechnung für die Bezugsjahre 2020, 2021, 2022, 2025, 2030
 - Null-Fall / Plan-Fall 3 Szenarien „Blaue Plakette“: Einführungsjahre 2020, 2021 und 2022
2. Berechnung der Kosten der Fahrzeugflottenerneuerung in den Plan-Fall - Szenarien
 - Differenzierung der zu erneuernden Fahrzeugbestände nach gewerbliche und private Halter
 - Entwicklung eines Ansatzes zur Kostenschätzung.

Das Vorgehen und die Ergebnisse der Arbeiten in den Arbeitspaketen 1 und 2 werden in dem folgenden Kurzbericht dokumentiert. Darüber hinaus werden die wesentlichen Ergebnisse in graphischer Form aufbereitet und in Absprache mit dem AG in einer geeigneten Form zusammengefasst (z. B. PowerPoint oder Excel).

2 VORBEMERKUNGEN ZUR METHODIK

Die nachfolgende Abschätzung der NO₂- und Kosteneffekte zur Einführung einer blauen Plakette für EURO-6/VI-Diesel-Fahrzeuge bzw. EURO-3/III-Benzin-Fahrzeuge erfolgte auf Basis einer Prognose und im Vergleich der Berliner Fahrzeugflottenzusammensetzung bis 2030 ohne Einführung einer blauen Plakette (Trendszenario, sogenannter **Null-Fall**) mit der Flottenzusammensetzung unter Annahme einer blauen Plakette (sogenannter **Plan-Fall**) innerhalb der Berliner Umweltzone für die Einführungsjahre 2020, 2021, 2022. Alle weiteren Annahmen/Randbedingungen im Gutachten sind unter Berücksichtigung der aktuell politischen Diskussion und möglichst neutralen Gesichtspunkten mit dem AG abgestimmt worden.

Als Grundlage für die Flottenprognose im Bezugsjahr dienen die Ergebnisse einer Kfz-Kennzeichenerfassung 2015 für Berlin. Die dabei verwendeten verkehrlichen Eingangsgrößen werden im Wesentlichen auch bei der Emissionsberechnung im vorliegenden Projekt verwendet.

Kfz-Kennzeichenerfassung 2015 Berlin

Im Rahmen von Wirkungsuntersuchungen zur Berliner Umweltzone wurden in den Jahren 2008, 2010, 2012 sowie 2015 Kennzeichenerfassungen zur Bestimmung der realen Zusammensetzung der Fahrzeugflotte im Berliner Stadtverkehr durchgeführt. Dies erfolgte an 7 Standorten innerhalb und außerhalb der Umweltzone an einem typischen Werktag im September oder Oktober.

Die dabei erfassten inländischen Fahrzeuge wurden durch Abfrage beim Kraftfahrt-Bundesamt (auswärtige deutsche Fahrzeuge) und der Berliner Zulassungsstelle (Berliner Fahrzeuge) hinsichtlich emissionsrelevanter Kriterien wie Fahrzeugart, Kraftstoffart, Emissionsschlüsselnummer, Hubraum, zulässiges Gesamtgewicht oder Partikelminderungskategorie ausgewertet. Dadurch konnten die erfassten Fahrzeuge den Fahrzeugschichten des HBEFA zugeordnet (siehe Textbox „HBEFA“) werden.

Mit dieser fahrleistungsgewichteten Berliner Fahrzeugflotte (siehe Textbox „Fahrleistungsgewichtete Flottenzusammensetzung“) wurden Stickoxid- und PM10-Emissionsmengen berechnet und mit denen, die sich unter Verwendung der mittleren deutschen Flottenzusammensetzung aus HBEFA ergeben, verglichen.

Zudem wurden Zeitreihen zum emissionsmindernden Einfluss der Berliner Flottenentwicklung aufgestellt. Um dabei ausschließlich den Einfluss der Flottenzusammensetzung zu quantifizieren wurden die verkehrlichen Eingangsgrößen zu Verkehrsmengen und Verkehrssituationen konstant gehalten.

Die Berechnungen der künftigen Flottenzusammensetzungen und der Emissionsmengen basieren auf dem „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs“ in der derzeit aktuellen Version 3.2 (HBEFA 3.2)¹.

¹ 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>.

Dementsprechend werden die folgenden Fahrzeugkategorien betrachtet:

- PKW,
- leichte Nutzfahrzeuge (≤ 3.5 t),
- schwere Nutzfahrzeuge (> 3.5 t),
- Reisebusse und
- Linienbusse.

Gliederungskriterien innerhalb der Flotten der Fahrzeugkategorien sind

- Antriebsart (Benzin / Diesel),
- Schadstoffklasse (EURO-Norm),
- Größenklasse (Hubraumklasse oder zulässiges Gesamtgewicht) sowie
- Fahrzeughalter [gewerblich (z. T. nach Wirtschaftszweigen) / privat].

HBEFA

Das HBEFA ist eine Emissionsfaktorendatenbank, die in der ersten Phase im Auftrag der Umweltbehörden Deutschlands, der Schweiz und später Österreich entwickelt wurde. Das HBEFA wurde 1995 erstmalig veröffentlicht und liegt seit Juli 2014 in der fünften Aktualisierungsversion als HBEFA 3.2 vor.

Das HBEFA enthält spezifische Emissionsfaktoren für Auspuffemissionen im warmen Betrieb, Kaltstartzuschläge und für Verdampfungsemissionen. Die Emissionsfaktoren basieren auf Messungen an realen Fahrzeugen im realen Betrieb und werden überwiegend mittels Berechnungen mit dem Emissionsmodell PHEM unter Verwendung typisierter Fahrprofile, sogenannter Verkehrssituationen erstellt.

Die Differenzierung der Emissionsfaktoren erfolgt sowohl fahrzeug- als auch betriebsspezifisch. Die Berücksichtigung der Fahrzeugeigenschaften erfolgt in HBEFA durch die Definition von Fahrzeugschichten als kleinste Fahrzeuggruppe mit gleichem oder zumindest ähnlichem Emissionsverhalten. Als Flottenzusammensetzung wird die Zusammensetzung einer Fahrzeugkategorie nach den Anteilen der Fahrzeugschichten bezeichnet. Alternative Antriebsarten wie Gas- oder Elektrofahrzeuge sind auf Grund der geringen Relevanz derzeit nicht in der HBEFA-Fahrzeugflotte enthalten.

Zur Berücksichtigung der verschiedenen emissionsrelevanten Motorbetriebszustände werden die Faktoren für die Emissionen im warmen Betrieb nach sogenannten Verkehrssituationen, Streckenlängsneigung, Beladungsgrad, Kraftstoffqualität sowie nach Betrieb der Klimaanlage differenziert.

2.1 Schwerpunkt Emissions- und Immissionsberechnung

Für möglichst realitätsnahe Berechnungen der **Emissionen und Immissionen** werden die Flottenszenarien **fahrleistungsgewichtet** (dynamisch) betrachtet und bilden die Basis für Aussagen zur Entwicklung der NO₂-Belastung.

Fahrleistungsgewichtete Flottenzusammensetzung

Zur Berechnung eines mittleren Emissionsfaktors einer Fahrzeugkategorie werden die z.T. sehr unterschiedlichen Emissionsfaktoren der einzelnen Fahrzeugschichten entsprechend ihres Fahrleistungsanteils, d.h. die anteilig zurückgelegten Fahrzeugkilometer innerhalb der jeweiligen Fahrzeugkategorie gewichtet.

Der Fahrleistungsanteil einer Schicht kann sich deutlich vom entsprechenden Bestandsanteil, d.h. von der anteiligen Fahrzeugbestandsanzahl innerhalb der jeweiligen Fahrzeugkategorie unterscheiden. So haben bspw. Diesel-PKW in Deutschland auf Grund der Mineralöl- und Kraftfahrzeugsteuergesetzgebung gegenüber ihrem Bestandsanteil einen z.T. doppelt höheren Fahrleistungsanteil.

Die Ermittlung der fahrleistungsgewichteten Flottenprognose erfolgte auf der Grundlage der Ergebnisse einer **Kfz-Kennzeichenerfassung im Jahr 2015²** in Berlin. Die Untersuchung erfolgte an den verkehrlich bzw. lufthygienisch relevanten Standorten

Frankfurter Allee, Alt-Biesdorf, Mariendorfer Damm, Silbersteinstraße, Schildhornstraße, Leipziger Straße sowie A100.

Dabei wurden über Kamerasysteme ca. 220 000 Berliner sowie ca. 72 000 auswärtige Fahrzeugkennzeichen erfasst und über einen Kennzeichenabgleich bei der Berliner Zulassungsstelle bzw. bei KBA (auswärtige Fahrzeuge) die relevanten Fahrzeugdaten abgefragt. Auf Basis der Rücklaufdaten erfolgte eine Zuordnung der Fahrzeuge zu den Fahrzeugschichten des HBEFA 3.2 und somit eine Ermittlung der mittleren fahrleistungsgewichteten Fahrzeugflotte der einzelnen Fahrzeugkategorien in Berlin. Diese Flottenzusammensetzungen werden

² Lohmeyer (2016): Kfz-Kennzeichenerfassung 2015 an 7 Standorten in Berlin. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG unter Mitarbeit von SVU Dresden, Planungsbüro Dr. Hunger und CAT Traffic, Cichon Automatisierungstechnik GmbH, Radebeul. Projekt 71183-12-01, April 2016. Gutachten im Auftrag von: Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz, Berlin.

als Referenzflotten im Bezugsjahr 2015 für die Berechnung der Flottenszenarien im Null- und Plan-Fall betrachtet. Die Flottenzusammensetzungen werden dabei differenziert nach Emissionskonzept ermittelt.

Emissionskonzept

Die Berücksichtigung der emissionsrelevanten Fahrzeugspezifika erfolgt in HBEFA durch die Definition von Fahrzeugschichten als kleinste Fahrzeuggruppe mit gleichem oder zumindest ähnlichem Emissionsverhalten. Die wesentlichen Gliederungskriterien innerhalb der Fahrzeugkategorien sind dabei Antriebsart, Abgasnorm (EURO-Norm) sowie Größenklasse (Hubraum oder Gewicht), wobei sich die Größenklasse tendenziell ausschließlich auf den Verbrauch bzw. die CO₂-Emissionen auswirkt.

Die Auspuffemissionen anderer Schadstoffkomponenten, wie die der Stickoxide, sind auf Grund der Abgasnachbehandlung – insbesondere bei den PKW und LNF – nahezu unabhängig von den größenklassenbedingt unterschiedlichen Rohemissionen.

Aus diesem Grunde erfolgt die Berechnung der Flottenzusammensetzungen auf Basis der aggregierten Emissionskonzepte. Dabei erfolgt die Gliederung des Fahrzeugbestands lediglich auf Basis der Antriebsart (Benzin / Diesel) sowie der EURO-Norm. Die Größenklassenverteilung innerhalb der Emissionskonzepte entspricht der mittleren deutschen Verteilung nach HBEFA 3.2 im jeweiligen Bezugsjahr.

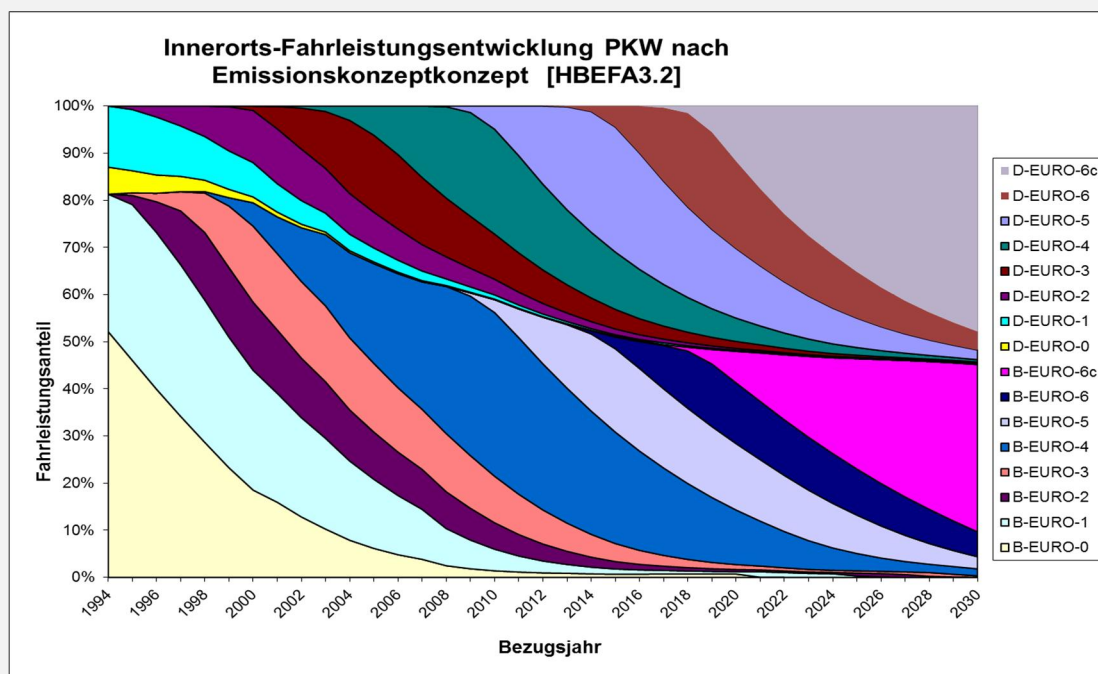
Die Annahmen bis 2030 für den Null-Fall erfolgten auf der prognostizierten Entwicklung der mittleren deutschen Flottenzusammensetzung nach HBEFA 3.2. Von einer Berücksichtigung einer spezifizierten Verkehrsentwicklung für Berlin bis 2030 wird abgesehen, da im Gutachten nur die alleinige Wirkung der Blauen Plakette herausgearbeitet werden sollte.

Flottenentwicklung in HBEFA 3.2

Im HBEFA 3.2 werden die Flottenzusammensetzungen der einzelnen Fahrzeugkategorien für die Bezugsjahre 1994 – 2030 ausgewiesen bzw. auf Basis der gesetzlich geregelten Einführungsfristen der Abgasgrenzwerte (EURO-Normen) sowie der mittleren Fahrzeuglebensdauern prognostiziert. Die fahrleistungsgewichtete Flottenzusammensetzung ist auf Innerorts- und Außerortsstraßen sowie auf Autobahnen unterschiedlich.

Fahrzeuge der Abgasnorm EURO-6c werden bei der Typprüfung nach dem WLTC-Typzyklus in Kombination mit ergänzenden RDE-Messungen zugelassen und haben im Realbetrieb geringere Emissionen als die EURO-6-Fahrzeuge. Bei diesen erfolgte die Typzulassung auf Basis des „Neuen europäischen Fahrzyklus“ (NEFZ).

Alternative Antriebe werden wegen geringer praktischer Relevanz nicht berücksichtigt.



Für den Plan-Fall dienen die aus dem Null-Fall prognostizierten Fahrzeugflottenanteile für Berlin als Grundlage für die Einführung einer blauen Fahrzeugplakette zum 01.01.2020, 01.01.2021 und 01.01.2022.

Auf Basis der Flottenzusammensetzungen in den verschiedenen Null- und Plan-Fall-Szenarien wurden die Emissionsfaktoren der Emissionskonzepte nach Fahrzeugkategorie gewichtet.

Datenlage NO_x-Emissionsfaktoren EURO-6 in HBEFA

Die Emissionsfaktoren in HBEFA wurden aus Emissionskennfeldern abgeleitet, die auf der Basis von Messungen an realen Fahrzeugen im realen Betrieb erstellt wurden und in dem Emissionsmodell PHEM implementiert sind.

Die derzeit aktuelle Version 3.2 wurde im Jahre 2014 veröffentlicht. 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, war seitens des UBA für Herbst 2016 die Veröffentlichung der Version HBEFA 3.3 angekündigt. Da dies bis zum Zeitpunkt des Projektbeginns nicht realisiert wurde, wurde für die NO_x-Emissionsfaktoren dieser Fahrzeuge für die Innerortsverkehrssituationen ein Korrekturfaktor von 1.7 berücksichtigt. Dieser Faktor wurde von den Entwicklern des HBEFA-Emissionsfaktorenmodells PHEM¹ (TU Graz, Prof. Hausberger), als allgemeine Interimsvorgehensweise vorgeschlagen.

Die Berechnungen der Stickoxid-Emissionen - und letztlich auch der -Immissionen - erfolgten an denselben verkehrlich bzw. lufthygienisch relevanten Berliner Standorten (Frankfurter

Allee, Alt-Biesdorf, Mariendorfer Damm, Silbersteinstraße, Schildhornstraße, Leipziger Straße), an denen auch in der Kfz-Kennzeichenerfassung im Jahr 2015 die Berliner Flottenzusammensetzungen ermittelt wurden.

Lediglich der Standort an der A100 wurde nicht berücksichtigt, da hier keine typische innerstädtische Situation mit dichter Randbebauung vorliegt und der deshalb mit dem hier eingesetzten Programm „MOLA – Modelstraße zur lufthygienischen Maßnahmenabschätzung“ nicht darstellbar ist.

MOLA

MOLA ist ein vereinfachtes Programmsystem, mit dem für definierte Straßengeometrien Abschätzungen zur Wirksamkeit möglicher lufthygienischer Minderungsmaßnahmen vorgenommen werden können. Die dafür erforderlichen Wind- und Konzentrationsfelder werden als vorgerechnete Daten in das Programm integriert.

Durch die frei wählbare Eingabe der emissionsrelevanten Größen

- DTV (durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke),
- LKW-Anteil,
- Linienbusanzahl,
- Verkehrssituation (Straßentyp, Tempolimit, Qualität des Verkehrsflusses) und
- Streckenlängsneigung

sowie durch die optionale Wahl eines Emissionsfaktorendatensatzes werden programmintern mit dem Emissionsmodul PROKAS-E die straßenspezifischen Emissionen berechnet. Die Emissionsfaktorendatensätze werden dazu im Vorfeld für definierte Flottenzusammensetzungen erstellt. Die Hintergrundbelastung ist frei wählbar.

Die für MOLA relevanten Eingabedaten resultieren ebenfalls aus den Erkenntnissen der Kfz-Kennzeichenerfassung.

2.2 Schwerpunkt Kostenabschätzung

In der Kostenabschätzung wurden die gewerblich genutzten Berliner PKW sowie leichte und schwere Nutzfahrzeuge betrachtet. Reisebusse wurden auf Grund der unsicheren Datenlage zur Flottenzusammensetzung sowie der anzahlmäßigen Relevanz nicht in die Kostenabschätzung einbezogen. Die Flottenentwicklung der Linienbusse erfolgt – je nach betriebsinternen Vorgaben und Strategien der Berliner Verkehrsbetriebe Linienbusse der BVG - ten-

denziell sprunghaft und nicht stetig wie bspw. bei den PKW. Zudem kann bei den Linienbussen nicht zwangsläufig von einer 100%igen Fahrzeugsubstitution ausgegangen werden, da ein Einsatz älterer Busse auf Linien außerhalb der Umweltzonen weiterhin möglich wäre. Aus diesem Grunde erfolgte bei der Kostenabschätzung auch keine Betrachtung der Linienbusse.

Für die **Kostenabschätzung** ist nicht die Fahrleistung ausschlaggebend, sondern die Anzahl der betroffenen (gewerblichen) Fahrzeuge. Deshalb werden hier die **bestandsgewichteten** (statischen) Flottenszenarien herangezogen. Die Berechnung der Fahrzeuganzahlen erfolgte entsprechend der Entwicklung des Berliner Fahrzeugbestands in den vergangenen Jahren gemäß den Angaben des Kraftfahrtbundesamtes (KBA). Aufgrund einer fehlenden Datenlage können auswärtige Fahrzeuge, die regional pendeln, hier nicht berücksichtigt werden.

Die Unterscheidung nach privaten und gewerblichen Haltern erfolgte auf Basis der entsprechenden Berliner Statistiken des KBA³ bzw. bundesweiter Statistiken, die hilfswise für die Wichtung herangezogen wurden.

Zur Berechnung der Fahrzeuganzahlen wurden die Fahrzeugbestandsanteile der betroffenen Emissionskonzepte ermittelt. Dies erfolgte durch den Vergleich der Flotten im Berliner Null-Fall- mit dem entsprechenden Plan-Fall-Szenario. Die Berechnung der Fahrzeugbestandsflotten, erfolgte auf Basis des Berliner Fahrzeugbestands im Jahre 2015 und der Entwicklung der fahrzeugbestandsgewichteten Flottenzusammensetzung in HBEFA 3.2.

Bei der Entwicklung einer Kostenabschätzung wurde eng mit dem Dachverband DIHK und der IHK Berlin zusammengearbeitet. Ziel war es, für regionale und bundesweite Aussagen einen einheitlichen Kostenansatz zu wählen.

Zur Berechnung der Kosten wurde ein durchschnittlicher Neuwagenwert für PKW und LNF sowie für SNF angenommen, auf dessen Grundlage allgemein gültige Abzinsungszinsen (Bundesbank), Abschreibungsjahre (nach AfA-Tabelle), einer pauschalen Händlermarge sowie Überführungskosten und einem Restwert für ein betroffenes Fahrzeug für die unterschiedlichen Einführungsjahre einer blauen Plakette die Finanzierungskosten errechnet. Insgesamt kann die hier vorgenommene Schätzung nur eine Orientierung zur Einschätzung möglicher Kostenbelastungen bieten.

³ http://www.kba.de/DE/Statistik/statistik_node.html

3 EFFEKTE DER EINFÜHRUNG EINER BLAUEN PLAKETTE AUF DIE LUFTQUALITÄT IN BERLIN

Die nachfolgende Abschätzung der Effekte zur Einführung einer blauen Plakette erfolgte auf Basis des Vergleichs der Berliner Fahrzeugflottenzusammensetzung bis 2030 ohne Einführung einer blauen Plakette (Trendszenario, sogenannter **Null-Fall**) mit der Flottenzusammensetzung unter Annahme einer blauen Plakette (sogenannter **Plan-Fall**) innerhalb der Berliner Umweltzone für die Einführungsjahre 2020, 2021, 2022. Alle Annahmen im Gutachten sind unter möglichst neutralen Gesichtspunkten mit dem AG abgestimmt worden.

3.1 Entwicklung, Konzeption und Berechnung der Flottenszenarien

Für möglichst realitätsnahe Berechnungen der **Emissionen und Immissionen** werden die Flottenszenarien **fahrleistungsgewichtet** (dynamisch) betrachtet und bilden die Basis für Aussagen zur Entwicklung der NO₂-Belastung.

Datengrundlage

- Ergebnisse der Berliner „KFZ-Kennzeichenerfassung 2015“ ,
- bundesweit durchschnittliche Fahrleistungsanteile nach HBEFA für 2015, 2020, 2021, 2022, 2025, 2030.

In den folgenden **Abbildung 1** bis **Abbildung 3** werden **wesentliche Erkenntnisse aus der Kfz-Kennzeichenerfassung Berlin 2015** dargestellt, die für dieses Gutachten für die Ermittlung der Flottenzusammensetzungen genutzt werden. **Abbildung 1** gibt einen Überblick über die real gezählten Fahrzeuge nach Typ und Antriebsart. Durch die reale Zählung der Fahrzeuge und einem Abgleich mit den entsprechenden Zulassungsbehörden konnten exklusiv auswärtige Fahrzeuge (Pendler) dokumentiert werden (**Abbildung 2**) sowie das Fahrzeugalter (**Abbildung 3**) festgestellt werden (exemplarisch für PKW und LNF dargestellt).

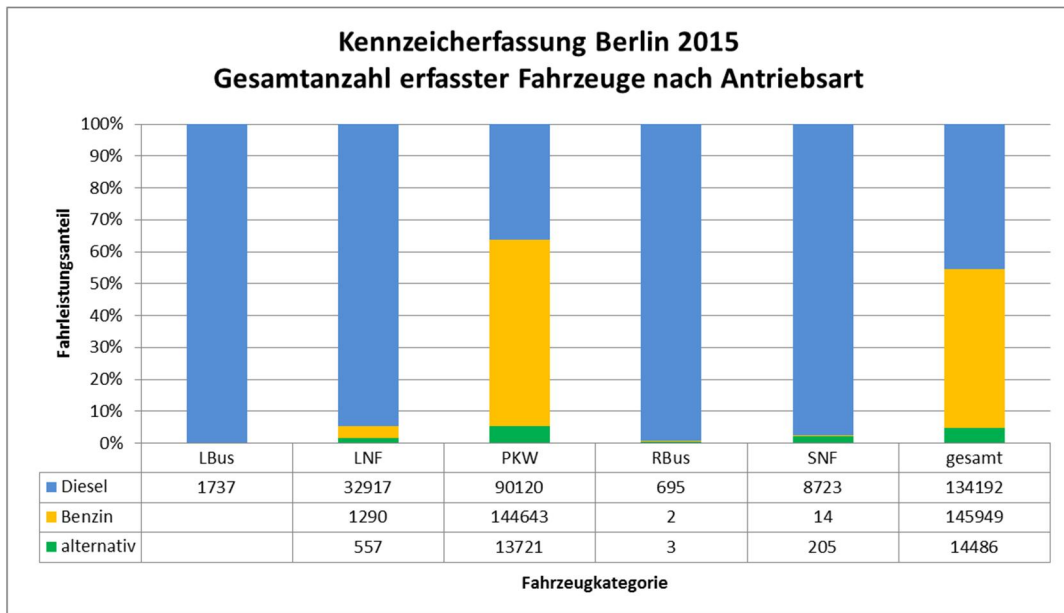


Abbildung 1: Kennzeichenerfassung Berlin 2015: Gesamtanzahl erfasster Fahrzeuge nach Antriebsart

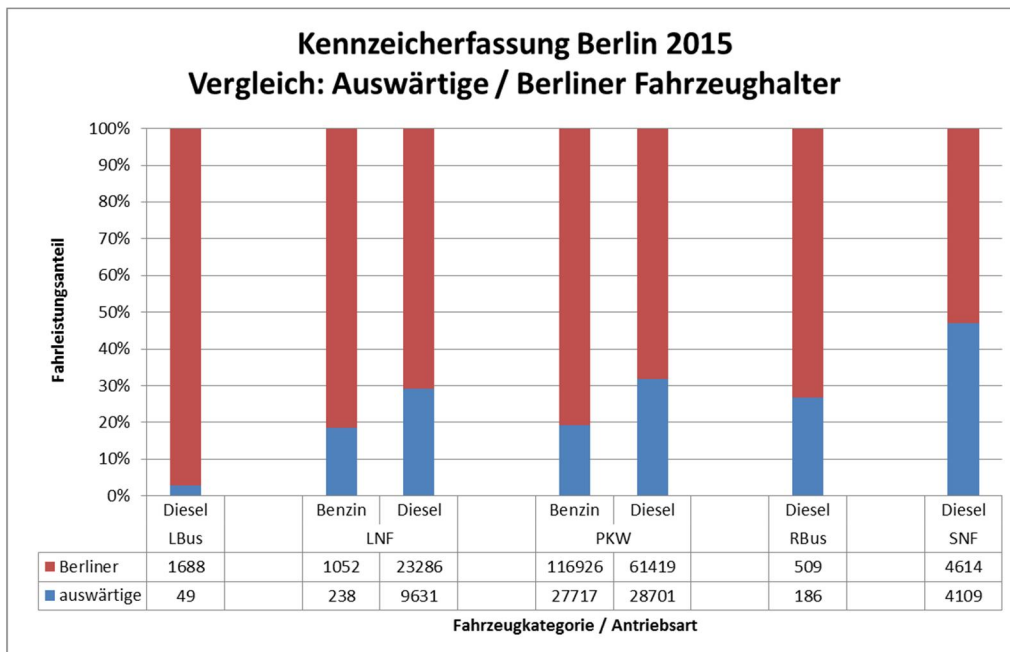


Abbildung 2: Kennzeichenerfassung Berlin 2015: Vergleich: Auswärtige / Berliner Fahrzeughalter

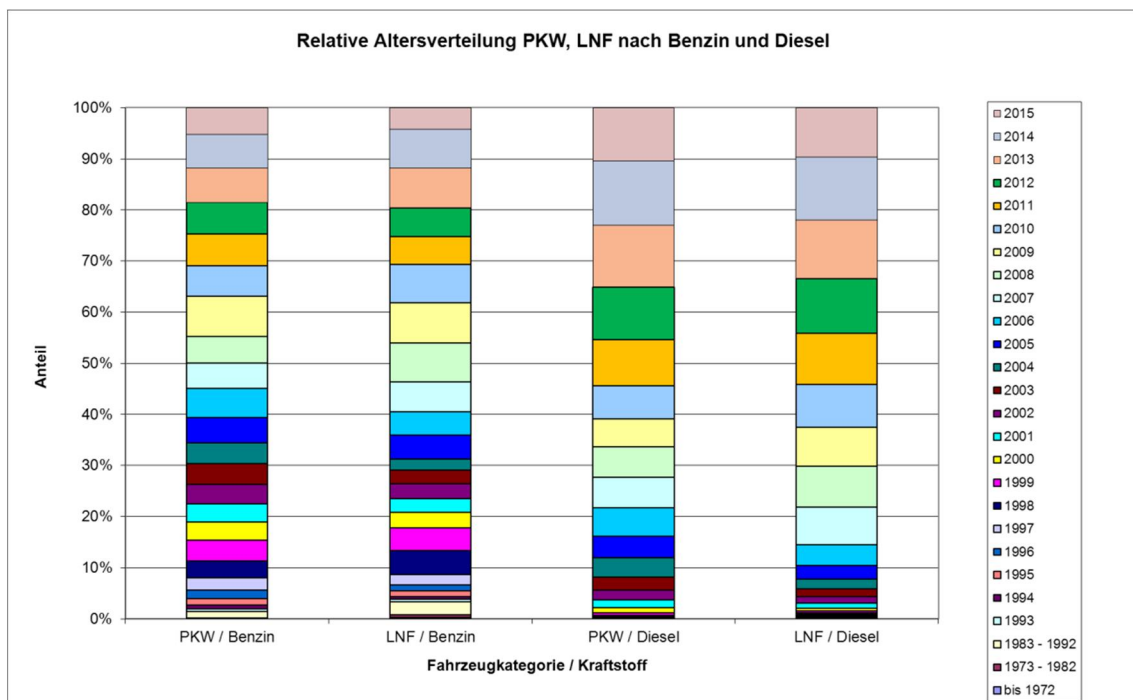


Abbildung 3: Kennzeichenerfassung Berlin 2015: Relative Altersverteilung PKW, LNF nach Benzin und Diesel

Analyse / Feststellungen zu Abbildung 1 bis Abbildung 3:

1. Antriebsart (siehe **Abbildung 1**):
 - Busse und SNF sind nahezu 100% dieselgetriebene Fahrzeuge.
 - Der Dieselanteil liegt bei den PKW bei ca. 36%, bei LNF bei ca. 95%.
 - Ca. 50% aller Fahrleistungsanteile werden von dieselgetriebenen, 46% von benzinge-triebenen und 4% von alternativ angetriebenen Fahrzeugen erbracht.
2. Verhältnis auswärtige Fahrzeuge / Berliner Fahrzeuge (siehe **Abbildung 2**):
 - Die Anteile der auswärtigen Fahrzeuge betragen bei PKW und LNF bei Benzin-Fahrzeugen ca. 20 %, bei Diesel-Fahrzeugen ca. 30 %.
 - Die erfassten Linienbusse waren nahezu vollständig Berliner Busse.
 - Bei den SNF waren die Fahrzeuganteile auswärtiger / Berliner Fahrzeuge ungefähr gleich hoch.

3. Fahrzeugalter (siehe **Abbildung 3**):

- Die Dieselfahrzeuge (PKW, LNF) sind z.T. deutlich jünger als die Fahrzeuge, die mit Benzin betrieben werden.
- Das mittlere Fahrzeugalter der benzingetriebenen PKW und LNF beträgt ca. 8.5 Jahre, das der Diesel-PKW hingegen ca. 5, der Diesel-LNF ca. 7.5 Jahre
- Das mittlere Alter der Schwerverkehrsfahrzeuge beträgt ca. 5 Jahre bei den SNF, ca. 7.5 Jahre bei den Linienbussen sowie ca. 7.5 Jahre bei den Reisebussen.

3.2 Fahrleistungsbezogene Flottenberechnung Null-Fall

Zunächst erfolgte ein Vergleich der regionalen Fahrleistungsanteile 2015 mit denen im Bundesvergleich zur Ermittlung des prozentualen Verhältnisses. Die Prognose bis 2030 erfolgte dann ausgehend von 2015 auf Basis der Annahmen zur Entwicklung der mittleren deutschen Flottenzusammensetzung in HBEFA.

Annahmen

- Entwicklung der mittleren deutschen Flottenzusammensetzung in HBEFA 3.2

Die Darstellung in **Abbildung 4** nutzt ebenfalls **wesentliche Erkenntnisse aus der Kfz-Kennzeichenerfassung Berlin 2015** und zeigt die Fahrleistungsanteile der Berliner Fahrzeuge differenziert nach Fahrzeugkategorie und Emissionskonzept im Vergleich mit der HBEFA-Innerorts-Flotte 2015.

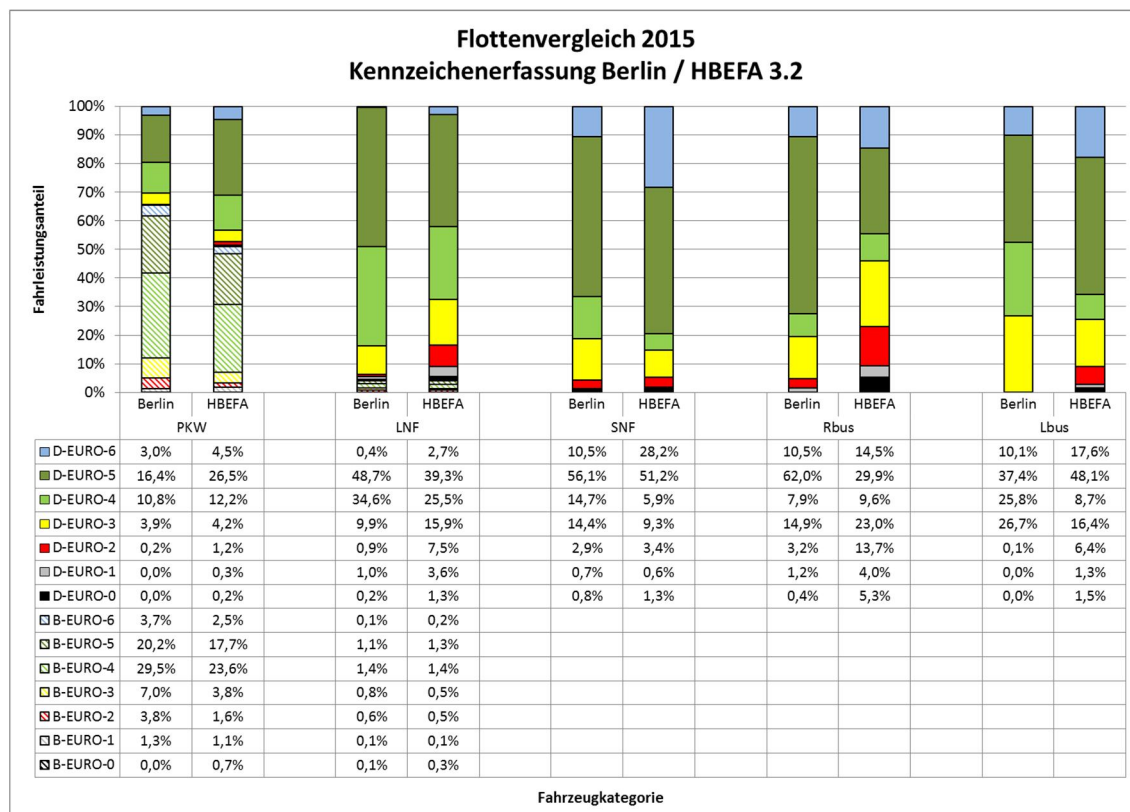


Abbildung 4: Vergleich Fahrleistungsanteile Berliner Fahrzeuge / HBEFA 3.2 nach Emissionskonzept

Analyse / Feststellungen zu Abbildung 4

- Der Dieselanteil liegt bei den Berliner PKW mit ca. 35 % deutlich unter den 49 % der bundesdeutschen Flotte aus HBEFA. Bei den LNF ist der Dieselanteil in Berlin und im bundesdeutschen Mittel mit jeweils ca. 96 % annähernd gleich groß.
- Da in Berlin bereits im Jahre 2010 eine Grüne Umweltzone eingeführt wurde, ist der Fahrleistungsanteil der derzeit noch vom Einfahrtverbot betroffenen Fahrzeuge unter 1 %. Die Dieselfahrzeuge der EURO-2- und EURO-3-Norm waren überwiegend mit einem Dieselpartikelfilter ausgestattet, sodass diese berechtigterweise in die Berliner Umweltzone eingefahren waren.
- Alternative Antriebsarten wie Gas- oder Elektrofahrzeuge sind auf Grund der geringen Relevanz derzeit nicht in der HBEFA-Fahrzeugflotte enthalten und können daher für die Szenarien nicht berücksichtigt werden. In Berlin betrug dieser Anteil 6,5% bei

PKW, 1,9% bei LNF und 4,2% bei SNF festgestellt. Bei den Bussen war dieser Anteil noch geringer (Reisebusse 0,6% / Linienbusse 0%).

- PKW und LNF mit dem Emissionskonzept EURO-6c wurden nicht erfasst, da die Fahrzeugzulassung nach WLTP erst ab 2017 gesetzlich vorgeschrieben ist (siehe dazu Textbox „Datenlage NO_x-Emissionsfaktoren EURO-6 in HBEFA“ in Abschnitt 2.1)

In den folgenden **Abbildung 5** bis **Abbildung 9** sind die Entwicklungen der fahrleistungsge- wichteten Flottenzusammensetzungen für die betrachteten Prognosejahre für PKW, leichte und schwere Nutzfahrzeuge sowie für Busse dargestellt.

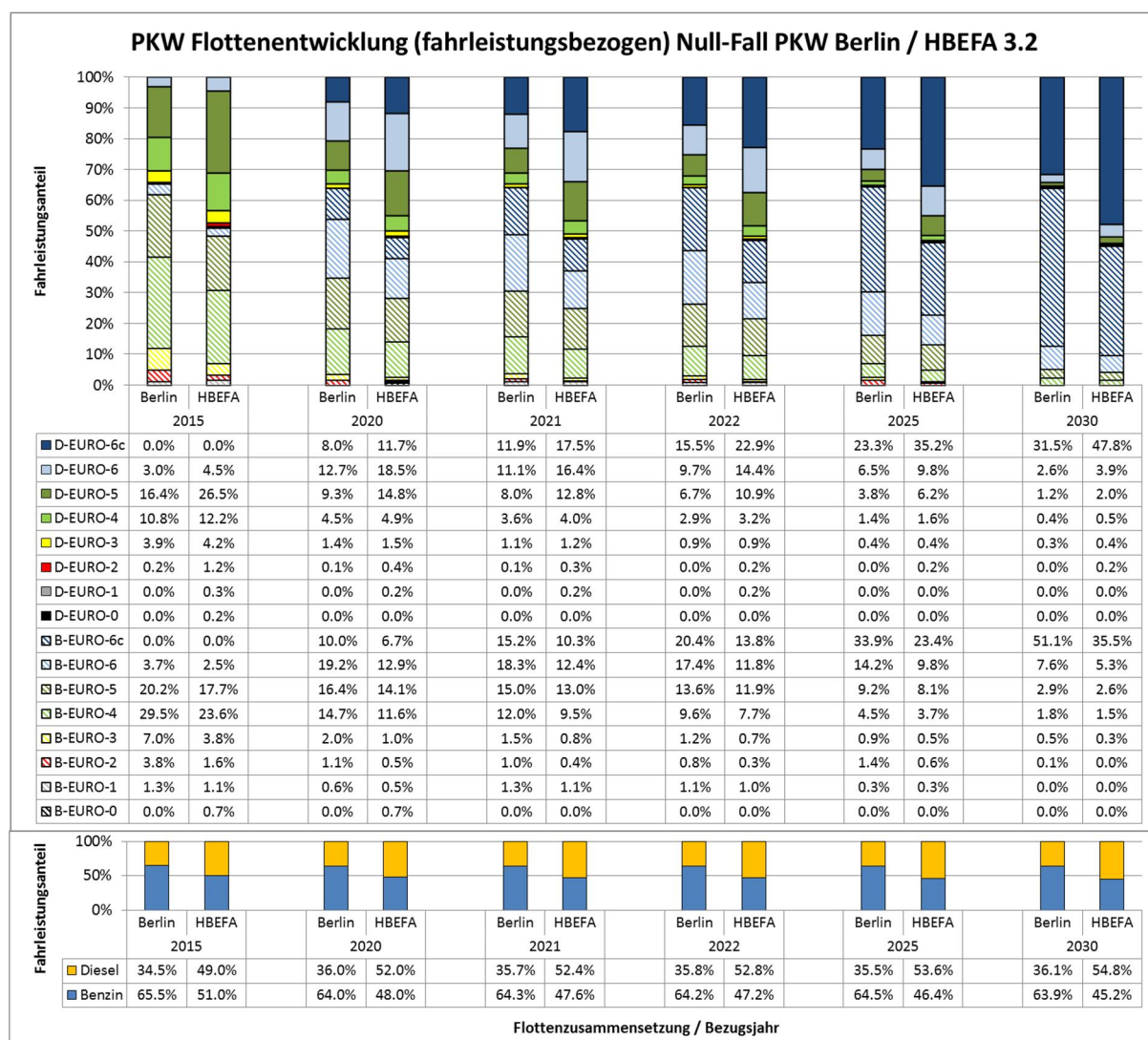


Abbildung 5: PKW Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall PKW Berlin / HBEFA 3.2

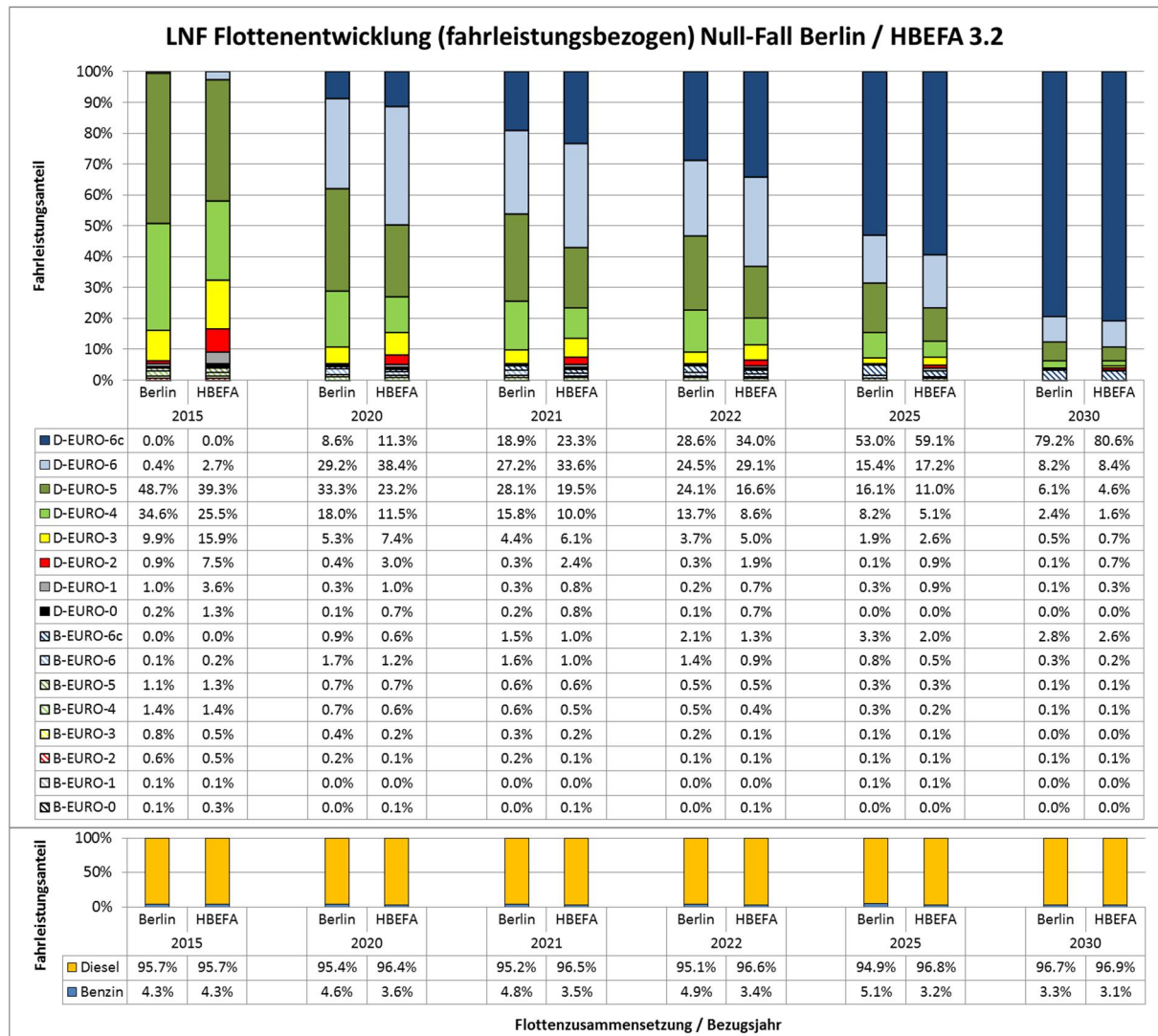


Abbildung 6: LNF- Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall LNF Berlin / HBEFA 3.2

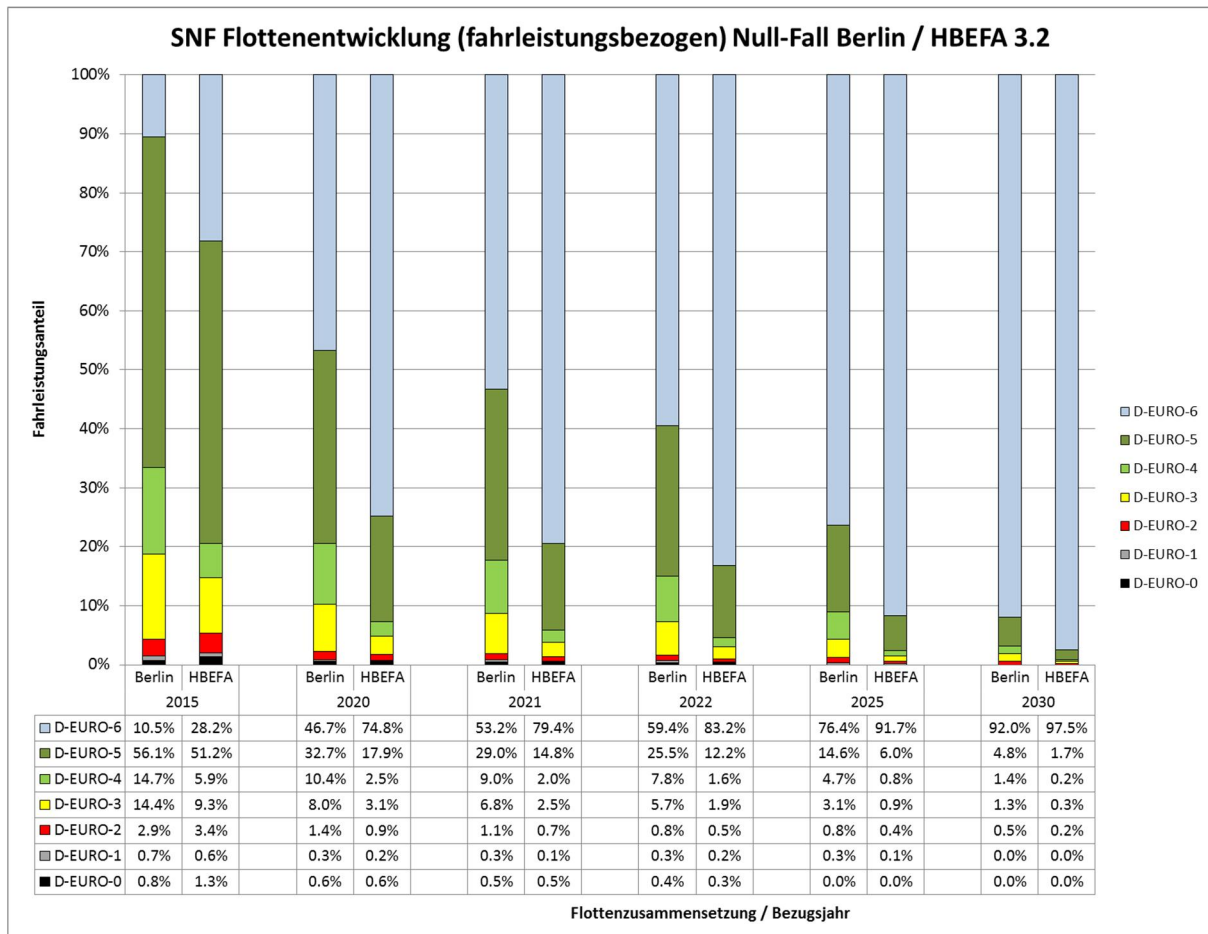


Abbildung 7: SNF- Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall SNF Berlin / HBEFA 3.2

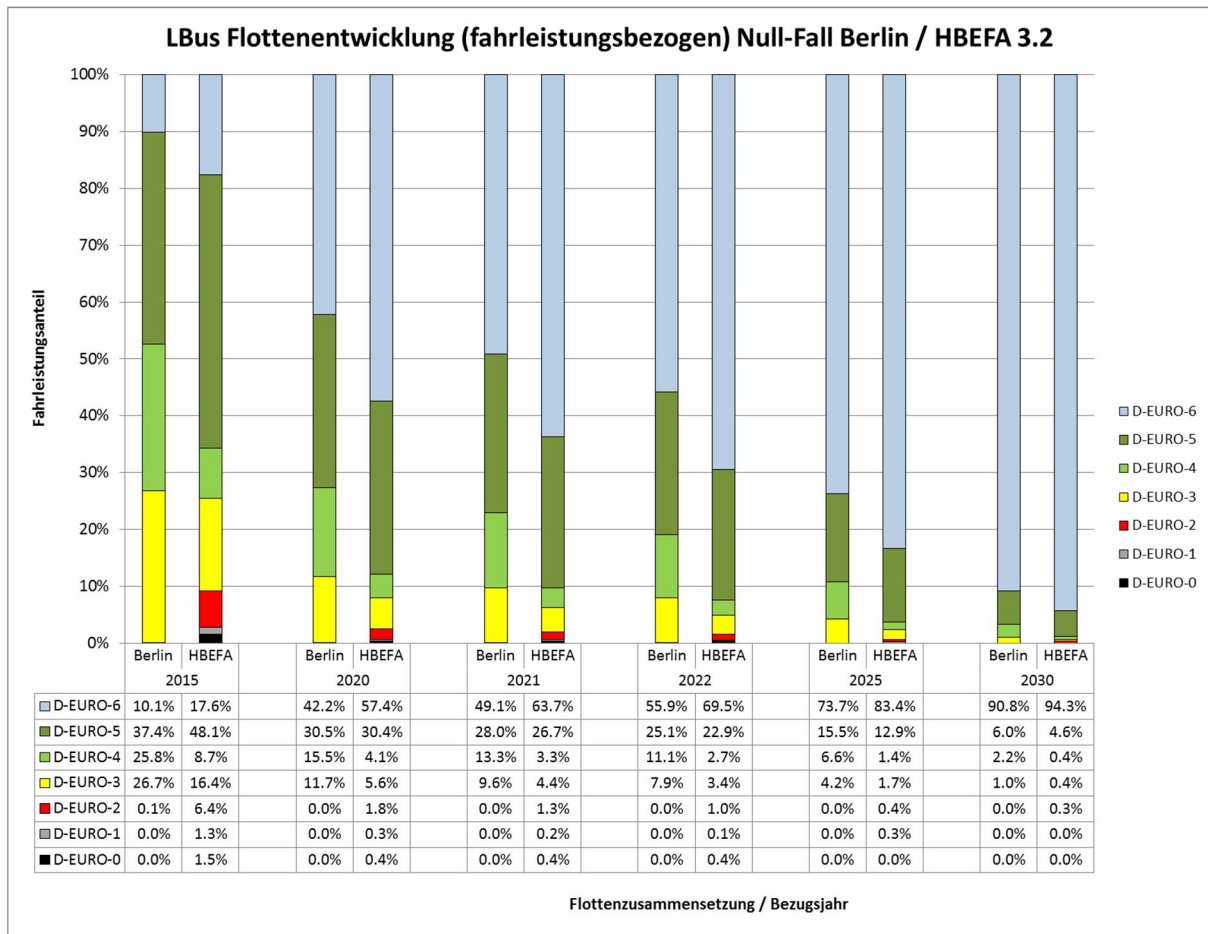


Abbildung 8: LBus - Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall LBus Berlin / HBEFA 3.2

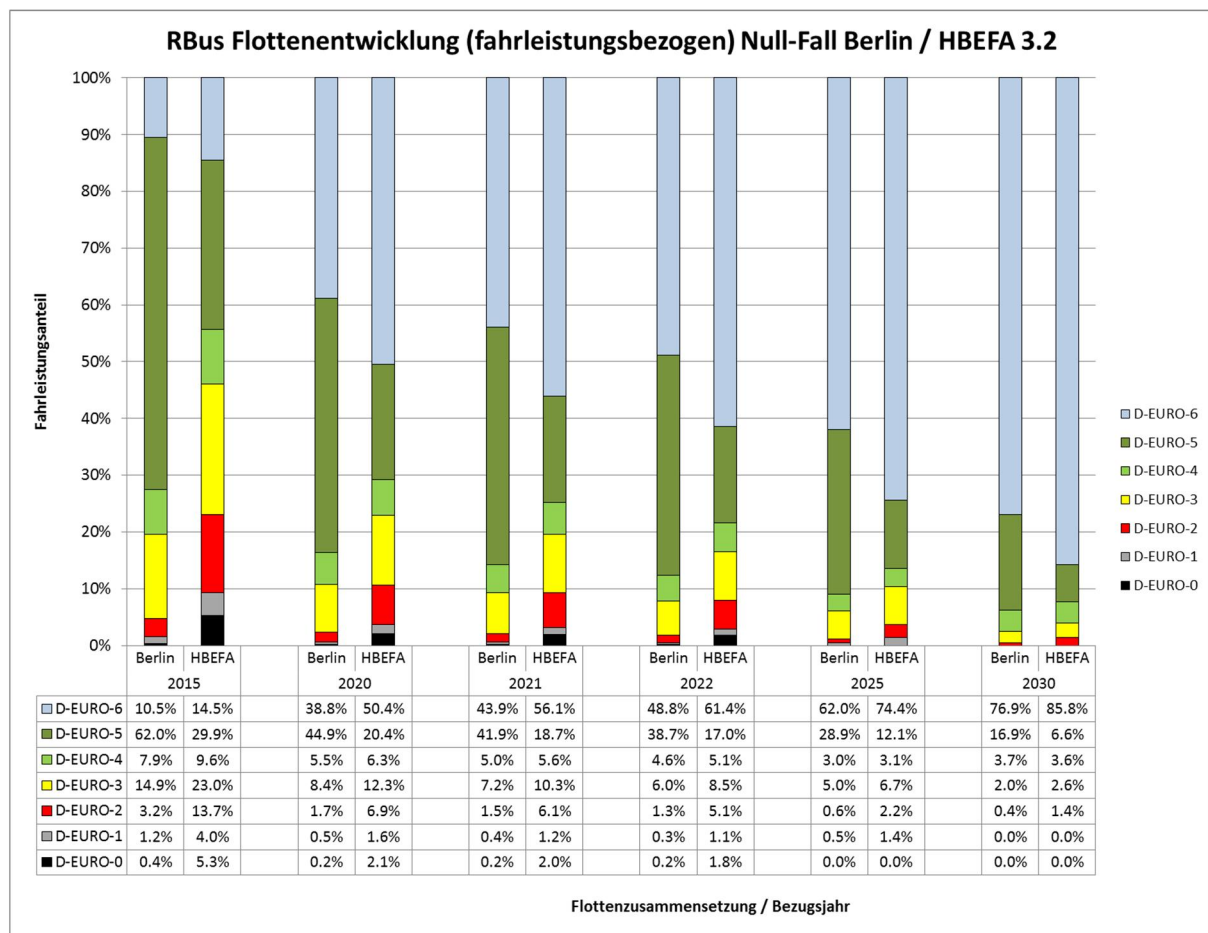


Abbildung 9: RBus - Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall RBus Berlin / HBEFA 3.2

Analyse / Feststellungen zu Abbildung 5 bis Abbildung 9

- Der Dieselanteil der PKW bleibt auch in den Prognosejahren mit 34 % - 36 % deutlich unter dem bundesdeutschen Mittelwert (49 % - 55 %).
- Der Vergleich mit HBEFA zeigt für die gesamten Berliner Fahrleistungen tendenziell einen höheren Anteil ab der Abgasnorm EURO-4 als in der mittleren bundesdeutschen Flotte. In Berlin gilt die Umweltzone bereits seit 2010.
- Entsprechend der in HBEFA 3.2 auf Basis der gesetzlich geregelten Einführungsfristen der Abgasgrenzwerte (EURO-Normen) sowie der mittleren Fahrzeuglebensdauern prognostizierten Flottenentwicklungen von 2015 – 2030 steigt auch in der Berliner Flotte der Anteil an EURO-6-Fahrzeugen – sowohl Diesel als auch Benzin - künftig an. Im bundesweiten Vergleich sind diese Anteile in der Berliner Flottenzu-

sammensetzung bei allen Fahrzeugkategorien auf Grund des geringeren Anteils im Bezugsjahr 2015 auch in den Prognosejahren niedriger.

- Der Fahrleistungsanteil der LNF an EURO-4 und EURO-5 ist in Berlin deutlich höher als im Bundesvergleich.
- Der Fahrleistungsanteil der EURO-6-Fahrzeuge ist bei allen Fahrzeugkategorien niedriger als im bundesdeutschen Mittel.
- Der Fahrleistungsanteil der Berliner EURO-0 – EURO-2-Fahrzeuge liegt bei allen Fahrzeugkategorien bereits im Jahre 2015 in Summe bei maximal 5 % und nimmt in den Folgejahren bis zur Irrelevanz ab. Dieser Trend ist ebenso in der bundesdeutschen Flotte erkennbar. Die Fahrleistungsanteile der EURO-4 und EURO-5 Fahrzeuge aller Fahrzeugkategorien nehmen in den Prognosejahren sowohl in der Berliner als auch in der bundesdeutschen Flotte stetig ab. Der Anteile der EURO-6 PKW und LNF steigen bis zum Jahre 2020 an, und nehmen danach zugunsten der EURO-6c-Fahrzeuge wieder ab. Bei den SNF und Bussen nimmt der EURO-6-Anteil kontinuierlich zu.
- Die prognostizierten Fahrleistungsanteile der Linienbusse wurden lediglich für die Emissions- und Immissionsberechnung ermittelt. Im Gegensatz zu den PKW, wo eine kontinuierliche Flottenerneuerung erfolgt, ist die Flottenentwicklung der Linienbusse tendenziell sprunghaft – je nach betriebsinternen Vorgaben und Strategien der Berliner Verkehrsbetriebe. Ein Vergleich mit dem Trend des bundesdeutschen Mittels ist hier deshalb nicht sinnvoll.
- Die Berliner Fahrleistungsanteile der Reisebusse im Bezugsjahr 2015 basieren auf einer relativ geringen Stichprobe von ca. 500 Bussen, wobei sogar Mehrfacherfassungen möglich waren. Für die Emissions- und Immissionsberechnung wurde die Flottenzusammensetzung der Reisebusse trotzdem prognostiziert, da sich die vorhandenen Unsicherheiten auf Grund des geringen Fahrleistungsanteils der Reisebusse am Gesamtverkehrsaufkommen nur unwesentlich auswirken.

3.3 Fahrleistungsbezogene Flottenberechnung Plan-Fall

Für den Plan-Fall dienen die aus dem Null-Fall prognostizierten Fahrzeugflottenanteile für Berlin als Grundlage für die Einführung einer blauen Fahrzeugplakette jeweils zum 01.01.2020, 01.01.2021 und 01.01.2022.

Annahmen:

- Der Einführungsbenchmark für die blaue Plakette entsprechen EURO-6/VI-Diesel- und EURO-3/III-Benzin-Fahrzeuge.
- Zufahrtsbeschränkungen werden für die heutige Berliner Umweltzone angenommen.
- Die Bestands- und Fahrleistungsanteile der Diesel-PKW und -LNF bleiben konstant (d. h. Fahrzeughalter die vor Einführung der Blauen Plakette ein Dieselfahrzeug führen, tun dies auch weiterhin).
- Es erfolgt keine Nach- bzw. Umrüstung älterer Fahrzeuge.
- 100%ige Befolgungsrate innerhalb der „Blauen-Plakette-Zone“, d. h. es wird das maximale Minderungspotenzial, das sich emissions- und immissionsseitig ergeben kann, ausgewiesen.

In den folgenden **Abbildung 10** bis **Abbildung 12** sind die fahrleistungsbezogenen Fahrzeugflotten der PKW und Nutzfahrzeuge, die sich unter diesen Randbedingungen für die betrachteten Prognosejahre für die Emissionsberechnungen im Trendszenario (Null-Fall) sowie im Szenario „Blaue Plakette“ (Plan-Fall) ergeben, dargestellt.

Im Gegensatz zu den PKW und LNF deren Flotten sich sowohl aus Diesel- als auch aus Benzin-Fahrzeugen zusammensetzen, sind SNF und Busse ausschließlich Dieselfahrzeuge. Die Flottenzusammensetzung der Busse ist deshalb in allen Plan-Fall-Szenarien identisch mit der der in **Abbildung 12** dargestellten SNF-Flotte. Die Busflotten im Null-Fall sind in **Abbildung 8** und **Abbildung 9** dargestellt.

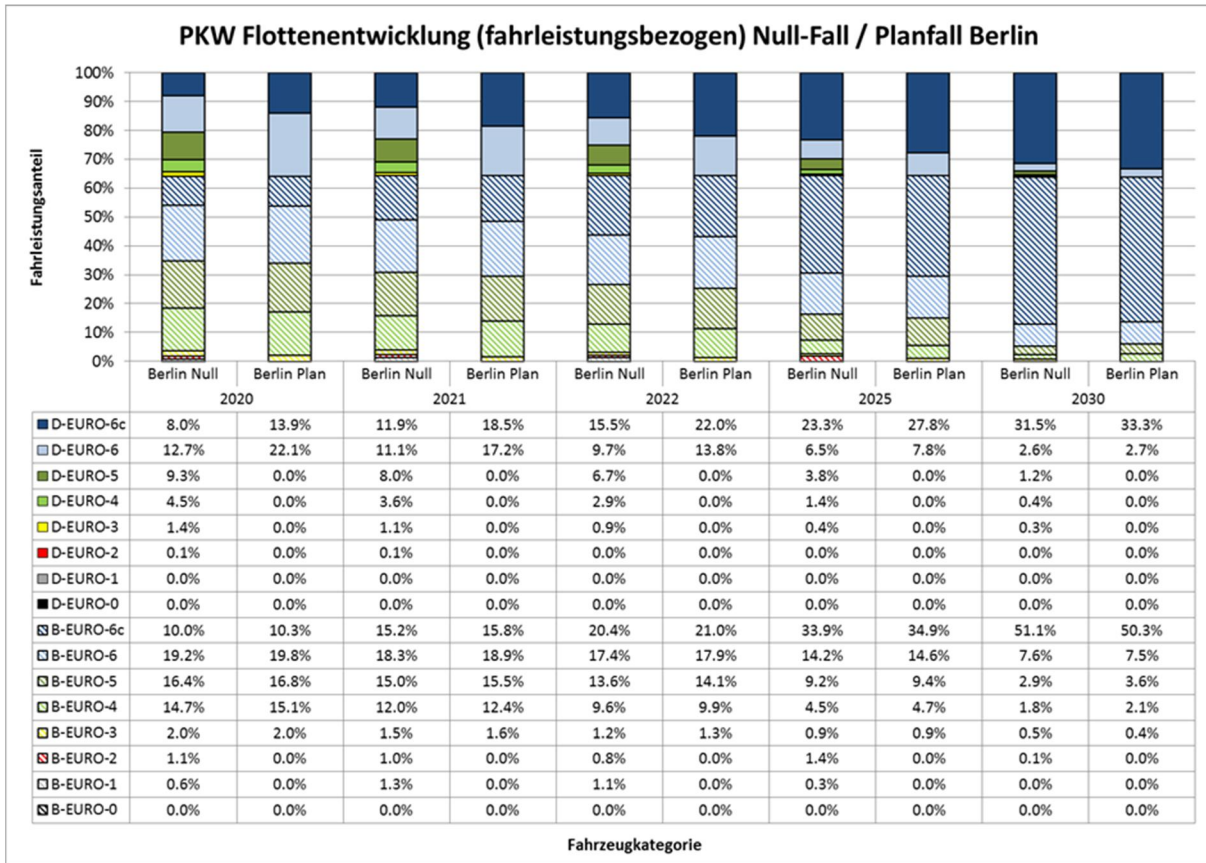


Abbildung 10: PKW Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall / Plan-Fall Berlin

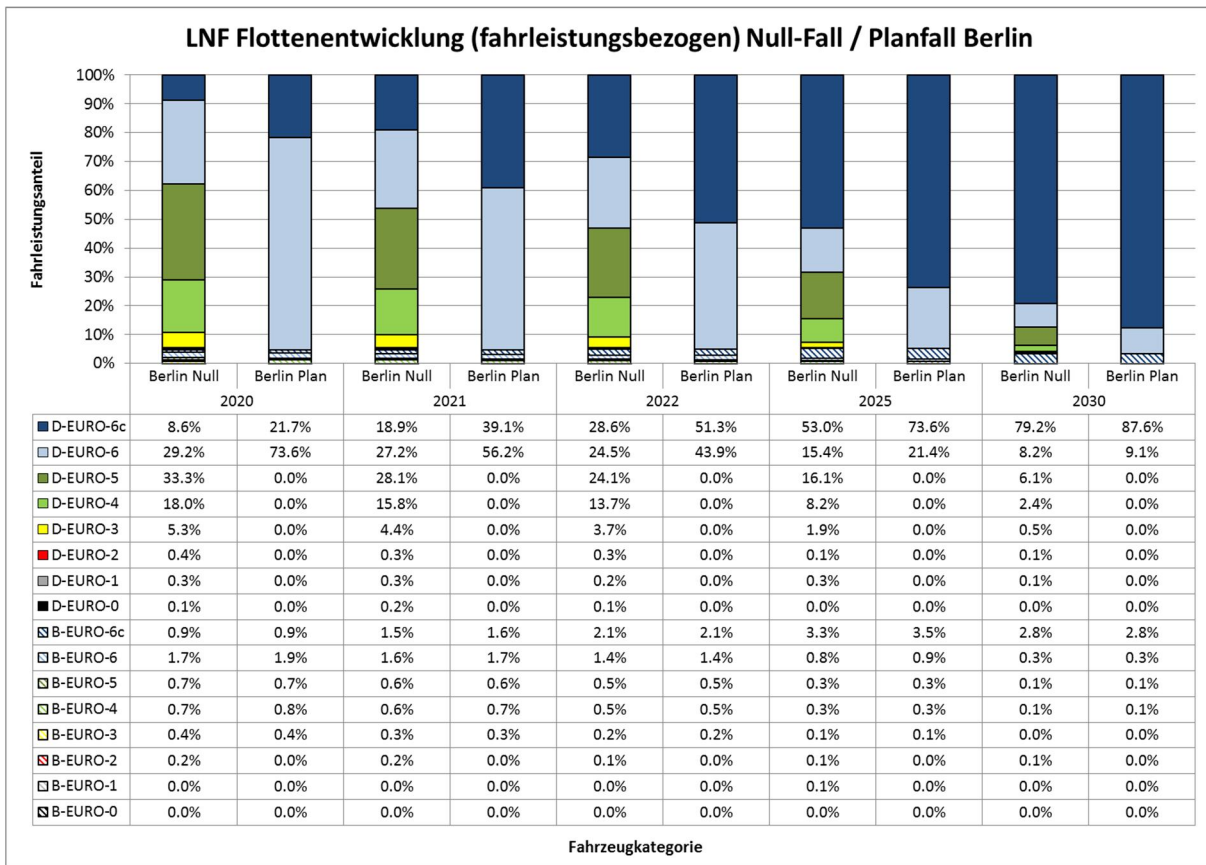


Abbildung 11: LNf Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall / Planfall Berlin

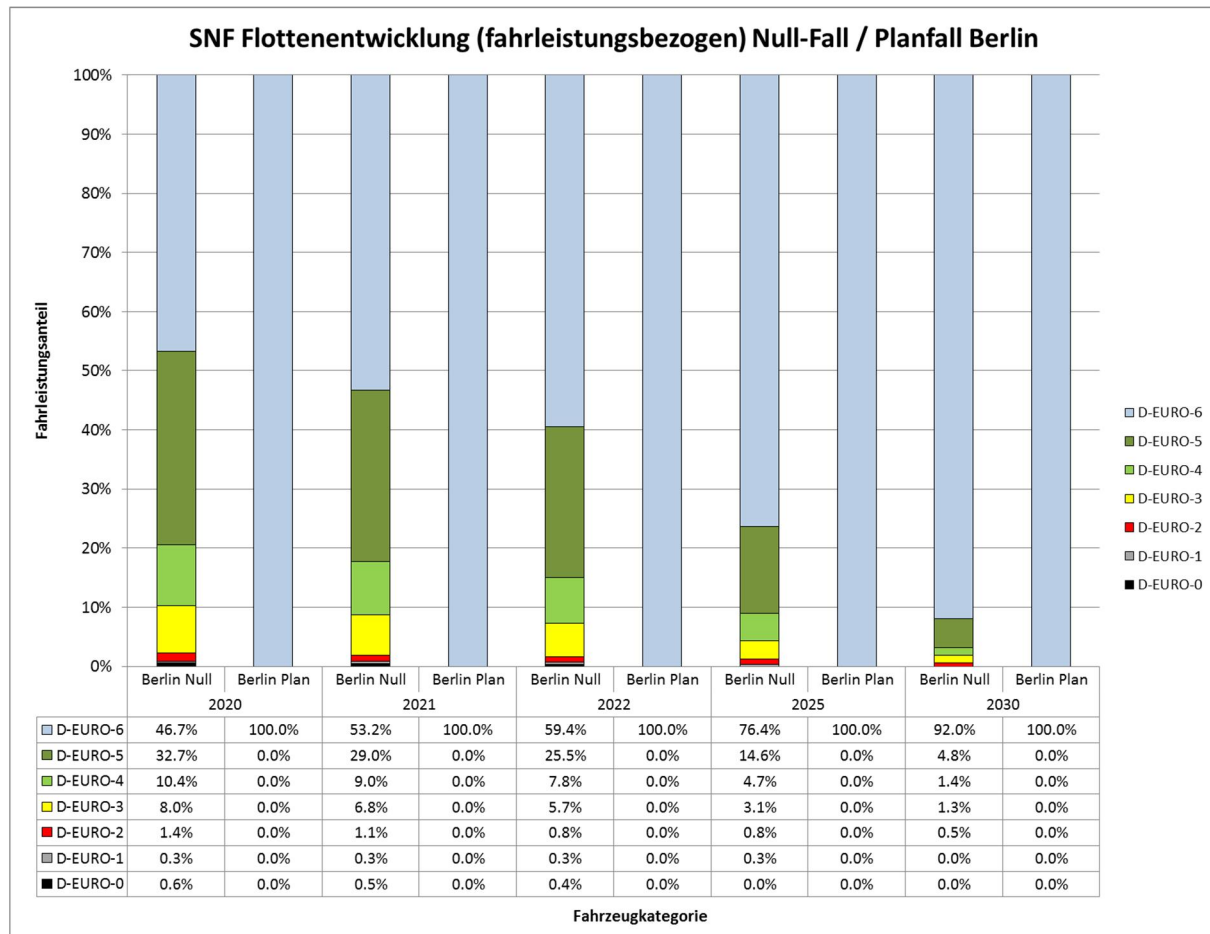


Abbildung 12: SNF Flottenentwicklung (fahrleistungsbezogen) Null-Fall / Plan-Fall Berlin

Analyse / Feststellungen zu Abbildung 10 bis Abbildung 12

- Der Diesel-Fahrleistungsanteil liegt in der PKW-Flottenzusammensetzung in allen Szenarienjahren sowohl im Null- als auch im Plan- Fall ca. 35 %.
- Die Summe der Fahrleistungsanteile ab EURO-6-Dieselfahrzeuge sowie ab EURO-3-Benzinfahrzeuge betragen in allen Plan-Fall-Szenarien 100%.
- Der Fahrleistungsanteil der Diesel-EURO-6 PKW wäre bei Einführung einer blauen Plakette (Plan-Fall) im Vergleich zum Null-Fall zum 01.01.2020 um 15,3 Prozentpunkte, zum 01.01.2021 um ca. 13 Prozentpunkte und zum 01.01.2022 um 11 Prozentpunkte höher. 2025 würde der Fahrleistungsanteil nur noch um 6 Prozentpunkte über dem im Null-Fall liegen und wäre 2030 nahezu gleich.

- Bei den leichten und schweren Nutzfahrzeugen ist der Unterschied in den Fahrleistungsanteilen der Diesel-EURO-6 Fahrzeuge zwischen Null- und Plan-Fall auf Grund des deutlich höheren bzw. 100%igen Dieselanteils höher: Der Fahrleistungsanteil der Diesel-EURO-6 LNF wäre bei Einführung einer blauen Plakette (Plan-Fall) im Vergleich zum Null-Fall zum 01.01.2020 um ca. 57 Prozentpunkte, zum 01.01.2021 um 49 Prozentpunkte und zum 01.01.2022 um 42 Prozentpunkte höher. 2025 würde der Fahrleistungsanteil noch um ca. 27 Prozentpunkte, 2030 immer noch 9 Prozentpunkte über dem im Null-Fall liegen.
- Der Fahrleistungsanteil der EURO-6 SNF wäre bei Einführung einer blauen Plakette (Plan-Fall) im Vergleich zum Null-Fall zum 01.01.2020 um ca. 53 Prozentpunkte, zum 01.01.2021 um 47 Prozentpunkte und zum 01.01.2022 um 40 Prozentpunkte höher. 2025 würde der Fahrleistungsanteil noch um ca. 24 Prozentpunkte, 2030 immer noch 8 Prozentpunkte über dem im Null-Fall liegen.
- Die Fahrleistungsanteile der bei einer Blauen Plakette von einem Fahrverbot betroffenen Fahrzeuge (Diesel EURO-0 bis EURO-5, Benzin EURO-0 bis EURO – 2) nehmen im Null-Fall zwischen 2020 und 2030 kontinuierlich ab, sodass der emissionsseitige Effekt der Blauen Plakette im Jahre 2020 am höchsten, im Jahre 2030 dementsprechend am geringsten ist.

3.4 Emissionsberechnung

Die Berechnungen der Stickoxid-Emissionen für den Null- und Plan-Fall erfolgten ebenfalls für die Standorte, die in der Kfz-Kennzeichenerfassung 2015 betrachtet worden sind, sofern sie eine relevante Randbebauung aufweisen: Frankfurter Allee, Alt-Biesdorf, Mariendorfer Damm, Silbersteinstraße, Schildhornstraße, Leipziger Straße (ohne A100).

Datengrundlage

- Die Stickoxid-Emissionsfaktoren der EURO-6-Diesel-PKW werden nach derzeitigem Kenntnisstand in HBEFA 3.2 zu niedrig ausgewiesen⁴. Um dies zu berücksichtigen wird für die NO_x-Emissionsfaktoren dieser Fahrzeuge für die Innerortsverkehrssituati-

⁴ Deutsche Umwelthilfe e.V.: NO_x- und CO₂-Messungen an EURO-6 PKW. Projekt Emissions-Kontroll-Institut der Deutschen Umwelthilfe e.V., Berlin, September 2016

onen ein Korrekturfaktor von 1.7 berücksichtigt. (siehe dazu Textbox „Datenlage NO_x-Emissionsfaktoren EURO-6 in HBEFA“ in Abschnitt 2.1)

- Die Verkehrssituationen sind aus den Annahmen in der Kfz-Kennzeichenerfassung 2015 übernommen worden und stammen aus der Erstellung des Berliner Luftreinhalteplanes (siehe dazu Textbox „Kfz-Kennzeichenerfassung 2015 Berlin“ in Abschnitt 2).
- Die durchschnittlichen Verkehrsmengen an den Straßenabschnitten Alt-Biesdorf, Mariendorfer Damm, Silbersteinstraße, Leipziger Straße sind aus den Annahmen in der Kfz-Kennzeichenerfassung 2015 übernommen worden und stammen aus der Erstellung des Berliner Luftreinhalteplanes. Die Kennzeichenerfassung erfolgte zwischen den Jahren 2008 und 2015 insgesamt 4 mal, wobei bei der Untersuchung der emissionsseitigen Auswirkungen der Flottenentwicklung aus Gründen der Vergleichbarkeit stets dieselben verkehrlichen Eingangsdaten verwendet wurden.
- Die Verkehrsmengen für die Schildhornstraße sowie die Frankfurter Allee wichen jedoch bei der letzten Kennzeichenerfassung im Jahre 2015 zu deutlich von den standardmäßig verwendeten Verkehrsmengen ab, sodass in der vorliegenden Berechnung für diese beiden Querschnitte die tatsächlichen Zählwerte am Tag der Kennzeichenerfassung verwendet wurden.

Annahmen

- Verkehrsmengen und Verkehrssituationen werden für alle betrachteten Null-Fall und Plan-Fall-Szenarien unverändert verwendet.
- Von einer Berücksichtigung der Verkehrsentwicklung für Berlin bis 2030 wird abgesehen, da im vorliegenden Projekt nur die alleinige Wirkung der Blauen Plakette herausgearbeitet werden sollte.
- Es wird das maximale Minderungspotenzial aufgezeigt (da in den Plan-Fall-Szenarien von einer 100%igen Befolgsrate ausgegangen wird).

Tabelle 1 zeigt zusammengefasst die für die Emissionsberechnung verwendeten verkehrlichen Eingangsdaten.

	Alt-Biesdorf	Frankfurter Allee	Leipziger Straße	Mariendorfer Damm	Schildhornstraße	Silbersteinstraße
DTV	60789	49539	49044	47432	40487	13892
davon:						
LNF	4742	6473	3874	3605	3830	1125
PKW	53555	41435	43257	41693	35328	12225
Lbus	58	52	236	637	421	147
Rbus	2	68	402	27	33	117
SNF	2432	1511	1275	1470	875	278
Verkehrssituation	Agglo/FernStr-City/50/dicht	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt	Agglo/FernStr-City/50/gesaettigt
Stop&Go-Verkehrssituation	Agglo/FernStr-City/50/stop+go	Agglo/FernStr-City/50/stop+go	Agglo/FernStr-City/50/stop+go	Agglo/FernStr-City/50/stop+go	Agglo/FernStr-City/50/stop+go	Agglo/FernStr-City/50/stop+go
Stgo-Anteil	18,61%	9,21%	25,50%	3,90%	15,92%	2,00%
Längsneigung	+/-0%	+/-0%	+/-0%	+/-0%	+/-0%	+/-0%

Tabelle 1: Verkehrliche Eingangsdaten für die Emissionsberechnung

Auf Basis der Flottenzusammensetzungen in den Null- und Plan-Fall-Szenarien (siehe Kapitel 3.3) wurden die Emissionsfaktoren (EFA) der verschiedenen Emissionskonzepte (EURO-Normen) nach Fahrzeugkategorie (PKW, LNF, SNF, Rbus, Lbus) gewichtet.

Dieses Vorgehen ist exemplarisch in **Abbildung 13** für die Wichtung der PKW-Stickoxid-Emissionsfaktoren der Verkehrssituation „Agglo/FernStr.-City/50/gesättigt“ mit den Fahrleistungsanteilen der Flottenzusammensetzungen 2020 im Null- und Plan-Fall-Szenario dargestellt. Demnach ergibt sich ein fahrleistungsgewichteter Emissionsfaktor eines PKW aus der Summe der Produkte aus Emissionsfaktor und Fahrleistungsanteil jedes einzelnen Emissionskonzeptes.

Zur Berechnung der Emissionsmengen wurden die gewichteten Emissionsfaktoren der Fahrzeugkategorien mit den entsprechenden Fahrzeuganzahlen multipliziert. **Abbildung 14** zeigt am Beispiel der Leipziger Straße die Entwicklung der NO_x-Emissionsmengen in den betrachteten Null- und Plan-Fall-Szenarien.

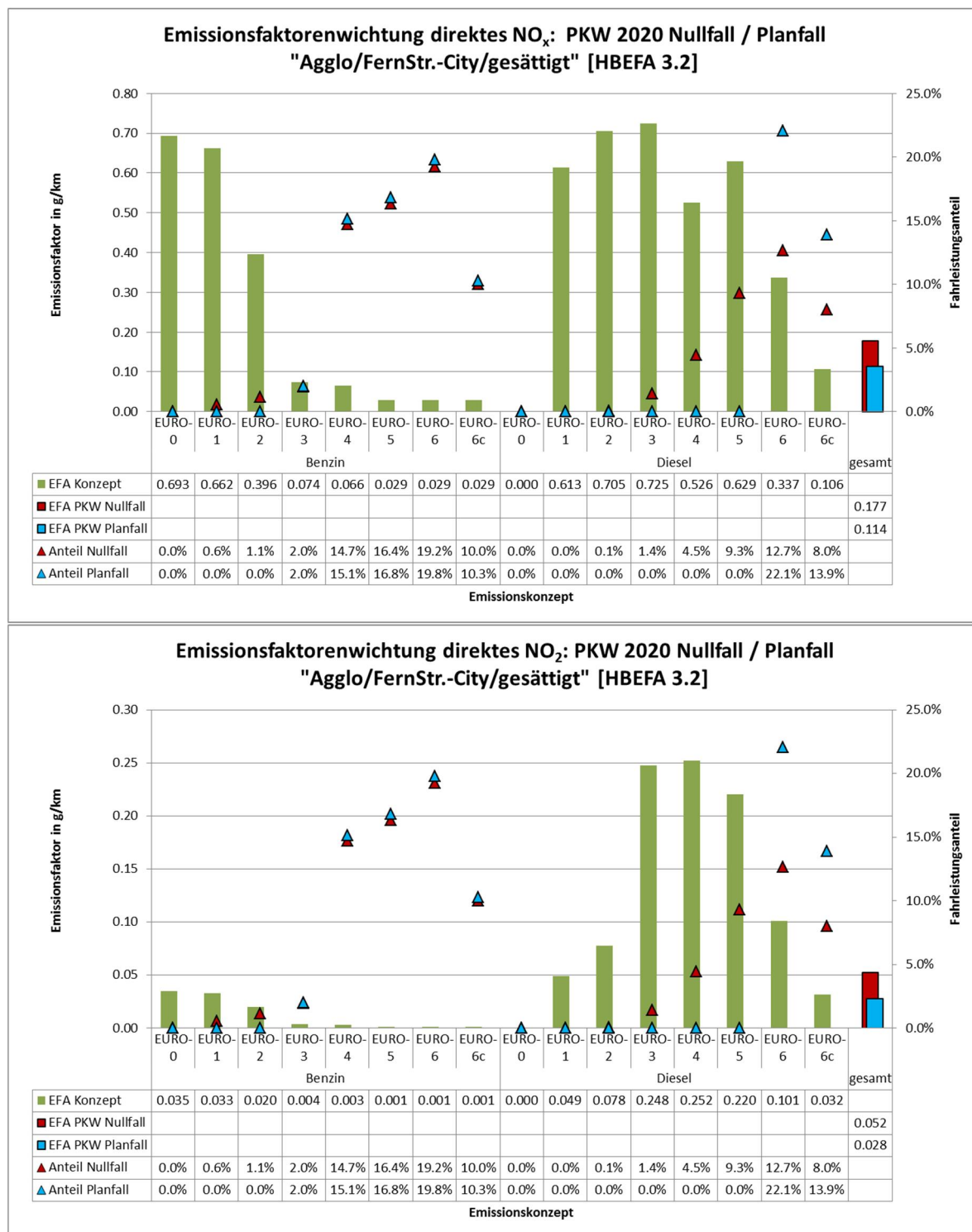


Abbildung 13: Wichtung der PKW-Emissionsfaktoren NO_x (oben) und direktes NO₂ (unten) der Verkehrssituation „Agglo/FernStr.-City/50/gesättigt“ mit den Fahrleistungsanteilen der Flottenzusammensetzungen 2020 im Null- und Plan-Fall-Szenario

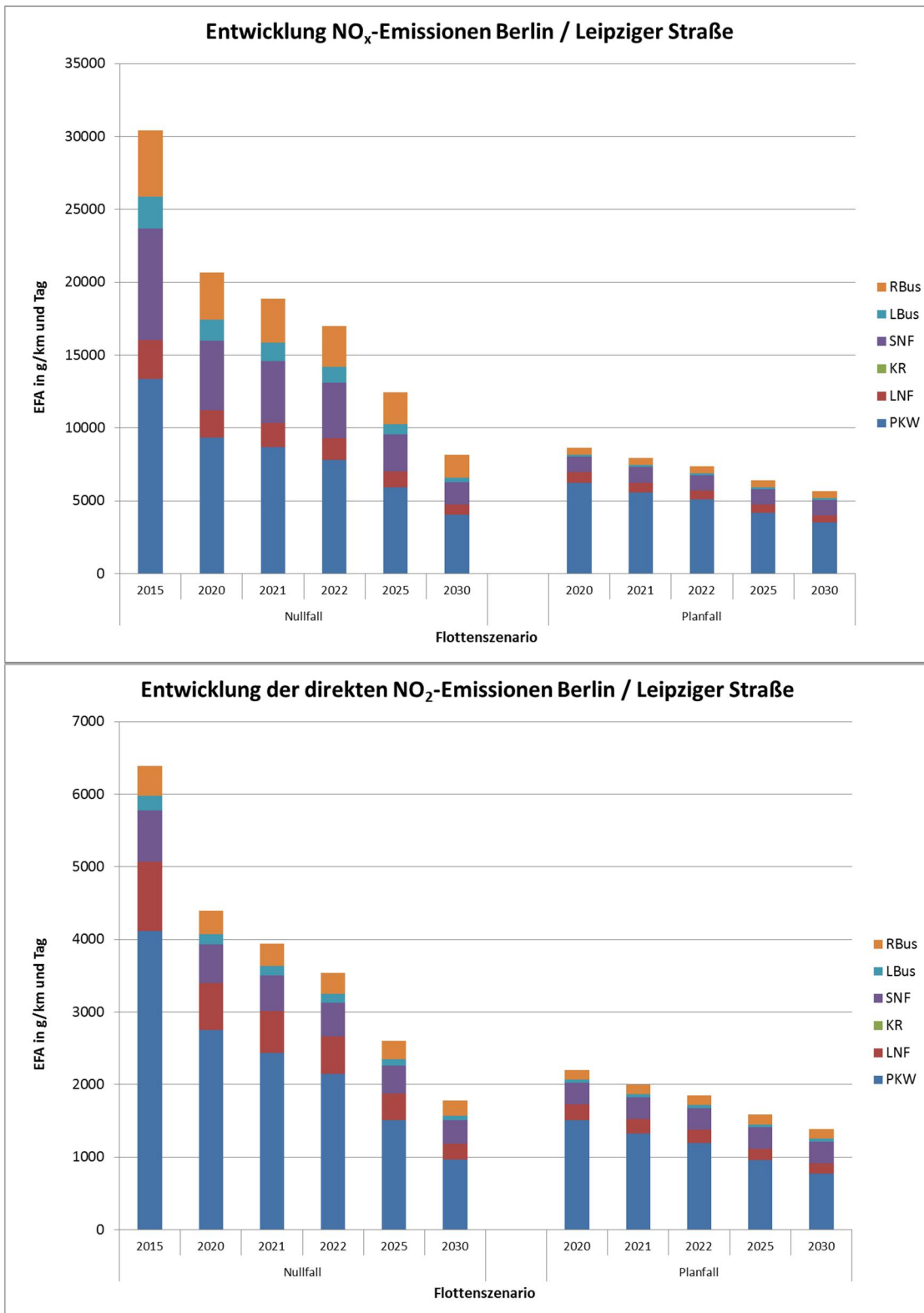


Abbildung 14: Entwicklung der Stickoxid-Emissionen im Straßenabschnitt Leipziger Straße in den betrachteten Flottenszenarien

Analyse / Feststellungen zu **Abbildung 13** und **Abbildung 14**

- Die Höhe der Stickoxid-Emissionsfaktoren der einzelnen Emissionskonzepte („EFA-Konzept“) in **Abbildung 13** ist in HBEFA – abgesehen von einem geringen Laufleistungseinfluss – über den gesamten Prognosehorizont relativ konstant. Die Höhe der gewichteten Emissionsfaktoren einer Fahrzeugkategorie hängt somit im Wesentlichen von den Fahrleistungsanteilen der einzelnen Emissionskonzepte ab.
- Wie in **Abbildung 13** exemplarisch für die PKW dargestellt, kommt es im Plan-Fall durch das „Ausschließen“ der Emissionskonzepte Benzin EURO-0 – EURO-2 sowie Diesel-EURO-0 bis EURO-5, die durch ihren hohen Emissionsfaktor in Kombination mit einem z.T. hohen Fahrleistungsanteil einen wesentlichen Anteil am Gesamt-PKW-Emissionsfaktor im Null-Fall haben, zu einer deutlichen Reduzierung des PKW-Emissionsfaktors. Dieser Effekt tritt auch bei den anderen Fahrzeugkategorien auf.
- Der Emissionsanteil der Diesel-EURO-4 und EURO-5-PKW am PKW-Flottenemissionsfaktor im Null-Fall beträgt in Summe ca. 60 % bei NO₂ und ca. 45 % bei NO_x. Dementsprechend ist im gezeigten Beispiel der PKW-Flottenemissionsfaktor im Plan-Fall um 47 % bei NO₂ und 36 % bei NO_x niedriger als im Null-Fall.
- Die Reduktion der Emissionsmengen in **Abbildung 14** berücksichtigt ausschließlich die Änderungen der Flottenzusammensetzungen. Bei der im dargestellten Beispiel zugrunde liegenden Verkehrszusammensetzung (siehe **Tabelle 1**) tragen die PKW ca. 50 % - 60 % sowie die LNF und SNF jeweils ca. 10 % - 15 % an den NO₂-Gesamtemissionen bei.

3.5 Abschätzung der immissionsseitigen Wirkungen

Die Berechnungen der Stickoxid-Immissionen erfolgten ebenfalls für die Standorte, die in der Kfz-Kennzeichenerfassung 2015 betrachtet worden sind, sofern sie eine relevante Randbebauung aufweisen: Frankfurter Allee, Alt-Biesdorf, Mariendorfer Damm, Silbersteinstraße, Schildhornstraße, Leipziger Straße (ohne A100).

Die Abschätzung der immissionsseitigen Wirkung der Blauen Plakette auf die NO₂-Konzentrationen erfolgte für definierte Straßengeometrien mit dem vereinfachten Programmsystem **MOLA – „Modelstraße zur lufthygienischen Maßnahmenabschätzung“**. Die dafür erforder-

derlichen Wind- und Konzentrationsfelder werden als vorgerechnete Berlin-Daten in das Programm integriert (siehe Textbox „MOLA“ in Abschnitt 2.1).

Die Emissionsfaktorendatensätze wurden für die Berliner Flottenszenarien erstellt. Für die Wirkungsabschätzung ist zu beachten, dass sich die Verkehrsmengen zwar auf die absoluten Emissionsmengen auswirken, das Modell MOLA jedoch auf Basis der gemessenen Konzentrationen für eine definierte Emissionsmenge kalibriert wird.

Datengrundlage

- Verkehrsmengen, Verkehrssituationen und weitere verkehrliche Parameter (bspw. Ausrichtung, Lückigkeit) sind der Kfz-Kennzeichenerfassung 2015 entnommen (siehe **Tabelle 1**).
- Gemessene Jahresmittelwerte der NO₂-Gesamtbelastung aus dem Berliner Luftmessnetz (BLUME) an den vorgenannten Standorten (in den folgenden Abbildungen ausgewiesen) – mit Ausnahme von Alt-Biesdorf. Hier wurde entsprechend der Ergebnisse aus MOLA ein NO₂-Jahresmittelwert von 41 µg/m³ verwendet. Damit werden die NO_x-Zusatzbelastungen mit den Emissionen der Betrachtungsfälle skaliert. Die Berücksichtigung der NO_x-NO₂-Ozonchemie erfolgt mittels vereinfachtem Chemiemodell nach Düring et al. (2011)⁵.
- Emissionsfaktorendatensätze für die Berliner Flottenszenarien (siehe Abschnitt 3.4)

Annahmen:

- Konstante Verkehrsmengen und Verkehrssituationen in den zu betrachteten Null-Fall und Plan-Fall-Szenarien für die Wirkungsberechnung angenommen (siehe Abschnitt 3.1 und 3.4).
- Konstante Hintergrundbelastung für die Wirkungsberechnung angenommen: als repräsentativer Wert wurde die städtische Hintergrundmessstelle Nansenstraße (2015) für die Berechnung herangezogen.

⁵ Düring, I., Bächlin, W., Ketzler, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions. Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20 067-073 (February 2011)

Berechnungshinweise zu den NO₂-Prognosen zu Abbildung 13 bis Abbildung 14

- Es wurden die NO₂-Konzentrationen in den einzelnen Straßenabschnitten in den betrachteten Flotten- bzw. Emissionsszenarien berechnet. Dabei ist zu beachten, dass auf Grund der getroffenen Annahmen einzig und allein der Einfluss der Flottenzusammensetzung abgebildet wird.
- Die relativen Änderungen der modellierten Konzentrationen sind ausschließlich von den flottenbedingten Änderungen der Emissionsfaktoren der einzelnen Fahrzeugkategorien abhängig. Streng genommen dürften also zunächst nur die relativen Änderungen in den Konzentrationen bewertet werden (da in allen Szenarien die verkehrlichen Eingangsdaten als konstant betrachtet wurden).
- Die relativen Änderungen sind ausschließlich auf die Änderungen in den Zusatzbelastungen, d. h. auf die verkehrsbedingten Konzentrationsänderungen zurückzuführen (da konstante Hintergrundbelastung).
- Die berechneten relativen Konzentrationsänderungen wurden jeweils auf den gemessenen Jahresmittelwert des Referenzjahres 2015 übertragen, um abzuschätzen, in welchem zeitlichen Horizont die NO₂-Konzentrationen an den Straßenabschnitten unterhalb des gesetzlich vorgeschriebenen Jahresmittelwertes von 40 µg m³ sinken würden.

Die **Abbildung 15** bis **Abbildung 17** zeigen die Auswirkungen der Flottenzusammensetzungen in den betrachteten Null- und Plan-Fall-Szenarien auf die NO₂-Konzentrationen in den einzelnen Straßenabschnitten.

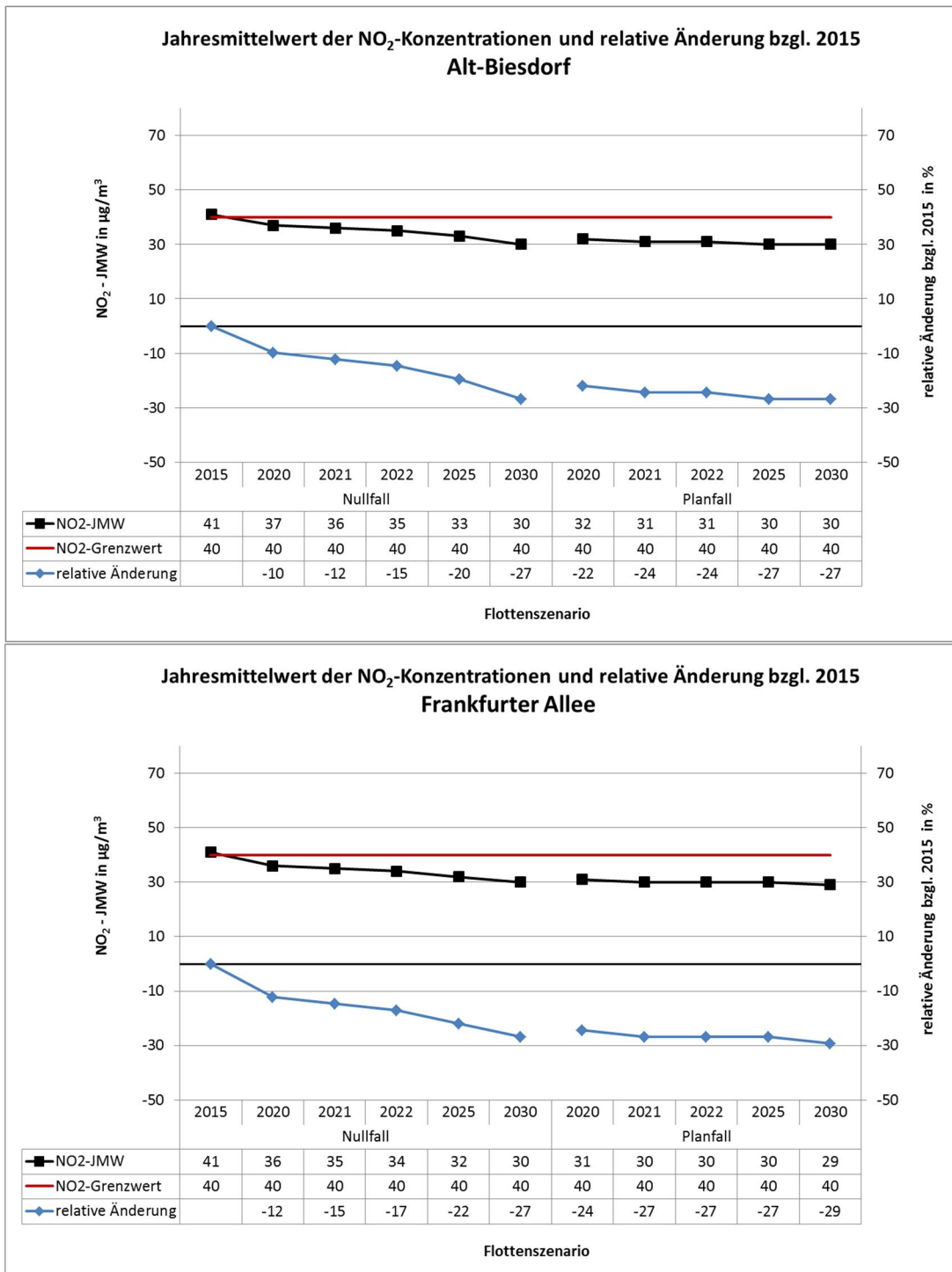


Abbildung 15: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen und relative Änderung bzgl. 2015 am Straßenabschnitt Alt-Biesdorf (oben) und Frankfurter Allee (unten)

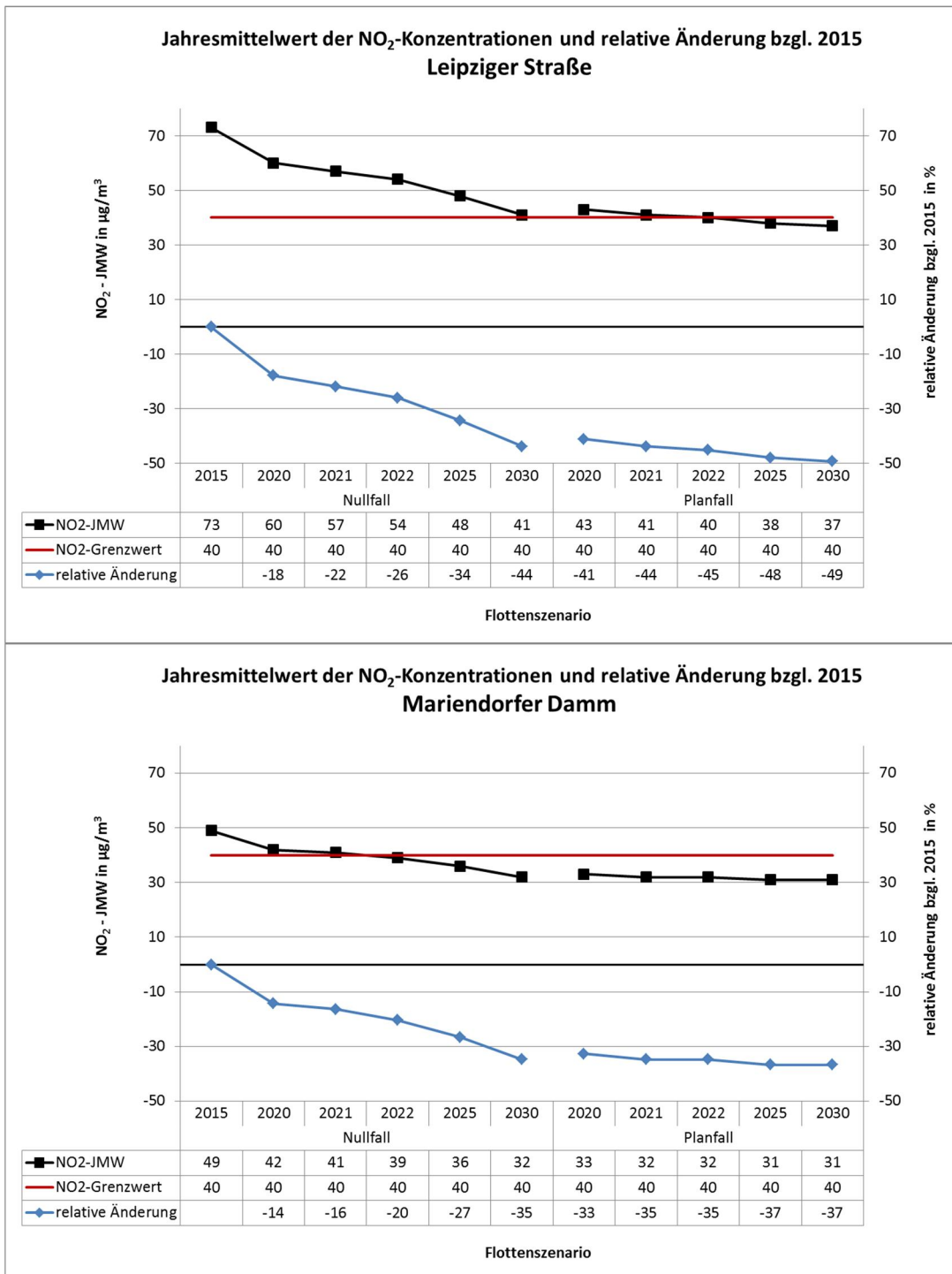


Abbildung 16: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen und relative Änderung bzgl. 2015 am Straßenabschnitt Leipziger Straße (oben) und Mariendorfer Damm (unten)

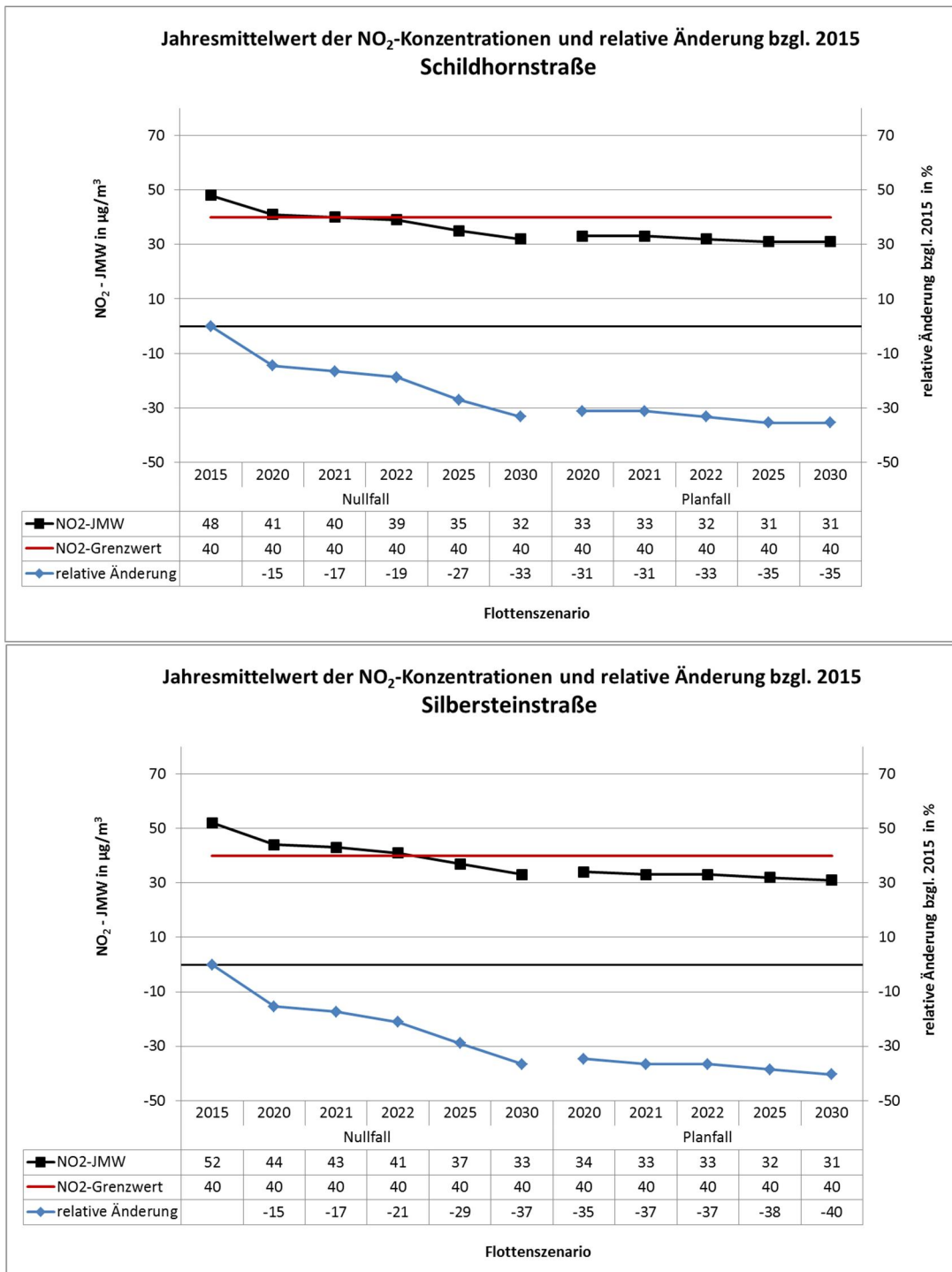


Abbildung 17: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen und relative Änderung bzgl. 2015 am Straßenabschnitt Schildhornstraße (oben) und Silbersteinstraße (unten)

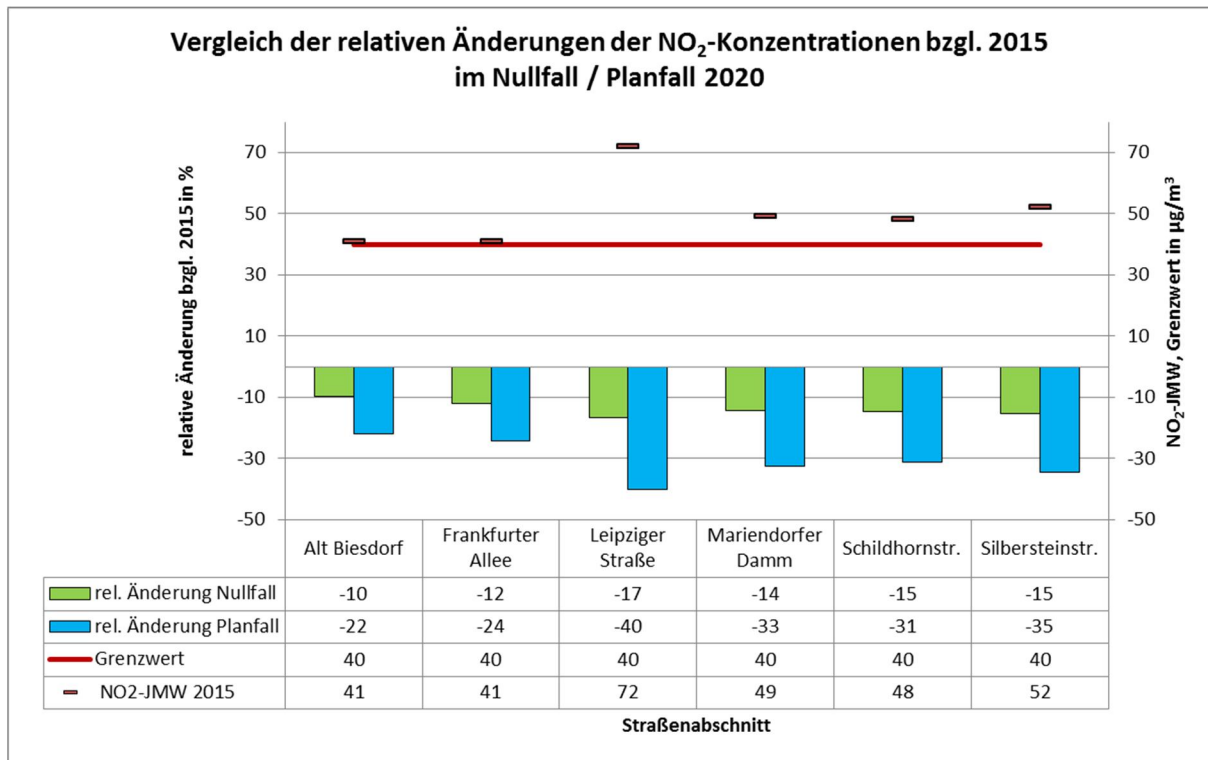


Abbildung 18: Vergleich der relativen Änderungen der NO₂-Konzentrationen bzgl. 2015 im Null-Fall / Plan-Fall im Bezugsjahr 2020

Die relativen Änderungen der NO₂-Konzentrationen im Plan-Fall gegenüber dem Null-Fall in den betrachteten Bezugsjahren ist in **Abbildung 19** dargestellt. Demnach würden die Konzentrationen bei Einführung einer Blauen Plakette im Jahre 2020 zwischen 14 % und 28 % niedriger sein als im Null-Fall. Mit fortschreitender Zeit nimmt der Minderungseffekt ab.

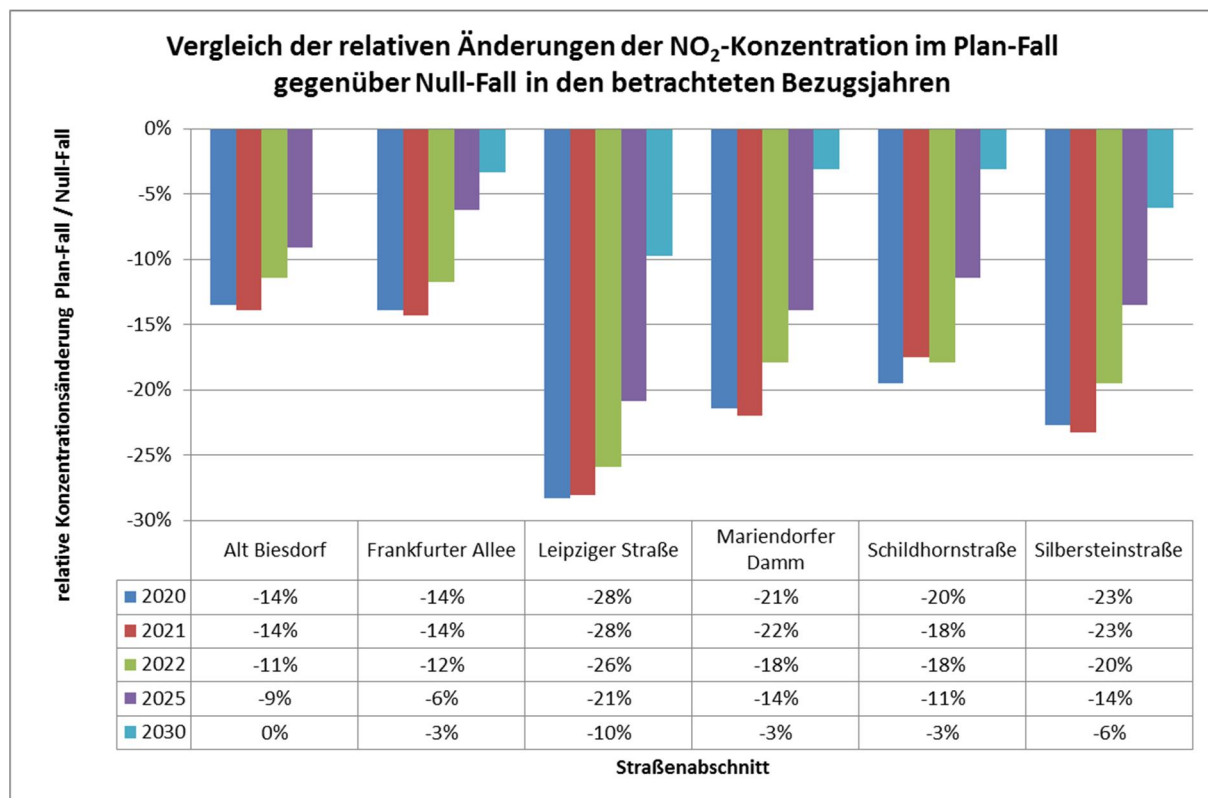


Abbildung 19: Vergleich der relativen Änderungen der NO₂-Konzentration im Plan-Fall gegenüber Null-Fall in den betrachteten Bezugsjahren

Analyse / Feststellungen zu Abbildung 15 bis Abbildung 19

- Die veränderten Flottenzusammensetzungen können unter den o. g. Bedingungen insgesamt zu deutlichen Reduzierungen der NO₂-Konzentrationen führen.
- Bei Einführung einer Blauen Plakette im Jahre 2020 wären Konzentrationsreduzierungen zwischen 14 % und 28 % gegenüber dem Null-Fall möglich. Dies würde eine Abnahme der NO₂-Konzentrationen zwischen 5 und 17 µg bedeuten.
- Mit fortschreitender Zeit nimmt der Minderungseffekt tendenziell ab und beträgt im Jahre 2030 nur noch maximal 10%.
- Weiterhin zeigt sich beim Vergleich der Null-Fall - mit den Plan-Fall-Szenarien bei allen betrachteten Straßenabschnitten, dass durch die Einführung einer Blauen Plakette die möglichen NO₂-Minderungen im Jahre 2020 in der Größenordnung liegen, die im Null-Fall erst 10 Jahre später, im Jahre 2030, erreicht werden würden.

Um erste Abschätzungen bzgl. des zeitlichen Horizontes der Einhaltung des gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwertes treffen zu können, sind in **Abbildung 20** die Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen in den verschiedenen Null- und Plan-Fall-Szenarien aller betrachteten Straßenabschnitte sowie dem gegenüber der NO₂-Grenzwert dargestellt. Die rot hinterlegten Felder in der Datentabelle weisen die NO₂-Konzentrationen aus, die über dem Grenzwert liegen.

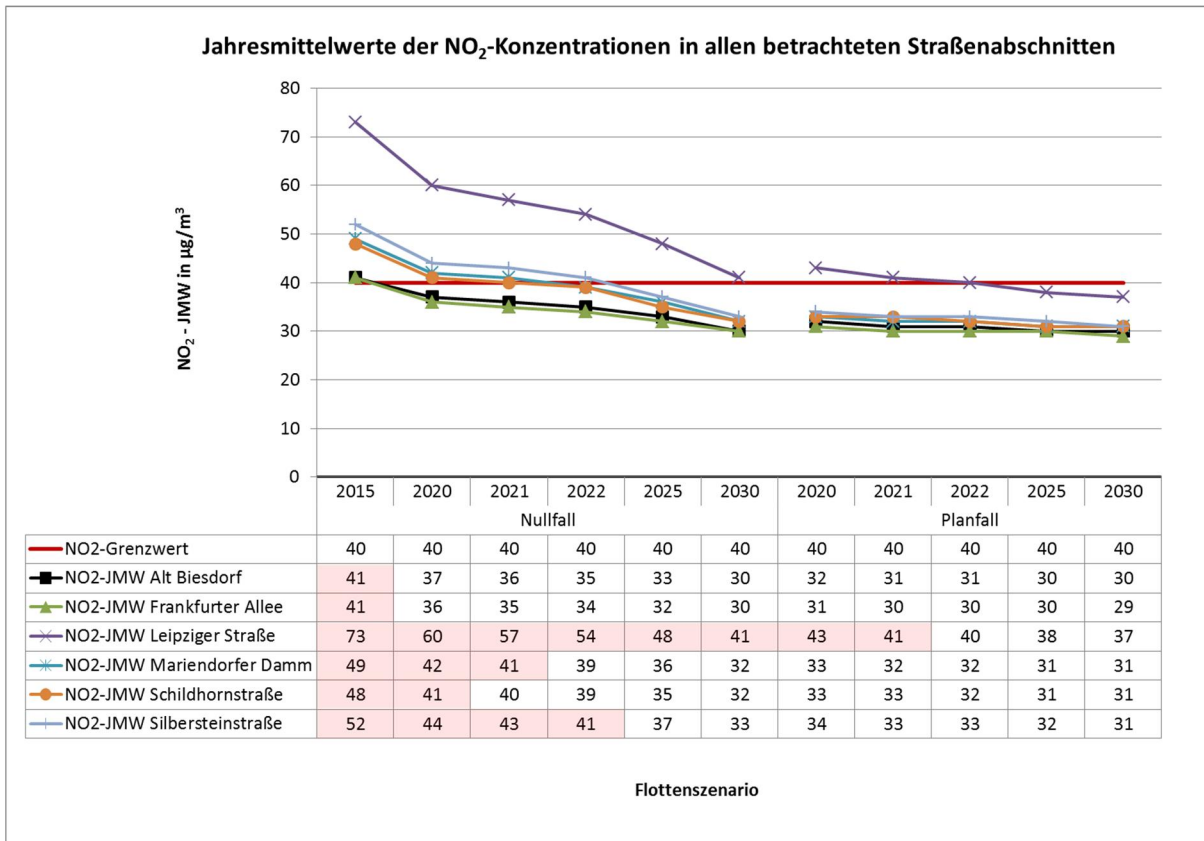


Abbildung 20: Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen in allen betrachteten Straßenabschnitten

Analyse / Feststellungen zu Abbildung 20:

- Es zeigt sich, dass der zeitliche Horizont zur Einhaltung der Grenzwerte in den verschiedenen Straßenabschnitten stark vom jeweiligen Ausgangsniveau der NO₂-Belastung im Referenzjahr 2015 abhängt.
- Bei Straßenabschnitten mit relativ geringen Grenzwertüberschreitungen können die NO₂-Belastungen bereits vor dem ersten Prognosejahr 2020 und auch ohne Einführung einer Blauen Plakette unterhalb des Grenzwertes liegen.

- In Abschnitten, in denen das Ausgangsniveau in der Größenordnung von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt, können Grenzwertüberschreitungen im Null-Fall nicht ausgeschlossen werden. Die Einführung einer Blauen Plakette könnte bei diesen Abschnitten bereits im Jahre 2020 zu Konzentrationen führen, die deutlich unterhalb des Grenzwertes liegen würden.
- In Abschnitten, in denen das Ausgangsniveau in der Größenordnung von $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und darüber liegt, können die Grenzwerte selbst bei Einführung einer Blauen Plakette nicht eingehalten werden.
- Die Jahresmittelwerte der NO_2 -Konzentrationen würden im Plan-Fall im Jahre 2020 bereits auf einem Niveau liegen, das im Null-Fall tendenziell erst im Jahre 2030 erreicht wird.

4 SCHÄTZUNG DER KOSTEN DER BERLINER FLOTTENERNEUERUNG

4.1 Ermittlung des bestandsgewichteten Fahrzeugbestandes

Für die **Kostenabschätzung** ist nicht die Fahrleistung ausschlaggebend, sondern die Anzahl der betroffenen (gewerblichen) Fahrzeuge. Deshalb werden hier die **bestandsgewichteten** (statischen) Flottenszenarien herangezogen. Die Berechnung der Fahrzeuganzahlen erfolgte entsprechend der Entwicklung des Berliner Fahrzeugbestands in den vergangenen Jahren gemäß den Angaben des Kraftfahrtbundesamtes (KBA). Aufgrund einer fehlenden Datenlage können auswärtige Fahrzeuge, die regional pendeln, hier nicht berücksichtigt werden. Reise- und Linienbusse wurden ebenfalls in die Kostenabschätzung nicht einbezogen (siehe Abschnitt 2.2).

Zur Berechnung der Fahrzeuganzahlen wurden zunächst die Fahrzeugbestandsanteile der betroffenen Emissionskonzepte ermittelt. Dies erfolgte durch den Vergleich der Flotten im Berliner Null-Fall- mit dem entsprechenden Plan-Fall-Szenario. Die Berechnung der Fahrzeugbestandsflotten, erfolgte auf Basis der Berliner fahrleistungsgewichteten Flottenzusammensetzungen in den Jahren 2020 – 2022 sowie der Fahrleistungsfaktoren (Verhältnis aus Fahrleistungsanteil und Bestandsanteil) der einzelnen Emissionskonzepte aus HBEFA 3.2 für diese Jahre (siehe Textbox „Fahrleistungsgewichtete Flottenzusammensetzung“ in Abschnitt 2.1).

Datengrundlage

- Berliner fahrleistungsgewichtete Flottenzusammensetzungen in den Jahren 2020 – 2022 (siehe Abschnitt 3.2)
- Fahrleistungsfaktoren (Verhältnis aus Fahrleistungsanteil und Bestandsanteil) der einzelnen Emissionskonzepte aus HBEFA 3.2
- Berliner Kfz-Zulassungsdaten des Kraftfahrtbundesamtes in den Jahren 2011 - 2015

Annahmen

- Die Prognose der Fahrzeugbestandszahlen erfolgt für die drei betrachteten Bezugsjahre 2020 – 2022 durch lineare Extrapolation des Berliner Trends in den Jahren 2011-2015.

- Es wurde angenommen, dass von einer Blauen Plakettenregelung alle Dieselfahrzeuge schlechter als EURO-6 sowie alle Benzinfahrzeuge schlechter als EURO-3 betroffen sind.
- Es erfolgt eine 100%ige Substitution der gewerblich genutzten PKW, LNF und LKW.
- Es wird eine Gleichverteilung der gewerblich und privat genutzten betroffenen Fahrzeuge bzgl. Alter (und damit Emissionskonzept) angenommen.

In **Abbildung 21** bis **Abbildung 23** sind die bestandsbezogenen Flottenzusammensetzungen – ohne Unterscheidung nach gewerblich und privat - für die drei Szenarienjahre jeweils im Null- und im Plan-Fall dargestellt. Die rot hinterlegten Datenfelder weisen die Bestandsanteile derjenigen Emissionskonzepte aus, die von einem Einfahrverbot in eine Umweltzone mit Blauer Plakette betroffen wären.

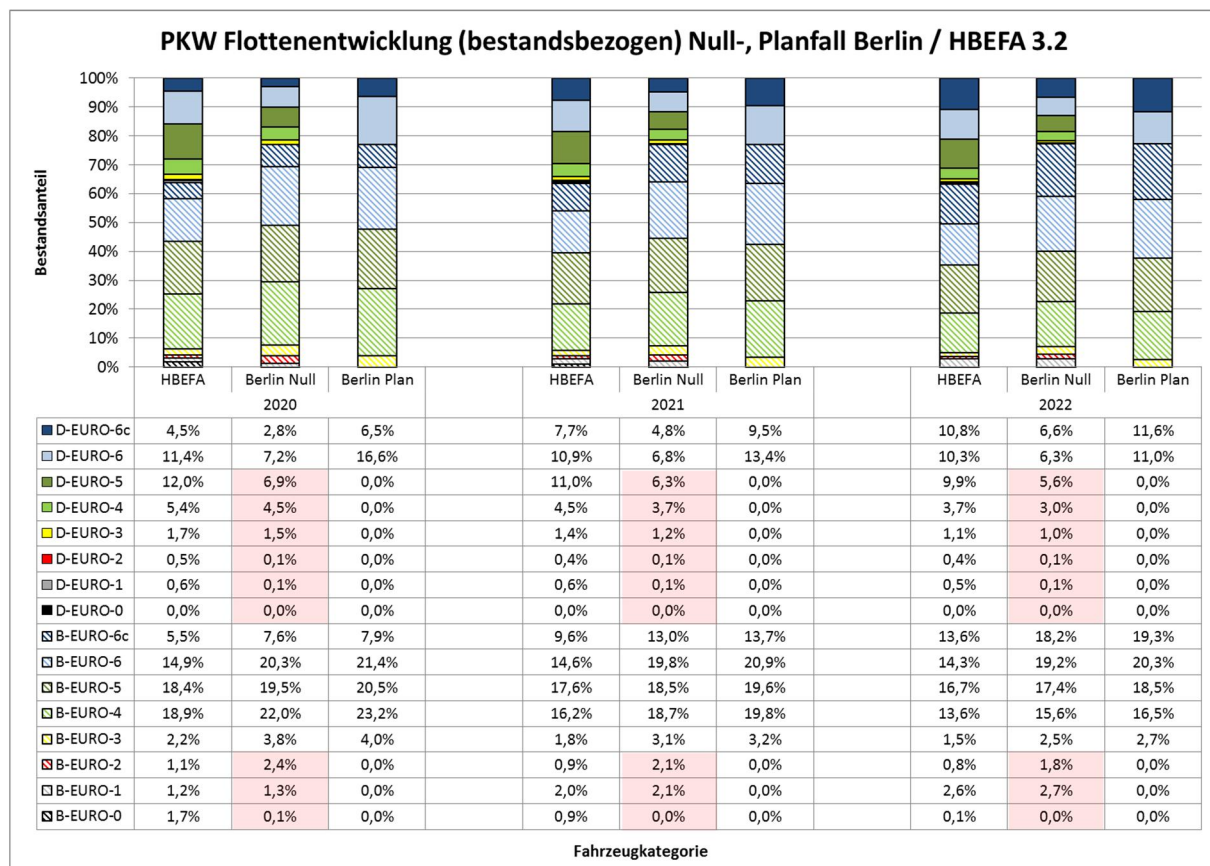


Abbildung 21: PKW Flottenentwicklung (bestandsbezogen) für Null- und Plan-Fall Berlin im Vergleich zu HBEFA 3.2

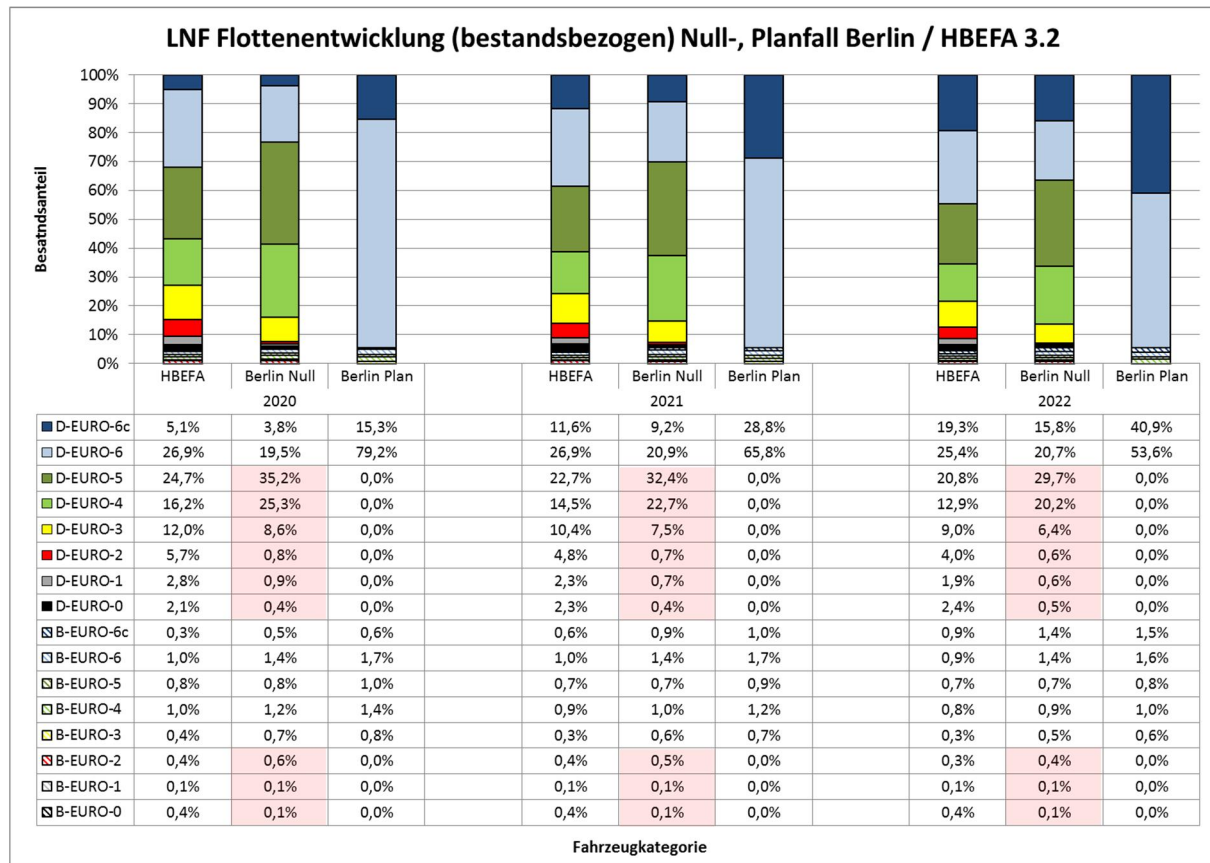


Abbildung 22: LNf Flottenentwicklung (bestandsbezogen) für Null- und Plan-Fall Berlin im Vergleich zu HBEFA 3.2

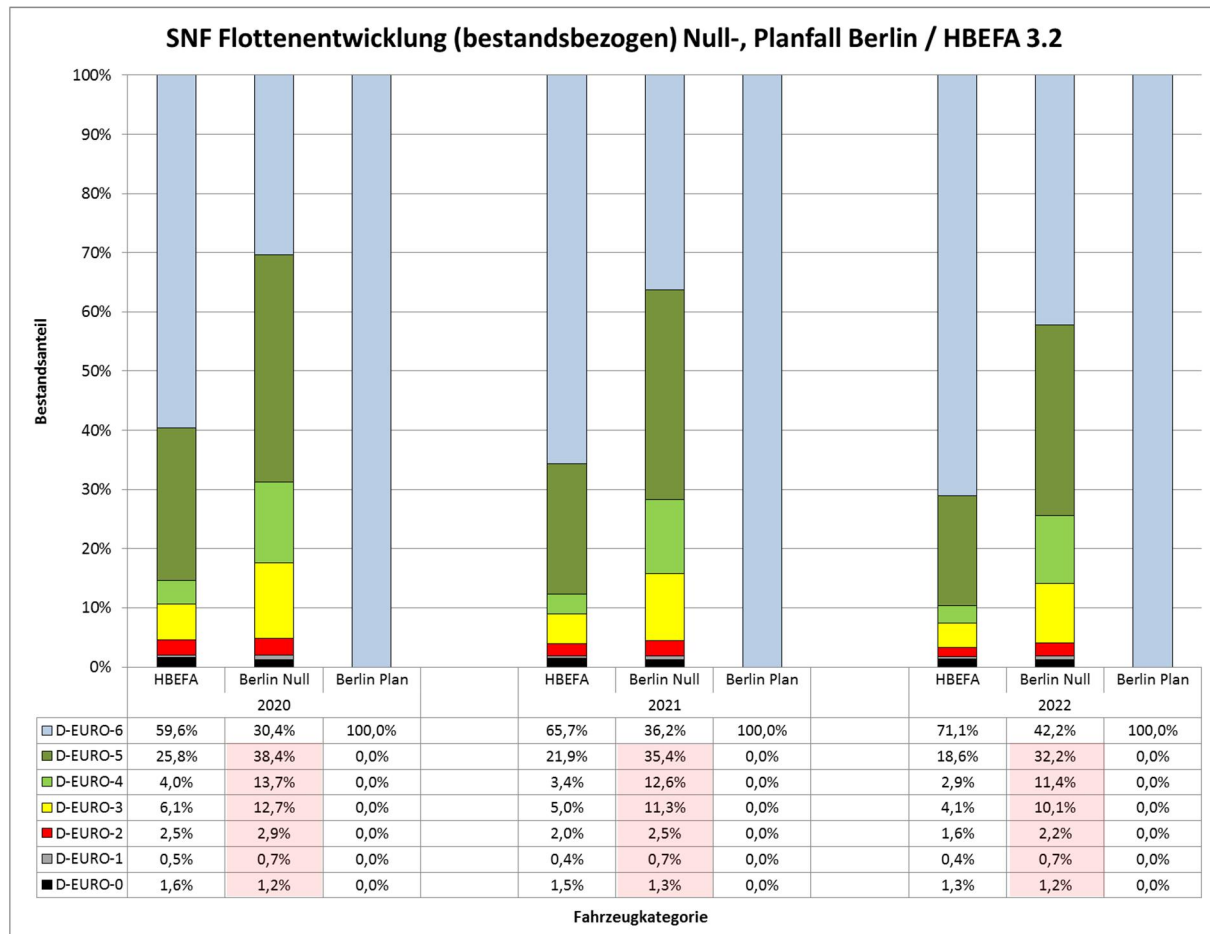


Abbildung 23: SNF Flottenentwicklung (bestandsbezogen) für Null- und Plan-Fall Berlin im Vergleich zu HBEFA 3.2

Analyse / Feststellungen zu Abbildung 21 - Abbildung 23

- Der Anteil der von einer Blauen Plakette betroffenen Berliner PKW liegt zwischen ca. 17 % im Jahre 2020 und 14 % im Jahre 2022 unter damit unter dem der mittleren deutschen Flotte aus HBEFA (ca. 24 % 2020 / 17 % 2022).
- Der Anteil der von einer Blauen Plakette betroffenen Berliner Nutzfahrzeuge liegt zwischen ca. 70 % im Jahre 2020 und ca. 60 % im Jahre 2022 unter damit über dem der mittleren deutschen Flotte aus HBEFA (LNF ca. 65 % 2020 / 52 % 2022, SNF ca. 40 % 2020 / 30 % 2022).

Die Berechnung der konkreten Fahrzeuganzahlen erfolgte entsprechend der Entwicklung des Berliner Fahrzeugbestands. Für eine Kostenabschätzung ist die Differenzierung nach privat und gewerblich genutzten Fahrzeugen notwendig. Dafür werden die entsprechenden

Berliner Statistiken des KBA⁶ genutzt. Die KBA-Statistik weist allerdings standardmäßig keine Bestandszahlen nach Haltergruppen und Fahrzeualter aus. Aus dem statistischen Neuzulassungsmarkt des KBA ist bekannt, dass keine Gleichverteilung gewerblicher PKW-Fahrzeualter vorliegt, gleichzeitig zeigen Sonderauswertungen (siehe **Abbildung 25**) sowie die „Statistik nach gewerblich und privat getrennten Neuzulassungen“ des KBA, dass ein hoher PKW-Fahrzeuganteil bereits nach wenigen Jahren erneuert wird. Genaue Angaben darüber, wie sich das mittlere Alter der gewerblich genutzten Pkw von dem der privat genutzten unterscheidet liegen jedoch nicht vor.

Zu LNF und SNF liegen in den standardmäßigen Statistiken des KBA keine Aussagen zur Unterscheidung von gewerblich und privat vor. Angaben darüber, inwieweit das mittlere Alter gewerblich genutzter Nutzfahrzeuge ebenso wie das der PKW tendenziell niedriger ist als das der privat genutzten Halter liegen nicht vor.

Aus diesen Gründen wurde im vorliegenden Gutachten keine Unterscheidung in der Altersstruktur privat und gewerblich genutzter Fahrzeuge angenommen. Damit wird die Anzahl der betroffenen gewerblich genutzten Fahrzeuge – zumindest die der PKW – überschätzt.

Wie in **Abbildung 24** dargestellt, liegt das Verhältnis gewerblicher und privater Neuzulassungen in etwa bei 60 / 40. Lediglich im Jahre 2009 gab es, durch die Umweltprämie bedingt, ein nahezu umgekehrtes Verhältnis.

⁶ http://www.kba.de/DE/Statistik/statistik_node.html

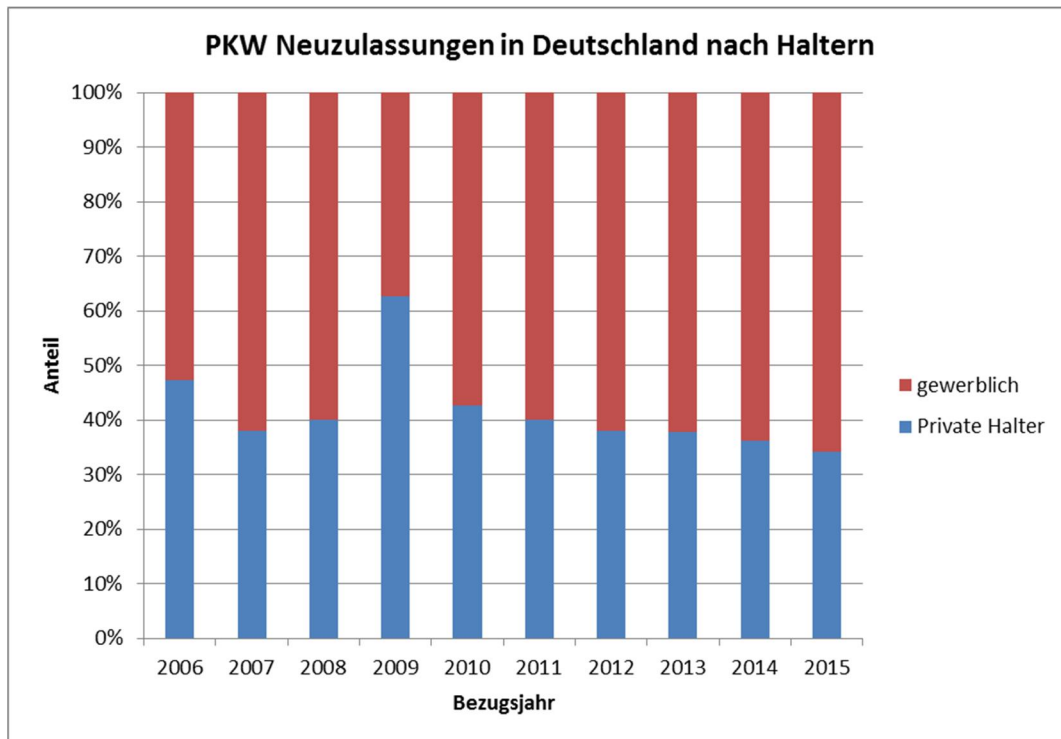


Abbildung 24: PKW-Neuzulassungen in Deutschland nach Haltergruppen

Die Neuzulassungen wirken sich natürlich auf die Altersverteilung aus.

In **Abbildung 25** ist einer Sonderauswertung des KBA zu entnehmen, dass nach fünf Jahren nur noch rund ca. 200.000 von den einst 1.1 Mio. PKW gewerblich genutzt werden: Die übrigen Fahrzeuge gingen danach als Gebrauchtwagen in private Nutzung über.

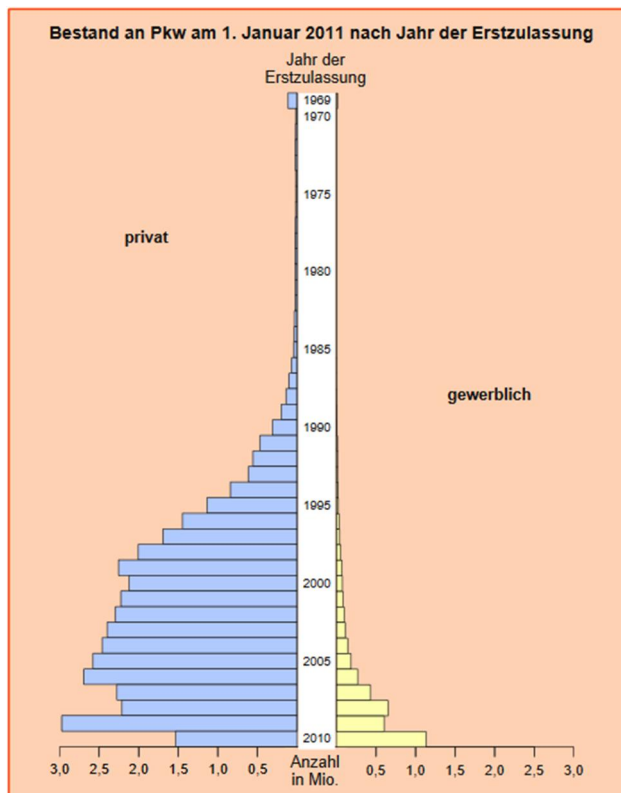


Abbildung 25: Alterspyramide der PKW in Deutschland am 01.01.2011⁷

Feststellungen/Analyse zu Abbildung 24 und Abbildung 25

- Der Anteil gewerblich genutzter PKW-Neuzulassungen ist höher als der der privat genutzten.
- Ein hoher Anteil gewerblich genutzter PKW wird bereits nach wenigen Jahren erneuert. Das mittlere Alter der gewerblich genutzten PKW ist demnach geringer als das der Privat-PKW - genaue Angaben über den Altersunterschied liegen nicht vor.
- Aus diesen Gründen wurde im vorliegenden Gutachten keine Unterscheidung in der Altersstruktur privat und gewerblich genutzter Fahrzeuge angenommen. Damit wird die Anzahl der betroffenen gewerblich genutzten Fahrzeuge – zumindest die der PKW – überschätzt.

⁷ http://www.kba.de/SharedDocs/Publikationen/DE/Statistik/Fahrzeuge/FZ/Fachartikel/alter_20110415.pdf?__blob=publicationFile&

Die Prognose der Fahrzeuganzahlen erfolgte auf Grundlage der Bestandsstatistik des KBA. Darin wird der Berliner Fahrzeugbestand getrennt nach PKW und LKW (LNF+SNF) sowie nach Haltergruppen für die Jahre 2011 – 2015 ausgewiesen (siehe **Abbildung 26**). Eine Differenzierung nach LNF und SNF wird in der Berliner Statistik nicht vorgenommen. Diese Unterscheidung des LKW-Bestands nach Größenklassen erfolgte nur in der deutschlandweiten Statistik (siehe **Abbildung 27**). Die Aufteilung der Berliner LKW wurde deshalb an Hand der deutschlandweiten Verteilung vorgenommen.

In **Null-Fall** ist die Entwicklung des LKW-Bestands in Berlin nach Haltergruppen und Größenklasse auf Basis des deutschlandweiten Anteile der LNF innerhalb der gewerblich sowie der privat genutzten LKW dargestellt.

Ausgehend von diesem Trend wurden die Berliner Fahrzeugbestandszahlen differenziert nach PKW, LNF und Haltergruppe für die Bezugsjahre 2020 – 2022 prognostiziert (siehe **Abbildung 29**).

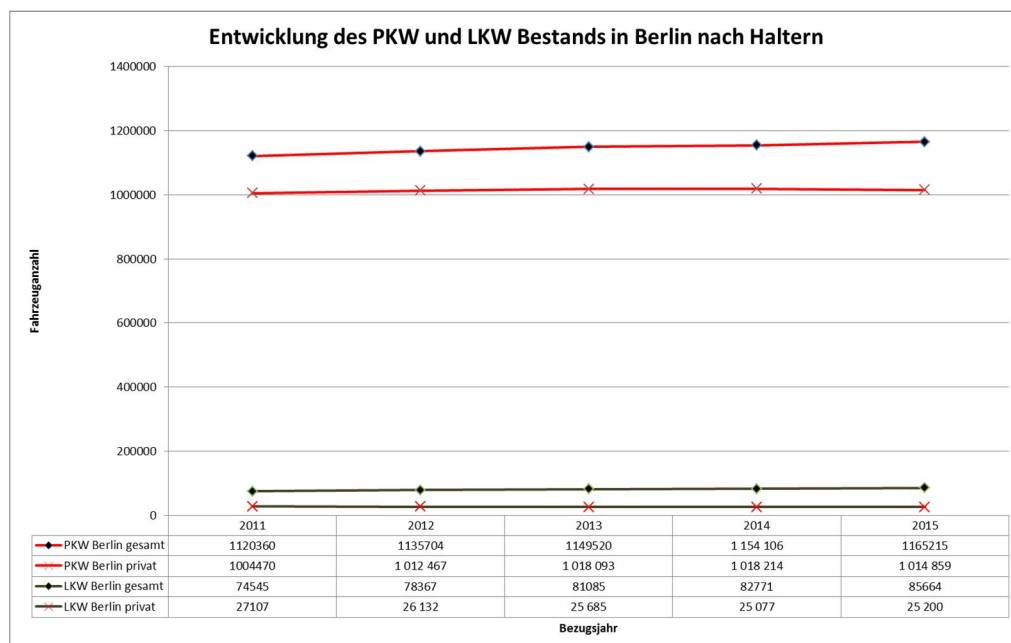


Abbildung 26: Entwicklung des PKW und LKW Bestands in Berlin nach Haltern, 2011 bis 2015

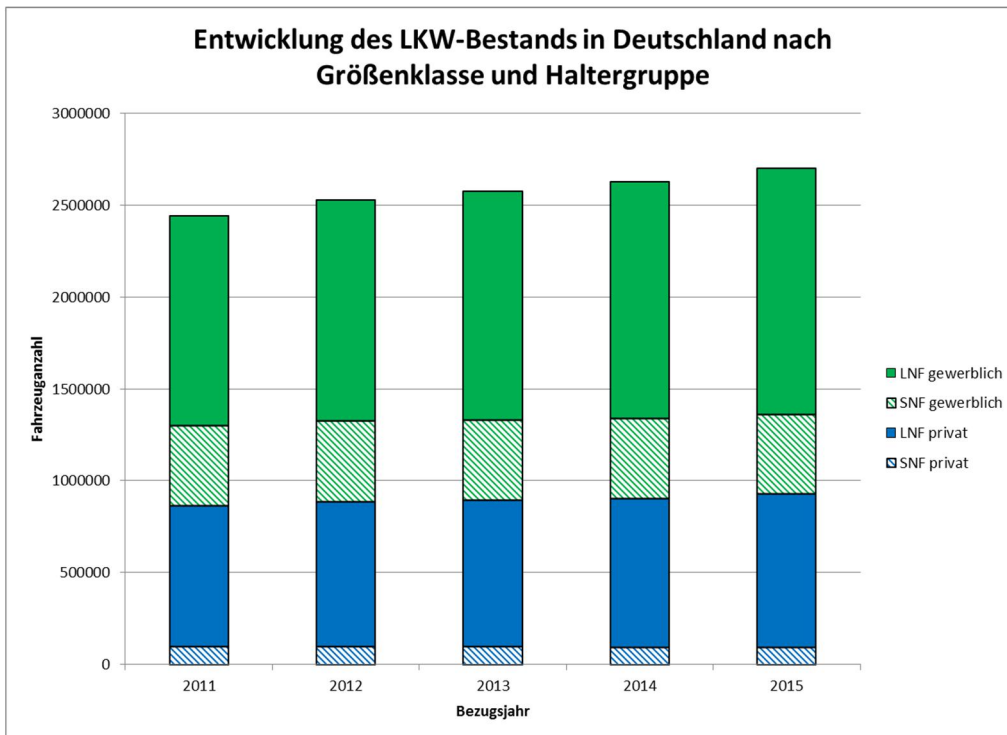


Abbildung 27: Entwicklung des LKW-Bestands in Deutschland nach Größenklasse und Haltergruppe, 2011 bis 2015

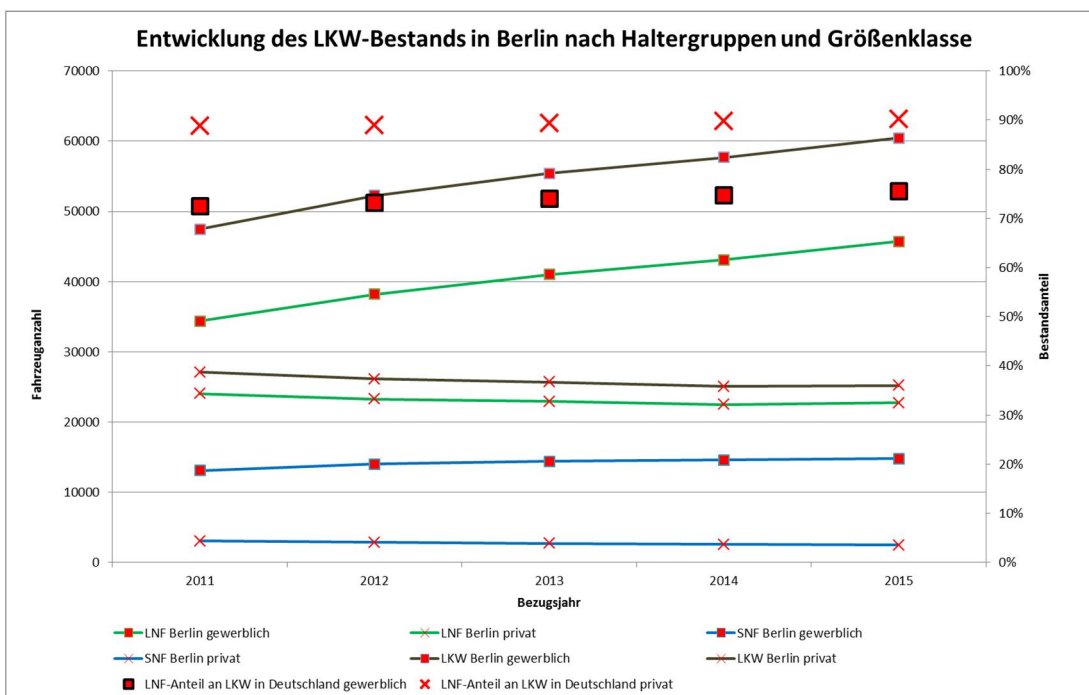


Abbildung 28: Entwicklung des LKW-Bestands in Berlin nach Haltergruppen und Größenklasse, 2011 bis 2015

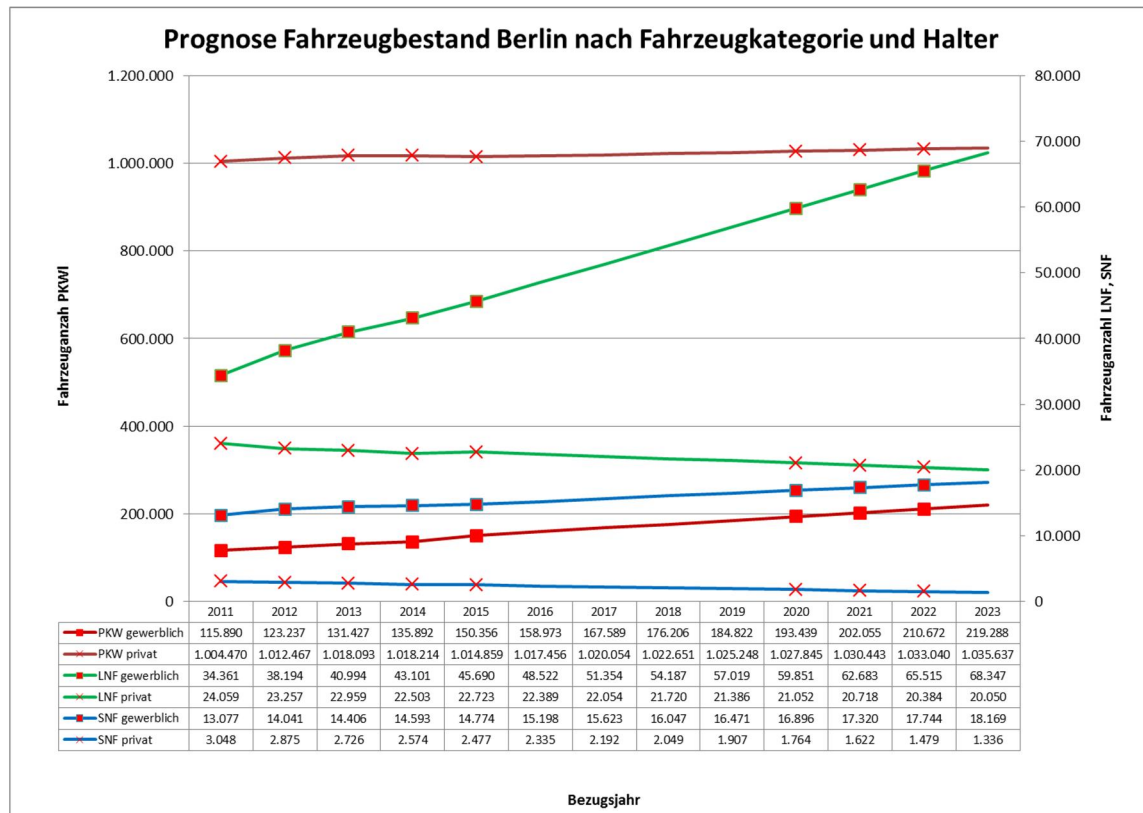


Abbildung 29: Prognose des Fahrzeugbestandes Berlin nach Fahrzeugkategorie und Halter bis zum Jahr 2023

Analyse / Feststellungen zu Abbildung 26 bis Abbildung 29

- Der Anteil der gewerblich genutzten Berliner PKW ist im Zeitraum 2011 – 2015 um ca. 30 % gestiegen, dem gegenüber ist der Anteil privat genutzter PKW in dieser Zeit nur um ca. 1 % gestiegen.
- Der Anteil der gewerblich genutzten Berliner LNF ist im Zeitraum 2011 – 2015 um ca. 33 % gestiegen, dem gegenüber ist der Anteil privat genutzter LNF in dieser Zeit um ca. 6 % gesunken.
- Der Anteil der gewerblich genutzten Berliner SNF ist im Zeitraum 2011 – 2015 um ca. 13 % gestiegen, dem gegenüber ist der Anteil privat genutzter SNF in dieser Zeit um ca. 19 % gesunken.

Die Verteilung der von einer Blauen Plakette betroffenen Fahrzeuge nach Emissionskonzept (und damit Alter) erfolgte auf Basis der in **Abbildung 21** bis **Abbildung 23** dargestellten Bestandsanteile sowie den in **Abbildung 29** dargestellten Fahrzeuganzahlen in den drei betrachteten Szenarien. Die von einer Blauen Plakette betroffenen PKW, LNF und SNF sind differenziert nach Emissionskonzept und Haltergruppe in **Abbildung 30** bis **Abbildung 32** sowie zusammengefasst in **Abbildung 33** und **Abbildung 34** dargestellt.

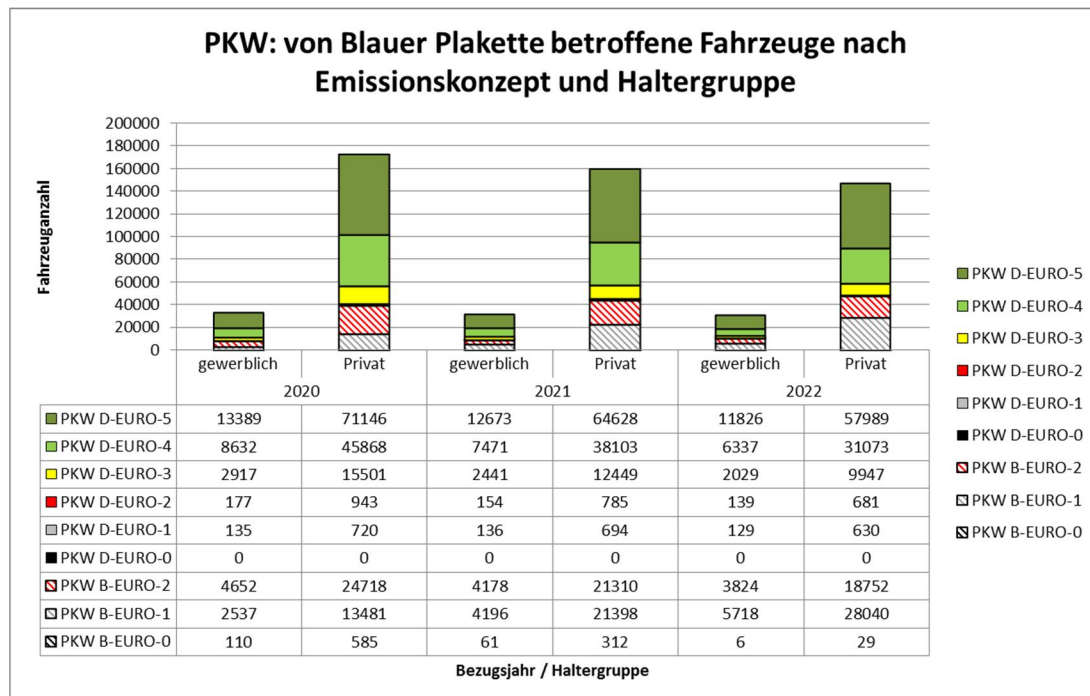


Abbildung 30: Von Blauer Plakette betroffene PKW nach Emissionskonzept und Haltergruppe

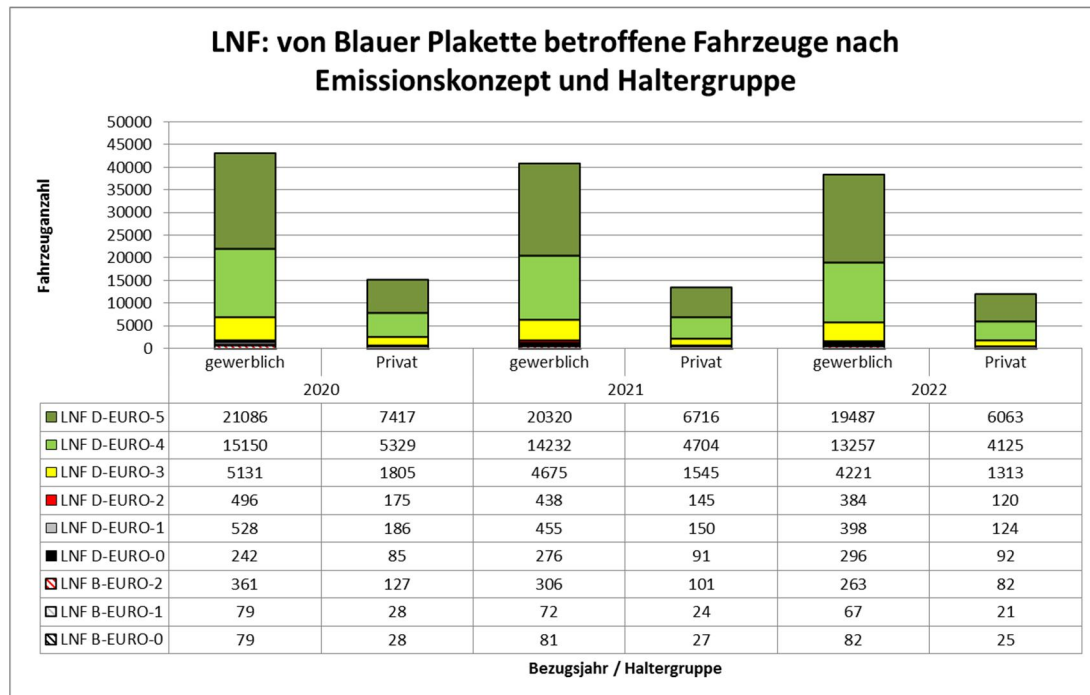


Abbildung 31: Von Blauer Plakette betroffene LNF nach Emissionskonzept und Haltergruppe

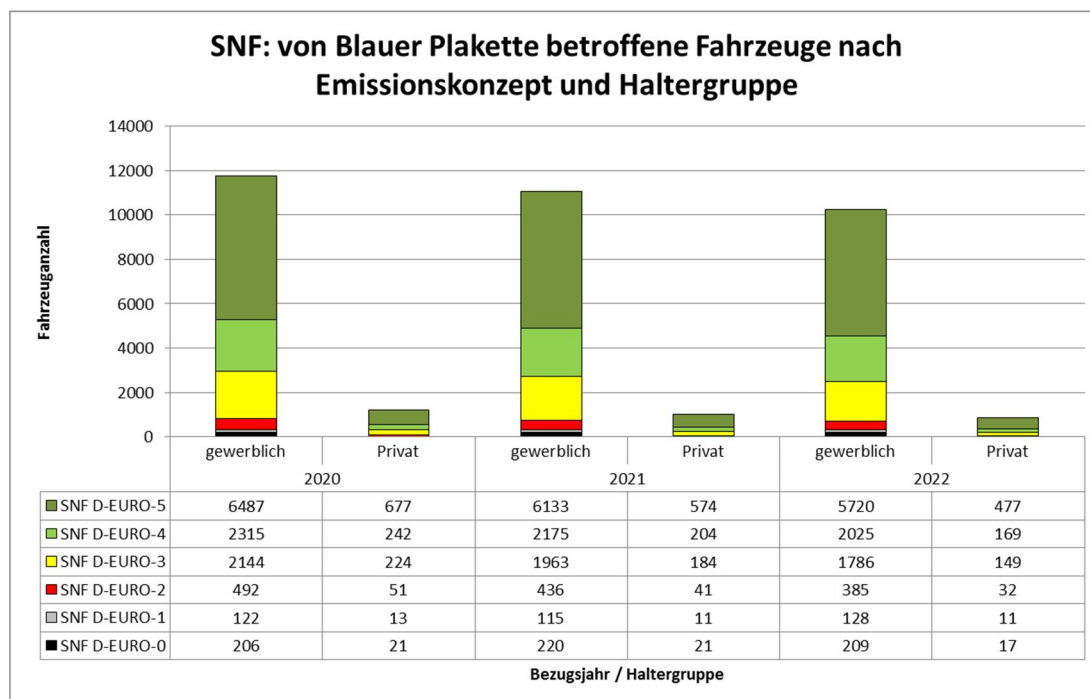


Abbildung 32: Von Blauer Plakette betroffene SNF nach Emissionskonzept und Haltergruppe

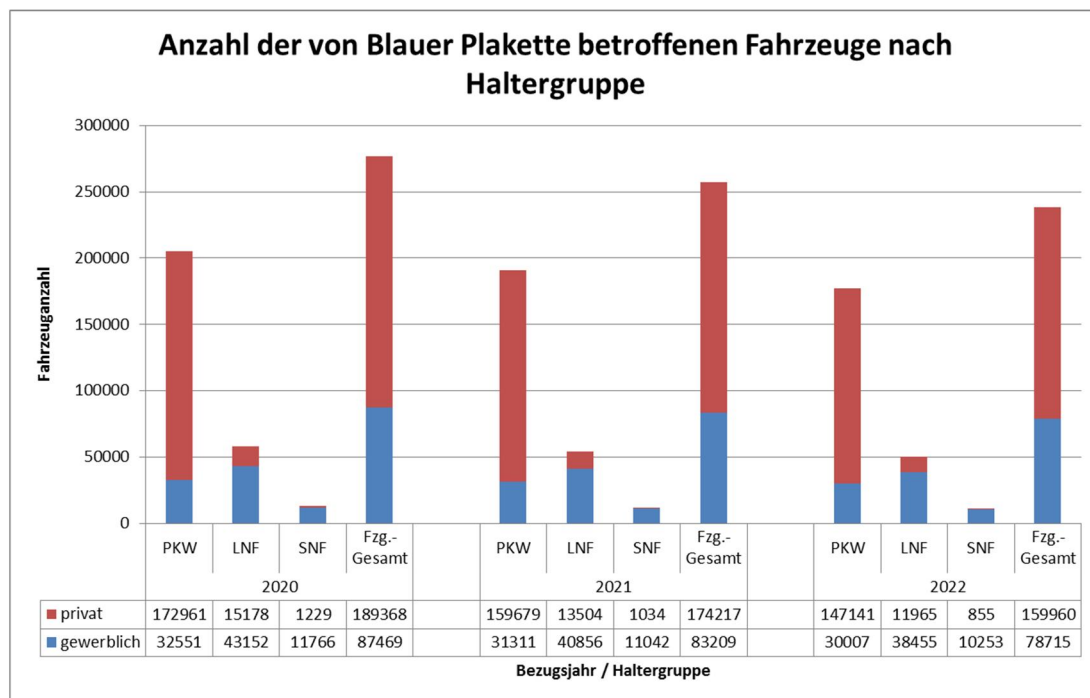


Abbildung 33: Anzahl der von Blauer Plakette betroffenen Fahrzeuge nach Haltergruppe

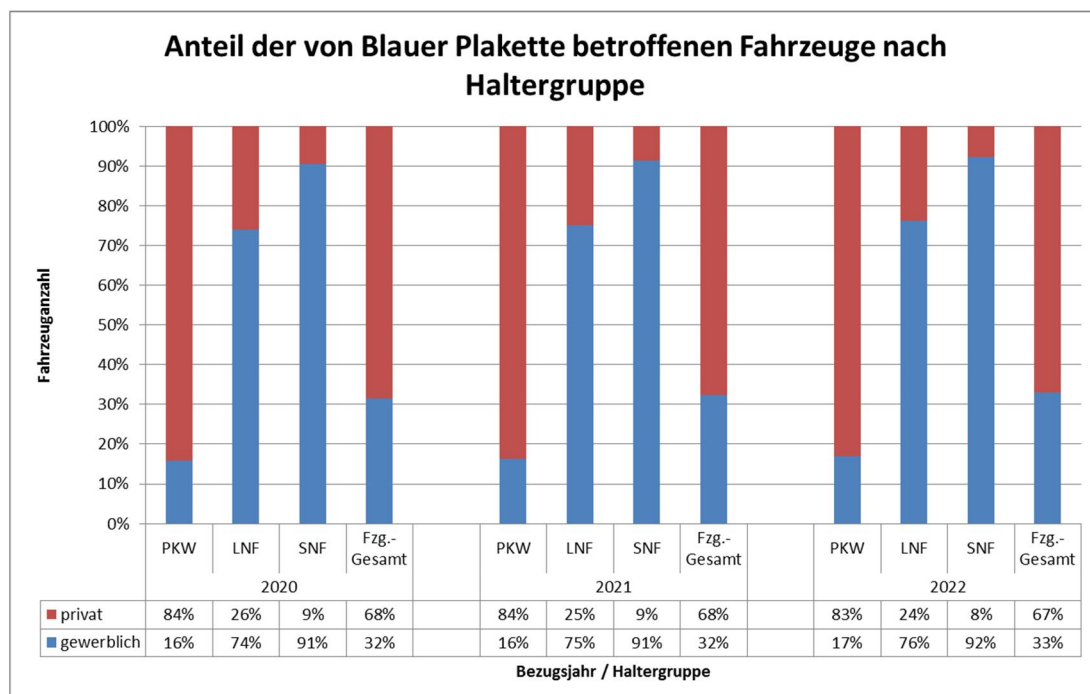


Abbildung 34: Anteil der von Blauer Plakette betroffenen Fahrzeuge nach Haltergruppe

Analyse / Feststellungen zu Abbildung 30 bis Abbildung 34

- Nach Abschätzung des gewerblich genutzten Fahrzeugbestands in Berlin wären im Jahre 2020 ca. 32500 PKW, 43000 leichte und ca. 12000 schwere Nutzfahrzeuge von der Einführung einer Blauen Plakette betroffen.
- Die Anzahl der betroffenen Fahrzeuge nimmt mit fortschreitender Zeit ab. Die Gesamtfahrzeuganzahl der betroffenen Fahrzeuge sinkt zwischen 2020 und 2022 von ca. 87.500 auf 78.700.
- Demnach wären ca. 17 % der PKW sowie 75 % der leichten und ca. 90 % der schweren Nutzfahrzeuge betroffen.

4.2 Abschätzung der Kosten

Bei der Entwicklung einer Kostenabschätzung wurde eng mit dem Dachverband DIHK und der IHK Berlin zusammengearbeitet. Ziel war es, für regionale und bundesweite Aussagen einen einheitlichen Kostenansatz zu wählen.

Annahmen

- Es ist keine Nachrüstung möglich → Kosten für Neuanschaffung.
- Die Ermittlung der Finanzierungskosten erfolgt entsprechend dem Abzinsungszins der letzten 7 Jahre für Laufzeiten für übliche Abschreibungsdauer der Neufahrzeuge (PKW und leichte Nutzfahrzeuge 2.4 Prozent (Abschreibungsdauer 6 Jahre), LKW und Busse 2.8 Prozent (Abschreibungsdauer 9 Jahre)).^{8,9}
- Der durchschnittliche Neuwagenpreis wird für PKW und LNF mit 30.000 €, für LKW mit 60.000 € angenommen. Der Fahrzeugrestwert wird davon abgezogen.

⁸ http://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/2000-12-15-afa-103.pdf?__blob=publicationFile&v=3

⁹ https://www.bundesbank.de/Redaktion/DE/Downloads/Statistiken/Geld_Und_Kapitalmaerkte/Zinssaetze_Renditen/abzinsungszinssaetze.pdf?__blob=publicationFile

- Bei der Berechnung des Fahrzeugrestwertes wird eine degressive Wertminderung von jährlich 17 Prozent angenommen (als Durchschnittsalter der Fahrzeuge wird das Jahr zwischen der Einführung der jeweiligen Typengenehmigung gewählt).
- Zudem erfolgt die Einrechnung einer Händlermarge beim Verkauf des Gebrauchtwagens in Höhe von 10 %.
- Für Überführung und Zulassung werden pauschal Kosten in Höhe von 500 € angenommen.

Entsprechend dieser Annahmen wurde zunächst der Restwert der Fahrzeuge berechnet. Für das Durchschnittsalter der Fahrzeuge wurde das Jahr zwischen der Einführung der jeweiligen EURO-Norm angenommen (siehe **Tabelle 2**).

EURO-Norm	Erstzulassung PKW	Erstzulassung LKW / Bus
EURO-1	1993 - 1996	1993 - 1996
EURO-2	1997 - 2000	1997 - 2001
EURO-3	2001 - 2005	2002 - 2006
EURO-4	2006 - 2010	2007 - 2009
EURO-5	2011 - 2014	2010 - 2013

Tabelle 2: Einführungsjahre der EURO-Normen

Entsprechend der angenommenen Neuwagenpreise und der jährlichen Wertminderung ergibt sich der in **Abbildung 35** dargestellte Wertminderungsverlauf. Ausgehend von dieser Wertminderung sowie der angenommenen Händlermargen und Überführungspauschalen ergeben sich für die betrachteten Szenarienjahre die in **Tabelle 3** dargestellten Fahrzeugrestwerte.

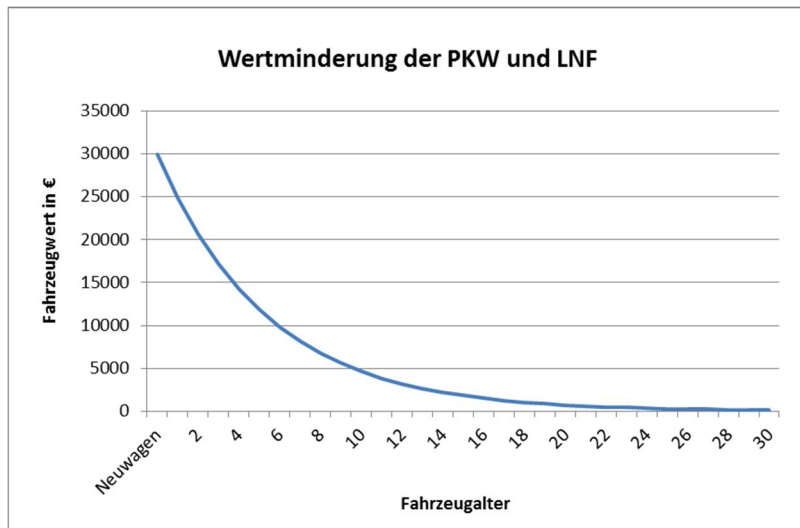


Abbildung 35: Wertminderung der PKW und LNF

EURO-Norm	Restwert in € / 2020		Restwert in € / 2021		Restwert in € / 2022	
	PKW, LNF	SNF	PKW, LNF	SNF	PKW, LNF	SNF
EURO-0	-	-	-	-	-	-
EURO-1	-	12	-	-	-	-
EURO-2	-	396	-	243	-	117
EURO-3	637	2239	444	1774	283	1387
EURO-4	2386	5272	1895	4291	1488	3476
EURO-5	5581	11662	4547	9595	3689	7879

Tabelle 3: Restwerte der von einer Blauer Plakette betroffenen Fahrzeuge

Entsprechend den o. g. Annahmen entstehen bei der Anschaffung der Neufahrzeuge ohne Berücksichtigung des Fahrzeugrestwertes die in **Tabelle 4** und **Tabelle 5** dargestellten Finanzierungskosten. Für die Berechnungen wurde der Restwert in den jeweiligen Szenarienjahren vom Neuwagenwerte abgezogen und die Finanzierungskosten für diesen Betrag berechnet.

Neuwagenwert	Abzinsungszinssatz	Abschreibungsjahr	Abschreibungsrate	Inkl. Abschreibungszins
30 000 €	2.40 %	1	5 000 €	4 883 €
		2	5 000 €	4 768 €
		3	5 000 €	4 657 €
		4	5 000 €	4 547 €
		5	5 000 €	4 441 €
		6	5 000 €	4 337 €
		Gesamt		27 633 €
		Finanzierungskosten		2 367 €

Tabelle 4: Angenommene Finanzierungskosten bei Neukauf eines PKW oder LNF

Neuwagenwert	Abzinsungszinssatz	Abschreibungsjahr	Abschreibungsrate	Inkl. Abschreibungszins
60 000 €	2.80 %	1	6 667 €	6 485 €
		2	6 667 €	6 308 €
		3	6 667 €	6 137 €
		4	6 667 €	5 969 €
		5	6 667 €	5 807 €
		6	6 667 €	5 649 €
		7	6 667 €	5 495 €
		8	6 667 €	5 345 €
		9	6 667 €	5 200 €
		Gesamt		52 395 €
		Finanzierungskosten		7 605 €

Tabelle 5: Angenommene Finanzierungskosten bei Neukauf eines SNF

Abbildung 36 zeigt die Anzahl der von einer Blauen Plakette in Berlin betroffenen Fahrzeuge und die daraus resultierenden Finanzierungskosten nach Fahrzeugkategorie und Szenarijahren.

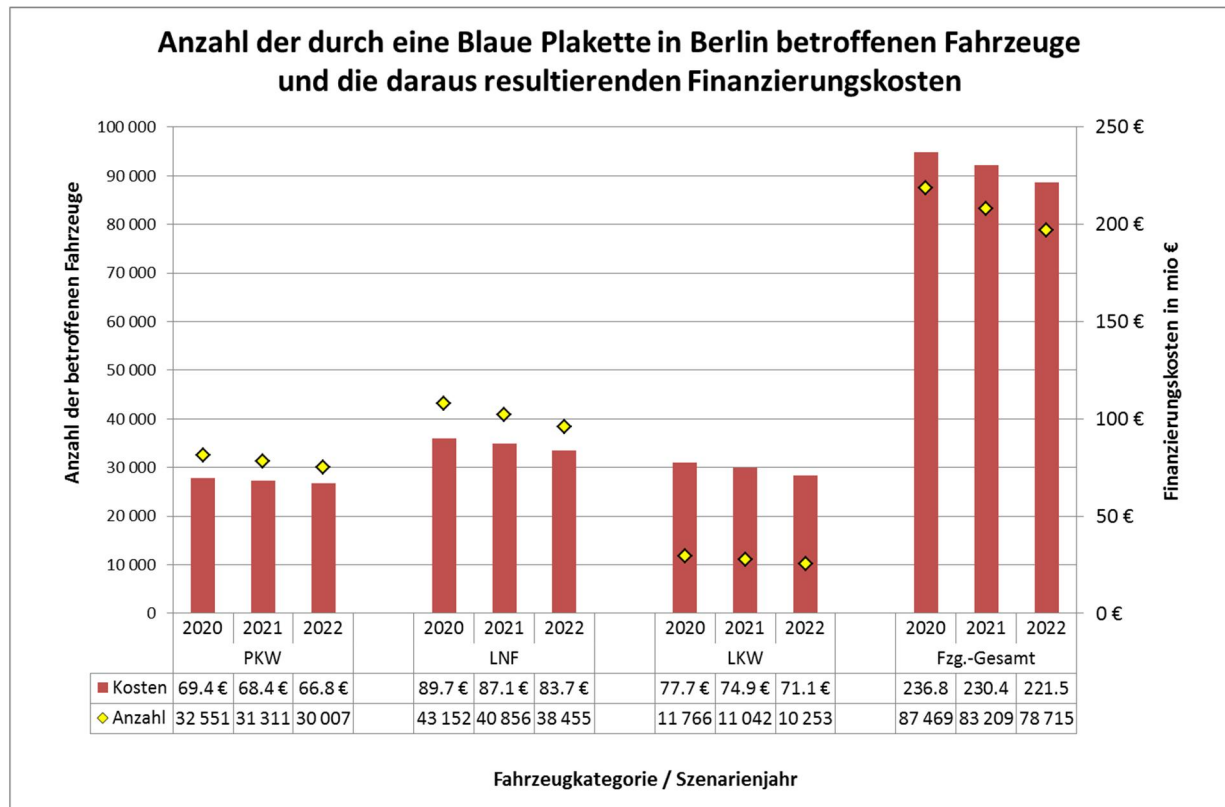


Abbildung 36: Anzahl der durch eine Blaue Plakette in Berlin betroffenen Fahrzeuge und die daraus resultierenden Finanzierungskosten

Analyse / Feststellungen zu Abbildung 36

- Die Finanzierungskosten betragen ohne Berücksichtigung des Restwertes für PKW und LNF 2367 € sowie für SNF 7605 € pro Fahrzeug.
- Die Gesamtfahrzeuganzahl der betroffenen Fahrzeuge sinkt zwischen 2020 und 2022 von ca. 87.500 auf 78.700. Die daraus resultierenden Finanzierungskosten werden abhängig vom Bezugsjahr der Einführung in diesem Zeitraum mit 236.8 Mio € (2020) bis 221.5 Mio € (2022) abgeschätzt.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Im vorliegenden Kurzgutachten werden die Auswirkungen der Einführung einer Blauen Plakette auf die Zusammensetzung der Berliner Fahrzeugflotte, die zu erwartenden Kosten und die möglichen Senkungen der NO₂-Belastung unter der Betrachtung verschiedener Szenarien aufgezeigt. Für die Szenarien „Blaue Plakette“ (Plan-Fall) werden die drei Einführungsjahre 2020, 2021 und 2022 betrachtet.

Die Berechnungen der Stickoxid-Emissionen - und letztlich auch der -Immissionen - erfolgten an den lufthygienisch relevanten Berliner Standorten Frankfurter Allee, Alt-Biesdorf, Mariendorfer Damm, Silbersteinstraße, Schildhornstraße sowie Leipziger Straße.

Flottenszenarien

Die Berechnungen der Flottenzusammensetzungen für die geplante Blaue Plakette erfolgten unter den folgenden Randbedingungen:

- Der Einführungsbenchmark für die blaue Plakette entsprechen EURO-6/VI-Diesel- und EURO-3/III-Benzin-Fahrzeuge.
- Zufahrtsbeschränkungen werden für die heutige Berliner Umweltzone angenommen.
- Die Bestands- und Fahrleistungsanteile der Diesel-PKW und -LNF bleiben konstant (d. h. Fahrzeughalter die vor Einführung der Blauen Plakette ein Dieselfahrzeug führen, tun dies auch weiterhin).
- Es erfolgt keine Nach- bzw. Umrüstung älterer Fahrzeuge.
- 100%ige Befolgsrate innerhalb der „Blauen-Plakette-Zone“, d. h. es wird das maximale Minderungspotenzial, das sich emissions- und immissionsseitig ergeben kann, ausgewiesen.

Die Berechnung der Flottenzusammensetzung zeigte, dass der Diesel-Fahrleistungsanteil in der PKW-Flottenzusammensetzung in allen Szenarienjahren sowohl im Null-Fall (Szenario ohne Blaue Plakette) als auch im Plan-Fall (Szenario mit Blauer Plakette) ca. 35 % beträgt und somit deutlich unter den 49 % - 55 % der bundesdeutschen PKW-Flotte aus HBEFA

liegt. Bei den LNF ist der Dieselanteil in Berlin und im bundesdeutschen Mittel mit jeweils ca. 96 % annähernd gleich groß.

Emissionsberechnung

Die Berechnung der Emissionen erfolgte auf der Basis der Berliner Flottenzusammensetzungen im Null- und Plan-Fall. Um ausschließlich die emissionsseitige Wirkung der Blauen Plakette aufzuzeigen wurden die weiteren emissionsrelevanten Eingangsgrößen „Verkehrsmenge“ und „Verkehrssituationen“ als konstant betrachtet.

Durch das „Ausschließen“ der Emissionskonzepte Benzin EURO-0 – EURO-2 sowie Diesel-EURO-0 bis EURO-5, die durch ihren hohen Emissionsfaktor in Kombination mit einem z.T. hohen Fahrleistungsanteil einen wesentlichen Anteil am Gesamt-PKW-Emissionsfaktor im Null-Fall haben, kommt es zu einer deutlichen Reduzierung des PKW-Emissionsfaktors. Dieser Effekt tritt auch bei den anderen Fahrzeugkategorien auf.

In einem aufgezeigten Beispiel beträgt der NO₂-Emissionsanteil der Diesel-EURO-4 und EURO-5-PKW am PKW-Flottenemissionsfaktor im Null-Fall in Summe ca. 60 %. Dementsprechend ist der PKW-Flottenemissionsfaktor für NO₂ im Plan-Fall um 47 % niedriger als im Null-Fall. Die PKW tragen im Beispiel ca. 50 % - 60 % sowie die LNF und SNF jeweils ca. 10 % - 15 % an den NO₂-Gesamtemissionen bei.

Immissionsberechnung

Die Abschätzung der immissionsseitigen Wirkung der Blauen Plakette auf die der NO₂-Konzentrationen erfolgte auf der Grundlage gemessener Jahresmittelwerte an den untersuchten Berliner Standorten mit dem Programm MOLA – „Modelstraße zur lufthygienischen Maßnahmenabschätzung“. Bei der Interpretation der Berechnungsergebnisse ist zu beachten, dass auf Grund der getroffenen Annahmen und Randbedingungen einzig und allein der Einfluss der Flottenzusammensetzung abgebildet wird. Streng genommen dürften also zunächst nur die relativen Änderungen in den Konzentrationen bewertet werden, da in allen Prognoseszenarien die verkehrlichen Eingangsdaten als konstant betrachtet wurden, d. h. keine Verkehrszu- oder -abnahmen, keine Änderungen des Schwerverkehrsanteils oder auch kei-

ne Änderungen der Verkehrssituationen angenommen werden. Darüber hinaus wird bei den aufgezeigten relativen Änderungen der Plan-Fall-Szenarien von einer 100%igen Befolgsrate innerhalb der „Blauen-Plaketten-Zone“ ausgegangen, sodass somit das maximale Minderungspotenzial aufgezeigt wird. Da auch die Hintergrundbelastung als konstant angenommen wurde, sind die relativen Änderungen ausschließlich auf die Änderungen in den Zusatzbelastungen, d. h. auf die verkehrsbedingten Konzentrationsänderungen zurückzuführen.

Unter diesen Randbedingungen ergaben sich folgende wesentliche Ergebnisse:

- Die veränderten Flottenzusammensetzungen können unter o. g. Randbedingungen insgesamt zu deutlichen Reduzierungen der NO₂-Konzentrationen führen.
- Bei Einführung einer Blauen Plakette im Jahre 2020 wären Konzentrationsreduzierungen zwischen 14 % und 28 % gegenüber dem Null-Fall möglich. Dies würde eine Abnahme der NO₂-Konzentrationen zwischen 5 µg und 17 µg bedeuten. Mit fortschreitender Zeit nimmt dieser Minderungseffekt tendenziell ab.
- Beim Vergleich der Null-Fall - mit den Plan-Fall-Szenarien zeigt sich bei allen betrachteten Straßenabschnitten, dass unabhängig vom festgesetzten Grenzwert durch die Einführung einer Blauen Plakette die möglichen NO₂-Minderungen im Jahre 2020 in der Größenordnung liegen, die im Null-Fall erst 10 Jahre später, im Jahre 2030, erreicht werden würden.

Um erste Abschätzungen vornehmen zu können, in welchem zeitlichen Horizont die NO₂-Konzentrationen an den Straßenabschnitten unterhalb des gesetzlich vorgeschriebenen Jahresmittelwertes von 40 µg/m³ sinken können, wurden die berechneten relativen Konzentrationsänderungen jeweils auf den gemessenen Jahresmittelwert des Referenzjahres 2015 übertragen.

Dabei konnte folgendes festgestellt werden:

- Bei Straßenabschnitten mit relativ geringen Grenzwertüberschreitungen können die NO₂-Belastungen bereits vor dem ersten Prognosejahr 2020 und auch ohne Einführung einer Blauen Plakette unterhalb des Grenzwertes liegen.

- In Abschnitten, in denen das Ausgangsniveau in der Größenordnung von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegt, können Grenzwertüberschreitungen im Null-Fall nicht ausgeschlossen werden. Die Einführung einer Blauen Plakette könnte bei diesen Abschnitten bereits im Jahre 2020 zu Konzentrationen führen, die deutlich unterhalb des Grenzwertes liegen würden.
- In Abschnitten, in denen das Ausgangsniveau in der Größenordnung von $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und darüber liegt, können die Grenzwerte selbst bei Einführung einer Blauen Plakette nicht eingehalten werden.

Kostenabschätzung

Zur Abschätzung der mit der Einführung einer Blauen Plakette verbundenen Kosten für die gewerblichen Berliner Fahrzeughalter wurden in einem ersten Schritt die Anzahlen der von einem Einfahrtverbot betroffenen Fahrzeuge berechnet. Betrachtet wurden dabei PKW sowie leichte und schwere Nutzfahrzeuge. Dies erfolgte unter der Annahme folgender Randbedingungen:

- Die Prognose der Fahrzeugbestandszahlen erfolgt für die drei betrachteten Bezugsjahre 2020 – 2022 durch lineare Extrapolation des Berliner Trends in den Jahren 2011-2015.
- Es erfolgt eine 100%ige Substitution der gewerblich genutzten PKW, LNF und LKW.
- Es wird eine Gleichverteilung der gewerblich und privat genutzten betroffenen Fahrzeuge bzgl. Alter (und damit Emissionskonzept) angenommen.

Dabei erfolgte keine Berücksichtigung der nach Berlin einfahrenden Pendler. Busse wurden ebenfalls nicht betrachtet.

Bei der Entwicklung einer Kostenabschätzung wurde eng mit dem Dachverband DIHK und der IHK Berlin zusammengearbeitet. Ziel war es, für regionale und bundesweite Aussagen einen einheitlichen Kostenansatz zu wählen. Dementsprechend wurden folgende Annahmen getroffen:

- Es ist keine Nachrüstung möglich → Kosten für Neuanschaffung.

- Der durchschnittliche Neuwagenpreis wird für PKW und LNF mit 30.000 €, für LKW mit 60.000 € angenommen. Der Fahrzeugrestwert wird davon abgezogen.
- Bei der Berechnung des Fahrzeugrestwertes wird eine degressive Wertminderung von jährlich 17 Prozent angenommen (als Durchschnittsalter der Fahrzeuge wird das Jahr zwischen der Einführung der jeweiligen Typengenehmigung gewählt).
- Zudem erfolgt die Einrechnung einer Händlermarge beim Verkauf des Gebrauchtwagens in Höhe von 10 %.
- Für Überführung und Zulassung werden pauschal Kosten in Höhe von 500 € angenommen.
- Die Ermittlung der Finanzierungskosten erfolgt entsprechend dem Abzinsungszins der letzten 7 Jahre für Laufzeiten für übliche Abschreibungsdauer der Neufahrzeuge (PKW und leichte Nutzfahrzeuge 2.4 Prozent (Abschreibungsdauer 6 Jahre), LKW 2.8 Prozent (Abschreibungsdauer 9 Jahre)).

Die unter diesen Annahmen durchgeführten Berechnungen ergaben, dass die Gesamtanzahl der von einer Blauen Plakette in Berlin betroffenen gewerblichen PKW und LKW zwischen 2020 und 2022 von ca. ca. 87.500 auf 78.700 sinkt. Die daraus resultierenden Finanzierungskosten werden je nach Einführungsjahr in diesem Zeitraum mit 236.8 Mio € (2020) bis 221.5 Mio € (2022) abgeschätzt.

Anmerkung zum Gutachten

Die durchgeführten Emissions- und damit auch Immissionsberechnungen basieren auf den Emissionsfaktoren des HBEFA 3.2. Nach Abschluss des Projektes wurde Ende April 2017 mit HBEFA 3.3 eine aktualisierte Version der Emissionsfaktorendatenbank veröffentlicht.

Darin wird bei den Diesel-EURO-4 bis EURO-6-PKW neben einer Korrektur der Basisemissionsfaktoren auch die Berücksichtigung eines Temperatureinflusses vorgenommen. Bei der deutschen Jahresmitteltemperatur von ca. 10°C sind die Emissionsfaktoren der Diesel-PKW um 17% bei EURO-4, 34% bei EURO-5 und 40% bei EURO-6 höher als die Basis-Emissionsfaktoren.

Die qualitativen Aussagen zu den lufthygienischen Wirkungen der Umweltzonen bleiben davon unberührt: das Emissions- und Immissionsminderungspotenzial einer Blauen Plakette ist

nach wie vor groß. Die absolute Höhe der Reduzierungen kann sich jedoch bei Verwendung der aktualisierten Emissionsfaktoren aus HBEFA 3.3. ändern.