

**Lufthygienische Untersuchung im Rahmen der Aufstellung des
Vorhabenbezogenen Bebauungsplans 2-35b VE
im Bezirk Friedrichshain-Kreuzberg von Berlin**

B E R I C H T K Ö P 22.139.01 H

Auftraggeber: TREI Real Estate Deutschland GmbH & Co. KG
Klaus-Bungert-Straße 5b
40468 Düsseldorf

Der Bericht besteht aus 59 Textseiten.

Die Ergebnisse dürfen nicht auf andere Untersuchungsgegenstände übertragen werden. Der Bericht darf nur vollständig vervielfältigt oder veröffentlicht werden. Auszüge dürfen nur mit unserer Zustimmung verwendet werden.

Berlin, 10.05.2023

bearbeitet:



Dr.-Ing. Manfred Jobstvogt

geprüft:



Dipl.-Umweltwiss. J. C. Passow

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Planungsrechtliche und örtliche Situation sowie Aufgabenstellung	6
1.1	Planungsabsichten und Vorhabenbezogener Bebauungsplan 2-35b VE	6
1.2	Planungsrechtliche und örtliche Situation.....	9
1.2.1	Planungsrechtliche Situation in angrenzenden Bereichen	9
1.2.2	Örtliche Situation	14
1.3	Aufgabenstellung für die lufthygienische Untersuchung.....	17
2	Rechtliche Grundlagen und betrachtete Luftschadstoffe	19
2.1	Anforderungen zur Lufthygiene im Rahmen der Bauleitplanung	19
2.2	Luftschadstoffe aus Verbrennungsmotoren	19
2.2.1	Stickstoffoxide	20
2.2.2	Feinstaub PM10 und PM2,5.....	20
2.2.3	Weitere Luftschadstoffe	20
2.3	Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV	21
3	Technische Grundlagen.....	23
3.1	Bestimmung der Luftschadstoffemissionen des Kfz-Verkehrs	23
3.1.1	Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs	23
3.1.2	Verkehrssituationen	24
3.1.3	Verkehrszustände	25
3.1.4	Kaltstartmodellierung.....	26
3.1.5	Flottenzusammensetzung	27
3.1.6	Feinstaubemissionen durch Aufwirbelung und Abrieb (AWAR).....	28
3.2	Bestimmung der Luftschadstoffemissionen des Schiffsverkehrs	28
3.3	Berechnung der Windfelder und der Luftschadstoffimmissionen – Modellbeschreibung MISKAM	28
3.4	Ermittlung der Kenngrößen der Luftschadstoffbelastung.....	29
3.4.1	Jahresmittelwerte und Kurzzeitwerte.....	29
3.4.2	Ermittlung des Jahresmittelwerts für NO ₂	30
4	Eingangsdaten der Berechnungen.....	31
4.1	Straßenverkehrsemissionen.....	31
4.1.1	Eingangswerte für den Kfz-Verkehr	31
4.1.2	Luftschadstoffemissionen der Straßenabschnitte als Eingangsdaten der Ausbreitungsrechnung	33
4.2	Schiffsverkehrsemissionen.....	34
4.3	Meteorologische Daten	35
4.4	Luftschadstoff-Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet	37

5	Berechnungsmodell und Ausbreitungsrechnung	38
5.1	Untersuchungsfälle der Luftschadstoffberechnungen.....	38
5.2	Rechengebiet und Modelleinstellungen im Programm MISKAM	38
5.3	Berechnungsmodelle	40
6	Ergebnisse und Diskussion.....	42
6.1	Ergebnisse der Windströmungs-Modellierung	42
6.1.1	Strömungsbedingungen im Bestand und Auswirkungen der geplanten Gebäude ..	42
6.2	Luftschadstoffimmissionen im Untersuchungsgebiet	45
6.2.1	Allgemeines und Berechnungshöhen.....	45
6.2.2	Darstellung der Ergebnisse als Schadstoffkarten.....	45
6.2.2.1	NO ₂ -Immissionen.....	47
6.2.2.2	PM10-Immissionen.....	50
6.2.2.3	PM2,5-Immissionen.....	52
6.2.3	Bewertung der Ergebnisse in Bezug auf die Ziele der Luftreinhalteplanung	54
7	Zusammenfassung.....	55
8	Quellenverzeichnis	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Vorhaben K 11/12 –Visualisierung Köpenicker Straße/Spreefenster (Bild oben) und Spreeseite (Bild unten).....	7
Abbildung 2:	Luftbild.....	8
Abbildung 3:	Entwurf der Planzeichnung zum Vorhabenbezogenen Bebauungsplan 2-35b VE	9
Abbildung 4:	Ausschnitt des Baunutzungsplans von Berlin 1961	10
Abbildung 5:	Übersichtsplan Bebauungspläne	10
Abbildung 6:	Auszüge der Planzeichnungen zu den Bebauungsplänen 2-7 (Bild links) und VI-146 (Bild rechts)	11
Abbildung 7:	Planzeichnung des Vorhabenbezogenen Bebauungsplans 2-35aVE	12
Abbildung 8:	Vorhaben K 14. Vogelperspektive	13
Abbildung 9:	Planungsrechtliche Ausgangssituation im Untersuchungsgebiet.....	14
Abbildung 10:	Wohngebäude Köpenicker Straße 10a (Nordosten).....	15
Abbildung 11:	Wohngebäude Köpenicker Straße 10a (Osten)	15
Abbildung 12:	Grundstück Köpenicker Straße 11/12 (Süden).....	15
Abbildung 13:	Grundstück Köpenicker Straße 11/12 (Norden).....	15
Abbildung 14:	Wohngebäude Köpenicker Straße 10a (Norden)	15

Abbildung 15: Wohngebäude Köpenicker Straße 10 (Norden)	15
Abbildung 16: Wohngebäude Köpenicker Straße 183/Oberstufenzentrum Zeughof- straße 26 im Bild rechts oben (Osten)	16
Abbildung 17: Zeughofstraße 1 / Büroflügel des Zeughofs (Süden)	16
Abbildung 18: Köpenicker Straße südlich des Plangebiets und Wohngebäude Köpenicker Straße 178/179 (Westen)	16
Abbildung 19: Köpenicker Straße südöstlich des Plangebiets (Osten)	16
Abbildung 20: Köpenicker Straße südwestlich des Plangebiets (Osten)	17
Abbildung 21: Wohngebäude Mühlenstraße 60 nördlich der Spree (Norden).....	17
Abbildung 22: Spree (Osten).....	17
Abbildung 23: Fahrgastschiff auf der Spree – Videobild (Norden)	17
Abbildung 24 Übersicht der Verkehrssituationen gemäß HBEFA 4.2 mit englischen und deutschen Bezeichnungen sowie den Codierungen im Programm IMMIS ^{em/luft}	25
Abbildung 25: Relative Häufigkeit der Windrichtungen ehem. DWD-Station Berlin-Tegel, repräsentatives Jahr 2016.....	35
Abbildung 26: Relative Häufigkeit der Windrichtungen der ehem. DWD-Station Berlin-Tegel, repräsentatives Jahr 2016 – klassifizierte Ansicht mit 24 Sektoren à 15°	36
Abbildung 27: Lageskizze des MISKAM-Rechengebiets für den Prognoseplanfall	39
Abbildung 28: 3D-Ansicht des Berechnungsmodells für die Istsituation	40
Abbildung 29: 3D-Ansichten des Berechnungsmodells für den Prognoseplanfall (Bild oben) und den Prognoseplanfall (Bild unten)	41
Abbildung 30: Ergebnisse der MISKAM-Windfeldberechnung für die Istsituation	43
Abbildung 31: Ergebnisse der MISKAM-Windfeldberechnung für den Prognoseplanfall (Bild oben) und den Prognoseplanfall (Bild unten)	44
Abbildung 32: Zeichenerklärung für die Schadstoffkarten	46
Abbildung 33: Karte der räumlichen Verteilung der Luftschadstoffimmissionen in der Istsituation – Jahresmittelwerte der NO ₂ -Konzentrationen (Gesamt- belastung) in 1-2 m Höhe ü. Gr.....	47
Abbildung 34: Karten der räumlichen Verteilung der Luftschadstoffimmissionen im Prognoseplanfall (Bild oben) und im Prognoseplanfall (Bild unten) – Jahresmittelwerte der NO ₂ -Konzentrationen (Gesamtbelastung) in 1-2 m Höhe ü. Gr.	48
Abbildung 35: Differenzkarte der Luftschadstoffimmissionen im Prognoseplanfall (PPF) im Vergleich zum Prognoseplanfall (PNF) – Differenz der Jahresmittelwerte der NO ₂ -Konzentrationen in 1-2 m Höhe ü. Gr.	49

Abbildung 36: Karte der räumlichen Verteilung der Luftschadstoffimmissionen im Prognosenullfall (Bild oben) und im Prognoseplanfall (Bild unten) – Jahresmittelwerte der PM10-Konzentrationen (Gesamtbelastung) in 1-2 m Höhe ü. Gr.	51
Abbildung 37: Karte der räumlichen Verteilung der Luftschadstoffimmissionen im Prognosenullfall (Bild oben) und im Prognoseplanfall (Bild unten) – Jahresmittelwerte der PM2,5-Konzentrationen (Gesamtbelastung) in 1-2 m Höhe ü. Gr.	53

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit gemäß der 39. BImSchV	21
Tabelle 2: Ausgangswerte des Kfz-Verkehrs der berücksichtigten Straßen in der Istsituation, im Prognosenullfall und im Prognoseplanfall	33
Tabelle 3: Ausgangswerte der Emissionsberechnungen für den Kfz-Verkehr und Emissionsmassenströme der Luftschadstoffe in der Istsituation 2022 sowie im Prognosenullfall und -planfall 2025	34
Tabelle 4: NO _x -, NO ₂ -, PM10- und PM2,5-Hintergrundbelastungen als Jahresmittelwerte im Untersuchungsgebiet.....	37

1 Planungsrechtliche und örtliche Situation sowie Aufgabenstellung

1.1 Planungsabsichten und Vorhabenbezogener Bebauungsplan 2-35b VE

Die TREI Real Estate Deutschland GmbH & Co. KG beabsichtigt den Neubau eines Wohn- und Geschäftshauses auf ihrem Grundstück Köpenicker Straße 11/12 (im Weiteren abgekürzt mit K 11/12).

Für das Vorhaben liegt eine Planung des Büros Tchoban Voss Architekten GmbH vor (/40/; s. Abbildung 1), die eine kammartige Gebäudestruktur mit einem zur Spree hin offenen Hof vorsieht.

Gemäß Vorhabenbeschreibung soll auf dem ca. 6.000 m² großen Grundstück ein Gebäude mit gewerblichen Nutzungen im Erdgeschoss, ca. 170 Mietwohnungen im Erdgeschoss und in den Obergeschossen sowie einer eingeschossigen privat genutzten Tiefgarage mit ca. 60 Stellplätzen, Lager- und Technikflächen im Untergeschoss errichtet werden. Weiterhin vorgesehen sind eine Kita und ggf. gemeinwohlorientierte Nutzungen sozialer bzw. kultureller Art. Entlang der Köpenicker Straße und in den Seitenflügeln sowie im nordöstlichen Eckbereich des Grundstücks sind jeweils sieben Vollgeschosse geplant, die durch ein von der Fassade zurückspringendes Staffelgeschoss ergänzt werden. Zum Spreeufer hin ausgerichtet wird im Hofbereich eingeschossige Wohnbebauung geplant. Zwischen den beiden o. g. siebengeschossigen Gebäudeteilen ist dreigeschossige Wohnbebauung vorgesehen.

Auf dem sich westlich anschließenden Grundstück Köpenicker Straße 14 beabsichtigt die Zapf K 14 Grundstücksgesellschaft mbH u. a. ca. 280 Wohneinheiten (WE) zu errichten (im Weiteren abgekürzt mit K 14). Zur Realisierung wurde der Vorhabenbezogene Bebauungsplan 2-35a VE /26/ aufgestellt, der seit dem 15.08.2022 rechtswirksam ist (s. Kapitel 1.2).



Abbildung 1: Vorhaben K 11/12 – Visualisierung Köpenicker Straße/Spreefenster (Bild oben) und Spreeseite (Bild unten)

Zur Umsetzung des Vorhabens ist die Aufstellung eines Bebauungsplans erforderlich. Das Bezirksamt Friedrichshain-Kreuzberg von Berlin hat am 07.08.2012 die Aufstellung des Bebauungsplans 2-35b beschlossen. Am 17.06.2014 wurde der Beschluss zur Umstellung auf einen Vorhabenbezogenen Bebauungsplan (2-35b VE) gefasst. Der räumliche Geltungsbereich (im Weiteren mit **Plangebiet**¹ bezeichnet) befindet sich zwischen der Spree im Norden, dem bebauten Grundstück Köpenicker Straße 10a im Osten, der Köpenicker Straße im Süden und dem Grundstück Köpenicker Straße 14 im Westen.

Abbildung 2 zeigt die Lage des Plangebiets in einem Luftbild.



Abbildung 2: Luftbild (Quelle: /11/; ungefähre Lage des Plangebiets markiert durch eine weiß-gestrichelte Linie)

Der Entwurf der Planzeichnung (/25/; s. Abbildung 3) sieht u. a. folgende Festsetzungen vor:

- urbanes Gebiet (MU) mit einer Geschossfläche von 19.000 m² als Höchstmaß und Festsetzungen zur zulässigen Höhe der Oberkante (OK) baulicher Anlagen für die einzelnen überbaubaren Grundstücksflächen
- Umgrenzung einer Fläche für Tiefgaragen mit einem Geschoss
- öffentliche Grünfläche mit der Zweckbestimmung "Ufergrünzug mit Spielplatz" im Nahbereich der Spree
- Straßenverkehrsfläche für einen Teilbereich der Köpenicker Straße

¹ Sofern in der vorliegenden Untersuchung von **Plangebiet** gesprochen wird, ist damit immer der räumliche Geltungsbereich des Vorhabenbezogenen Bebauungsplans 2-35b VE gemeint.

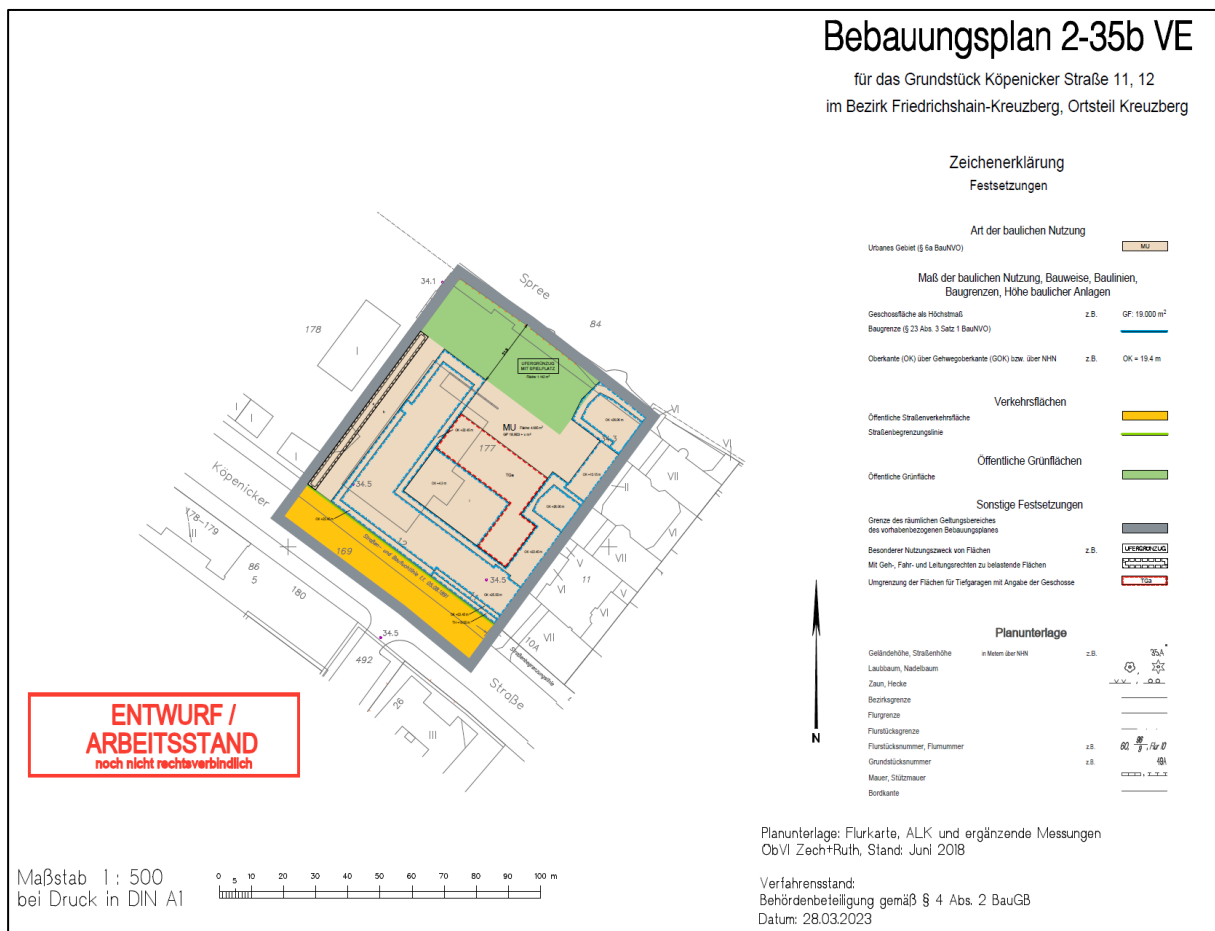


Abbildung 3: Entwurf der Planzeichnung zum Vorhabenbezogenen Bebauungsplan 2-35b VE

1.2 Planungsrechtliche und örtliche Situation

1.2.1 Planungsrechtliche Situation in angrenzenden Bereichen

In dem für das Grundstück planungsrechtlich verbindlichen Baunutzungsplan i. V. m. den planungsrechtlichen Bestimmungen der Bauordnung Berlin 1958 /14/ sind der für die Bebauung vorgesehene Bereich ebenso wie die östlich und westlich gelegenen Nachbargrundstücke als reine Arbeitsgebiete dargestellt (s. Abbildung 4). Übergeleitet entspräche dies Industriegebieten gemäß aktueller Baunutzungsverordnung (BauNVO /3/).

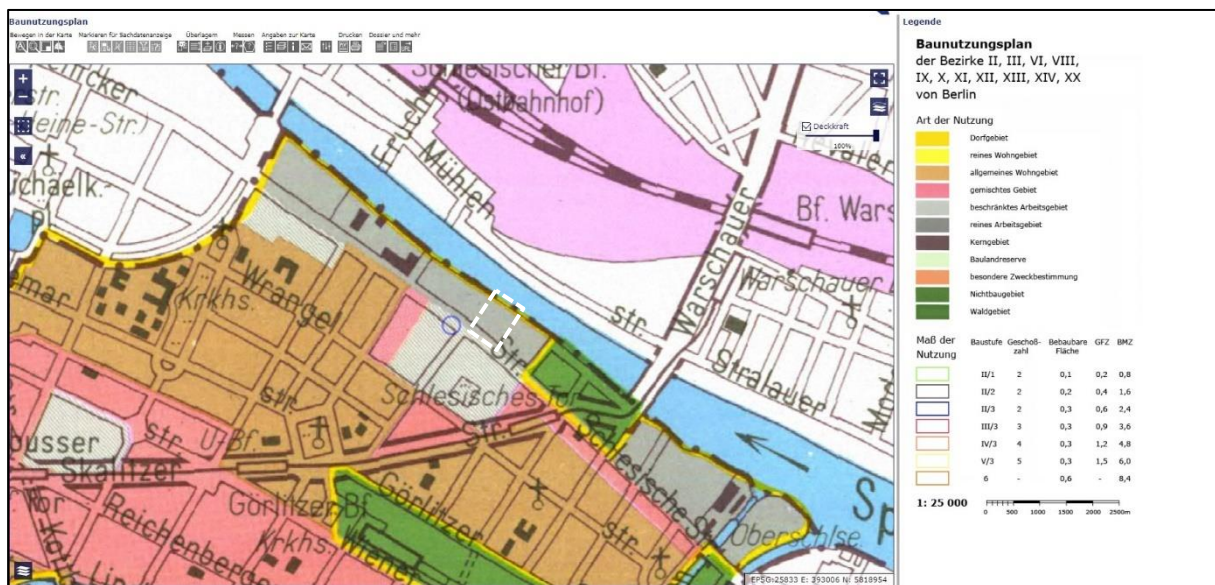


Abbildung 4: Ausschnitt des Baunutzungsplans von Berlin 1961 (Quelle: /11/; ungefähre Lage des Plangebiets markiert durch eine weiß-gestrichelte Linie)

Die Abbildung 5 zeigt in einem Übersichtsplan die Geltungsbereiche festgesetzter und im Verfahren befindlicher Bebauungspläne bzw. vorhabenbezogener Bebauungspläne im Umfeld des Plangebiets sowie den räumlichen Geltungsbereich des Plangebiets selbst.

Bebauungspläne, vorhabenbezogene Bebauungspläne (Geltungsbereiche)

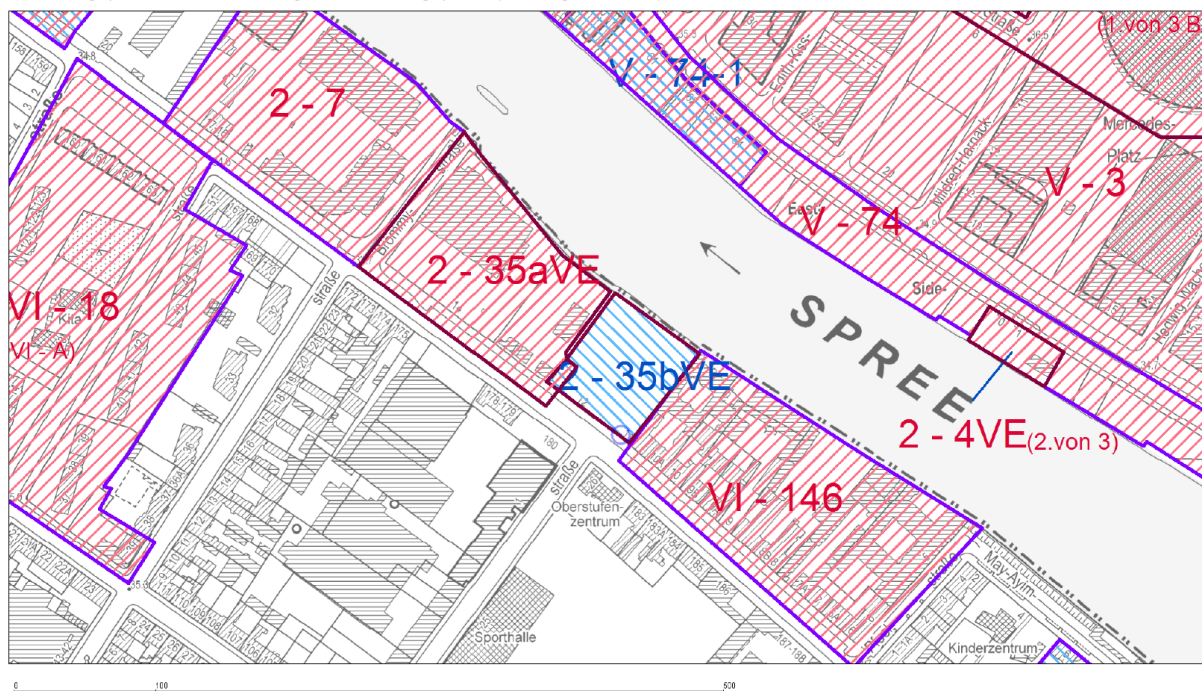


Abbildung 5: Übersichtsplan Bebauungspläne (Quelle: /11/)

Mit den beiden Bebauungsplänen 2-7 (/24/; räumlicher Geltungsbereich zwischen Spree, Brommystraße und Köpenicker Straße) und VI-146 (/22/; räumlicher Geltungsbereich zwischen Spree, Pfulstraße, Köpenicker Straße und Plangebiet) wurde zwischen Köpenicker Straße und Spree u. a. jeweils ein Mischgebiet festgesetzt.



Abbildung 6: Auszüge der Planzeichnungen zu den Bebauungsplänen 2-7 (Bild links) und VI-146 (Bild rechts)

Der Bereich südlich der Köpenicker Straße und südlich des Vorhabenstandorts zwischen dem östlichen Rand des räumlichen Geltungsbereichs des Bebauungsplans VI-18 und der Skalitzer Straße ist im Wesentlichen städtebaulich noch nicht geordnet. Der Baunutzungsplan von Berlin weist hier sowohl allgemeine Wohngebiete als auch Mischgebiete und beschränkte Arbeitsgebiete aus (s. Abbildung 4).

Gegenüber dem Vorhabengrundstück und nördlich der Spree stellt sich die planungsrechtliche Ausgangssituation wie folgt dar:

➤ zwischen Spree und Mühlenstraße

Mit dem Bebauungsplan V-39 /20/ wurde eine Grünfläche mit der Zweckbestimmung "Öffentliche Parkanlage mit öffentlichem Spielplatz" festgesetzt.

Der Bebauungsplan V-74 /21/ weist für die Grundstücke Mühlenstraße 61-63 u. a. ein Kerngebiet (MK mit vier Baufeldern und Höchstmaßen der Zahl der Vollgeschosse von II, VII und XIV) und Grünflächen mit der Zweckbestimmung "Öffentliche Parkanlage" aus. In diesem Bereich wird ein 120 m breiter Gebäudekomplex u. a. mit einem Hotel und einem 63 m hohen Wohnhaus errichtet (sog. "Waterfront Living" und "Living Levels").

➤ nördlich der Mühlenstraße

Der Bebauungsplan V-3 /19/ weist für die Bereiche nördlich der Mühlenstraße Kerngebiete (MK, Baufelder unmittelbar nördlich der Mühlenstraße mit Höchstmaßen der Oberkante baulicher Anlagen von 61,5 bzw. 63,0 m über NHN) aus (Ausnahme: s. nächster Anstrich).

Mit dem Vorhabenbezogenen Bebauungsplan 2-4 VE /23/ wurde u. a. ein Sondergebiet mit der Zweckbestimmung "Mehrzweckveranstaltungshalle" festgesetzt. In diesem Bereich wird die Mercedes-Benz-Arena Berlin betrieben.

Am südlichen Rand der Mühlenstraße befindet sich das Denkmal "East Side Gallery", eine bis auf wenige Abschnitte (z. B. im Bereich des Bebauungsplans V-74, s. o.) durchgängige, 4,0 m hohe Mauer.

Die Abbildung 7 zeigt die Planzeichnung des Vorhabenbezogenen Bebauungsplans 2-35aVE, dessen räumlicher Geltungsbereich unmittelbar westlich des Plangebiets anschließt. Dieser setzt ein Baufeld mit der Zweckbestimmung "Wohngebäude, Geschäfts- und Bürogebäude" und sich zur Spree hin öffnende kammartige überbaubare Grundstücksflächen fest. Die Oberkanten der Höhe baulicher Anlagen und Traufhöhen lassen eine Bebauung mit acht Vollgeschossen zu, wobei das oberste Vollgeschoss zurückspringt. Zur Köpenicker Straße hin wird in einem Teilbereich ein Luftgeschoss festgesetzt (Feuerwehrdurchfahrt, Zugang Treppenhäuser). In den beiden Hofbereichen wurde jeweils eine Fläche für Garagen (ein Geschoss) und Tiefgaragen (ein Untergeschoss) festgesetzt, die ausschließlich für Pkw-Nutzung vorgesehen sind.

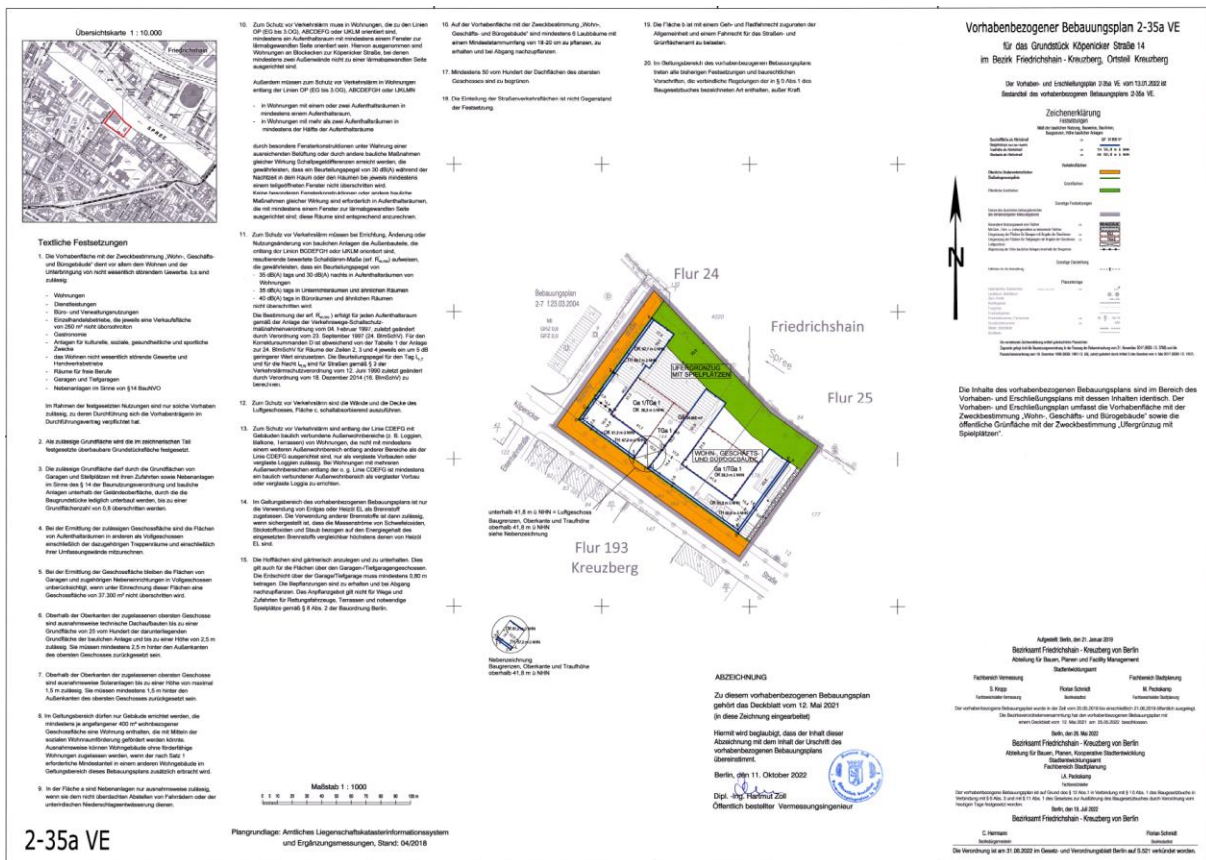


Abbildung 7: Planzeichnung des Vorhabenbezogenen Bebauungsplans 2-35aVE /26/ In der vorliegenden Untersuchung wurden die Gebäude auf dem Grundstück Köpenicker Straße 14 gemäß der aktuellen Planung für das Vorhaben K 14 /41/ berücksichtigt. Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Vogelperspektive des Entwurfs.

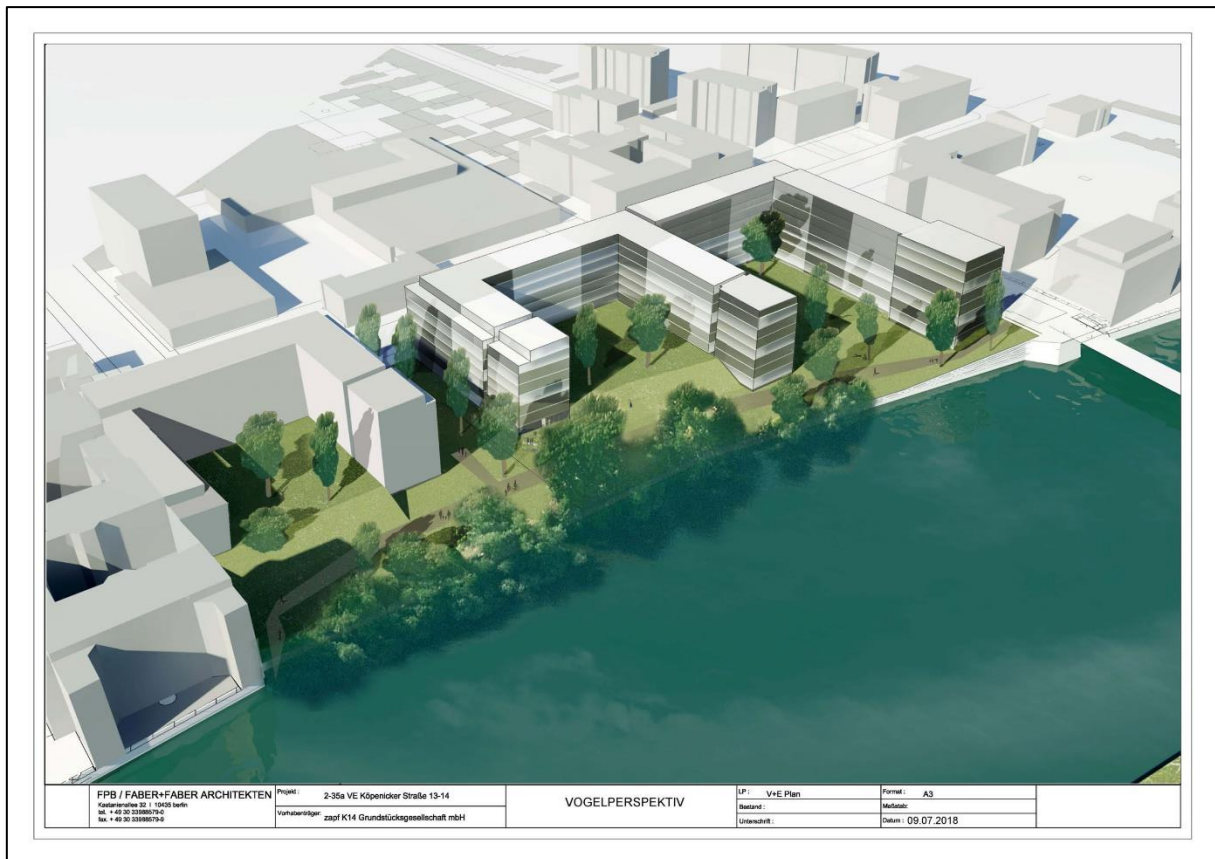


Abbildung 8: Vorhaben K 14. Vogelperspektive (Blickrichtung Südwesten)

Die Abbildung 9 zeigt eine Übersicht der planungsrechtlichen Ausgangssituation im Untersuchungsgebiet.

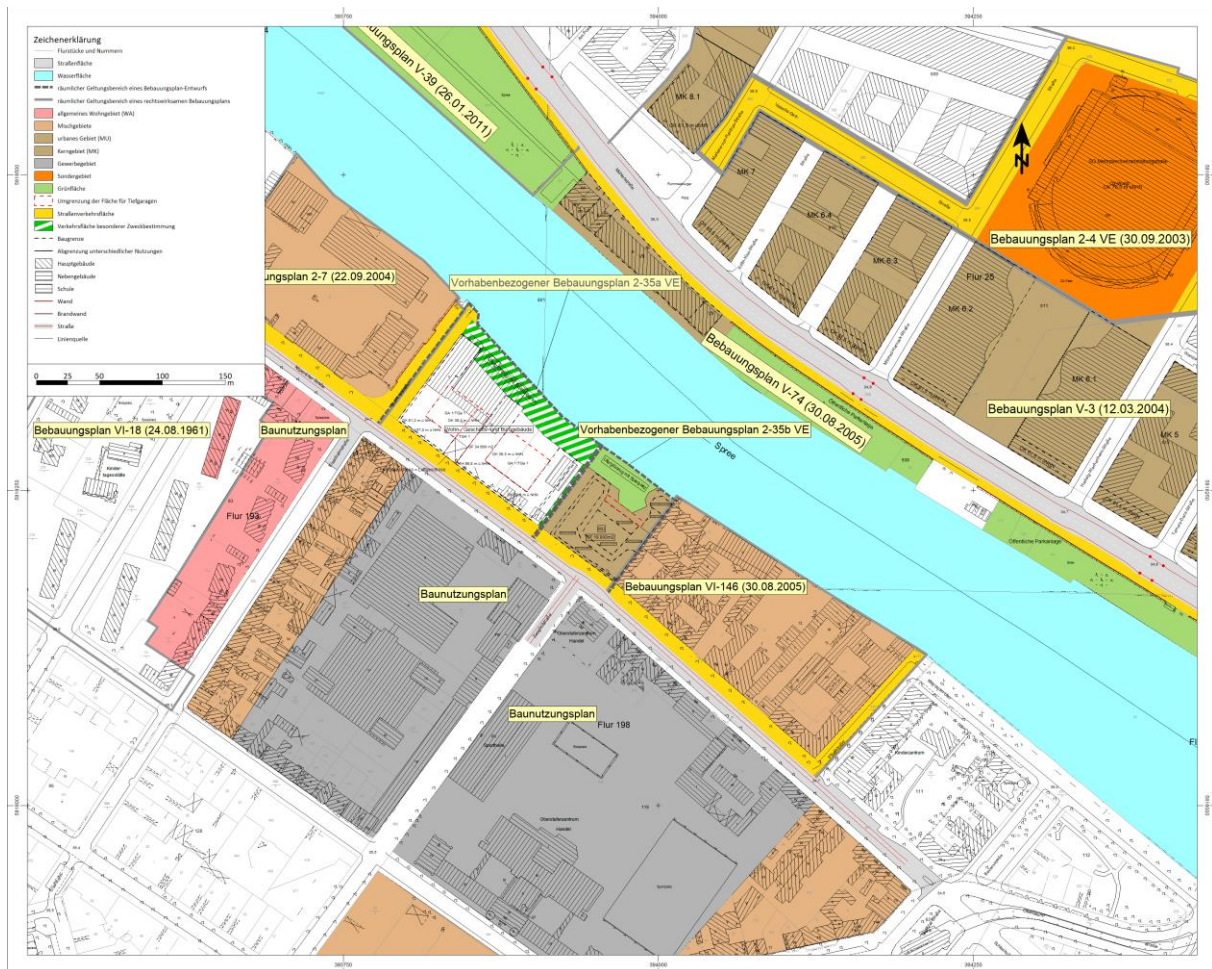


Abbildung 9: Planungsrechtliche Ausgangssituation im Untersuchungsgebiet
(Kartengrundlage: /10/, Bearbeitung ALB)

1.2.2 Örtliche Situation

Im Umfeld des Plangebiets befinden sich

- östlich angrenzend bis zu siebengeschossige Wohnbebauung (Köpenicker Straße 10a)
- südöstlich auf der gegenüberliegenden Seite der Köpenicker Straße fünfgeschossige Wohnbebauung (Köpenicker Straße 183) und dreigeschossiges Oberstufenzentrum (Zeughofstraße 26, derzeit wahrscheinlich ungenutzt)
- südlich auf der gegenüberliegenden Seite der Köpenicker Straße ein zwei- bzw. achtgeschossiger Büroflügel des Zeughofs (Zeughofstraße 26)
- südwestlich auf der gegenüberliegenden Seite der Köpenicker Straße dreigeschossiges Wohngebäude (Köpenicker Straße 178-179, derzeit wahrscheinlich ungenutzt)
- westlich angrenzend bis zu zweigeschossige Nebengebäude (Köpenicker Straße 14)
- nördlich der Spree bis zu neugeschossige Wohnbebauung (Mühlenstraße 60)

Die folgenden Abbildungen zeigen Ansichten des Untersuchungsraums (Quelle: /43/). In den Abbildungsunterschriften ist jeweils am Ende in Klammern die Blickrichtung beim Fotografieren angegeben.



Abbildung 10: Wohngebäude Köpenicker Straße 10a (Nordosten)



Abbildung 11: Wohngebäude Köpenicker Straße 10a (Osten)



Abbildung 12: Grundstück Köpenicker Straße 11/12 (Süden)



Abbildung 13: Grundstück Köpenicker Straße 11/12 (Norden)



Abbildung 14: Wohngebäude Köpenicker Straße 10a (Norden)



Abbildung 15: Wohngebäude Köpenicker Straße 10 (Norden)



Abbildung 16: Wohngebäude Köpenicker Straße 183/Oberstufenzentrum Zeughofstraße 26 im Bild rechts oben (Osten)



Abbildung 17: Zeughofstraße 1 / Büroflügel des Zeughofs (Süden)



Abbildung 18: Köpenicker Straße südlich des Plangebiets und Wohngebäude Köpenicker Straße 178/179 (Westen)



Abbildung 19: Köpenicker Straße südöstlich des Plangebiets (Osten)



Abbildung 20: Köpenicker Straße südwestlich des Plangebiets (Osten)



Abbildung 21: Wohngebäude Mühlenstraße 60 nördlich der Spree (Norden)



Abbildung 22: Spree (Osten)



Abbildung 23: Fahrgastschiff auf der Spree – Videobild (Norden)

1.3 Aufgabenstellung für die lufthygienische Untersuchung

Mit der vorliegenden lufthygienischen Untersuchung sollen die Auswirkungen der vorstehend beschriebenen Planungen auf die lufthygienische Situation im Plangebiet und in dessen Umfeld geklärt werden. Hierfür sind die Luftschadstoffkonzentrationen für die relevanten Luftschadstoffe Stickstoffdioxid, Feinstaub PM10 und Feinstaub PM2,5 für die beurteilungserheblichen Untersuchungsfälle zu ermitteln und zu bewerten.

Für die lufthygienische Untersuchung zum Vorhaben K 11/12 sind zwei Fälle denkbar:

1. Das Vorhaben K 14 ist noch nicht realisiert. Dieser Fall wird als **Prognosenullfall 1** festgelegt. Entsprechend werden dessen Baukörper und vorhabeninduzierte Verkehre in der Untersuchung nicht berücksichtigt. Der **Prognoseplanfall 1** ergibt sich dann durch Hinzurechnung der Verkehre und Berücksichtigung der Baukörper des Vorhabens K 11/12 auf den Verkehr des Prognosenullfalls 1.
2. Das Vorhaben K 14 ist bereits realisiert. Dieser Fall wird als **Prognosenullfall 2** festgelegt. Entsprechend werden dessen Baukörper und vorhabeninduzierte Verkehre in der

lufthygienischen Untersuchung berücksichtigt. Für diesen Fall müsste der Verkehrsgutachter nur die durch das Vorhaben K 11/12 zu erwartenden Verkehre zu den o. g. Verkehrswerten hinzurechnen (**Prognoseplanfall 2**). Für das Vorhaben K 11/12 bedeutet dies aus der Sicht der Lufthygiene eine ungünstigere Situation, da die Baukörper des Vorhabens K 14 eine zusätzliche Verdichtung und damit eine schlechtere Durchlüftung des Plangebiets bewirken.

Der lufthygienischen Untersuchung werden der **Prognoseplanfall 2** und der **Prognosenullfall 2** zugrunde gelegt. Im Folgenden werden diese Untersuchungsfälle als **Prognoseplanfall** oder **Planfall** bzw. als **Prognosenullfall** oder **Nullfall** bezeichnet. Als Bezugsjahr für die Berechnung der Luftschadstoffemissionen der Kraftfahrzeuge wird das Jahr 2025 gewählt. Da die Emissionen je Fahrkilometer der Kfz sich von Jahr zu Jahr weiter verringern, kann die Verwendung des Bezugsjahrs 2025 als konservativer Ansatz aufgefasst werden.

Zusätzlich wird als Vergleichsfall die bauliche **Istsituation** unter Berücksichtigung der derzeitigen Emissionscharakteristik der Kfz (Bezugsjahr 2023) untersucht.

Weitergehend werden die aus dem motorisierten Schiffsverkehr auf der Spree resultierenden Luftschadstoffemissionen berücksichtigt.

Um die Gesamtbelastung im Plangebiet und in dessen Umgebung zu bestimmen, sind zu der Hintergrundbelastung² die aus dem Bebauungsplangebiet durch den Kfz-Verkehr verursachten Luftschadstoffemissionen (Zusatzbelastung) hinzuzurechnen. Dies erfolgt in der Luftschadstoffuntersuchung durch Berechnungen mit dem mikroskaligen Windströmungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM, das die räumliche Verteilung der Luftschadstoffe unter Berücksichtigung der durch die vorhandenen und geplanten Gebäude beeinflussten Windströmungen für die o. g. Untersuchungsfälle berechnet. Die Berechnungsergebnisse sind mit den Immissionsgrenzwerten der Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV /5/ zu vergleichen und zu beurteilen.

Aus den Ergebnissen der Untersuchung sind – bei Bedarf – Handlungsempfehlungen für eine lufthygienisch optimierte Ausgestaltung des Planvorhabens abzuleiten.

² siehe Erläuterung des Begriffs Hintergrundbelastung im Kapitel 4.4

2 Rechtliche Grundlagen und betrachtete Luftschadstoffe

2.1 Anforderungen zur Lufthygiene im Rahmen der Bauleitplanung

Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens ist eine Umweltprüfung durchzuführen. Um feststellen zu können, ob bei Verwirklichung der Planung im Plangebiet und in dessen Nachbarschaft gesunde Wohn- und Arbeitsverhältnisse im Sinne von § 1 Abs. 6 Baugesetzbuch (BauGB) gewährleistet werden, ist unter anderem eine Luftschadstoffuntersuchung erforderlich. Mit dieser wird geprüft, ob durch die planermöglichten Bauvorhaben erhöhte Konzentrationen an Luftverunreinigungen im Plangebiet und/oder in dessen Umgebung verursacht werden, welche die Grenz- oder Schwellenwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit überschreiten.

Allgemein sind Luftverunreinigungen gemäß § 3 Abs. 4 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) /1/ Veränderungen der natürlichen Zusammensetzung der Luft, insbesondere durch Rauch, Ruß, Staub, Gase, Aerosole, Dämpfe oder Geruchsstoffe. Luftverunreinigungen können Menschen, aber auch Tiere oder Pflanzen schädigen, d. h. Gesundheit, Wohlbefinden oder die Besitzausübung beeinträchtigen.

Die maßgebliche Quelle für Luftverunreinigungen im Untersuchungsgebiet ist der Straßenverkehr. Zusätzlich werden die Luftschadstoffemissionen durch den Schiffsverkehr auf der Spree berücksichtigt.

Schienenverkehr, der durch Schienen-, Rad- und Stromleiterabrieb zur Freisetzung von Feinstaub beiträgt, ist im Untersuchungsgebiet nicht zu berücksichtigen. Nennenswerte gewerbliche oder industrielle Quellen für Luftschadstoffe sind im Untersuchungsgebiet nicht vorhanden.

Als Bewertungsgrundlage wird die Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen (39. BImSchV) herangezogen (siehe Kapitel 2.3).

2.2 Luftschadstoffe aus Verbrennungsmotoren

Verbrennungsmotoren von Kraftfahrzeugen und Schiffen emittieren eine Vielzahl unterschiedlicher Luftschadstoffe. Die gesundheitlichen Auswirkungen der einzelnen Abgaskomponenten variieren dabei erheblich. Als wichtige Leitgrößen für verkehrsbedingte Luftverunreinigungen gelten:

- Stickstoffdioxid (NO₂)
- Feinstaub PM₁₀ und PM_{2,5}

2.2.1 Stickstoffoxide

Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂) werden unter dem Begriff Stickstoffoxide (NO_x) zusammengefasst. Diese entstehen hauptsächlich als Nebenprodukt bei der Verbrennung durch die Oxidation von Luftstickstoff (thermisches NO_x). Am Auspuffrohr von Otto-Motoren liegen die Stickstoffoxide im Allgemeinen zu ca. 90 % als Stickstoffmonoxid (NO) vor, das in der Atmosphäre zügig zu Stickstoffdioxid (NO₂) oxidiert wird. Im Abgas von Dieselmotoren ist der Anteil des direkt emittierten NO₂ höher als bei Otto-Motoren. Der NO₂-Volumenanteil (NO₂-Direkt-emissionen) kann weit über 20 % betragen. Die Emittentengruppe Kfz-Verkehr hat im städtischen Umfeld mit Abstand den größten Anteil an den Stickstoffoxid-Emissionen.

Stickstoffdioxid NO₂ ist toxikologisch bedenklicher als NO. NO₂ kann insbesondere die Atemwege schädigen. Bei längerer Einwirkung können höhere Konzentrationen zu chronischer Bronchitis oder auch zu einer Erhöhung der Empfindlichkeit gegenüber Atemwegsinfektionen führen. Daneben besitzen die Stickstoffoxide auch pflanzentoxische Wirkungen. So schädigen sie beispielsweise bei Bäumen die Oberschicht von Blättern und Nadeln. Außerdem ist NO₂ an der Entstehung von bodennahem Ozon in den Sommermonaten (photochemischer Smog) beteiligt.

2.2.2 Feinstaub PM10 und PM2,5

Unter PM10 ist Feinstaub mit einem aerodynamischen Durchmesser bis 10 µm (Particulate Matter 10 µm) zu verstehen. Die genaue Definition lautet: "*PM10 sind die Partikel, die einen gröbselektierenden Lufterlass gemäß der Referenzmethode passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm einen Abscheidegrad von 50 % aufweist*" (zitiert nach /6/). Für PM2,5 gilt die Definition entsprechend für einen aerodynamischen Durchmesser von 2,5 µm.

Die in der Luft verteilten Partikel (Schwebstaub) stellen in höherer Konzentration eine potenzielle gesundheitliche Gefährdung für die Bevölkerung im Hinblick auf Atemwegserkrankungen dar. Davon können einzelne Risikogruppen in besonderem Maße betroffen sein. Dabei sind die Feinstäube besonders gesundheitsschädlich, weil sie durch den Atemtrakt bis in die Lungenbläschen transportiert werden und sich dort zusammen mit am Staub haftenden Stoffen ablagern können.

Einen erheblichen Beitrag zu den Feinstaubimmissionen liefern neben den motorbedingten Emissionen die Aufwirbelungen von liegendem Staub und Abriebvorgänge (Brems-, Kuppelungs-, Reifen- und Straßenabrieb).

2.2.3 Weitere Luftschadstoffe

Für Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Benzol und Benzo(a)pyren werden die Grenzwerte im Berliner Luftgütemessprogramm weit unterschritten, so dass sie zur Beurteilung der Luftqualität nicht mehr maßgeblich sind (vgl. /16/).

Benzo(a)pyren gilt als Leitkomponente für die Stoffgruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK). Es entsteht überwiegend bei der unvollständigen Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Brennstoffen wie Öl, Kohle und Holz. Als natürlicher Bestandteil von Weichmacherölen auf Mineralölbasis gelangen sie in geringem Umfang auch über Reifenabrieb in die Luft. Die Benzo(a)pyren-Immissionen im Berliner Stadtgebiet sind auf einem

geringen Niveau. Im Jahr 2017 wurden Jahresmittelwerte zwischen 0,26 und 0,31 ng/m³ (Nanogramm pro Kubikmeter) gemessen/16/. Der Zielwert der 39. BImSchV /5/ von 1 ng/m³ wird somit weit unterschritten.

Zur Bleibelastung der Luft trägt der Straßenverkehr seit der Abschaffung des Benzins mit Bleizusätzen praktisch nicht mehr bei. Beim Schwefeldioxid ist der Beitrag des Straßenverkehrs gering. Die entsprechenden Zielwerte dieser Schadstoffe werden im gesamten Stadtgebiet von Berlin bereits seit Jahren unterschritten.

Die Konzentrationen der Luftverunreinigungen Schwefeldioxid, Kohlenmonoxid, Benzol, Benzo(a)pyren und Blei werden somit in der vorliegenden Untersuchung nicht weiter betrachtet.

2.3 Immissionsgrenzwerte der 39. BImSchV

Die Bundesregierung hat im Jahr 2010 die Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) /5/ erlassen, die im Wesentlichen der Umsetzung der Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Europäischen Rates über Luftqualität und saubere Luft für Europa 2008/50/EG /6/ in deutsches Recht dient.

Mit der 39. BImSchV wurden Immissionsgrenzwerte unter anderem für Stickstoffdioxid (NO₂), Feinstaub PM10 und Feinstaub PM2,5 eingeführt. Die Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die für die Beurteilung der maßgeblichen Luftschadstoffe geltenden Immissionsgrenzwerte.

Tabelle 1: Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit gemäß der 39. BImSchV (Auszug³)

Schadstoffkomponente	Mittelungszeitraum	Konzentrationschwelle	Zulässige Anzahl Überschreitungstage
Stickstoffdioxid (NO ₂)	1 h	200 µg/m ³	18-mal pro Jahr
	1 Jahr	40 µg/m ³	--
PM10	24 h	50 µg/m ³	35-mal pro Jahr
	1 Jahr	40 µg/m ³	--
PM2,5	1 Jahr	25 µg/m ³	--

Für die Beurteilung der Luftschadstoffkonzentrationen hat die 39. BImSchV in der Anlage 3 folgende Kriterien aufgestellt (Zitat):

1. Die Luftqualität wird an allen Orten, mit Ausnahme der in Nummer 2 genannten Orte, nach den Kriterien beurteilt, die in den Abschnitten B und C für die Lage der Probenahmestellen für ortsfeste Messungen festgelegt sind. Die in den Abschnitten B und C niedergelegten Grundsätze gelten auch insoweit, als sie für die Bestimmung der spezifischen Orte von Belang sind, an denen die Werte der einschlägigen Schadstoffe ermittelt werden, wenn die Luftqualität durch orientierende Messungen oder Modellrechnungen beurteilt wird.
2. Die Einhaltung der zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegten Immissionsgrenzwerte wird an folgenden Orten nicht beurteilt:

³ Die Auswahl wurde begrenzt auf die für die Beurteilung von Kfz-stämmigen Luftverunreinigungen relevanten Stoffe.

- a. an Orten innerhalb von Bereichen, zu denen die Öffentlichkeit keinen Zugang hat und in denen es keine festen Wohnunterkünfte gibt;
- b. nach Maßgabe von § 1 Nummer 20 auf dem Gelände von Arbeitsstätten, für die alle relevanten Bestimmungen über Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz gelten;
- c. auf den Fahrbahnen der Straßen und, sofern Fußgänger und Fußgängerinnen für gewöhnlich dorthin keinen Zugang haben, auf dem Mittelstreifen der Straßen. (Zitat Ende)

Die Abschnitte B und C, Anlage 3 der 39. BImSchV nennen genauere Anforderungen an die großräumige (B) und kleinräumige (C) Ortsbestimmung für Probenahmestellen. Aus diesen lässt sich schließen, dass die Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit nicht punktbezogen sind. Die Messwerte (und das gilt im übertragenen Sinne auch für die Ergebnisse von Prognoseberechnungen) sollen für eine Fläche oder einen längeren Straßenabschnitt repräsentativ sein. In Anlage 3, Abschnitt B unter Punkt 1 b wird dazu ausgeführt (Zitat):

- b. *Der Ort von Probenahmestellen ist im Allgemeinen so zu wählen, dass die Messung von Umweltzuständen, die einen sehr kleinen Raum in ihrer unmittelbaren Nähe betreffen, vermieden wird. Dies bedeutet, dass der Ort der Probenahmestelle so zu wählen ist, dass die Luftproben - soweit möglich - für die Luftqualität eines Straßenabschnitts von nicht weniger als 100 Meter Länge bei Probenahmestellen für den Verkehr und nicht weniger als 250 Meter x 250 Meter bei Probenahmestellen für Industriegebiete repräsentativ sind.*

Bei der Betrachtung von Beurteilungspunkten im Rahmen der Ausbreitungsrechnung werden die vorgenannten Kriterien für repräsentative Probenahmestellen sinngemäß berücksichtigt.

3 Technische Grundlagen

3.1 Bestimmung der Luftschadstoffemissionen des Kfz-Verkehrs

Die Ermittlung der straßenabschnittbezogenen Emissionswerte basiert u. a. auf den Erhebungen der Verkehrsbelastung (Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärken – DTV), der Qualität des Verkehrsflusses, der Fahrgeschwindigkeit, der Kfz-Art, der Funktion der Straße im Straßennetz (Auswirkung auf Kaltstartvorgänge) und dem Tagesgang des Verkehrsaufkommens. Die Regelungen zur Bestimmung der Kfz-Emissionen sind in der Richtlinie VDI 3782-07 /8/ zusammengefasst. Die Berechnungen erfolgen mit dem Programm IMMIS^{em/luft}, Version 9.001, das die einschlägigen Richtlinien und in den folgenden Abschnitten beschriebenen Grundlagen in der aktuellen Fassung berücksichtigt.

3.1.1 Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs

Die straßenabschnittbezogenen Emissionswerte bilden die Grundlage für die Berechnung der Luftschadstoffemissionen. Für Kfz-Art-bedingte Schadstoffemissionen (Flottenzusammensetzung) werden von INFRAS Bern im Auftrag unter anderem der Umweltbundesämter Deutschlands (UBA), Österreichs (UBA-GmbH) und der Schweiz (BAFU) im "Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs" – kurz HBEFA – Emissionsfaktoren zur Verfügung gestellt.

Das HBEFA Version 4.2 /27/ ist eine Datenbank zu den spezifischen Emissionswerten für die gängigsten Fahrzeugtypen wie PKW, leichte und schwere Nutzfahrzeuge (INf, sNf), Linien- und Reisebusse sowie Motorräder. Es erlaubt das Emissionsverhalten von Kraftfahrzeugen realistisch zu beschreiben. Mit der im Januar 2022 veröffentlichten Version 4.2 des HBEFA wurden für die Emissionsfaktoren neueste Werte nach aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen bereitgestellt. Es stellt den derzeitigen Stand der Forschung und damit die wissenschaftliche Grundlage für die Berechnung der spezifischen Schadstoffemissionen von Kraftfahrzeugen dar. Alle relevanten gesetzlich festgelegten Emissionsstufen bis Euro 6d sind abgedeckt.

Die Emissionsfaktoren werden im HBEFA 4.2 für die relevanten Luftschadstoffe differenziert nach Fahrzeugkategorie (Pkw, INf, sNf, Busse, Motorräder etc.) in Gramm pro Fahrzeug und gefahrenen Kilometer (g/(Fz·km)) angegeben. Als längenbezogene Einheit für Schadstoffemissionen eines Verkehrsweges wird g/(m·d) verwendet, d. h. die emittierte Masse an Luftschadstoff in g bezogen auf 1 m Fahrbahn je Tag.

Mit der Version 4.1 des HBEFA vom November 2019 wurde ein grundlegendes Update zu den Vorgängerversionen mit umfangreichen Aktualisierungen und neuen Funktionen vorgelegt. Die Erkenntnisse des im Jahre 2015 bekannt gewordenen sogenannten "Diesel-Skandals" sind dabei berücksichtigt worden. Unter anderem sind folgende neue Daten und Funktionen in das Handbuch aufgenommen worden:

- Aktualisierung der Emissionsfaktoren für den betriebswarmen Zustand auf der Grundlage von Messdaten bei realen Fahrzyklen
- Neue Verkehrssituationen:
 - Einführung eines fünften Level of Service (LOS5) "Heavy stop+go" (s. Kapitel 3.1.3)

- Geschwindigkeitsbegrenzungen von 30 km/h und 40 km/h auf städtischen Haupt- und Sammelstraßen
- Aktualisierung der Kaltstart- und Verdampfungsemissionsfaktoren
- Aufnahme der Nicht-Abgas-Partikel für PM10 und PM2,5
- Außerdem stand gegenüber der Vorgängerversion des HBEFA 3.3 eine größere Anzahl an Ergebnissen von Abgasmessungen an EURO-5- und Euro-6-Diesel-Pkw zur Verfügung.

Die wesentlichen Unterschiede zwischen HBEFA 4.1 und der aktuellen Fassung 4.2 sind:

- Aktualisierte Euro-VI Emissionsfaktoren für schwere Nutzfahrzeuge (differenziert nach den Emissionsstufen A-C bzw. D-E)
- Einfluss des Alters der Abgasnachbehandlungssysteme auf die Emissionen schwerer Nutzfahrzeuge (CO, NO_x bzw. NO₂/NO Ratio)
- Update der Emissionsfaktoren von Euro 5 Diesel-Pkw in Bezug auf Softwareupdates (EA189 Motoren)
- Länderspezifische Flotten- bzw. Bestandsupdates

3.1.2 Verkehrssituationen

Das HBEFA 4.2 gliedert die Verkehrssituationen anhand von vier Merkmalen:

1. Gebietstyp: ländlicher / städtischer Raum
2. Funktionaler Straßentyp: z.B. Hauptverkehrsstraße, Sammelstraße, Erschließungsstraße
3. Tempolimit
4. Verkehrszustand: fünf sogenannte LOS = Levels of Service

Aus den Kombinationen ergeben sich insgesamt 356 verschiedene Verkehrssituationen. Hinter jeder Verkehrssituation steht ein typisches Fahrmuster in Form eines zeitlich hoch aufgelösten Geschwindigkeitsverlaufs. Das gleiche Fahrmuster kann in verschiedenen Verkehrssituationen vorkommen. Die nachstehende Matrix gibt einen Überblick über die Verkehrssituationen.

AREA Engl.	Gebiet deutsch	TS_AREA	Streetype Englisch	Straßentyp Deutsch	TS_RT	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	>130
Rural	ländlich	0	Motorway-Nat	Autobahn	6						3	3	3	3	3	3	3
Rural	ländlich	0	Semi-Motorway	Semi-Autobahn	7							3		3			
Rural	ländlich	0	TrunkRoad/Primary-Nat	Fern-, Bundesstr.	9				1	2	2	2	2	2			
Rural	ländlich	0	Distributor/Secondary	Hauptverkehrsstr.	1			1	1	2	2	2	2				
Rural	ländlich	0	Distributor/Secondary (sin.)	Hauptverkehrsstr., kurvig	2			1	1	2	2	2	2				
Rural	ländlich	0	Local/Collector	Sammelstr.	3			1	1	2	2						
Rural	ländlich	0	Local/Collector (sin.)	Sammelstr., kurvig	4			1	1	2	2						
Rural	ländlich	0	Access-residential	Erschließungsstr.	0	1	1	1									
Urban	Agglom.	1	Motorway-Nat	Autobahn	6						3	3	3	3	3	3	
Urban	Agglom.	1	Motorway-City	Stadtautobahn	5				1	1	1	1	1	1			
Urban	Agglom.	1	TrunkRoad/Primary-Nat	Fern-, Bundesstr.	9					1	2	2	2	2			
Urban	Agglom.	1	TrunkRoad/Primary-City	Magistrale / Ringstr.	8			1	1	1	2	2					
Urban	Agglom.	1	Distributor/secondary	Hauptverkehrsstr.	1	1	1	1	1	1	2						
Urban	Agglom.	1	Local/Collector	Sammelstr.	3	1	1	1	1								
Urban	Agglom.	1	Access-residential	Erschließungsstr.	0	1	1	1									

Abbildung 24 Übersicht der Verkehrssituationen gemäß HBEFA 4.2 mit englischen und deutschen Bezeichnungen sowie den Codierungen im Programm IMMIS^{em/luft} /30/

(Farbcodierung der Flottenvarianten:
orange (1): städtisch; blau (2): ländlich; grün (3): Autobahn;
Abkürzungen: TS: Traffic Situation RT: Road Type)

3.1.3 Verkehrszustände

Die fünf Verkehrszustände (Levels of Service) im HBEFA 4.2 sind wie folgt definiert:

– frei (LOS1)

frei und stetig fließender Verkehr, konstante, eher hohe Geschwindigkeit

Geschwindigkeitsbandbreiten: 90 bis >130 km/h auf Autobahnen, 45-60 km/h auf Straßen mit Tempolimit von 50 km/h.

– dicht (LOS2)

flüssiger Verkehrsfluss bei starkem Verkehrsvolumen, vergleichsweise konstante Geschwindigkeit

Geschwindigkeitsbandbreiten: 70-90 km/h auf Autobahnen, 30-45 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h.

– gesättigt (LOS3)

unstetiger Verkehrsfluss mit starken Geschwindigkeitsschwankungen bei gesättigtem / gebundenem Verkehrsfluss, erzwungene Zwischenstopps möglich

Geschwindigkeitsbandbreiten: 30-70 km/h auf Autobahnen, 15-30 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h.

– **Stop+Go (LOS4)**

Stop+Go, starke Stauerscheinungen, Geschwindigkeitsschwankungen bei allgemein niedriger Geschwindigkeit

Geschwindigkeitsbandbreiten: 5-30 km/h auf Autobahnen, 5-15 km/h auf Straßen mit Tempolimit 50 km/h.

– **Heavy Stop+Go (LOS5)**

Stop+Go, sehr starke Stauerscheinungen bis Verkehrszusammenbruch, geringe Geschwindigkeitsschwankungen bei niedriger Geschwindigkeit

Geschwindigkeitsbandbreite: 5-10 km/h.

Der Verkehrszustand (LOS1 bis 5) hat einen erheblichen Einfluss auf die Luftschadstoffemissionen der Kfz auf einer Straße und wirkt sich je nach Schadstoff unterschiedlich stark aus. Abhängig von der durchschnittlichen Verkehrsstärke DTV und der Kapazität einer Straße können die fünf Levels of Service der Verkehrszustände in unterschiedlichen Anteilen auftreten. So ist davon auszugehen, dass bei relativ geringen Verkehrsstärken in der Nacht der Verkehr in der der LOS1 ("frei") ist. Bei höheren Verkehrsstärken hängt es vom jeweiligen Auslastungsgrad ab, in welchem Zustand sich der Verkehr befindet.

Die Levels of Service werden im Programm IMMIS^{em/luft} /32/ als prozentuale Anteile der LOS-Stufen am DTV angegeben. Als Datenquelle für die Einschätzung der Verkehrszustände stand die Untersuchung der VMZ GmbH /28/ zur Verfügung, die für die 2. Fortschreibung des Luftreinhalteplans Berlin erstellt wurde.

Die Untersuchung der VMZ GmbH aus dem Jahre 2017 berücksichtigt den mit dem HBEFA 4.1 neu eingeführten Verkehrszustand LOS5 "Heavy Stop+Go" noch nicht. Im Programm IMMIS^{em/luft} wird hier zur Abschätzung des Anteils Stop&Go2 (LOS5) am Stop&Go (LOS4) konservativ mit 50 % gerechnet.

3.1.4 Kaltstartmodellierung

Die Kaltstartmodellierung im Programm IMMIS^{em/luft} basiert auf den im HBEFA bereitgestellten Basiszuschlägen in [g/Start] für die dort vorgehaltenen Stoffe und Emissionskonzepte differenziert nach

- Fahrtweite,
- Standzeit und
- Temperatur.

Die Zuschläge werden für IMMIS^{em/luft} entsprechend der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 /8/ basierend auf

- Fahrtweitenverteilungen,
- Standzeitenverteilungen,
- Verkehrsverteilungen und
- Temperaturganglinien.

in [g/km] umgerechnet. Damit ergibt sich jeweils ein Set von Kaltstartfaktoren für einzelne Kaltstart-Straßentypen, bestehend aus dem Kraftstoffverbrauch und Emissionsfaktoren unter anderem für die Schadstoffe NO₂, NO_x und PM10 differenziert nach Pkw und leichten Nutzfahrzeugen (INf).

Auf dieser Basis werden in IMMIS^{em/luft} Kaltstartemissionen für die drei funktionalen Straßentypen Wohn-, Geschäfts- und Einfallstraße (in den englischen Bezeichnungen "residential", "commercial" und "radial") bereitgestellt, die sich durch die Anteile der Kaltstarts nach Uhrzeit und Straßenlage sowie nach der Fahrtweitenverteilung unterscheiden.

In der vorliegenden Untersuchung wurde entsprechend der Lage und Funktion der Straßen im Stadtkern von Berlin mit dem Typ "commercial" gerechnet (s. Tabellen im Kapitel 4.1.2).

3.1.5 Flottenzusammensetzung

Die Luftschadstoffemissionen des Kfz-Verkehrs werden in der vorliegenden Untersuchung mit den Emissionsfaktoren folgender Bezugsjahre berechnet:

Istsituation:	2022
Prognosenullfall und -planfall:	2025

Das Untersuchungsgebiet liegt innerhalb der Umweltzone. Der Einfluss der Umweltzone auf die Flottenzusammensetzung wird über die Definitionen der Fahrverbote für Fahrzeuge in den entsprechenden Emissionsstufen berücksichtigt.

Die Auswertung von Kennzeichenerfassungen auf Hauptverkehrsstraßen im Berliner Stadtgebiet /39/ hat ergeben, dass sich die Fahrzeugflotte innerhalb und außerhalb der Umweltzone nur marginal unterscheidet. Der durch die Umweltzone ausgelöste Modernisierungseffekt hat sich auf die Fahrzeugflottenzusammensetzung im gesamten Stadtgebiet positiv ausgewirkt.

Die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (SenUVK IC) Berlin hat im Rahmen der Emissionsprognosen des Berliner Straßenverkehrs durch die IVU Umwelt GmbH Flottenzusammensetzungen für die Jahre 2015, 2020 und 2025 errechnen lassen, die an die spezifischen Verhältnisse in Berlin angepasst wurden. Grundlage waren umfangreiche Verkehrszählungen an Hauptverkehrsstraßen mit Kennzeichenauswertung. Die auf Grundlage der Berliner Flottenzusammensetzung ermittelten Emissionsfaktoren der relevanten Schadstoffe sind geringer als die mit der mittleren Flottenzusammensetzung in Deutschland gemäß HBEFA berechneten Emissionsfaktoren.

Da die Übernahme der Berliner Pkw-Flottenzusammensetzung in die Berechnungen mit IMMIS^{em/luft} für die hier vorliegende Untersuchung aus technischen Gründen nicht möglich war, wurden die mittleren Flottenzusammensetzungen gemäß HBEFA 4.2 für die Bezugsjahre 2022 (Istsituation) und 2025 (Prognosefälle) verwendet. Die hieraus resultierenden Emissionsansätze sind auf Grundlage der vorgenannten Sachverhalte als konservativ zu erachten, da sich im Zweifelsfall höhere Emissionen durch den gewählten Ansatz ergeben.

Der Anteil leichter Nutzfahrzeuge (INf) wird in der Untersuchung der VMZ GmbH zur Fortschreibung des Berliner Luftreinhalteplans /28/ mit 10,2 % der DTV auf allen Straßen angegeben.

Der prozentuale Anteil der Krafträder (Motorräder) an der DTV wurde entsprechend den Angaben in der Untersuchung der VMZ für die Straßenabschnitte differenziert berücksichtigt.

3.1.6 Feinstaubemissionen durch Aufwirbelung und Abrieb (AWAR)

Bei den durch Kraftfahrzeuge verursachten Feinstaubemissionen ist allgemein zu unterscheiden zwischen den Emissionen aus dem Auspuff, "warme" Emissionsfaktoren und Kaltstartzuschläge, sowie den Emissionen, die durch Reifen-, Brems-, Kupplungs-, Straßenabrieb und Staubaufwirbelung verursacht werden. Letztere werden auch als Aufwirbelungs- und Abriebemissionen (AWAR) bezeichnet. Sie liefern bei Feinstaub PM10 und PM2,5 einen erheblichen Beitrag. Das HEBFA 4.2 gibt hierzu Daten an, die den Berechnungen der Feinstaubemissionen mit IMMIS^{em/luft} zugrunde gelegt werden.

Die weiteren Berechnungsgrundlagen für durch Kfz erzeugte Emissionen sind im Handbuch zum Programm IMMIS^{em/luft} /30/ ausführlich dargestellt und wurden entsprechend umgesetzt.

3.2 Bestimmung der Luftschadstoffemissionen des Schiffverkehrs

Auf der Spree verkehren Fahrgastschiffe, Frachtschiffe sowie Sport- und Freizeitboote. Bei der Spree im Untersuchungsgebiet handelt es sich um eine Bundeswasserstraße.

Nach telefonischer Auskunft des Wasser- und Schifffahrtsamtes Berlin liegen zu den Verkehrsmengen in dem Abschnitt der Spree nördlich des Plangebiets keine Zählergebnisse oder Prognosewerte vor.

Der Datensatz Schiffverkehr des Berliner Emissionskatasters⁴ (Stand: 2016; Quelle: /34/) enthält die Gesamtanzahl der Schiffe pro Jahr. Im Abschnitt der Spree nördlich des Plangebiets verkehren danach 30.902 Schiffe/a. Eine Unterteilung in die Schiffskategorien Frachtschiffe, Fahrgastschiffe sowie motorisierte Sport- und Freizeitboote liegt nicht vor. In dem Datensatz enthalten sind auch die längenbezogenen Emissionsmassenströme q für Stickstoffoxide (NO_x), Feinstaub PM10 und weitere Luftschadstoffe. Die in Kapitel 4.2 aufgeführten Emissionsmassenströme gelten für den Flottenmix.

3.3 Berechnung der Windfelder und der Luftschadstoffemissionen – Modellbeschreibung MISKAM

Für die Luftschadstoffberechnungen wurde das mikroskalige Windströmungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM eingesetzt. MISKAM ist ein dreidimensionales nicht-hydrostatisches numerisches Strömungs- und Ausbreitungsmodell, das die räumliche Verteilung der Luftschadstoffe unter Berücksichtigung der durch die vorhandenen und geplanten Gebäude beeinflussten Windströmungen berechnet. Bei der Berechnung des Windfeldes wird das Untersuchungsgebiet dreidimensional fein gerastert und in kleine Quaderstrukturen zerlegt. Gebäude werden als "blockierte Zellen" in der Rasterstruktur nachgebildet und entsprechend ihrer Wandhöhe auf vertikale Rasterzellen aufgeteilt.

MISKAM wurde von Dr. Joachim Eichhorn an der Universität Mainz programmiert /36/. Es wurde über das Büro Giese-Eichhorn /37/ gepflegt. Inzwischen wird MISKAM in Zusammenarbeit mit dem Büro Lohmeyer GmbH weiterentwickelt. Für die vorliegende Untersuchung wurde die Einbindung von MISKAM in der Version 6.3 (Stand: 29.07.2014) unter der SoundPLAN-Oberfläche /44/ verwendet. SoundPLAN organisiert die Modellbildung und Rechenlaufsteuerung und dient zur Auswertung und Darstellung der Ergebnisse.

⁴ zur Verfügung gestellt von SenUMVK im Februar 2022

Ausgehend von einer klassifizierten Windstatistik wird für jede Windklasse ein Einströmprofil ermittelt. Für jedes Einströmprofil wird modelliert, wie sich der Einströmimpuls von Zelle zu Zelle fortsetzt. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis sich ein stationäres Windfeld eingestellt hat. Die Stationaritätskriterien werden im Rechenlauf definiert.

Nach Erreichen der Stationarität des Windfeldes wird auf ähnlichem Weg die Ausbreitung von Schadstoffen berechnet. In einer Folge von Zeitschritten wird ermittelt, welche Schadstoffkonzentrationen sich auf Dauer einstellen. Im Ergebnis werden Mittelwerte, Perzentile oder Schwellenwert-Überschreitungen für jeden voreingestellten Schadstoff berechnet.

In MISKAM lassen sich Punkt-, Linien- und Flächenquellen sowie Straßen definieren. In der untersten Schicht (hier Schicht 1: 0 - 0,33 m) dürfen sich keine Emissionsquellen befinden. Die Fahrbahnbreiten und damit die Breiten der Emissionsbänder wurden entsprechend der Breite der Richtungsfahrbahnen definiert. Die Quellbreite im Raster wird außerdem durch die Maschenweite bestimmt. Vor der Berechnung werden alle Straßenquellen entsprechend dem Emissionsanteil in der Zelle zu Punktquellen in der Mitte einer Rasterzelle umgewandelt.

3.4 Ermittlung der Kenngrößen der Luftschadstoffbelastung

3.4.1 Jahresmittelwerte und Kurzzeitwerte

Die Konzentration an Luftverunreinigungen unterliegt zeitlichen Schwankungen, die unter anderem von der Quellstärke (Emissionen), der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit abhängen. Die durch den Straßenverkehr verursachten Immissionen werden insbesondere vom Verkehrsaufkommen beeinflusst. Der Jahresmittelwert stellt die über das gesamte Jahr gemittelte Immissionskonzentration dar und dient zum Vergleich mit den auf das Jahresmittel bezogenen Immissionsgrenzwerten.

Über kurzzeitige Schwankungen oder Spitzenwerte erlaubt der Jahresmittelwert keine Aussage. Für bestimmte Luftschadstoffe (z.B. Schwebstaub PM10 und Stickstoffdioxid) wurden "Kurzzeitwerte" als Grenzwerte definiert.

Unter dem Begriff Kurzzeitwert werden hier die für die Luftschadstoffe PM10 und Stickstoffdioxid NO₂ definierten Werte zur Begrenzung der Spitzen- bzw. Kurzzeitbelastung zusammengefasst.

Für PM10 wird in der 39. BImSchV (s. Kapitel 2.3) ein 24h-Wert (Tagesgrenzwert) von 50 µg/m³ festgelegt, der maximal 35 mal innerhalb eines Jahres überschritten werden darf. Für die Beurteilung der Häufigkeit der Überschreitung des PM10-Tagesmittelwertes wird hier eine aus dem Jahresmittelwert abgeleitete Kenngröße verwendet.

Für Berlin wurde empirisch ermittelt, dass der Tagesgrenzwert mit einem Jahresmittelwert von knapp 30 µg/m³ statistisch gleichwertig ist /16/. D. h., sobald der Jahresmittelwert eine Konzentration von 30 µg/m³ überschreitet, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass der Tagesmittelwert von 50 µg/m³ mehr als 35 mal pro Jahr überschritten wird. Ein PM10-Jahresmittelwert von 30 µg/m³ wird in der vorliegenden Untersuchung als **Tagesgrenzwert-Äquivalent für PM10** herangezogen

Für NO₂ gilt ein maximaler Stundenmittelwert von 200 µg/m³ mit höchstens 18 zulässigen Überschreitungen innerhalb eines Jahres. Die Wahrscheinlichkeit, dass dieser Immissionsgrenzwert überschritten wird, ist auf Grundlage der Messdaten des Berliner Luftgütemessnetzes (BLUME) als nicht signifikant zu erachten. In den Jahren 2018 und 2019 wurde an keiner

Messstation – trotz teilweiser Überschreitung des Jahresmittelwertes – eine Überschreitung des Kurzzeitwertes von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ festgestellt. Im Jahr 2017 wurden im Maximum an der Messstation Schildhornstraße 76 (MC117) zwei Überschreitungen des Stundenmittelwertes festgestellt. Diese gingen ebenfalls mit einer Überschreitung des Jahresmittelwertes einher. Es ist daher sinnvollerweise anzunehmen, dass im vorliegenden Fall bei einer Unterschreitung des Immissions-Jahreswertes die Einhaltung des Kurzzeitwertes im Grundsatz gewährleistet ist. Eine gesonderte Betrachtung des Kurzzeitwertes für NO_2 erfolgt daher nicht.

3.4.2 Ermittlung des Jahresmittelwerts für NO_2

Stickstoffdioxid NO_2 ist ein chemisch aktiver Stoff, der in der Umgebungsluft mit einer Reihe von anderen Stoffen reagiert. Die NO_2 -Konzentration in einer "Straßenschlucht" hängt unter anderem ab von

- der direkt aus dem Auspuff emittierten NO_2 -Menge,
- der Umwandlungsrate von NO in NO_2 und damit auch vom Abstand zwischen Emissionsquelle (Auspuff) und Immissionsort und
- der NO_x - bzw. NO_2 -Hintergrundbelastung.

Die Stickstoffoxid-Emissionen aus dem Auspuff von Kraftfahrzeugen werden in der Ausbreitungsrechnung wie ein inerter Stoff als NO_x (also Summe der Stickstoffoxide NO und NO_2) betrachtet.

Da die Umwandlungsraten und damit die resultierenden NO_2 -Immissionen mit chemischen Modellen nur mit hohem Aufwand zu ermitteln sind, wurde von verschiedenen Forschungsgruppen mithilfe statistischer Methoden ein funktionaler Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert NO_2 und dem Jahresmittelwert NO_x bestimmt. Hierzu wurden durch die IVU Umwelt GmbH ca. 45.000 Jahreszeitreihen der Messungen in Deutschland aus dem Datenbestand des Umweltbundesamtes ausgewertet /33/. Daraus wurden funktionale Zusammenhänge und Koeffizienten der Funktion für die drei Stationstypen Stadt, Verkehr und Land ermittelt. Für die vorliegende Untersuchung wurden die Koeffizienten des Stationstyps Stadt verwendet. Die mathematische Funktion und die Koeffizienten sind im Handbuch zum Programm $\text{IMMIS}^{\text{em/luft}}$ /30/ ausführlich dokumentiert.

In der Ausbreitungsrechnung werden räumlich fein aufgelöst die Zusatzbelastungen durch NO_x aus den betrachteten Quellen im Untersuchungsgebiet bestimmt. Zu diesen wird die Hintergrundbelastung addiert. Aus der Gesamtbelastung durch NO_x wird im "Post-Processing" mit dem Programm SoundPLAN mit der oben genannten Funktion der IVU der Jahresmittelwert der NO_2 -Immissionen berechnet.

4 Eingangswerte der Berechnungen

4.1 Straßenverkehrsemissionen

4.1.1 Eingangswerte für den Kfz-Verkehr

Für das Bauvorhaben liegt ein Verkehrsgutachten der LK Argus GmbH vor /42/. In dieser verkehrstechnischen Untersuchung (VTU) erfolgten eine Bestandsanalyse durch Verkehrszählungen und die Ermittlung der vorhabeninduzierten Verkehre. Die Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz (SenUMVK) hat für die VTU folgende Daten der Verkehrsprognose 2030 zur Verfügung gestellt:

- Köpenicker Straße (im Bereich des Bauvorhabens):
DTV_w ca. 17.000 Kfz/24 h, 4 % Lkw > 3,5 t zul. Gesamtgewicht
- Mühlenstraße (im Bereich des Bauvorhabens):
DTV_w ca. 33.000 Kfz/24 h, 6 % Lkw > 3,5 t zul. Gesamtgewicht

Im Bestand liegen gemäß Verkehrsmengenkarte 2019 (SVZ 2019 /10/) folgende Verkehrsmengen vor:

- Köpenicker Straße (im Bereich des Bauvorhabens):
DTV_w ca. 16.100 Kfz/24 h, ca. 3,1 % Lkw > 3,5 t zul. Gesamtgewicht
- Mühlenstraße (im Bereich des Bauvorhabens):
DTV_w ca. 27.400 Kfz/24 h, 3,6 % Lkw > 3,5 t zul. Gesamtgewicht

In der Köpenicker Straße ist in der Prognose 2030 somit eine leichte Verkehrszunahme festzustellen.

Die Verkehrsmenge in der Zeughofstraße wurde in der VTU für den Nullfall mit DTV_w = 1.770 Kfz/24 h und ca. 5 % Lkw ermittelt. Bei Realisierung des Vorhabens K11/12 im Plangebiet (Planfall) wird mit ca. 314 zusätzlichen Kfz-Fahrten je Tag gerechnet. Darin sind 11 Fahrten von Lkw > 3,5 t zul. GG enthalten.

Zur Ermittlung der Verkehrszahlen des Planfalls wurden die im Nullfall erhobenen Daten (Prognose 2030) mit dem prognostizierten planinduzierten Verkehr überlagert. Beim Nullfall wurden in der VTU die Fälle "ohne Bebauung K14" und "mit Bebauung K14" betrachtet. Für die vorliegende Luftschadstoffuntersuchung wurden ausschließlich die Zahlen für den Fall "mit Bebauung K14" verwendet.

Für die Luftschadstoffberechnungen sind jahresmittlere Verkehrsstärken DTV zu verwenden. In Analogie zu den schalltechnischen Berechnungen werden in Berlin aktuell die Umrechnungsfaktoren gemäß dem Leitfaden der SenUMVK /13/ verwendet. Die DTV und die Lkw-Anteile sind in der VTU angegeben. Die Verkehrsmengen der Fahrzeuggruppen Busse und Motorräder wurden den Angaben im Umweltatlas Berlin / Verkehrsmengen DTV 2019 /11/ entnommen.

Der Anteil der leichten Nutzfahrzeuge (INf ≤ 3,5 t zul. GG) wird entsprechend einer Untersuchung der VMZ GmbH /28/ für alle Straßen in Berlin mit 10,2 % der DTV angesetzt. Dieser Wert wird für alle Untersuchungsfälle gleich verwendet.

Wie im Kapitel 3.1.3 erläutert, hat die Qualität des Verkehrsflusses – ausgedrückt in sog. Levels of Service (LOS) – einen erheblichen Einfluss auf die spezifischen Emissionen der

Kraftfahrzeuge. Störungen des Verkehrsflusses und Staubbildungen im Nahbereich von durch Lichtsignalanlagen geregelten Knoten führen dort zu einer deutlichen Zunahme der Auspuffemissionen.

Die VMZ GmbH hat zur Ermittlung der Verkehrsflussqualität auf den übergeordneten Straßen des Berliner Straßennetzes im Jahr 2015 eine umfassende Untersuchung erstellt, die in dem Bericht "Aufbereitung der Verkehrsdaten für den Luftreinhalte- und Lärmaktionsplan – Ergebnisdokumentation" /28/ dokumentiert ist.

Durch die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz wurde eine von der VMZ GmbH im Rahmen der o. g. Untersuchung erstellte Datenbank im Shape-Format zur Verfügung gestellt, in der unter anderem die Daten zu den Anteilen der Verkehrszustände LOS1 bis LOS4 fahrtrichtungsbezogen für jeden betrachteten Straßenabschnitt enthalten sind. Für das Auslesen der Daten wurde das Programm ArcGIS Earth Version 1.18 der Fa. ESRI verwendet. Es wird vereinfachend davon ausgegangen, dass die Änderungen der Verkehrsmengen im Umfeld des Plangebiets keinen signifikanten Einfluss auf die LOS-Anteile hat.

Die LOS-Anteile der Straßenabschnitte wurden zusammen mit den übrigen Verkehrsdaten in das Berechnungsprogramm IMMIS^{em/luft} zur Berechnung der längenbezogenen Emissionen übernommen (s. Kapitel 4.1.2).

Die Tabelle 2 enthält die verkehrlichen Ausgangswerte der Straßen im Untersuchungsgebiet für die Emissionsberechnungen für die drei Untersuchungsfälle.

Tabelle 2: Ausgangswerte des Kfz-Verkehrs der berücksichtigten Straßen in der Istsituation, im Prognosenullfall und im Prognoseplanfall

Straße	Beschreibung	DTV	DTV _{Lkw}	PL _{kw}	PL _{Bus}	PR _{Bus}	PK _{rad}	V _{zul}	Levels of Service (LOS)			
		Kfz/24h	Lkw/24h	%			km/h	LOS1	LOS2	LOS3	LOS4	
Istsituation (ohne K 11/12 / ohne K 14) - Quelle: Verkehrsmengen 2019, Umweltatlas und VMZ 2017												
Köpenicker Straße	westl. Vorhaben	14.620	410	2,8	1,9	0,7	2,8	50	2	64	27	6
Köpenicker Straße	östl. Vorhaben	14.620	410	2,8	1,7	0,8	3,3	50	2	69	25	4
Zeughofstraße	südl. Vorhaben	1.500	68	4,5	0,0	0,0	2,0	30	10	75	10	5
Mühlenstraße	zw. Pariser Kommune und Warschauer Str.	25.060	920	3,7	0,3	0,8	3,2	50	4	69	20	8
Prognosenullfall (PNF ohne K 11/12 / mit K 14) - Quelle: LKArgus und VMZ 2017												
Köpenicker Straße	westl. Vorhaben	16.590	598	3,6	1,7	0,7	2,8	50	2	64	27	6
Köpenicker Straße	östl. Vorhaben	16.590	598	3,6	1,7	0,8	3,3	50	2	69	25	4
Zeughofstraße	südl. Vorhaben	1.611	73	4,5	0,0	0,0	2,0	30	10	75	10	5
Mühlenstraße	zw. Pariser Kommune und Warschauer Str.	30.030	1.624	5,4	0,4	0,8	2,8	50	4	69	20	8
Prognoseplanfall (PPF mit K 11/12 / mit K 14) - Quelle: LKArgus und VMZ 2017												
Köpenicker Straße	westl. Vorhaben	16.735	603	3,6	1,7	0,7	2,8	50	2	64	27	6
Köpenicker Straße	östl. Vorhaben	16.708	602	3,6	1,7	0,8	3,3	50	2	69	25	4
Zeughofstraße	südl. Vorhaben	1.638	74	4,5	0,0	0,0	2,0	30	10	75	10	5
Mühlenstraße	zw. Pariser Kommune und Warschauer Str.	30.030	1.624	5,4	0,4	0,8	2,8	50	4	69	20	8
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke für alle Tage eines Kalenderjahres											
PL _{kw}	Lkw-Anteil an der DTV											
PL _{Bus}	Anteil Linienbusse an der DTV (VMZ 2017)											
PR _{Bus}	Anteil Reisebusse an der DTV (VMZ 2017)											
PK _{rad}	Anteil Motorräder an der DTV (VMZ 2017)											
V _{zul}	zulässige Höchstgeschwindigkeit											
LOS	Levels of Service (VMZ 2017; außer Zeughofstraße: geschätzt)											

4.1.2 Luftschadstoffemissionen der Straßenabschnitte als Eingangsdaten der Ausbreitungsrechnung

Die längenbezogenen Luftschadstoffemissionen von PM₁₀, PM_{2,5} und NO_x (Summe der Stickstoffoxide NO und NO₂) in g/(m·d) für die Straßenabschnitte im Untersuchungsgebiet wurden mit dem Programm IMMIS^{em/luft} berechnet. Die zusätzlich zu den Verkehrsmengen und -zusammensetzungen (s. Kapitel 4.1.1) erforderlichen Ausgangsdaten zur Verkehrsqualität und die berechneten Emissionsmassenströme werden für die untersuchten Fälle Istsituation 2022, Prognosenullfall (PNF) und Prognoseplanfall (PPF) – Bezugsjahr jeweils 2025 – in den folgenden Tabellen dokumentiert. Die dargestellten Parameter und Bezeichnungen sind in Kapitel 3.1 erläutert.

Tabelle 3: Ausgangswerte der Emissionsberechnungen für den Kfz-Verkehr und Emissionsmassenströme der Luftschadstoffe in der Istsituation 2022 sowie im Prognosenullfall und -planfall 2025

Straße	Beschreibung	DTV	DTV _{Lkw}	v _{zul}	Typ Kaltstart	Emissionsmassenströme		
		[Kfz/24h]	[Lkw/24h]	[km/h]		PM10	PM2,5	NO _x
[g/(m·d)]								
Istsituation (ohne K 11/12 / ohne K 14) - Quelle: Verkehrsmengen 2019, Umweltatlas und VMZ 2017								
Köpenicker Straße	westl. Vorhaben	14.620	410	50	comm.	1,015	0,389	7,143
Köpenicker Straße	östl. Vorhaben	14.620	410	50	comm.	1,000	0,394	6,999
Zeughofstraße	südl. Vorhaben	1.500	68	30	resid.	0,102	0,040	0,697
Mühlenstraße	zw. Pariser Kommune und Warschauer Str.	25.060	920	50	comm.	1,643	0,667	11,342
Prognosenullfall (PNF ohne K 11/12 / mit K 14) - Quelle: LKArgus und VMZ 2017								
Köpenicker Straße	westl. Vorhaben	16.590	598	50	comm.	1,183	0,428	6,613
Köpenicker Straße	östl. Vorhaben	16.590	598	50	comm.	1,172	0,435	6,526
Zeughofstraße	südl. Vorhaben	1.611	73	30	resid.	0,106	0,040	0,616
Mühlenstraße	zw. Pariser Kommune und Warschauer Str.	30.030	1.624	50	comm.	2,172	0,787	11,604
Prognoseplanfall (PPF mit K 11/12 / mit K 14) - Quelle: LKArgus und VMZ 2017								
Köpenicker Straße	westl. Vorhaben	16.735	603	50	comm.	1,193	0,432	6,669
Köpenicker Straße	östl. Vorhaben	16.708	602	50	comm.	1,181	0,439	6,575
Zeughofstraße	südl. Vorhaben	1.638	74	30	resid.	0,108	0,041	0,628
Mühlenstraße	zw. Pariser Kommune und Warschauer Str.	30.030	1.624	50	comm.	2,172	0,787	11,604
DTV	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke für alle Tage eines Kalenderjahres							
v _{zul}	zulässige Höchstgeschwindigkeit							
comm.	commercial (Kaltstart-Typ)							
resid.	residential (Kaltstart-Typ)							

Für die in den Tabellen aufgeführten Straßenabschnitte wurden im Berechnungsmodell Straßenquellen in einer Höhe von 0,5 m über Grund definiert. Um die durch die Fahrzeugbewegungen induzierte Turbulenz auf den Linien- bzw. Flächenquellen berücksichtigen zu können, wurde von einer gleichmäßigen Durchmischung der Schadstoffemissionen bis zu einer Höhe von 2,5 m über Gelände ausgegangen. In den Quellparametern wurde eine entsprechende vertikale Ausdehnung von 2 m eingegeben.

4.2 Schiffsverkehrsemissionen

Die Emissionsmassenströme der Luftschadstoffe PM₁₀, PM_{2,5} und NO_x sind im Kapitel 3.2 angegeben. Für den an das Plangebiet angrenzenden Abschnitt der Spree liegen folgende Angaben zu den Emissionsmassenströmen der Luftschadstoffe PM₁₀, PM_{2,5} und NO_x vor:

$$q_{\text{NO}_x} = 3.582,5 \text{ kg/(a·km)} \cong 9,82 \text{ g/(m·d)}$$

$$q_{\text{PM}_{10}} = 143,0 \text{ kg/(a·km)} \cong 0,392 \text{ g/(m·d)}$$

Für den Schadstoff PM_{2,5} wird als Schätzwert ein Emissionsmassenstrom von 50 % des $q_{\text{PM}_{10}}$ angesetzt. Also:

$$q_{PM2,5} \cong 0,196 \text{ g/(m}\cdot\text{d)}$$

Für den Schiffsverkehr auf der Spree wurde eine Flächenquelle in der Flussmitte mit einer vertikalen Ausdehnung von 2 m definiert.

4.3 Meteorologische Daten

Die Ausbreitung von Luftbeimengungen hängt im Wesentlichen von den meteorologischen Faktoren Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Turbulenz ab. Während die Windrichtung für die Ausbreitungsrichtung und daher die räumliche Lage der Immissionen entscheidend ist, werden die Transportleistung (Verfrachtung), und damit auch die Verdünnung, von der Windgeschwindigkeit bestimmt.

Für die Ausbreitungsberechnungen im vorliegenden Untersuchungsgebiet wurde die Jahreszeitreihe "AKTerm" der gemessenen Stundenmittel für die Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Monin-Obukhov-Länge (Parameter zur Charakterisierung der Turbulenz) der meteorologischen Messstation Berlin-Tegel des Deutschen Wetterdienstes (DWD) verwendet.

Durch den DWD wurde nach einem standardisierten Verfahren aus einer 10-jährigen Reihe (Bezugszeitraum 2007 bis 2016) ein "für Ausbreitungszwecke repräsentatives Jahr" (gemäß Nr. 4.6.4.1 der TA Luft) ermittelt. Im vorliegenden Fall handelt es sich um das Jahr 2016. Die Datenverfügbarkeit der Zeitreihe beträgt 99,9 % /35/.

Die Abbildung 25 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen an der Wetterstation Berlin-Tegel. Es ist zu erkennen, dass Winde aus westlichen Richtungen vorherrschen. Daneben sind südwestliche und östliche Windrichtungen relativ häufig vertreten.

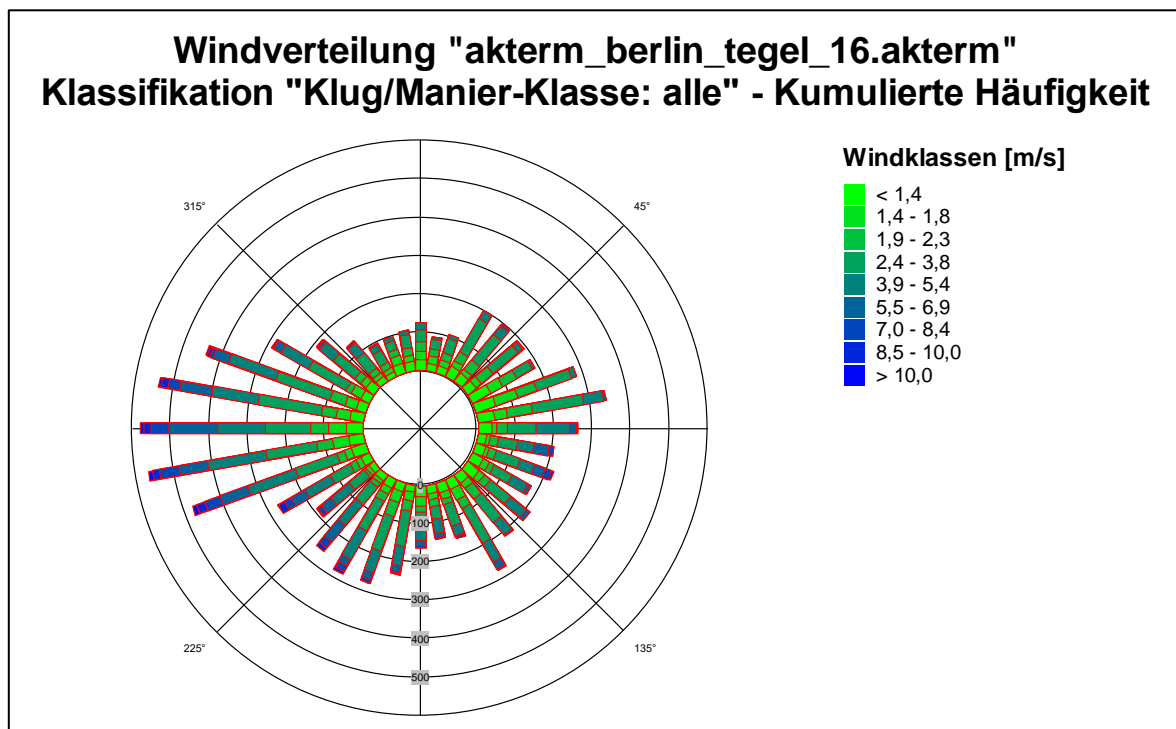


Abbildung 25: Relative Häufigkeit der Windrichtungen ehem. DWD-Station Berlin-Tegel, repräsentatives Jahr 2016 (Darstellung der "Windrose" mit dem Programm SoundPLAN)

Für die Ausbreitung von Luftverunreinigungen ungünstige Wetterlagen mit stabiler atmosphärischer Schichtung treten relativ selten auf. Die mittlere Windgeschwindigkeit in Berlin-Tegel beträgt im langjährigen Mittel ca. 3,5 m/s.

Die DWD-Wetterstation Berlin-Tegel befand sich auf dem Gelände des inzwischen stillgelegten Flughafens Tegel. Das Gelände in der unmittelbaren Umgebung der Messstation ist – wie im Untersuchungsgebiet – durchweg eben. Die geodätische Höhe beträgt 36 m ü. NN. Die Windmessung erfolgte auf einem freistehenden Windmast in 10 m Höhe über Gelände. Wegen der Ähnlichkeit der orographischen Bedingungen am Messstandort und im Untersuchungsgebiet können die meteorologischen Daten für das Beurteilungsgebiet unverändert verwendet werden. Die im Vergleich zu dem Gelände des Flughafens Tegel höhere Rauigkeit des dicht bebauten Untersuchungsgebiets wird in den Windfeldberechnungen mit MISKAM durch die Berücksichtigung der Baukörper eingerechnet.

Um den Rechenaufwand bei den komplexen Berechnungen der Windfelder und der Luftschadstoffimmissionen mit MISKAM in vertretbaren Grenzen zu halten, wurde die Jahreszeitreihe "AKTerm" mit den "Bibliotheks-Tools" des Programms SoundPLAN in eine klassifizierte Häufigkeitsverteilung mit 24 Windrichtungssektoren umgerechnet.

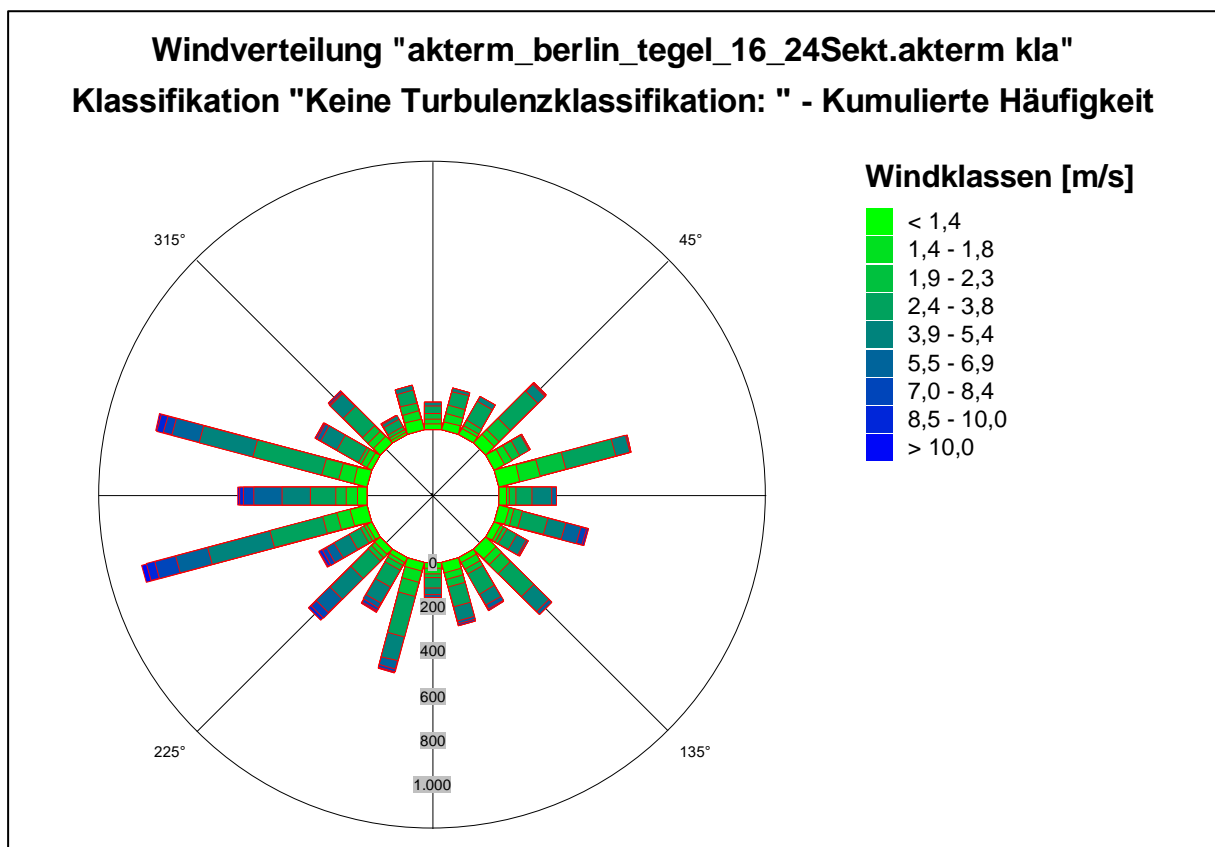


Abbildung 26: Relative Häufigkeit der Windrichtungen der ehem. DWD-Station Berlin-Tegel, repräsentatives Jahr 2016 – klassifizierte Ansicht mit 24 Sektoren à 15° (Darstellung der "Windrose" mit dem Programm SoundPLAN)

4.4 Luftschadstoff-Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet

Für das Untersuchungsgebiet wurden durch die SenUMVK, Referat Immissionsschutz, Daten zur Hintergrundbelastung für Stickstoffoxide (NO_x) und Stickstoffdioxid (NO₂) sowie für Feinstaub PM10 und PM2,5 übermittelt /17/.

Bei den Werten für den Istzustand handelt es sich um Analysewerte, die vornehmlich auf den Messdaten der innerstädtischen Hintergrundstation Nansenstraße (MC042) des Berliner Luftgüte-Messnetzes aus den Jahren 2019 und 2022 basieren. Die durch die Corona-Pandemie beeinflussten Messdaten der Jahre 2020 und 2021 werden nicht berücksichtigt.

Die Prognosewerte für das Jahr 2025 wurden mit einem vom Umweltbundesamt empfohlenen Modellsystem durch die SenUMVK ermittelt. Die mitgeteilten Werte sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4: NO_x-, NO₂-, PM10- und PM2,5-Hintergrundbelastungen als Jahresmittelwerte im Untersuchungsgebiet gemäß /17/

Schadstoffkomponente/ Bezugsjahr	NO _x [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	PM10 [µg/m ³]	PM2,5 [µg/m ³]
Istsituation 2019/2022	26	20	19	13
Prognose 2025	22	17	17	12

Es handelt sich jeweils um nicht direkt vom Straßenverkehr beeinflusste Hintergrundwerte. Diese enthalten jedoch die Immissionsbeiträge durch den überregionalen Ferntransport von Luftschadstoffen sowie die regionalen und lokalen Beiträge durch Hausbrand, Gewerbe, Industrie und Kraftwerke. Über die vorgenannten Hintergrundbelastungsdaten werden die Immissionen hinreichend abgebildet, die nicht in der Ausbreitungsrechnung (Zusatzbelastung) ermittelt werden.

Über den genannten Ansatz kann daher mit hinreichender Sicherheit und im Zweifelsfall konservativ die für die Beurteilung der Immissionswerte relevante Gesamtbelastung ermittelt werden.

5 Berechnungsmodell und Ausbreitungsrechnung

5.1 Untersuchungsfälle der Luftschadstoffberechnungen

Die Untersuchungsfälle Istsituation, Prognosenullfall (PNF) und Prognoseplanfall (PPF) sind in der Aufgabenstellung (Kapitel 1.3) definiert. Die Eingangsdaten der Ausbreitungsrechnungen werden im Kapitel 4 dokumentiert.

5.2 Rechengebiet und Modelleinstellungen im Programm MISKAM

Ein MISKAM-Rechengebiet definiert, wie der Untersuchungsraum in ein dreidimensionales Raster zerlegt wird. Dabei gibt es ein inneres Rechengebiet, für das die Ergebnisse (Schadstoffimmissionskonzentrationen) berechnet werden, und ein äußeres Rechengebiet mit einer automatisch erzeugten Erweiterung um mehrere Rasterpalten bzw. -zeilen, um rechnerische Einschwingeffekte aufzufangen.

Bei der Festlegung der Modellparameter wurden die Empfehlungen des Best Practice Guideline /38/ beachtet.

Die Modellierung der Windströmung wurde mit folgenden Parametern durchgeführt:

- 24 Windsektoren mit einer Breite von jeweils 15°, 6 Windgeschwindigkeitsklassen (s. Kapitel 4.3)
- neutrale Schichtung
- Rauigkeitslänge Boden: 10 cm
- Rauigkeitslänge Wände: 1 cm
- Rauigkeitslänge 1D-Initialisierung: 10 cm
- Abbruchkriterium: Stationarität

Die Berechnung der Immissionskonzentrationen erfolgte mit folgenden Einstellungen:

- Jahreszeitreihe: AKTerm Berlin-Tegel (klassifiziert)
- Schema für Impuls- und Turbulenzadvektion: Upstream
- Maximale Anzahl der Zeitschritte: 3000

Folgende Einstellungen wurden für das Rechengebiet im Untersuchungsgebiet gewählt:

Rasterzellen Kernbereich: 250 Zellen à 2 m in x-Richtung,
250 Zellen à 2 m in y-Richtung

Die Ausdehnung des Rechengebiets im Kernbereich beträgt somit 500 m x 500 m.

Außenzellen: oben: 20 Zellen, Faktor 1,10
links: 30 Zellen, Faktor 1,10
rechts: 25 Zellen, Faktor 1,10
unten: 18 Zellen, Faktor 1,10

Vertikale Schichten in m: 0,33 - 0,66 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 7 - 9 - 11 - 13,5 -
16 - 18 - 20 - 22 - 24 - 26 - 28 - 30 - 32 - 34 - 39 -
44 - 49 - 54 - 59 - 64 - 69 - 74 - 84 - 94 - 109 -
125 - 150 - 180 - 230 - 280 - 340 - 400

Drehung des Rechengebiets: 36,8° gegen Nord (Ausrichtung parallel zu den Gebäuden entlang der Köpenicker Straße)

Die Abbildung 27 zeigt das MISKAM-Rechengebiet für den untersuchten Bereich am Beispiel des Prognoseplanfalls.



Abbildung 27: Lageskizze des MISKAM-Rechengebiets für den Prognoseplanfall (inneres Rechengebiet: grau schraffierte Fläche; äußeres Rechengebiet: äußeres Rechteck, Norden oben)

Für die Rechenlaufsteuerung, die Auswertung der Berechnungsergebnisse und für die grafische Darstellung wird das Programm SoundPLAN^{air} /44/ eingesetzt.

5.3 Berechnungsmodelle

Die folgenden Abbildungen stellen die digitalen Berechnungsmodelle der Windströmungs- und Ausbreitungsberechnungen für die bauliche Istsituation, den Prognosenullfall mit Realisierung des Bauvorhabens K14 und den Prognoseplanfall dar. Die Abbildung 28 zeigt die bauliche Istsituation als sogenanntes Klötzchenmodell in einer 3D-Ansicht mit Blickrichtung Nordosten. Die mit dem Programm SoundPLAN /44/ erstellten Klötzchenmodelle der digitalisierten Gebäudestrukturen veranschaulichen die Umsetzung im Programm MISKAM mit den im vorangegangenen Kapitel erläuterten Modellparametern für die horizontale und vertikale Auflösung im Rechengebiet.

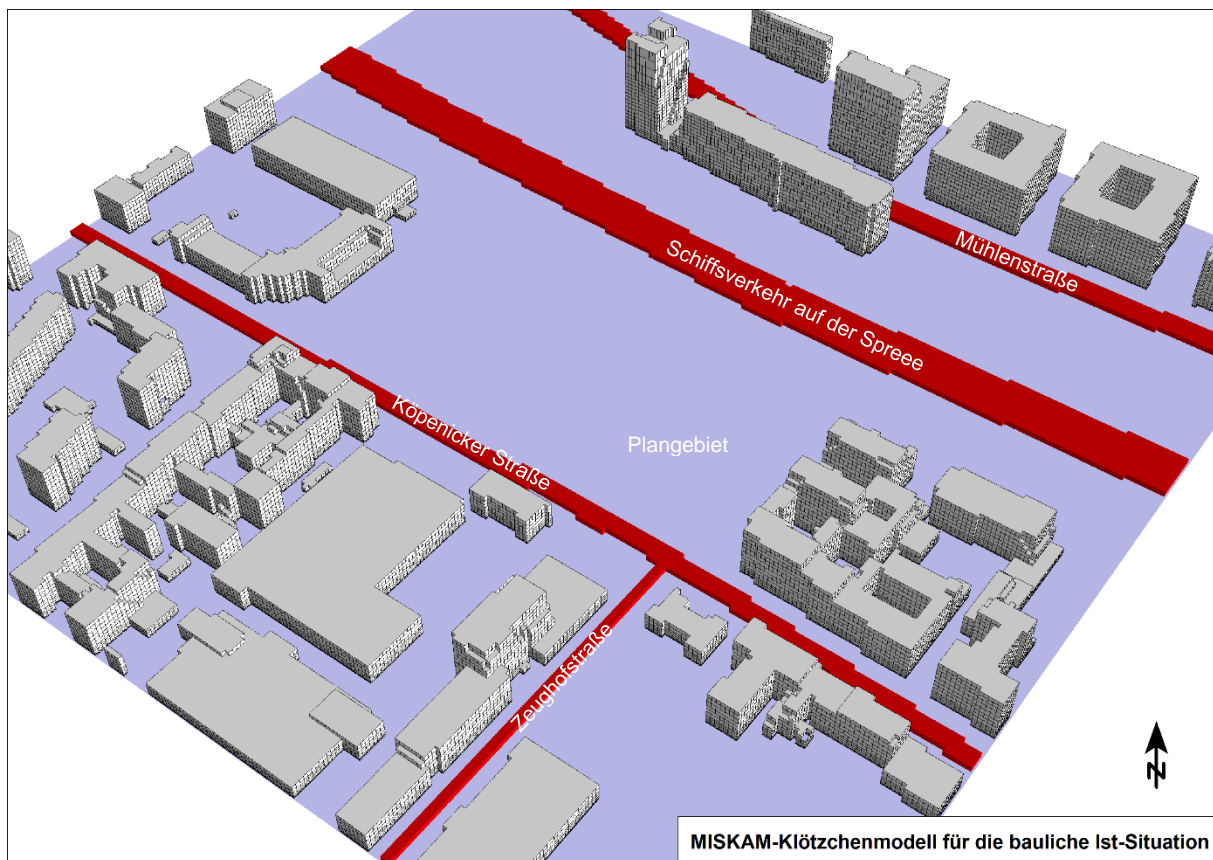


Abbildung 28: 3D-Ansicht des Berechnungsmodells für die Istsituation (Blickrichtung Norden, Gebäude: grau, Straßen- und Schiffsverkehrsquellen: rot)

Die Abbildung 29 stellt die 3D-Ansichten der Klötzchenmodelle für den Prognosenullfall und den Prognoseplanfall dar.

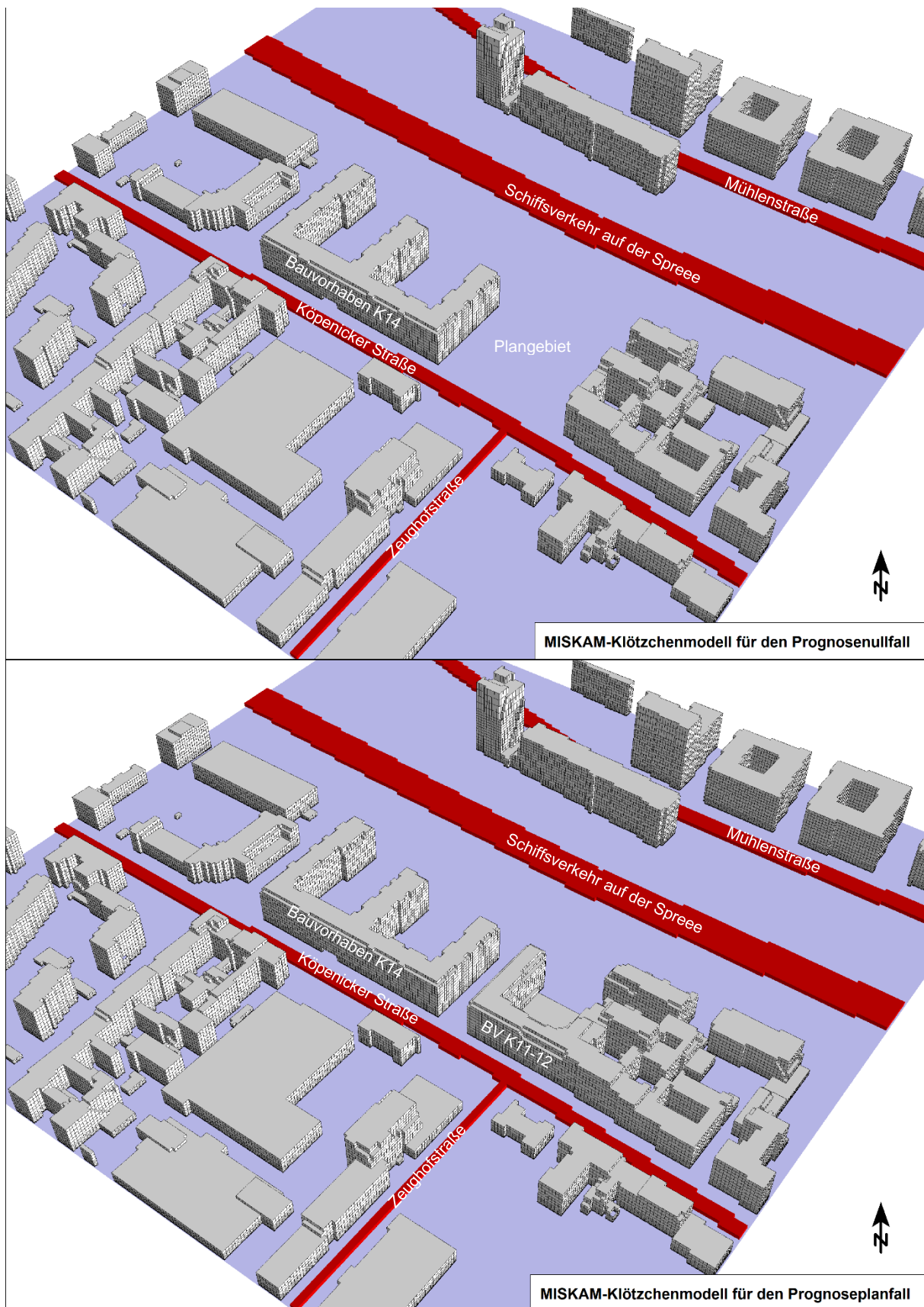


Abbildung 29: 3D-Ansichten des Berechnungsmodells für den Prognosenullfall (Bild oben) und den Prognoseplanfall (Bild unten) (Blickrichtung Norden; Gebäude: grau, Straßen- und Schiffsverkehrsquellen: rot)

6 Ergebnisse und Diskussion

6.1 Ergebnisse der Windströmungs-Modellierung

6.1.1 Strömungsbedingungen im Bestand und Auswirkungen der geplanten Gebäude

In den folgenden Abbildungen sind die Ergebnisse der MISKAM-Windfeldberechnungen für die bauliche Istsituation (Abbildung 30) sowie für den Prognosenullfall (Bild oben in Abbildung 31) und Prognoseplanfall (Bild unten in Abbildung 31) als mittlere Windgeschwindigkeiten dargestellt. Eingangsdaten sind die digitalen Berechnungsmodelle ("MISKAM-Klötzchenmodell") und die verwendete Wind-Statistik (klassifizierte AKTerm Berlin-Tegel) ergeben.

Zur Darstellung der mittleren Windgeschwindigkeit wurde die Schicht zwischen 1 und 2 m über Grund, die als vorwiegender Aufenthaltsbereich des Menschen im Freien interpretiert werden kann, repräsentativ ausgewählt. Im Hinblick auf den Abtransport der Luftschadstoffe im Straßenraum ist eine freie Durchströmung insbesondere von Wohngebieten mit einer möglichst hohen Windgeschwindigkeit günstig. Relativ hohe mittlere Geschwindigkeiten werden in den Karten mit grünen Farbtönen dargestellt. Gelbe und rötliche Farben deuten auf verringerte Windgeschwindigkeiten durch den Einfluss der Bebauung hin.

Ein Vergleich der Windfelder in der Istsituation (Abbildung 30) mit denen des Nullfalls und Planfalls (Abbildung 31) zeigt signifikante Unterschiede. Im Nullfall ändert sich die bauliche Situation im Umfeld des Plangebiets durch den als realisiert angenommenen voluminösen Baukörper des Bauvorhabens K14. Mit diesem entsteht entlang der Köpenicker Straße eine geschlossene Bebauung, die eine deutliche Verringerung der bodennahen Windgeschwindigkeiten zur Folge hat.

Durch das Bauvorhaben K11/12 im Plangebiet wird die verbliebene Lücke zwischen dem Bauvorhaben K14 und der vorhandenen bis zu 6-geschossigen Blockrandbebauung entlang der Köpenicker Straße bis auf eine Grünfuge zwischen K14 und K11/12 geschlossen. In der Folge verringern sich die bodennahen Windgeschwindigkeiten – auch im Vergleich zum Nullfall – insbesondere in der entstehenden Straßenschlucht weitergehend.

Die nördlich der Bauvorhaben gelegene Spree mit ca. 100 m Breite fungiert im Untersuchungsgebiet als Frischluftschneise, die durch die Bauvorhaben nicht signifikant beeinträchtigt wird.

Insgesamt kann hier aus fachlicher Sicht der Rückschluss gezogen werden, dass sich durch das Vorhaben entlang der Köpenicker Straße merkliche Einflüsse auf die lokale Windströmung ergeben, die wiederum zu einer signifikant schlechteren Durchmischung und damit tendenziell zu erhöhten Luftschadstoffkonzentrationen im Bereich relevanter Immissionsorte führen. Dieser Sachverhalt ist im Kontext mit den an späterer Stelle dieses Berichtes dargestellten Luftschadstoffkonzentrationen für die Istsituation, den Null- und Planfall zu betrachten.

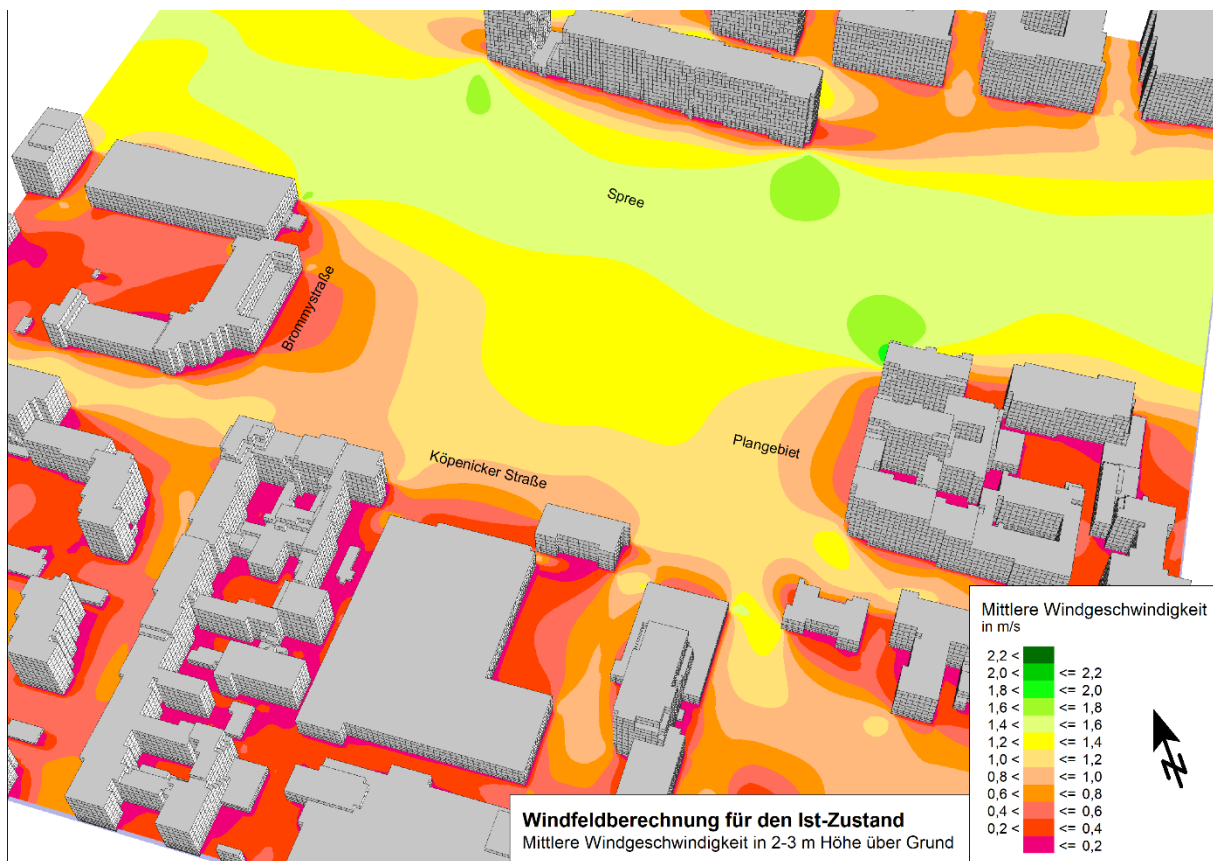


Abbildung 30: Ergebnisse der MISKAM-Windfeldberechnung für die Istsituation in 2 bis 3 m Höhe über Grund

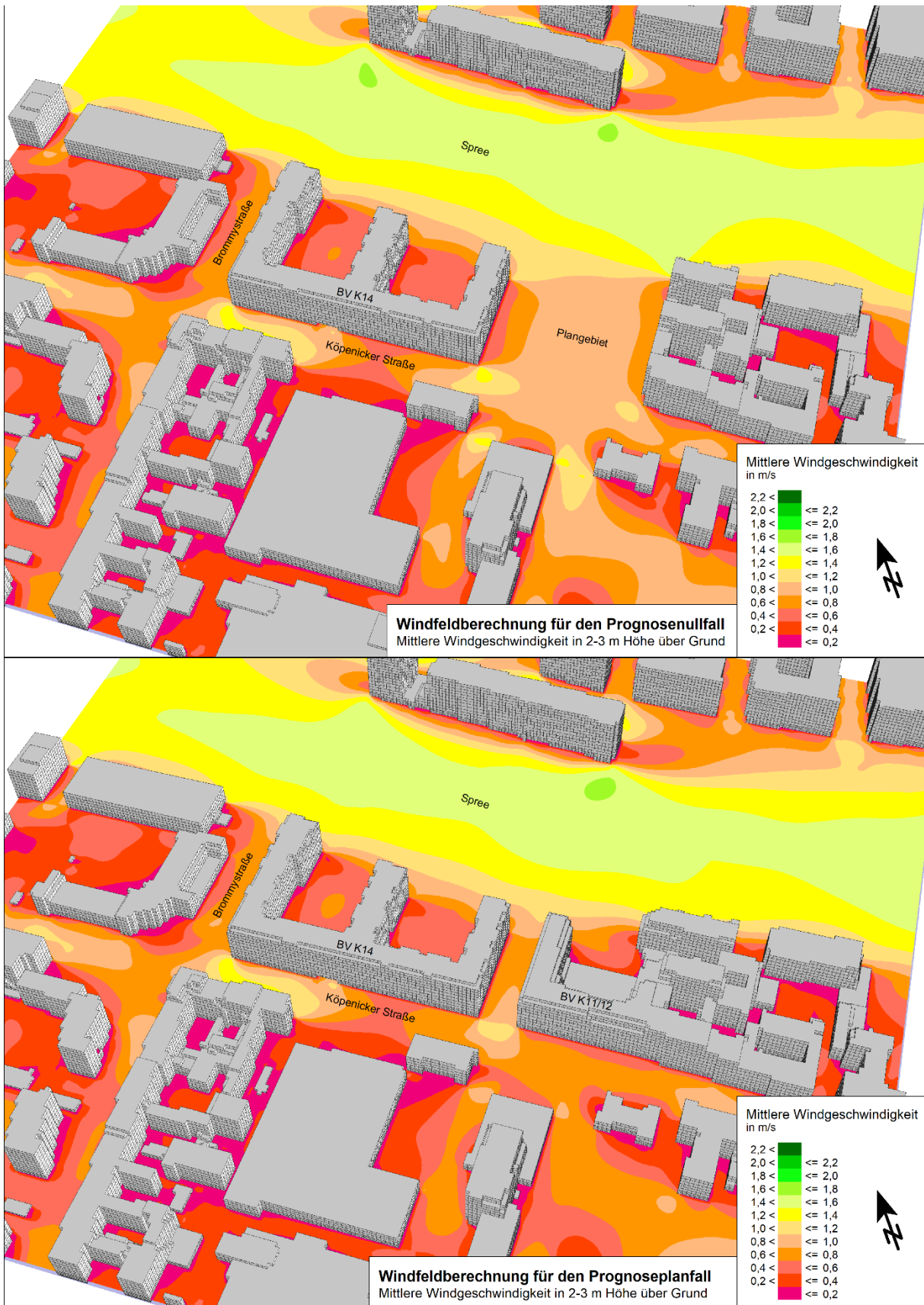


Abbildung 31: Ergebnisse der MISKAM-Windfeldberechnung für den Prognosenullfall (Bild oben) und den Prognoseplanfall (Bild unten) in 2 bis 3 m Höhe über Grund

6.2 Luftschadstoffimmissionen im Untersuchungsgebiet

6.2.1 Allgemeines und Berechnungshöhen

Innerhalb des inneren Berechnungsgebiets des MISKAM-Rechenmodells wurden die Ergebnisse in der Schicht 1 bis 2 m über Grund (Schicht 4) ausgewertet und beurteilt. In den bodennahen Luftschichten ist die Luftschadstoffbelastung durch den Kfz-Verkehr im Allgemeinen am höchsten, weil die Schadstoffe in geringer Höhe über dem Boden freigesetzt werden. Sinngemäß gilt dies auch für die Emissionen aus dem motorisierten Schiffsverkehr. Außerdem stellt die untersuchte Schicht den Bereich dar, in dem sich Menschen im Freien aufhalten.

Die Schicht 1 bis 2 m über Grund stellt die beurteilungsrelevante Höhe für den Aufenthalt der Menschen im Freien dar. Mit zunehmender Höhe über Grund und damit zunehmendem Abstand zur Emissionsquelle und höheren Windgeschwindigkeiten verringert sich die Luftschadstoffkonzentration und die Immissionssituation verbessert sich dadurch.

6.2.2 Darstellung der Ergebnisse als Schadstoffkarten

Die Schadstoffkarten in den folgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse der Ausbreitungsberechnungen mit dem dreidimensionalen mikroskaligen Windströmungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM für die Luftschadstoffe NO₂, PM10 und PM2,5 als Jahresmittelwerte der Konzentrationen in µg/m³ für die Istsituation 2022, den Prognosenullfall 2025 und den Prognoseplanfall 2025.

Die berechneten Immissionsbeiträge durch die berücksichtigten Kfz- und Schiffsverkehre als Quellen für Luftschadstoffe wurden zur Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet (s. Kapitel 4.4) hinzugerechnet. In der Istsituation wird die für das Bezugsjahr 2022 berechnete Zusatzbelastung mit der Hintergrundbelastung für 2019/2022 überlagert.

Für die Luftschadstoffe PM10 und PM2,5 wird die Gesamtbelastung durch einfache Addition aus Hintergrundbelastung und ermittelter Zusatzbelastung berechnet. Die komplexere Methode zur Bestimmung der NO₂-Gesamtbelastung aus der Summe der NO_x-Hintergrundkonzentration und der NO_x-Zusatzbelastung wird im Kapitel 3.4.2 erläutert.

Die Farbskalen in den Rasterschadstoffkarten wurden für jeden Luftschadstoff so definiert, dass der geringste Wert der jahresmittleren Konzentration (grün) ungefähr der Hintergrundbelastung entspricht. Der jeweilige Jahresmittelwert in Höhe des Immissionsgrenzwerts entspricht der Farbe Rot.

Für alle folgenden Schadstoffkarten gilt die folgende Zeichenerklärung.








Zeichenerklärung	
	vorhandene Wohngebäude
	vorh. Neben- oder Gewerbegebäude
	Kindergarten
	Schule
	planungsrechtlich mögliches Gebäude im B-Plan 2-35a VE
	geplantes Gebäude des Vorhabens
	Emissionslinie Luftschadstoffe Kfz- und Schiffsverkehr
	räumlicher Geltungsbereich eines nicht rechtskräftigen Bebauungsplanes

Abbildung 32: Zeichenerklärung für die Schadstoffkarten

6.2.2.1 NO₂-Immissionen

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass im Untersuchungsgebiet nur eine geringe bis mäßige Belastung durch NO₂-Immissionen zu verzeichnen ist. Die Schadstoffkarte für die Istsituation 2022 (Abbildung 33) zeigt, dass im Bestand die höchsten Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentration mit ca. 25 µg/m³ nahe der Fassaden der Gebäude entlang der Köpenicker Straße östlich des Plangebiets erreicht werden. In dem unbebauten Bereich des Plangebiets und des westlich angrenzenden Bebauungsplans 2-35a liegt das NO₂-Konzentrationsniveau maximal bei 22 µg/m³.

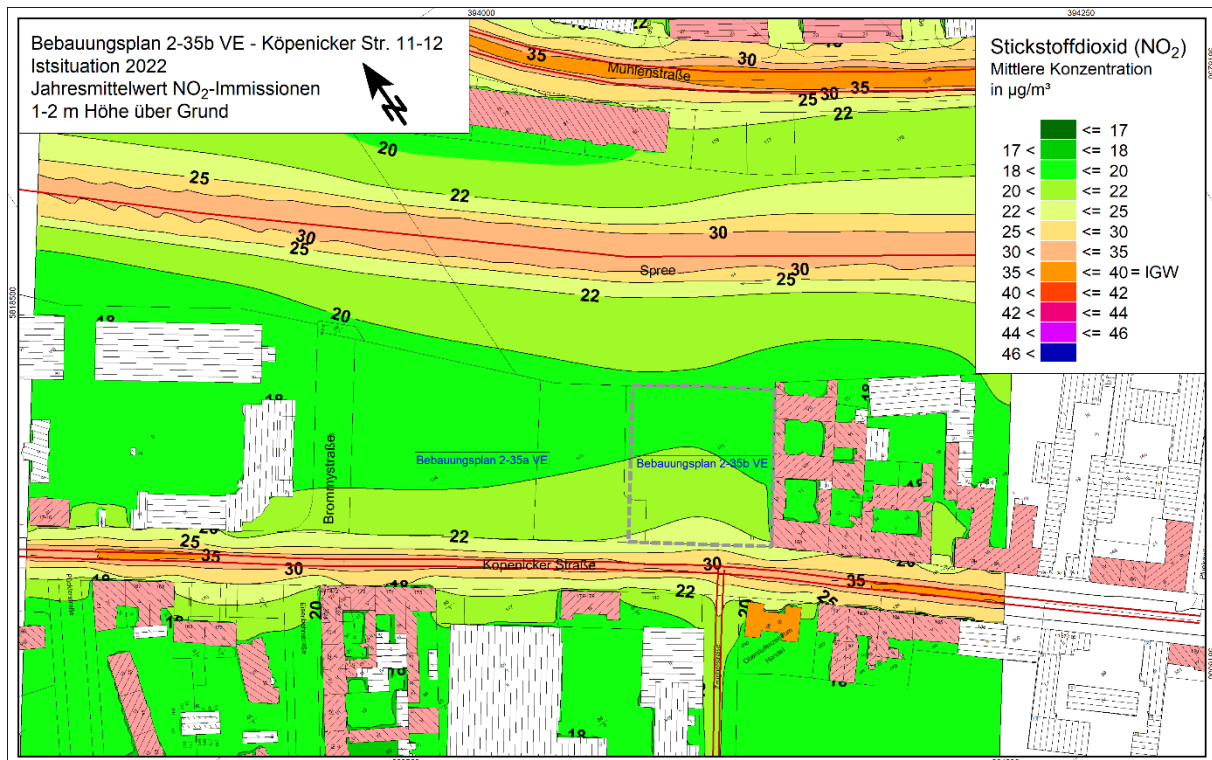


Abbildung 33: Karte der räumlichen Verteilung der Luftschadstoffimmissionen in der Istsituation – Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen (Gesamtbelastung) in 1-2 m Höhe ü. Gr.

Wie in Abbildung 34 (oberes Bild) zu erkennen ist, nehmen die NO₂-Konzentrationen im Prognosenullfall 2025 (PNF) im Vergleich zur Istsituation ab, obwohl die Verkehrsmenge und die bauliche Verdichtung entlang der Köpenicker Straße zunehmen. Der Rückgang der NO₂-Konzentrationen ist zum einen auf die etwas geringeren NO_x-Emissionen der Kfz im Bezugsjahr 2025 im Vergleich zum Bezugsjahr 2022 und zum anderen auf die prognostizierten geringeren Hintergrundkonzentrationen im Jahr 2025 zurückzuführen (s. Kapitel 4.4). Die NO₂-Konzentrationen nahe der Gebäudefassaden betragen maximal 22 µg/m³.

Das untere Bild der Abbildung 34 zeigt die Verteilung der NO₂-Konzentrationen im Prognoseplanfall (PPF) mit der Lückenschließung im Plangebiet und unter Berücksichtigung der durch das Bauvorhaben induzierten geringfügig zunehmenden Verkehrsmengen. Im Bereich des Plangebiets und östlich davon an der Bestandsbebauung erhöhen sich die NO₂-Immissionen vor den zur Köpenicker Straße gelegenen Fassaden auf bis zu 25 µg/m³.

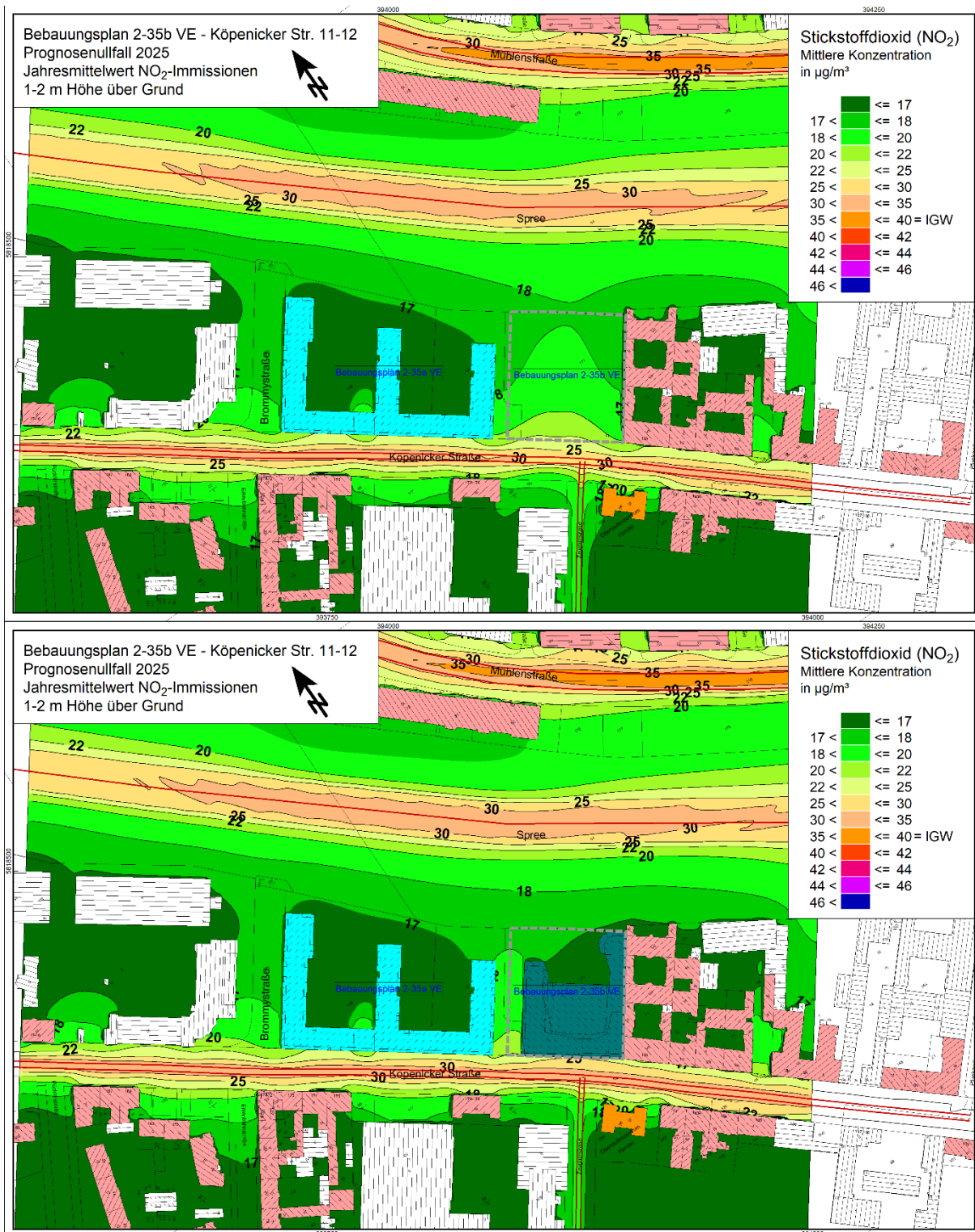


Abbildung 34: Karten der räumlichen Verteilung der Luftschadstoffimmissionen im Prognose-nullfall (Bild oben) und im Prognoseplanfall (Bild unten) – Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen (Gesamtbelastung) in 1-2 m Höhe ü. Gr.

Die durch das Planvorhaben induzierten Veränderungen der NO₂-Immissionen im Untersuchungsgebiet werden durch die Differenzkarte (Abbildung 35) veranschaulicht. Dort wird die Differenz zwischen den Jahresmittelwerten der NO₂-Konzentrationen im PPF und im PNF dargestellt. Grüne Farbtöne zeigen Verringerungen der Immissionen um mehr als 0,1 µg/m³

an. Die Farbe Gelb steht für eine geringe Zunahme der Immissionen um $0,1$ bis $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Geringe Differenzen im Intervall $-0,1$ bis $+0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werden in Weiß dargestellt. Die Farben Beige bis Orange weisen auf Zunahmen der NO_2 -Immissionen um mehr als $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hin.

Im PPF zeigen sich im Untersuchungsgebiet Erhöhungen der NO_2 -Immissionen im Vergleich zum PNF um bis zu $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vor den Gebäuden entlang der Köpenicker Straße im Bereich des Bauvorhabens im Plangebiet sowie westlich und östlich davon. Auf Teilflächen nördlich des geplanten Baukörpers sind Verringerungen der NO_2 -Immissionen festzustellen.



Abbildung 35: Differenzkarte der Luftschadstoffimmissionen im Prognoseplanfall (PPF) im Vergleich zum Prognosenullfall (PNF) – Differenz der Jahresmittelwerte der NO_2 -Konzentrationen in 1-2 m Höhe ü. Gr.

Im Ergebnis lässt sich damit feststellen, dass der Immissions-Jahreswert für den Luftschadstoff NO_2 von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ im PPF mit einer maximalen Gesamtbelastung von $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sicher unterschritten wird. Aufgrund der in Abschnitt 3.4.1 dargestellten statistischen Zusammenhänge lässt sich zudem feststellen, dass eine Überschreitung der zulässigen Überschreitungshäufigkeit von 18/a des Immissionsstundenwertes von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht zu befürchten ist bzw. die Einhaltung des Immissions-Stundenwertes für den Luftschadstoff NO_2 gewährleistet ist.

6.2.2.2 PM10-Immissionen

Die räumliche Verteilung der PM10-Konzentrationen ist in Abbildung 36 für den Prognose-nullfall (Bild oben) und den Prognoseplanfall (Bild unten) dokumentiert. Auf die Darstellung der Ergebnisse in der Istsituation wurde hier verzichtet.

In dem am höchsten belasteten Abschnitt entlang der Köpenickerstraße im Bereich des Plangebiets werden in der Nähe der Gebäudedefassaden PM10-Konzentrationen von 18 bis 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht. Die im Gebiet vorherrschende Hintergrundbelastung von ca. 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wird im Umfeld des Plangebiets somit nur knapp überschritten.

Im PPF zeigen sich keine signifikanten Änderungen gegenüber dem PNF.

Im Ergebnis lässt sich damit feststellen, dass der Immissions-Jahreswert für den Luftschadstoff PM10 von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ im PPF mit einer maximalen Gesamtbelastung von 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in beurteilungsrelevanten Bereichen sicher unterschritten wird. Aufgrund der in Abschnitt 3.4.1 dargestellten statistischen Zusammenhänge lässt sich zudem feststellen, dass aufgrund der ermittelten Jahresgesamtbelastung von weniger als 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eine Überschreitung der zulässigen Überschreitungshäufigkeit von 35 pro Jahr des Immissionstageswertes von 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht zu befürchten ist bzw. die Einhaltung des Immissions-Tageswertes für den Luftschadstoff PM10 gewährleistet ist.

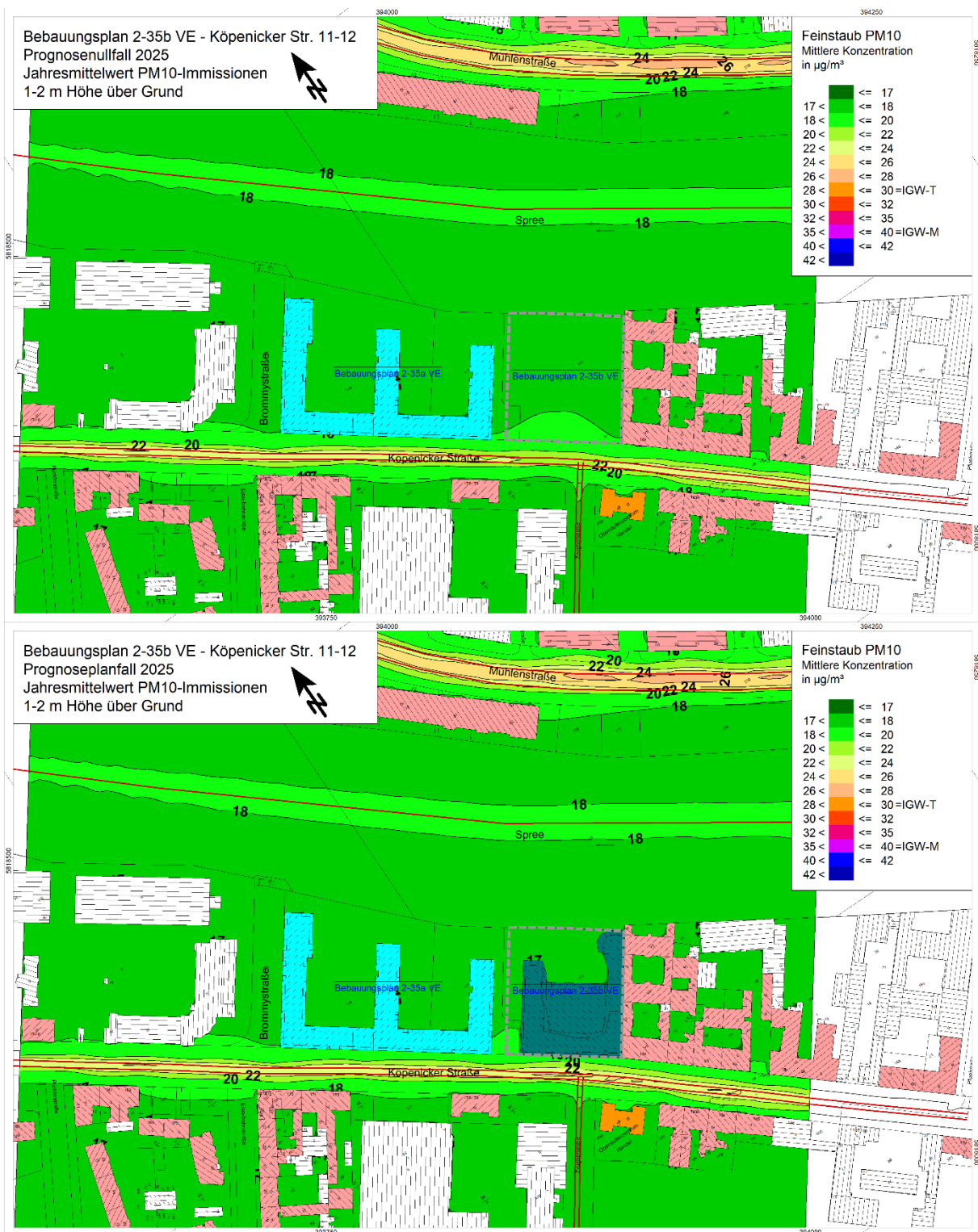


Abbildung 36: Karte der räumlichen Verteilung der Luftschadstoffimmissionen im Prognose-nullfall (Bild oben) und im Prognoseplanfall (Bild unten) – Jahresmittelwerte der PM10-Konzentrationen (Gesamtbelastung) in 1-2 m Höhe ü. Gr.

6.2.2.3 PM_{2,5}-Immissionen

Die räumliche Verteilung der PM_{2,5}-Konzentrationen ist in Abbildung 37 für den Prognose-nullfall (Bild oben) und den Prognoseplanfall (Bild unten) dokumentiert.

Die PM_{2,5}-Immissionen liegen im Untersuchungsgebiet überwiegend nur knapp über der Hintergrundbelastung von 12 µg/m³. In den am höchsten belasteten Abschnitten werden PM_{2,5}-Konzentrationen von unter 14 µg/m³ erreicht.

Im Ergebnis lässt sich damit feststellen, dass der Immissionsgrenzwert für den Luftschadstoff PM_{2,5} von 25 µg/m³ im PPF mit einer maximalen Gesamtbelastung von 14 µg/m³ sicher unterschritten wird.

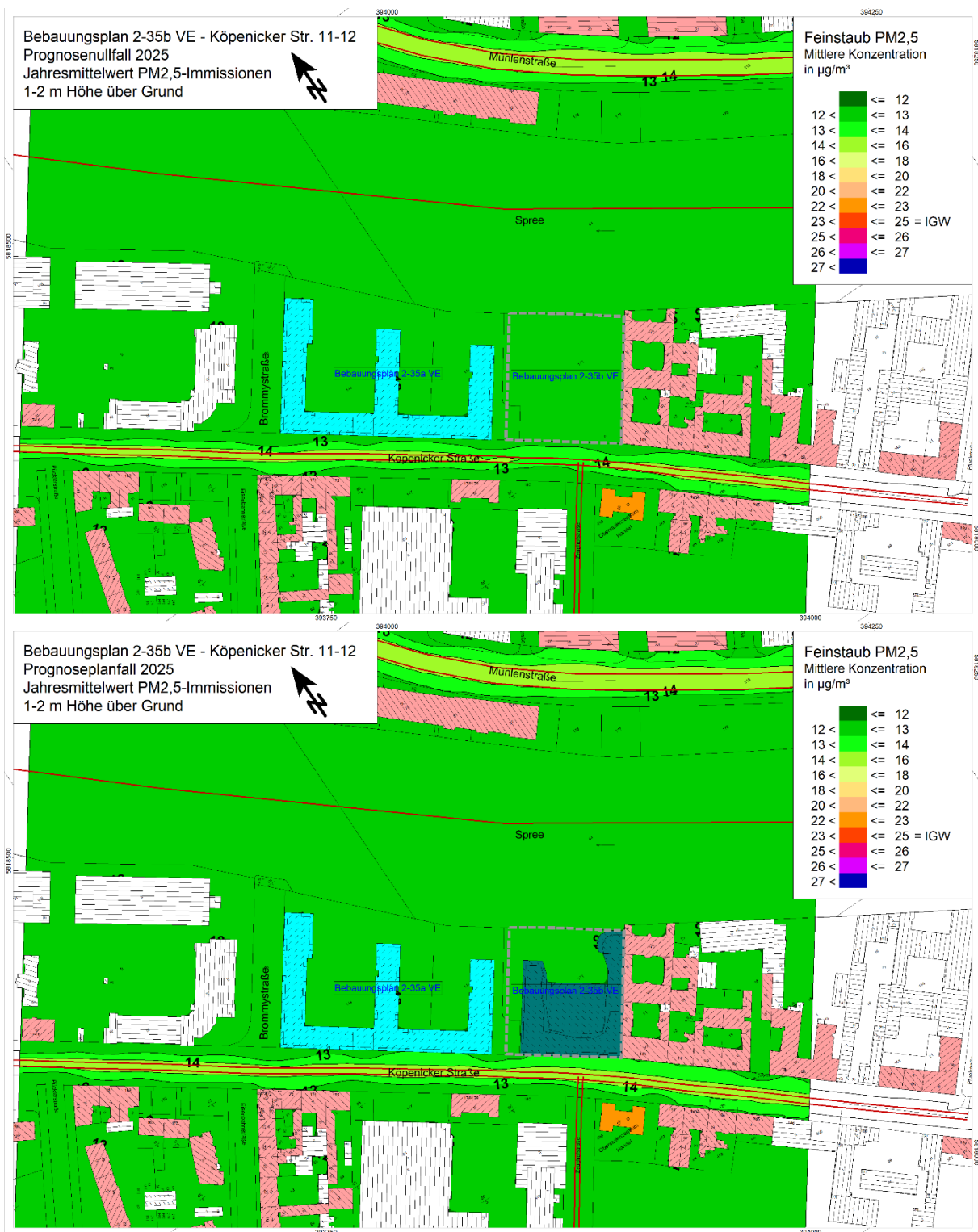


Abbildung 37: Karte der räumlichen Verteilung der Luftschadstoffimmissionen im Prognose-nullfall (Bild oben) und im Prognoseplanfall (Bild unten) – Jahresmittelwerte der PM2,5-Konzentrationen (Gesamtbelastung) in 1-2 m Höhe ü. Gr.

6.2.3 Bewertung der Ergebnisse in Bezug auf die Ziele der Luftreinhalteplanung

Im Hinblick auf die Ziele der Berliner Luftreinhalteplanung kommt es wesentlich darauf an, dass bei der städtebaulichen Planung die großräumige Versorgung mit Frischluft und die kleinräumigen Bedingungen der Schadstoffverdünnung nicht negativ beeinflusst werden. Das Maßnahmenpaket MP 9 – Raum-, Stadt- und Landschaftsplanung – des Berliner Luftreinhalteplans (Kapitel 8.2.9 in /16/) formuliert u. a. folgende Ziele:

"Für eine gute Ausbreitung und Verdünnung von Luftschadstoffen und die Zufuhr von weniger belasteter Luft in die innerstädtischen Zentren sollen Freiflächen und Schneisen vor allem dort erhalten bleiben, wo nachweislich Probleme auftreten können (M 9.1)."

"Bei der Neugestaltung von Straßenräumen und Schließung von Lücken in einer bestehenden Randbebauung ist darauf zu achten, dass keine neuen Belastungsschwerpunkte mit Überschreitungen von Luftqualitätsgrenzwerten entstehen (M 9.2)."

Das Bauvorhaben führt zu einer Verdichtung der im Bestand offenen Flächen im Plangebiet, die im Bestand frei durchströmt werden. Die großräumige Durchlüftung des Gebiets und damit die Verdünnung und der Abtransport von Luftschadstoffen wird durch die Spree als Frischluftschneise gewährleistet. Vor den angrenzenden Wohnblöcken an der Köpenicker Straße wird der Abtransport der Schadstoffe mit der freien Luftströmung geringfügig verschlechtert. Die relevanten Immissionsgrenzwerte werden auch im Prognoseplanfall deutlich unterschritten.

Durch die Luftschadstoffprognose wird zudem nachgewiesen, dass mit Umsetzung des Vorhabens kein neuer Belastungsschwerpunkt geschaffen wird, an dem eine Überschreitung der Luftqualitätsgrenzwerte zu befürchten wäre.

7 Zusammenfassung

Das Bezirksamt Friedrichshain-Kreuzberg von Berlin hat am 07.08.2012 die Aufstellung des vorhabenbezogenen Bebauungsplans 2-35b VE beschlossen. Der räumliche Geltungsbereich befindet sich im Ortsteil Friedrichshain nördlich der Köpenicker Straße. Die TREI Real Estate Deutschland GmbH & Co. KG beabsichtigt auf ihrem Grundstück Köpenicker Straße 11/12 (im Weiteren abgekürzt mit K 11/12) den Neubau eines Wohn- und Geschäftshauses mit bis zu sieben Vollgeschossen. Mit dem Bebauungsplanverfahren soll die notwendige bauplanungsrechtliche Grundlage für die Realisierung geschaffen werden.

Auf dem sich westlich anschließenden Grundstück Köpenicker Straße 14 beabsichtigt die Zapf K 14 Grundstücksgesellschaft mbH u. a. ca. 280 WE zu errichten (im Weiteren abgekürzt mit K 14). Zur Realisierung wurde der Vorhabenbezogene Bebauungsplan 2-35a VE aufgestellt, der seit dem 15.08.2022 rechtswirksam ist.

Plangrundlage der Luftschadstoffberechnungen im untersuchten Prognoseplanfall ist die vorliegende Planung des Büros Tchoban Voss Architekten GmbH. Im Nullfall wurde das o. g. Vorhaben K 14 auf dem Nachbargrundstück als bereits realisiert angenommen.

Als weitere Grundlagen standen u. a. eine verkehrstechnische Untersuchung zum vorhabenbezogenen Bebauungsplans 2-35b VE der LK Argus GmbH, das Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA) in der aktuellen Fassung 4.2 und Daten zur Luftschadstoff-Hintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet zur Verfügung.

Im Rahmen der Luftschadstoffuntersuchung sollten innerhalb und außerhalb des Plangebiets die Luftschadstoffkonzentrationen mit den Immissionsgrenzwerten der 39. BImSchV verglichen und die Auswirkungen der Planung auf die Immissionssituation beurteilt werden.

Auf Grundlage von Angaben in der Literatur erfolgte eine Ermittlung der aus dem Verkehr einschließlich des Schiffsverkehrs resultierenden Luftschadstoffemissionen für die relevanten Luftschadstoffparameter NO_x, PM₁₀ und PM_{2,5}.

Hierfür wurden detaillierte Windströmungs- und Ausbreitungsberechnungen mit dem Programm MISKAM für die Istsituation 2022, den Prognosenullfall 2025 und den Prognoseplanfall 2025 durchgeführt.

Die Ergebnisse der Untersuchung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- 1) Auf Basis von Windfeldmodellierungen wurden die verschiedenen Windsituationen, die sich aus den unterschiedlichen Bebauungssituationen ohne und mit Baukörper des Bauvorhabens K 11/12 ergeben, ermittelt. Im Ergebnis lässt sich feststellen, dass die resultierenden Veränderungen der Strömungsbedingungen gebäudeinduziert nur im unmittelbaren Umfeld des geplanten Gebäudes auftreten. Dort ist eine geringere Durchmischung und ein beeinträchtigter Abtransport von Luftschadstoffen ggü. der Istsituation bzw. dem Prognosenullfall zu erwarten.
- 2) Auch im Kontext mit den Ergebnissen der Immissionsprognose sind die resultierenden Auswirkungen auf die gebäudeinduzierten Windströmungsbedingungen durch das Vorhaben als nicht relevant zu erachten, da
 - a) die hieraus resultierende Erhöhung der Gesamtbelastung als vernachlässigbar gering und

- b) die nach 39. BImSchV festgesetzten Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit mit Umsetzung des Vorhabens sicher unterschritten werden.; die im Rahmen dieses Berichtes betrachteten Immissionen für die Luftschadstoffe NO₂, PM10 und PM2,5 unterschreiten an maßgeblichen Beurteilungspunkten im Planfall die jeweiligen gemäß 39. BImSchV festgesetzten Immissionsgrenzwerte.
- 3) Das Planvorhaben steht nicht im Konflikt mit den Zielen des Maßnahmenpakets MP 9 – Raum-, Stadt- und Landschaftsplanung – des Berliner Luftreinhalteplans (vgl. Kapitel 6.2.3), da den übergeordneten Zielsetzungen entsprochen wird.
- 4) Auf Basis der vorliegenden Ergebnisse zu den Untersuchungen sind aus fachlicher Sicht keine weiteren Handlungsempfehlungen für eine lufthygienisch optimierte Ausgestaltung des Planvorhabens erforderlich.

8 Quellenverzeichnis

Gesetze, Verordnungen und Verwaltungsvorschriften

- /1/ Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 3 des Gesetzes vom 19. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1792) geändert worden ist
- /2/ Baugesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. November 2017 (BGBl. I S. 3634), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 4. Januar 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 6) geändert worden ist
- /3/ Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung – BauNVO) i. d. F. der Bekanntmachung vom 21. November 2017 (BGBl. I S. 3786), die durch Artikel 3 des Gesetzes vom 4. Januar 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 6) geändert worden ist
- /4/ Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen - 4. BImSchV) in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1799) geändert worden ist
- /5/ Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die durch Artikel 2 der Verordnung vom 18. Juli 2018 (BGBl. I S. 1222) geändert worden ist
- /6/ Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa
- /7/ Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft - TA Luft) vom 18. August 2021 (GMBI. Nr. 48-52 vom 14.09.2021 S. 1050)

Normen und Richtlinien

- /8/ VDI 3782-07:2020-05, Umweltmeteorologie – Kfz-Emissionsbestimmung – Luftbeimengungen
- /9/ VDI 3783-14:2013-08, Umweltmeteorologie – Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung – Kraftfahrzeugbedingte Immissionen

Weitere Literatur

- /10/ Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen: Geoportal Berlin / ALKIS Berlin (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem), verfügbar unter fbinter.stadt-berlin.de
- /11/ Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen: Geoportal Berlin / Digitale farbige Orthofotos 2021 (DOP20RGBI); Baunutzungsplan; Bebauungspläne, vorhabenbezogene Bebauungspläne; Verkehrszählung 2019 (Umweltatlas) verfügbar unter fbinter.stadt-berlin.de
- /12/ Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz: Straßenverkehrszählung Berlin 2019 (Stand: 30.04.2021)

- /13/ Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz: Hinweise und Faktoren zur Umrechnung von Verkehrsmengen – Anforderungen an Datengrundlagen aufgrund unterschiedlicher Bezugsgrößen aus Richtlinien und Verordnungen (April 2022)
- /14/ Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie II [Hrsg.]: Baunutzungsplan in der Fassung vom 28.12.1960 (beschlossen am 22.6.1960, Abl. von Berlin 1961, S. 742) i. V. m. mit der Bauordnung für Berlin vom 21.11.1958 (BO 58)
- /15/ Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Bauen und Wohnen: Flächennutzungsplan Berlin in der Fassung der Neubekanntmachung vom 05.01.2015 (Abl. S. 31), zuletzt geändert am 03.03.2020 (ABl. S. 1683)
- /16/ Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz: Luftreinhalteplan für Berlin – 2. Fortschreibung, Stand: 20.07.2019 mit redaktioneller Überarbeitung Dezember 2019
- /17/ Senatsverwaltung für Umwelt, Mobilität, Verbraucher- und Klimaschutz, Referat Immissionsschutz: Bebauungsplan 2-35b VE, Köpenicker Str. 11-12, Daten zur Hintergrundbelastung. E-Mail vom 10.02.2023
- /18/ Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen/Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz Berlin [Hrsg.]: Berliner Leitfaden. Lärmschutz in der verbindlichen Bauleitplanung (2021)
- /19/ Bezirksamt Friedrichshain-Kreuzberg von Berlin: Bebauungsplan V-3 (Öffentliche Bekanntmachung: 09.03.2004)
- /20/ Bezirksamt Friedrichshain-Kreuzberg von Berlin: Bebauungsplan V-39 (Öffentliche Bekanntmachung: 26.01.2011)
- /21/ Bezirksamt Friedrichshain-Kreuzberg von Berlin: Bebauungsplan V-74 (Öffentliche Bekanntmachung: 30.08.2005)
- /22/ Bezirksamt Friedrichshain-Kreuzberg von Berlin: Bebauungsplan VI-146 (Öffentliche Bekanntmachung: 30.08.2005)
- /23/ Bezirksamt Friedrichshain-Kreuzberg von Berlin: Vorhabenbezogener Bebauungsplan 2-4 VE (Öffentliche Bekanntmachung: 30.09.2003)
- /24/ Bezirksamt Friedrichshain-Kreuzberg von Berlin: Bebauungsplan 2-7 (Öffentliche Bekanntmachung: 16.03.2005)
- /25/ Bezirksamt Friedrichshain-Kreuzberg von Berlin: Entwurf der Planzeichnung zum Vorhabenbezogenen Bebauungsplan 2-35bVE (28.03.2023; erstellt durch FPB Freie Planungsgruppe Berlin GmbH)
- /26/ Bezirksamt Friedrichshain-Kreuzberg von Berlin: Vorhabenbezogener Bebauungsplan 2-35aVE für das Grundstück Köpenicker Straße 14 (Flurstücke 143, 144, Flur 192), (Öffentliche Bekanntmachung: 30.08.2022)
- /27/ INFRAS: HBEFA – Handbuch der Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs 4.2. Bern Januar 2022
- /28/ VMZ Berlin Betreibergesellschaft mbH: Aufbereitung der Verkehrsdaten für den Luftreinhalte- und Lärmaktionsplan – Ergebnisdokumentation, Berlin (21.03.2017) im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt, Abt. IX

- /29/ IVU Umwelt GmbH: Modellrechnungen zur Zweiten Fortschreibung des Berliner Luftreinhalteplans (LRP) – Endbericht, Berlin (23.03.2020) im Auftrag der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz
- /30/ IVU Umwelt GmbH: IMMIS^{em/luft/lärm} – Handbuch zu Version 8.0. Freiburg (Juni 2021)
- /31/ IVU Umwelt GmbH: Neuerungen IMMIS^{em/luft} Version 8.0 – HBEFA 4.1. Freiburg (21.02.2020)
- /32/ IVU Umwelt GmbH: Programm IMMIS^{em/luft} Version 9.001, Stand: 30.05.2022
- /33/ IVU Umwelt GmbH: Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit – Förderkennzeichen (UFOPLAN) 200 42 265 – Automatische Klassifizierung der Luftschadstoff-Immissionsmessungen aus dem LIMBA-Meßnetz – Datenaufbereitung 1. Teilbericht, Juli 2002
- /34/ AVISO GmbH und Leipziger Institut für Energie (IE Leipzig): Erstellung der Berliner Emissionskataster Industrie, Gebäudeheizung, sonstiger Verkehr, Kleingewerbe, sonstige Quellen, Baustellen – Schlussbericht, Juni 2016; Aachen (Juni 2016)
- /35/ Deutscher Wetterdienst (DWD), Abteilung Klima- und Umweltberatung: AKTerm Berlin-Tegel – Ermittlung eines repräsentativen Jahres – Az.: KU11A/A1006/17, Offenbach (25.04.2017)
- /36/ Eichhorn, J.: Entwicklung und Anwendung eines dreidimensionalen mikroskaligen Stadtklima-Modells, Dissertation, Universität Mainz (1989)
- /37/ Giese-Eichhorn Umweltmeteorologische Software: MISKAM - Handbuch zu Version 6. Dr. J. Eichhorn, Wackernheim (2011)
- /38/ Franke, J., Hellsten, A., Schlünzen, H., Carrissimo, B.: Best Practice Guideline for the CFD Simulation of Flows in the Urban Environment. Cost Action 732. European Cooperation in Science and Technology, May 2007
- /39/ Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz [Hrsg.]: Ein Jahr Umweltzone Stufe 2 in Berlin (Juni 2011)
- /40/ Tchoban Voss Architekten GmbH: Städtebauliches Konzept zum Vorhaben K 11/12 (Stand: 29.11.2022)
- /41/ FPB/Faber + Faber Architekten: Grundrisse, Dachaufsicht und Vogelperspektive zum Vorhaben Köpenicker Straße 14 (K14) (Stand: 18.03.2021)
- /42/ LK Argus GmbH: Verkehrstechnische Untersuchung zum B-Plan 2-35b VE in Berlin Kreuzberg (10.11.2022)
- /43/ ALB Akustiklabor Berlin PartmbB: Ortsbesichtigung am 27.07.2022
- /44/ SoundPLAN GmbH: SoundPLAN^{air} Version 8.1. Computerprogramm zur Berechnung und Beurteilung von Luftschadstoffimmissionen mit Modul MISKAM