

**Lufthygienisches Gutachten: Ausbau der Königsbrücker Straße
Süd zwischen Albertplatz und Stauffenbergallee
Variante 8.7**

Auftraggeber: Landeshauptstadt Dresden
Straßen- und Tiefbauamt
Postfach 120020
01001 Dresden

Durchführung: Ingenieurbüro Rau
Bottwarbahnstraße 4
D-74081 Heilbronn

Heilbronn, 10. September 2018

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	i
Tabellenverzeichnis	iii
Abbildungsverzeichnis	iii
1 Aufgabenstellung und Untersuchungsumfang	4
2 Vorgehensweise und Methodik	5
2.1 Emissionsbestimmung	5
2.2 Immissionsprognose	5
2.3 Auswertung der Ergebnisse	5
3 Untersuchungsgebiet und geplantes Vorhaben	6
3.1 Beschreibung des heutigen Untersuchungsgebietes	6
3.2 Untersuchungsvariante 8.7	7
4 Emissionsbestimmung	8
4.1 Straßenverkehr	8
4.1.1 Verkehrsmenge und Fahrzeugkategorien	8
4.1.2 Emissionen	11
4.1.2.1 Motorbedingte Emissionen	11
4.1.2.2 Abrieb und Aufwirbelung	12
4.1.3 Ergebnisse	13
4.2 Straßenbahnen	14
5 Immissionsberechnung	15
5.1 Das Strömungs- und Ausbreitungsmodell	15
5.2 Modellvorgaben und Untersuchungsumfang	15
5.3 Bestimmung der Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung	19
5.3.1 Windstatistik	19
5.3.2 Hintergrundbelastung	19
5.3.3 Bestimmung der Gesamtbelastung	20
5.4 Bestimmung der Kurzzeitwerte für PM ₁₀ (90,4%) und NO ₂ (99,8%)	20
6 Ergebnisse und Bewertung der Immissionsberechnungen	22
6.1 Beurteilungsgrundlagen	22
6.2 Immissionen in den Untersuchungsgebieten	22
6.3 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse	24

7	Literaturverzeichnis	25
ANHANG A:	Ergebnisse der Miskam-Rechnungen.....	27

Tabellenverzeichnis

Tab. 4-1:	Straßenabschnitte mit Emissionen nach HBEFA Version 3.3 für die Variante 8.7 für das Bezugsjahr 2030.	13
Tab. 5-1:	Hintergrundbelastung von NO ₂ und PM ₁₀ im Bereich des Untersuchungsgebietes.	19
Tab. 6-1:	Lufthygienische Grenzwerte der 39. BImSchV für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe NO ₂ , PM ₁₀ und PM _{2.5}	22
Tab. 6-2:	Maximal zu erwartende Immissionskonzentrationen (Jahresmittelwerte) in den einzelnen Teilgebieten für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe NO ₂ , PM ₁₀ und PM _{2.5}	24

Abbildungsverzeichnis

Abb. 4-1:	Bezeichnung (ID rot) der Streckenabschnitte, verändert nach [6].	9
Abb. 4-2:	Verkehrszahlen [6].	10
Abb. 5-1:	MISKAM-Rechengebiet für Teilgebiet 1.	16
Abb. 5-2:	MISKAM-Rechengebiet für Teilgebiet 2.	17
Abb. 5-3:	MISKAM-Rechengebiet für Teilgebiet 3.	18

1 Aufgabenstellung und Untersuchungsumfang

In Dresden ist die Umgestaltung des Verkehrsraumes der Königsbrücker Straße vorgesehen. Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens wurden hierzu durch das Ingenieurbüro Rau (IB Rau) in den Jahren 2008 und 2010 lufthygienische Gutachten zur Ermittlung der Immissionskonzentrationen erstellt [1] [2].

Im Jahr 2008 wurden die Immissionskonzentrationen für den Prognose-Nullfall (keine bauliche Umgestaltung; Verkehr im Prognosejahr 2020) und einen Prognose-Planfall (bauliche Umgestaltung, Verkehr im Prognosejahr 2020) ermittelt. Im Jahre 2010 wurde eine neue Variante mit insgesamt 4 vollwertigen Fahrspuren (2 Fahrspuren pro Richtung) immissionsseitig beurteilt. Untersucht wurden jeweils die Luftschadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und PM_{10} . Im Jahr 2012 war die Entscheidungsfindung, die Ausbauvarianten betreffend, noch nicht abgeschlossen. Im Zuge der Diskussionen wurden noch zwei neue Varianten (Variante 5 und 7) für das Prognosejahr 2025 begutachtet.

Für die Planfeststellung ist jetzt eine Variante 8.7 eingereicht wurden. Das zu Grunde zu legende Prognosejahr ist das Jahr 2030. Untersucht werden sollen die bisherigen Luftschadstoffkomponenten Stickstoffdioxid und PM_{10} sowie zusätzlich $\text{PM}_{2.5}$ als maßgebliche Leitkomponenten des Straßenverkehrs.

Das Ingenieurbüro Rau, Heilbronn, wurde mit Schreiben vom 06.08.2018 vom Straßen- und Tiefbauamt der Stadt Dresden mit der Erstellung eines Luftschadstoffgutachtens für diese Variante beauftragt.

Der Untersuchungsumfang umfasst die folgenden Punkte:

- Verkehrsemissionsprognose für den Geltungsbereich des Plangebietes sowie die einmündenden und kreuzenden Straßen im Nahfeld für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe NO_x , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ nach HBEFA, Version 3.3;
- flächendeckende Immissionsprognose für verkehrsbedingte Emissionen für die genannten verkehrsrelevanten Luftschadstoffe für die Variante 8.7 unter Berücksichtigung der verkehrsbedingten und der sonstigen Hintergrundbelastung (Industrie, Kleinf Feuerung etc.);
- Bewertung der Ergebnisse unter Berücksichtigung der in der 39. BImSchV [3] festgelegten Immissionsgrenzwerte.

Das Gutachten ist folgendermaßen gegliedert:

In Kapitel 2 wird die Vorgehensweise kurz erläutert. In Kapitel 3 werden das Untersuchungsgebiet sowie die für das Verständnis des vorliegenden Gutachtens wesentlichen Details der Planung beschrieben. In Kapitel 4 wird die Bestimmung der Emissionen, in Kapitel 5 die Vorgehensweise bei der Immissionsbestimmung näher erläutert. In Kapitel 6 werden die Ergebnisse der Untersuchung vorgestellt und diskutiert.

Die graphischen Ergebnisse der Immissionsprognose sind im Anhang zusammengestellt.

2 Vorgehensweise und Methodik

2.1 Emissionsbestimmung

Für die maßgeblichen verkehrsrelevanten Luftschadstoffe NO_x , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ wurden (Bezugsjahr 2030) die Kfz-Emissionen für die Königsbrücker Straße sowie die kreuzenden Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes berechnet. Das eigentliche Untersuchungsgebiet umfasst den Geltungsbereich des Verkehrsbauvorhabens, und zwar die Königsbrücker Straße zwischen Albertplatz und Stauffenbergallee. Auf Basis der von der Landeshauptstadt Dresden (Stadtplanungsamt) zur Verfügung gestellten Verkehrszahlen und unter Berücksichtigung der verkehrlichen Zusammensetzung, der Verkehrssituation sowie realistischer Ansätze für den Kaltstart wurden die Emissionsfaktoren nach HBEFA (Version 3.3, 2017, Umweltbundesamt [4]) und daraus die Emissionen für die einzelnen Straßenabschnitte ermittelt.

2.2 Immissionsprognose

Für die Immissionsbestimmung im Untersuchungsgebiet wurden Berechnungen mit dem Modell MISKAM durchgeführt [5]. Da sich gegenüber den in der Vergangenheit untersuchten Fällen die Randbebauung in Teilbereichen leicht verändert hat, mussten die Windfelder neu berechnet werden. Analog zu den bisher durchgeführten Untersuchungen wurde das Untersuchungsgebiet wieder in drei Teilgebiete unterteilt.

2.3 Auswertung der Ergebnisse

Aus den berechneten Zusatzbelastungen infolge der Emissionen in dem Untersuchungsgebiet wurden unter Zugrundelegung der für das Untersuchungsgebiet charakteristischen Windstatistik und der für das Untersuchungsgebiet abgeschätzten gebietstypischen Hintergrundbelastungen die Jahresmittelwerte für die Gesamtbelastung für die Luftschadstoffe NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ bestimmt. Eine Abschätzung der Kurzzeitwerte für die Luftschadstoffe NO_2 (99,8 %-Wert der 1-h-Werte) und PM_{10} (90,4 %-Wert der 24-h-Werte) erfolgte auf der Basis von empirischen Abschätzverfahren gemäß dem augenblicklichen Stand der Technik sowie auf der Basis von Erfahrungswerten.

Rechtliche Grundlage für die Bewertung der Immissionen bilden die in der 39. BImSchV [3] festgelegten Immissionsgrenzwerte für NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$.

3 Untersuchungsgebiet und geplantes Vorhaben

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Merkmale des Untersuchungsgebietes sowie die zu untersuchenden Varianten vorgestellt

3.1 Beschreibung des heutigen Untersuchungsgebietes

Die Königsbrücker Straße verläuft vom Albertplatz in Dresden-Neustadt in Richtung Nord-Nordost. Das Planungsgebiet umfasst eine Gesamtlänge von ca. 1.475 m zwischen der Nordseite des Albertplatzes im Süden und dem Straßenquerschnitt ca. 40 m südlich der Stauffenbergallee im Norden. Die Breite des Straßenraumes liegt zwischen 25 und 45 m. Die Randbebauung ist teils geschlossen, teils aufgelockert. Zwischen Albertplatz und Katharinenstraße befinden sich überwiegend 2- bis 3-geschossige, zum Teil denkmalgeschützte Einzelvillen. Der Straßenabschnitt zwischen Katharinenstraße und Bischofsweg ist geprägt durch eine 4- bis 5-geschossige durchgängige Blockrandbebauung auf der Ostseite, die unmittelbar an die Straßenraumbegrenzung angrenzt, sowie eine mehrfach durch 2- bis 3-geschossige Einzelhäuser aufgelockerte Blockrandbebauung auf der Westseite. Nördlich des Bischofsweges bis zur Stauffenbergallee stehen auf der Westseite überwiegend 2- bis 3-geschossige Einzelgebäude, auf der Ostseite einige größere Gebäudekomplexe. Zwischen Albertplatz und Bischofsweg liegt überwiegend Mischbebauung vor mit einem hohen Arbeitsstättenanteil (Geschäfte, Büros, Banken etc.) zur Straße hin und vor allem auf der Ostseite Wohnnutzung im rückwärtigen Bereich. Im Abschnitt zwischen Bischofsweg und Stauffenbergallee überwiegt Büro- und Wohnnutzung. Der Straßenabschnitt nördlich der Stauffenbergallee ist geprägt durch einen hohen Arbeitsstättenanteil sowie eine Parkanlage und eine Sondernutzung (militärhistorisches Museum) auf der Ostseite.

Nördlich des Bischofsweges steigt die Königsbrücker Straße bis über die Kreuzung mit der Stauffenbergallee stetig an.

Auf der Königsbrücker Straße verläuft die Bundesstraße 97 mit einer Vielzahl von Verkehrsfunktionen. Neben Straßenbahnlinien nimmt sie auch den Regionalbusverkehr zwischen dem Dresdner Stadtzentrum und dem nördlichen Umland auf. Sie ist Träger von Quell-, Ziel- und Durchgangsverkehrsströmen und hat somit eine hohe Bedeutung für den Wirtschaftsverkehr, für die Erschließung des Flughafens im Norden sowie wichtiger Industriestandorte. Im derzeitigen Ausbauzustand ist der Straßenbahngleisbereich nicht vom MIV (Motorisierter Individualverkehr) getrennt; dies hat zur Folge, dass der Gleisbereich häufig vom Kfz-Verkehr mitbenutzt wird. Für den LKW-Verkehr ist der für den MIV vorgesehene Fahrstreifen neben dem Gleisbereich zum Teil zu schmal. Der Fahrstreifen ist zudem häufig durch Versorgungsfahrzeuge blockiert. Der MIV ist somit gezwungen, den Gleisbereich mitzubenutzen. Dies führt vor allem im Kreuzungsbereich zu einem Rückstau des MIV sowie zu einer permanenten Behinderung des Straßenbahnverkehrs. Ein Radweg ist nicht gesondert ausgewiesen.

Infolge der vorab genannten örtlichen Bebauungsstrukturen wird vor allem im Bereich Katharinenstraße – Bischofsweg die Wohnqualität in den Gebäuden im direkten Nahfeld der Straße sowohl durch verkehrlich bedingten Lärm als auch durch verkehrlich bedingte Luftschadstoffe erheblich negativ beeinflusst.

3.2 Untersuchungsvariante 8.7

Zwischen Albertplatz und Katharinenstraße ist ein separates Gleisbett für die Straßenbahn geplant. Dem MIV steht in diesem Abschnitt nach dem Kreuzungsbereich pro Richtung jeweils nur eine Fahrspur mit einer Breite von 3,50 m pro Richtung zur Verfügung.

Zwischen Katharinenstraße und der Kreuzung der Königsbrücker Straße mit der Löbnitz-/ Louisenstraße wird der Gleiskörper der Straßenbahn im Kreuzungsbereich durch den MIV mitbenutzt. Hier stehen stadtauswärts (Kreuzung mit Löbnitz-/ Louisenstraße) eine Geradeaus- und eine Abbiegespur zur Verfügung, stadteinwärts (Kreuzung mit Katharinenstraße) ist nur eine Spur vorhanden.

Zwischen Löbnitz- / Louisenstraße und Bischofsweg ist für beide Fahrtrichtungen nach dem Kreuzungsbereich je eine Spur mit insgesamt 7,10 m Breite im Querschnitt geplant. Dies lässt sich durch Mitbenutzung des Gleisbereiches realisieren. Die Spur stadteinwärts verschwenkt auf Höhe der Scheunenhofstraße leicht nach Westen. Sie wird als Linksabbiege- und Geradeausspur zur Louisenstraße gemeinsam genutzt. Etwas nördlich der Eschenstraße wird die Fahrbahn stadtauswärts nach Osten zur Bebauung hin verzogen. Auch hier befinden sich Abbieger und Geradeausfahrer auf einer gemeinsamen Spur.

Zwischen Bischofsweg und Tannenstraße wird die Straßenbahn wieder auf separatem Gleisbett geführt, wobei stadtwärts der separate Gleiskörper vor der Paulstraße endet. Stadtauswärts im Kreuzungsbereich Königsbrücker Straße / Tannenstraße kann der Kreuzungsbereich für die Abbiegerspur mitbenutzt werden, stadtauswärts im Kreuzungsbereich Königsbrücker Straße / Louisenstraße ebenfalls.

Nördlich der Eberswalder Straße bis zur Tannenstraße ist für den Verkehr stadtauswärts im Gleisbereich eine Linksabbiegespur zur Tannenstraße vorgesehen. Stadteinwärts ist eine Spur mit insgesamt 3,50 m Breite geplant.

Zwischen Tannenstraße bis kurz vor die Kreuzung mit der Stauffenbergallee steht für den Verkehr stadtein- und -auswärts je eine Spur außerhalb des Gleisbereiches mit 3,50 m Breite zur Verfügung.

Vor der Kreuzung Königsbrücker Straße / Stauffenbergallee stehen stadtauswärts zwei Spuren, und zwar eine Linksabbiege- und eine Geradeausspur zur Verfügung, stadteinwärts verläuft der Verkehr auf nur einer Spur.

Der Radweg / Radstreifen wird zwischen Albertplatz und Stauffenbergallee durchgängig geführt, mit Ausnahme im Anpassungsbereich vom Bauende bis zur Stauffenbergallee.

4 Emissionsbestimmung

Im folgenden Kapitel werden die Daten, die zur Ermittlung der Emissionen zur Verfügung standen, sowie die Vorgehensweise bei der Ermittlung der Emissionen näher beschrieben.

4.1 Straßenverkehr

4.1.1 Verkehrsmenge und Fahrzeugkategorien

Zur Bestimmung der Emissionen aus dem Straßenverkehr sind in erster Linie Angaben zum Verkehrsaufkommen erforderlich.

Die folgenden Daten wurden von der Landeshauptstadt Dresden (Stadtplanungsamt) zur Verfügung gestellt [6]:

- querschnittsfeine DTVw-Werte (Werte für den durchschnittlichen, werktäglichen Verkehr Mo-Fr) sowie der prozentuale Lkw-Anteil für die Streckenabschnitte innerhalb des Plangebietes, basierend auf Prognoserechnungen.

Die gegebenen DTVw-Werte wurden mittels der folgenden Beziehung umgerechnet:

$$\text{DTV} = \text{DTVw} \times 0,87 \text{ für Fahrzeuge bis } 3,5\text{t}$$

$$\text{DTV} = \text{DTVw} \times 0,75 \text{ für Fahrzeuge ab } 3,5\text{t}$$

Nicht angegeben war der Anteil der leichten Nutzfahrzeuge (INfz). Diese wurden aus der RLuS 2012 für das Prognosejahr 2030 mit 11% des DTV-Wertes < 3,5t angesetzt [7] [8].

Zur besseren Übersicht wurden den einzelnen mit Verkehrszahlen belegten Teilabschnitten getrennt nach der Fahrtrichtung ID's zugeordnet. Basierend auf den in der Abb. 4-1 dargestellten ID's wurde die Emissions- und Immissionsbestimmung durchgeführt.

Die gegebenen Verkehrszahlen (DTVw-Werte) sind in Abb. 4-2 zusammengestellt. Es waren lediglich Daten für die Königsbrücker Straße und die querenden Hauptstraßen gegeben. Für die kleinen Seitenstraßen lagen keine Werte vor. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass auf diesen Nebenstrecken der DTV-Wert weit unter 3000 Kfz/d liegt. Der Emissions- und damit auch Immissionsbeitrag ist bei diesen DTV-Zahlen erfahrungsgemäß gering und vernachlässigbar.

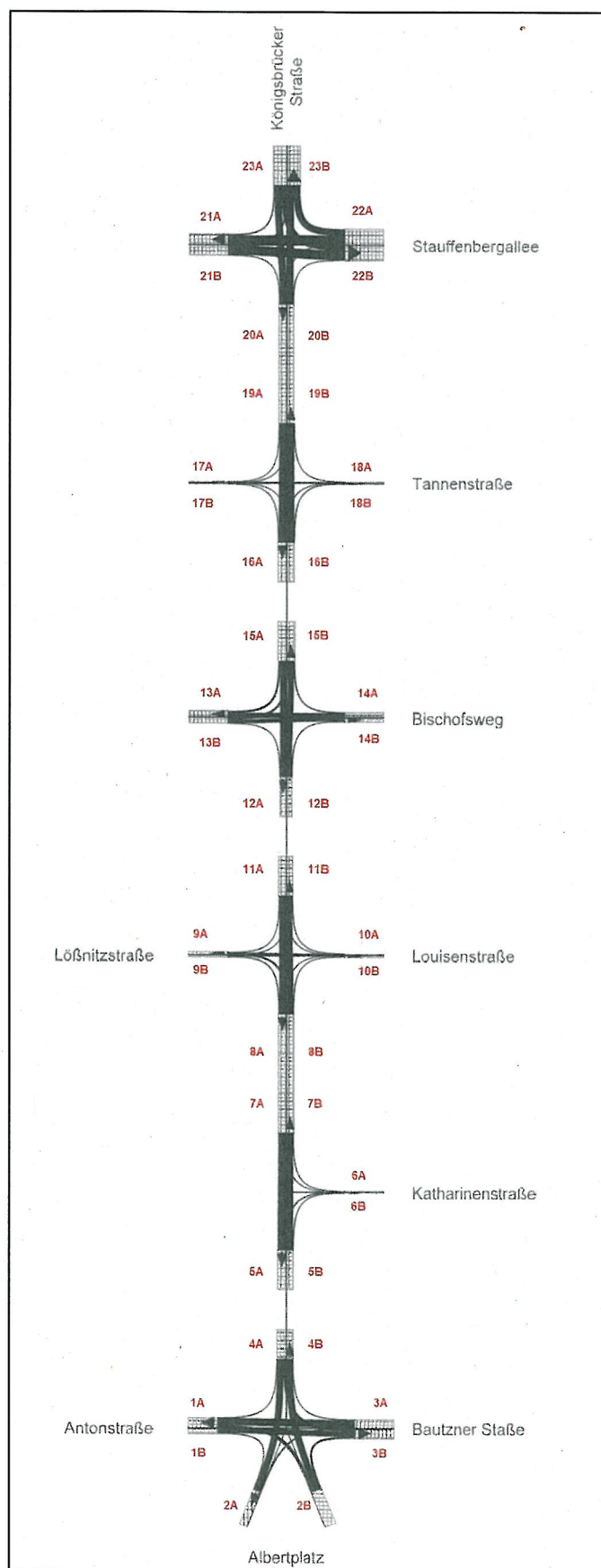


Abb. 4-1: Bezeichnung (ID rot) der Streckenabschnitte, verändert nach [6].

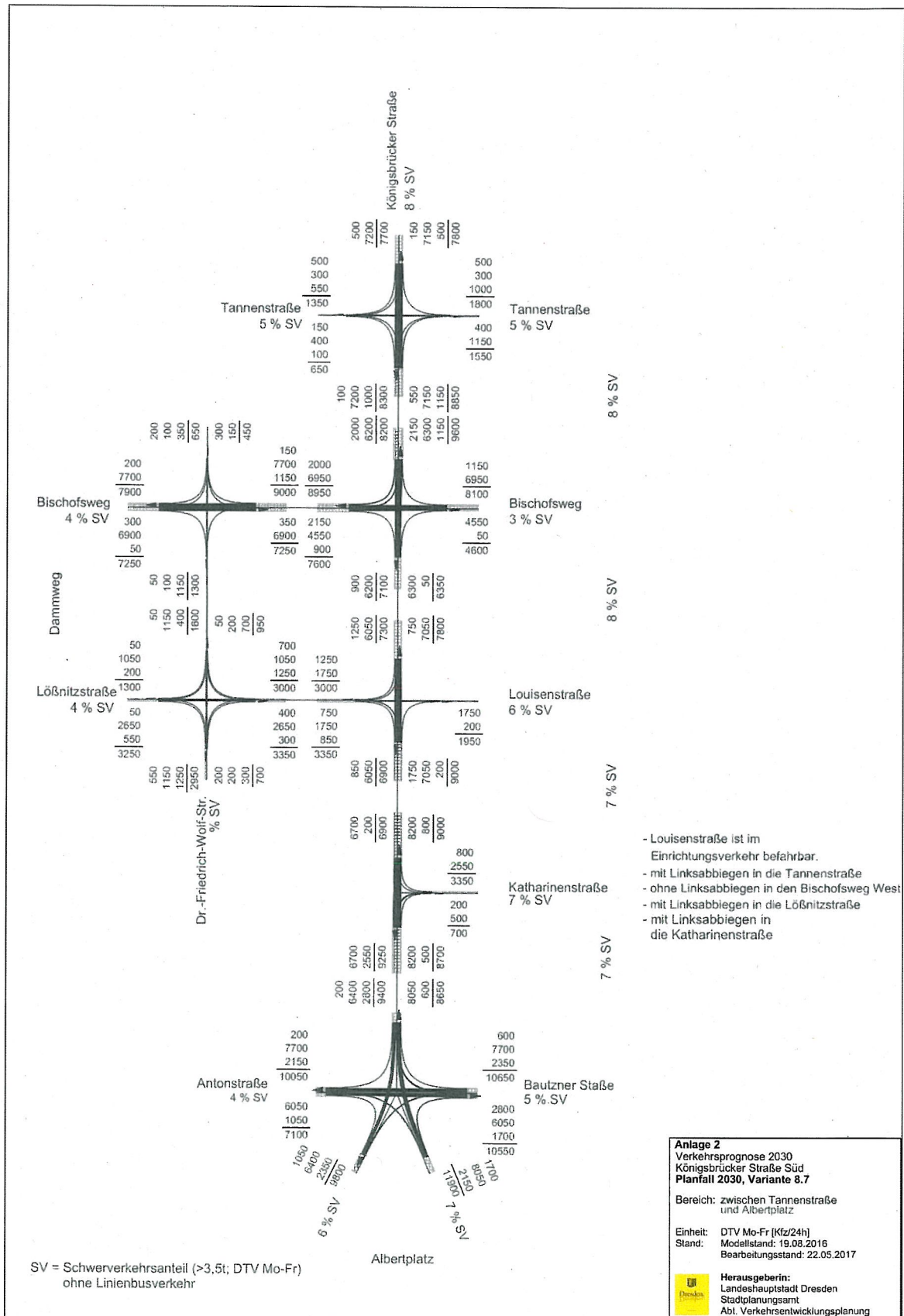


Abb. 4-2: Verkehrszahlen [6].

4.1.2 Emissionen

Basis für die Emissionsbestimmung sind Emissionsfaktoren, die angeben, welche Schadstoffmengen pro Fahrzeug und zurückgelegter Wegstrecke freigesetzt werden. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für NO_x, PM10 und PM2.5 für die Fahrzeugkategorien Pkw (Personenkraftwagen), INfz (leichte Nutzfahrzeuge) und sNfz (schwere Nutzfahrzeuge) zur Ermittlung der Luftschadstoffbelastung benötigt.

Die Emissionsfaktoren für NO_x sind ausschließlich „motorbedingt“; die Emissionsfaktoren für PM10 und PM2.5 setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen.

Die Emissionsfaktoren sind von mehreren Parametern abhängig, die im Folgenden beschrieben werden.

4.1.2.1 Motorbedingte Emissionen

Die im HBEFA [4] bereitgestellten Emissionsfaktoren hängen unter anderem von der Fahrzeugkategorie (Pkw, INfz, sNfz usw.), den so genannten Verkehrssituationen und der sich fortlaufend ändernden Zusammensetzung der Fahrzeugflotte (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse mit der entsprechenden Abgasreinigungstechnik, z.B. EURO 2, 3 usw.) und damit vom Jahr, für welches die Emissionsfaktoren bestimmt werden, ab.

Das Bezugsjahr für die vorliegende Untersuchung ist das Jahr 2030.

Zur Ermittlung der Emissionsfaktoren muss im ersten Schritt eine zutreffende Verkehrssituation festgelegt werden. Diese wird im HBEFA 3.3 aus der Kombination der folgenden Kriterien bestimmt:

- Gebiet (Agglomerationsraum, ländlich geprägter Raum),
- Straßentyp (Hauptverkehrsstraße, Erschließungsstraße, Autobahn usw.),
- Tempolimit und
- Level of Service (LOS).

Die Einstufung der hier betrachteten Straßen hinsichtlich Gebiet, Straßentyp und Tempolimit wird im Folgenden beschrieben.

Gebiet: Der zu betrachtenden Streckenabschnitt der Königsbrücker Straße befindet sich überwiegend im Agglomerationsraum.

Straßentyp: Folgende Straßentypen und Tempolimits wurden abgeleitet.

Hauptverkehrsstraße:

- Antonstraße / Bautzner Straße /Albertplatz
- Lößnitzstraße / Louisenstraße
- Bischofsweg
- Stauffenbergallee

- Königsbrücker Straße

städtische Erschließungsstraße:

- Katharinenstraße
- Tannenstraße

Tempolimit: Für den Prognose-Planfall wurde ein Tempolimit von 50 km/h vorgegeben.

LOS: Der **Level of Service (LOS)** stellt eine Art Verkehrsqualitätsparameter dar, der in vier Stufen eingeteilt ist:

- LOS 1 (flüssig),
- LOS 2 (dicht),
- LOS 3 (gesättigt),
- LOS 4 (stop & go).

Die einzelnen Stufen des LOS sind verbal im HBEFA beschrieben. Sie unterscheiden sich bzgl. der Definition etwas von den Qualitätsstufen des Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS). Der LOS ändert sich im Tagesverlauf in Abhängigkeit der zeitabhängigen Belastung und der Kapazität der Straße (Auslastungsgrad [9]). Zusätzlich ändert sich der Auslastungsgrad mit der Anzahl der Fahrspuren. Bei geringem Verkehrsaufkommen, bspw. in den Nachtstunden, kann häufig von der Qualitätsstufe „flüssig“ (LOS 1) ausgegangen werden. Mit zunehmendem Verkehr nimmt der Auslastungsgrad zu. Die Qualität verschlechtert sich dann zunehmend in Richtung LOS 4.

Unter Berücksichtigung von Erfahrungswerten, der Definition der LOS nach HBEFA, des von der Stadt zur Verfügung gestellten charakteristischen Verkehrstagesganges und des ebenfalls zur Verfügung gestellten Auslastungsgrades wurden die tageszeitlich variierenden LOS-Stufen für die betrachteten Straßen als Basis für die Ermittlung der Emissionsfaktoren festgelegt [9].

Vor Kreuzungen wurde in den Berufsverkehrszeiten während der Morgen- und Nachmittagsspitze des Verkehrsaufkommens zusätzlich ein Stop and Go Anteil von jeweils einer Stunde gewählt, um vermehrten Wartezeiten im Kreuzungsbereich gerecht zu werden.

4.1.2.2 **Abrieb und Aufwirbelung**

Neben den Partikeln im Abgas müssen auch nicht motorbedingte Partikelemissionen berücksichtigt werden. Sie entstehen durch Straßen- und Bremsbelagsabrieb und Aufwirbelung von Partikeln von der Straße. Diese Emissionen sind im HBEFA nicht enthalten.

Für die PM₁₀-Emissionsfaktoren für Abrieb und Aufwirbelung wurden Werte herangezogen, die nach [10] für einzelne Verkehrssituationen des HBEFA gegeben sind. Die PM₁₀-Emissionsfaktoren durch Aufwirbelung und Abrieb sind nicht von der jeweiligen Abgastechnik abhängig und sind daher unabhängig vom Bezugsjahr gültig. Für PM_{2.5} wurden der Abrieb und die Aufwirbelung nach [9] mit 54 % des Abriebs und der Aufwirbelung von PM₁₀ angesetzt.

4.1.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Emissionsbestimmung sind für NO_x, PM₁₀ und PM_{2.5} in Tab. 4-1 zusammengestellt (siehe dazu auch Abb. 4-1).

Tab. 4-1: Straßenabschnitte mit Emissionen nach HBEFA Version 3.3 für die Variante 8.7 für das Bezugsjahr 2030.

Straßenabschnitt	ID	NO _x [mg/(m,s)]	PM ₁₀ [mg/(m,s)]	PM _{2.5} [mg/(m,s)]
Antonstraße	1A	0,0134	0,0049	0,0028
	1B	0,0101	0,0036	0,0021
Albertplatz	2A	0,0131	0,0050	0,0028
	2B	0,0188	0,0073	0,0041
Bautzner Straße	3A	0,0158	0,0059	0,0034
	3B	0,0138	0,0051	0,0029
Stetzscher Straße vor Kreuzung	4A	0,0148	0,0057	0,0032
	4B	0,0119	0,0046	0,0026
Stetzscher Straße nach Kreuzung	5A	0,0131	0,0052	0,0029
	5B	0,0139	0,0055	0,0031
Katharinenstraße	6A	0,0061	0,0024	0,0014
	6B	0,0009	0,0004	0,0002
Königsbrücker zw. Katharinenstr. Louisenstr.	7A	0,0095	0,0036	0,0021
	7B	0,0126	0,0049	0,0028
Königsbrücker zw. Katharinenstr. Louisenstr.	8A	0,0095	0,0037	0,0021
	8B	0,0143	0,0055	0,0031
Löbnitzstraße	9A	0,0041	0,0014	0,0008
	9B	0,0048	0,0014	0,0008
Louisenstraße	10A	0,0000	0,0000	0,0000
	10B	0,0026	0,0007	0,0004
Königsbrücker zw. Louisenstr. / Jordanstr. (Escherstr.)	11A	0,0120	0,0049	0,0027
	11B	0,0111	0,0044	0,0025
Königsbrücker zw. Jordanstr. (Escherstr.) / Bischofsweg	12A	0,0101	0,0040	0,0023
	12B	0,0104	0,0042	0,0024
Bischofsweg stadtwärts (west)	13A	0,0116	0,0042	0,0024
	13B	0,0108	0,0039	0,0022
Bischofsweg stadtauswärts (ost)	14A	0,0112	0,0040	0,0023
	14B	0,0057	0,0020	0,0011
Königsbrücker zw. Bischofsweg / Paulstr. (Eberswalder Str.)	15A	0,0147	0,0053	0,0029
	15B	0,0214	0,0057	0,0033
Königsbrücker zw. Paulstr. (Eberswalder Str.) / Tannenstraße	16A	0,0125	0,0047	0,0026
	16B	0,0205	0,0059	0,0034
Tannenstraße stadtwärts (west)	17A	0,0018	0,0007	0,0004
	17B	0,0010	0,0004	0,0002
Tannenstraße stadtauswärts (ost)	18A	0,0029	0,0011	0,0006
	18B	0,0022	0,0008	0,0005
Königsbrücker zw. Tannenstr. / Stauffenbergallee	19A	0,0141	0,0051	0,0028
	19B	0,0172	0,0045	0,0026
Lärchenstraße, entfällt, da gleich 19A/ 19B	20A	0,0116	0,0043	0,0024
	20B	0,0179	0,0051	0,0029
Stauffenbergallee stadtwärts (west)	21A	0,0164	0,0067	0,0038
	21B	0,0196	0,0079	0,0045
Stauffenbergallee stadtauswärts (ost)	22A	0,0257	0,0104	0,0059
	22B	0,0236	0,0097	0,0055
nördlichster Abschnitt Königsbrücker	23A	0,0225	0,0089	0,0050
	23B	0,0311	0,0078	0,0045

4.2 Straßenbahnen

Auf der Königsbrücker Straße (407 Züge am Tag), dem Bischofsweg (212 Züge am Tag) und im Bereich des Alberplatzes (669 Züge am Tag) verkehren Straßenbahnen mit Gleisbett in der Straße im Oberleitungsbetrieb. Aus dem Betrieb der Straßenbahnen entstehen Staubabriebe, die bei der Immissionsprognose mit 2,80 g/Zug-km berücksichtigt wurden [11].

5 Immissionsberechnung

5.1 Das Strömungs- und Ausbreitungsmodell

Für die Immissionsberechnungen wurde das nichthydrostatische, prognostische Strömungsmodell MISKAM Version 6.1 eingesetzt, das am Institut für Physik der Atmosphäre Mainz entwickelt wurde [5].

5.2 Modellvorgaben und Untersuchungsumfang

Das Untersuchungsgebiet wurde, wie bereits in den vorangehenden Untersuchungen, in drei aneinander angrenzende Rechengebiete aufgeteilt, um eine ausreichende Auflösung des Straßenraums der Königsbrücker Straße bei gleichzeitig überschaubarer Rechenpunktanzahl und damit Rechenzeit zu gewährleisten. Das südliche Gebiet (Teilgebiet 1) umfasst den Bereich ca. 100 m südlich des Albertplatzes bis nördlich der Kreuzung der Königsbrücker Straße mit der Louisen- / Lößnitzstraße und hat eine Ausdehnung von 320 m in Ost-Westrichtung sowie 600 m in Nord-Südrichtung. Das mittlere Gebiet (Teilgebiet 2) reicht ca. 100 m südlich der Kreuzung der Königsbrücker Straße mit der Louisenstraße/Lößnitzstraße bis ca. 50 m nördlich des Bischofsweges; es hat eine Ausdehnung von 320 m in Ost-Westrichtung und 640 m in Nord-Südrichtung. Das nördliche Gebiet (Teilgebiet 3) umfasst den Bereich 100 m südlich des Bischofsweges bis ca. 50 m nördlich der Stauffenbergallee mit einer Ausdehnung von 320 m in Ost-Westrichtung und 900 m in Nord-Südrichtung.

Die in MISKAM umgesetzten Rechengebiete sind in den Abb. 5-1 bis Abb. 5-3 dargestellt. In die Lagepläne eingetragen sind die Bereiche (rot gestrichelt), die in Kapitel 6 jeweils in der Auswertung betrachtet werden.

Die Kfz-Emissionen wurden im numerischen Modell richtungsfein als Linienquellen vorgegeben. Die Freisetzung der Emissionen im Modell erfolgt in der 2. Gitterzelle über dem Bodenniveau, also in 0,6 m Höhe (die Definition von Freisetzungen in der untersten Gitterzelle sollten zur Vermeidung von Randeffekten möglichst vermieden werden).

Die Berechnung der durch den Kfz-Verkehr induzierten Immissionskonzentrationen wurde für alle drei Modellgebiete für 12 Windrichtungen bei einer Referenzgeschwindigkeit durchgeführt. Die Konzentrationswerte bei anderen Windgeschwindigkeiten lassen sich unter der Annahme berechnen, dass sie in erster Näherung umgekehrt proportional zur Windgeschwindigkeit sind. Bei niedrigen Windgeschwindigkeiten führt diese Annahme eher zu einer Überschätzung der Immissionskonzentrationen durch den Straßenverkehr, da die Kfz-erzeugte Turbulenz zunehmend an Einfluss gewinnen kann. Allerdings sind die Bestimmung des Einflusses fahrzeuginduzierter Turbulenz und deren Berücksichtigung in Ausbreitungsmodellen noch nicht hinreichend geklärt. Durch die Nichtberücksichtigung der Kfz-erzeugten Turbulenz liegt man im Sinne einer konservativen Betrachtung eher auf der sicheren Seite.

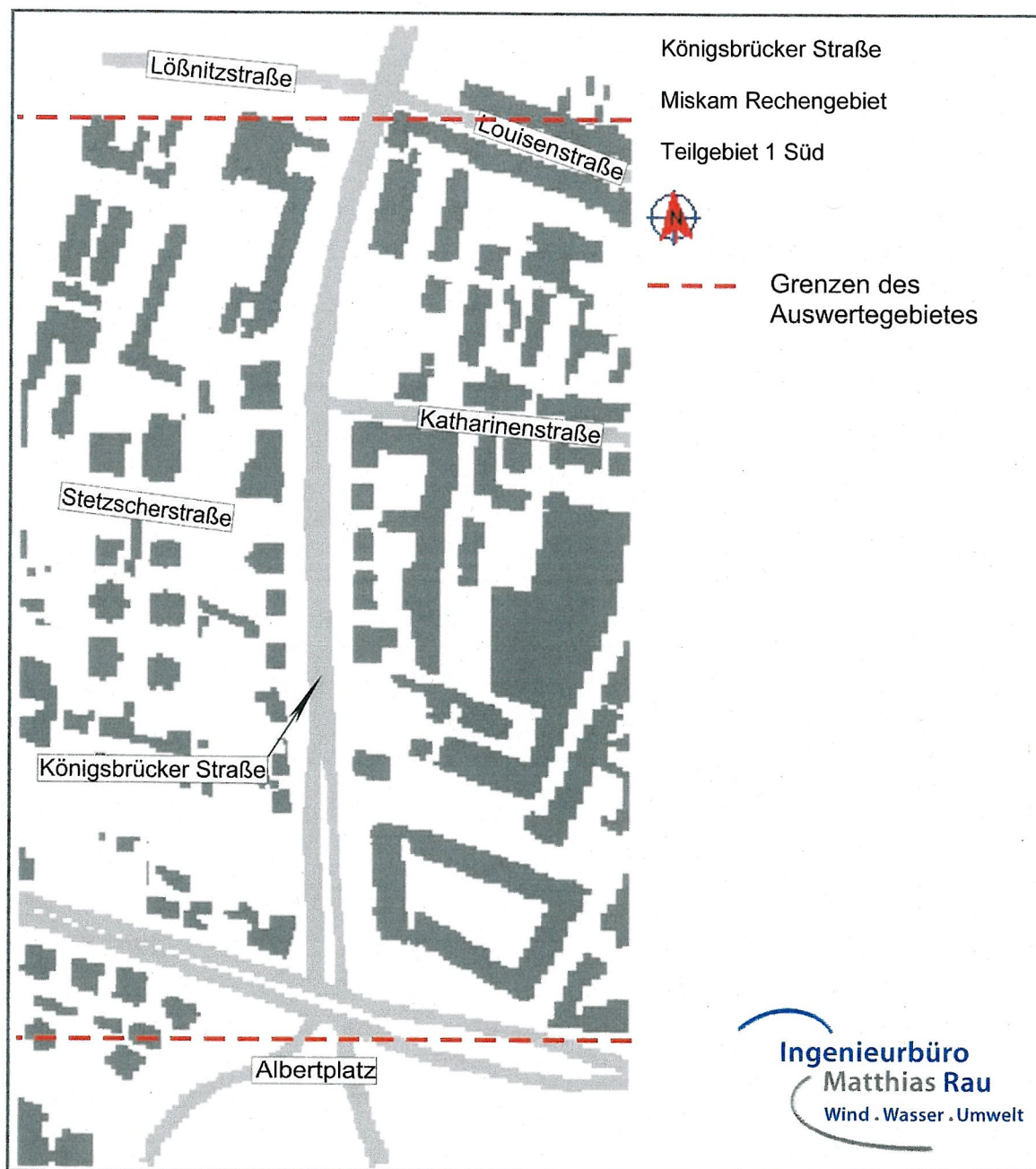


Abb. 5-1: MISKAM-Rechengebiet für Teilgebiet 1.

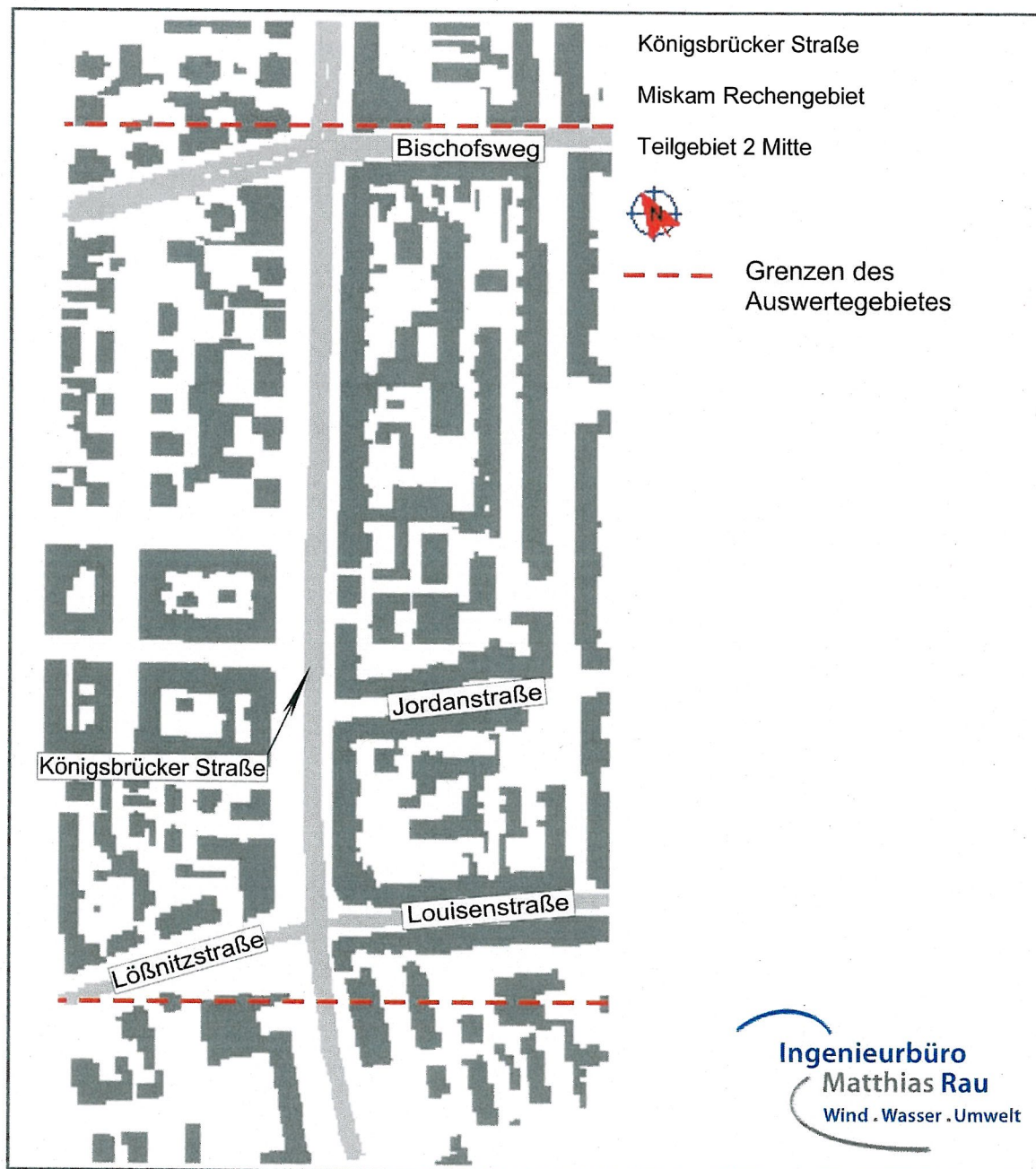


Abb. 5-2: MISKAM-Rechengebiet für Teilgebiet 2.



Abb. 5-3: MISKAM-Rechengebiet für Teilgebiet 3.

5.3 Bestimmung der Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung

5.3.1 Windstatistik

Für die Bestimmung der Jahresmittelwerte für NO₂, PM₁₀ und PM_{2.5} wird eine für den Untersuchungsort repräsentative Windstatistik mit den Parametern Windrichtung und Windgeschwindigkeit benötigt. Durch Gewichtung der für jede Anströmrichtung und Windgeschwindigkeitsklasse bestimmten Immissionskonzentrationsfelder gemäß der prozentualen Häufigkeit der entsprechenden Ausbreitungssituation, die in der Windstatistik durch Angabe der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit gegeben ist, werden die Jahresmittelwerte bestimmt. Es wurden wie schon für die Untersuchung im Jahre 2008 Windmessungen herangezogen, die während einer temporären Messkampagne im Jahr 1993 an der Station Alaunplatz, die in ca. 500 m Entfernung östlich der Königsbrücker Straße auf Höhe des Bischofswegs liegt, ermittelt wurden. Die Windrose ist in [1] dokumentiert.

5.3.2 Hintergrundbelastung

Die numerische Berechnung mit MISKAM liefert als Ergebnis die durch die Straßenemissionen verursachten Immissionszusatzbelastungen. Die Immissionsgesamtbelastung an einem Ort ergibt sich durch Überlagerung der berechneten Zusatzbelastung mit der Hintergrundbelastung (HG-Belastung), die durch Gewerbe, Hausbrand und Industrie sowie die Kfz-Immissionen außerhalb des Untersuchungsgebietes bestimmt wird. Das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie hat durchschnittliche Hintergrundwerte für das Jahr 2015 im Raster von 1x1 km² für das Untersuchungsgebiet zur Verfügung gestellt [12]. Basierend auf diesen für das Jahr 2015 gegebenen Werten wurden in Absprache mit dem Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie für das Prognosejahr 2030 folgende Annahmen getroffen [13]:

- Die NO₂-HG-Belastung nimmt jährlich um 2 % bis zum Jahr 2025 ab und bleibt dann auf diesem Niveau.
- Die PM₁₀-HG-Belastung nimmt jährlich um 2 % bis zum Jahr 2020 ab und verharrt dann auf diesem Niveau.

Die entsprechenden Werte sind in Tab. 5-1 gegeben.

Tab. 5-1: Hintergrundbelastung von NO₂ und PM₁₀ im Bereich des Untersuchungsgebietes.

	Prognosejahr 2030	
	NO ₂ [µg/m ³]	PM ₁₀ [µg/m ³]
Teilgebiet 1	20	22
Teilgebiet 2	20	22
Teilgebiet 3	17	19

Für PM_{2.5} stehen keine Rasterdaten der Hintergrundbelastung zur Verfügung. Hier kann davon ausgegangen werden, dass die PM_{2.5} Hintergrundbelastung im Sinne einer konservativen Betrachtung nicht unter 14 µg/m³ liegt [12]. Dies entspricht etwa 64% der PM₁₀-HG-Belastung.

5.3.3 Bestimmung der Gesamtbelastung

Mit den abgeleiteten charakteristischen Werten für die Hintergrundbelastung werden durch Überlagerung mit den berechneten Zusatzbelastungswerten die statistischen Kenngrößen (Jahresmittelwerte für NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$) der Gesamtbelastung zum Vergleich mit den Grenzwerten berechnet. Bei der Überlagerung der Hintergrundbelastungswerte mit den Zusatzbelastungswerten muss bei Stickoxiden die NO-NO_2 -Konversion berücksichtigt werden. Die chemische Umwandlung von NO_x nach NO_2 ist äußerst komplex und von einer Reihe von Parametern wie z.B. UV-Strahlung, Ozonwert, Temperatur abhängig. Stand der Technik war es bisher, die Umwandlung mittels des empirischen Modells nach Romberg [14], welches den NO-NO_2 -Umwandlungsgrad als Funktion der NO_x -Gesamtmission beschreibt, zu bestimmen. Diese empirische Beziehung wurde aus Messdaten Mitte der 1990er Jahre abgeleitet. Neuere Untersuchungen zeigen, dass der Romberg-Ansatz die Immissionskonzentrationen für Werte im Bereich des Grenzwertes befriedigend genau wiedergibt, aber für höhere Werte wegen des in den letzten Jahren angestiegenen Anteils der NO_2 -Direktemissionen unter den Messwerten liegt. Bei deutlich höheren Konzentrationen werden mit dem Romberg-Ansatz gegenüber Ansätzen mit Berücksichtigung einfacher Ozonchemie niedrigere NO_2 -Konzentrationen berechnet. Für die vorliegende Untersuchung wird aus diesem Grund für die Umwandlung der empirische Modellansatz nach Düring [15] herangezogen, der den NO-NO_2 -Umwandlungsgrad als Funktion der NO_x -Gesamtmission und der O_3 -Hintergrundkonzentration beschreibt.

Die Überlagerung der Hintergrundbelastungswerte mit den ermittelten Zusatzbelastungswerten erfolgt bei PM_{10} und $\text{PM}_{2.5}$ additiv.

5.4 Bestimmung der Kurzzeitwerte für PM_{10} (90,4%) und NO_2 (99,8%)

Die 39. BImSchV [3], deren Grenzwerte für die Immissionsbeurteilung relevant sind, enthält neben den Immissionsgrenzwerten für die Jahresmittelwerte von NO_2 und PM_{10} auch Immissionsgrenzwerte für den Kurzzeitwert (Mittelungszeit 1 Stunde) von NO_2 , der nicht öfter als 18 mal im Kalenderjahr überschritten werden darf (entspricht einem 99,8%-Wert), sowie für den Tagesmittelwert von PM_{10} , der nicht öfter als 35 mal im Kalenderjahr überschritten werden darf (entspricht einem 90,4%-Wert).

Mit den vorliegenden Eingangsdaten und dem eingesetzten Berechnungsverfahren können direkt keine Kurzzeitwerte bestimmt werden. Hierzu wären eine meteorologische Zeitreihe, Zeitreihen der Stundenmittelwerte der Hintergrundbelastung sowie detaillierte, möglichst stundenfeine Informationen bzgl. des Verkehrsablaufs notwendig. Diese Datengrundlage wäre nur mit sehr großem Aufwand zu erstellen.

Aus den in Deutschland in den Jahren 2001 bis 2008 gemessenen NO_2 -Stundenmittelwerten und NO_2 -Jahresmittelwerten lässt sich zumindest ableiten, dass bei einem Jahresmittelwert unter $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ der Kurzzeitgrenzwert sicher eingehalten wird, wohingegen bei Jahresmittelwerten über $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ von Überschreitungen des Kurzzeit-Grenzwertes ausgegangen werden muss [16].

Bei PM10 ist es derzeit Standard, den 90,4 %-Wert auf der Basis des Jahresmittelwertes abzuschätzen. Die Auswertung umfangreicher Messungen von kontinuierlich betriebenen Dauermessstellen in Deutschland und europäischen Nachbarländern zeigt einen funktionalen Zusammenhang zwischen dem 90,4 %-Wert der Tagesmittelwerte und dem Jahresmittelwert. Bei einem zulässigen 24-Stundenwert von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ liegen die Schwellenwerte für den Jahresmittelwert etwa zwischen 29 und $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wobei die aus Messdaten abgeleitete Schwellwertspanne einer gewissen Streubreite unterliegt [16]. Unter $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kann von einer sicheren Einhaltung des Kurzzeitwertes ausgegangen werden, zwischen 27 und $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ von einer recht wahrscheinlichen Einhaltung.

6 Ergebnisse und Bewertung der Immissionsberechnungen

6.1 Beurteilungsgrundlagen

Für die Beurteilung der Immissionskonzentrationen von NO₂, PM₁₀ und PM_{2.5} werden die Grenzwerte der 39. BImSchV [3] herangezogen. Die Grenzwerte sind in Tab. 6-1 zusammengestellt. Wie aus dieser Tabelle zu entnehmen ist, gelten die Grenzwerte für NO₂ seit dem Jahre 2010, die Grenzwerte für PM₁₀ seit Anfang 2005 und für PM_{2.5} seit 2015.

Tab. 6-1: Lufthygienische Grenzwerte der 39. BImSchV für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe NO₂, PM₁₀ und PM_{2.5}.

Luftschadstoff	Konzentration	Statistische Definition	Zeitpunkt, bis zu dem der Grenzwert Gültigkeit hat bzw. bis zu dem er zu erreichen ist
NO ₂	40 µg/m ³	Jahresmittelwert (Kalenderjahr)	gültig seit 01.01.2010
	200 µg/m ³	1 Stunde; 200 µg/m ³ dürfen bis zu 18 mal im Kalenderjahr überschritten werden	gültig seit 01.01.2010
Partikel (PM ₁₀)	40 µg/m ³	Jahresmittelwert (Kalenderjahr)	gültig seit 01.01.2005
	50 µg/m ³	24 Stunden; 50 µg/m ³ dürfen bis zu 35 mal im Kalenderjahr überschritten werden	gültig seit 01.01.2005
Partikel (PM _{2.5})	25 µg/m ³	Jahresmittelwert (Kalenderjahr)	gültig seit 01.01.2015

6.2 Immissionen in den Untersuchungsgebieten

Die flächig berechneten Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung in 1,5 m Höhe für NO₂, PM₁₀ und PM_{2.5} im Untersuchungsgebiet sind in den Abbildungen Abb. A- 1 bis Abb. A- 9 im Anhang dargestellt. Bei der Bewertung betrachtet werden, wie in der 39. BImSchV gefordert, die Immissionskonzentrationen auf dem Gehweg bzw. im Nahbereich der Gebäude.

Teilgebiet 1

Die Abb. A- 1 zeigt die berechneten NO₂-Jahresmittelwerte für das Teilgebiet 1 zwischen Albertplatz und Lößnitzstraße / Louisenstraße. Die höchsten Werte werden auf der Ostseite der Königsbrücker Straße im Bereich der Gebäude Nr. 12 bis 18 mit lokal 22 µg/m³ erreicht. In diesem Bereich kann der Gleiskörper nicht befahren werden und in beide Richtungen ist die Fahrbahn einspurig. Die Fahrbahn rückt vor allem östlich sehr nah an die Gebäude. Ansonsten liegen die Werte bei 21 µg/m³. Auf der Westseite stellt sich vor allem im nördlichen Bereich ein etwas geringeres Niveau ein, da die Gebäude weiter vom Straßenrand entfernt sind. An der Ecke Königsbrücker Straße (Süden) / Antonstraße

befindet sich ein weiterer Hotspot. Durch die geschlossene Bebauung an der Straßenecke wird der Abtransport der Schadstoffe behindert und die NO₂ Immissionsbelastungen sind an der Gebäudefront erhöht. Sie liegen aber ebenfalls deutlich unterhalb der Grenzwertvorgaben mit Werten im Bereich von 22 µg/m³. Eine Überschreitung des Kurzzeitwertes für NO₂ ist entsprechend der Definition in Kap. 5.4 im Teilgebiet 1 nicht zu erwarten.

Bei PM₁₀ (Abb. A- 2) werden die höchsten Jahresmittelwerte mit 26 bis 27 µg/m³ ebenfalls an der Ecke Königsbrücker Straße (Süden) / Antonstraße im Bereich des Gebäudes Nr. 2A berechnet. Auf der Südseite liegen die Immissionskonzentrationen im Gebäudenahbereich etwas höher als auf der Ostseite aufgrund der 120 m langen geschlossenen Gebäudefront. Mit einer großräumigen Überschreitung der 35 zulässigen Überschreitungen des Kurzzeitwertes ist in Teilgebiet 1 somit nicht zu rechnen.

Die PM_{2.5} Immissionsbelastung (Abb. A- 3) liegt vor allem auf der Antonstraße und der Bautzner Straße im Fahrbahnbereich oberhalb von 25 µg/m³. Diese hohen Konzentrationen nehmen zum Straßenrand hin schnell ab und liegen im Fassadenbereich Ecke Antonstraße / Königsbrücker Straße mit 16 bis 17 µg/m³ deutlich unter dem Grenzwert.

Teilgebiet 2

Die höchsten Werte für NO₂ (Abb. A- 4) werden, wie auch bei Teilgebiet 1, auf der Ostseite mit 22 µg/m³ an den Fassaden des geschlossenen Gebäudekomplexes Nr. 54-74 erreicht. Auf der Westseite liegen die Werte etwas niedriger mit 21 µg/m³. Auch hier kann davon ausgegangen werden, dass der Kurzzeitwert für NO₂ eingehalten wird.

Bei PM₁₀ (Abb. A- 5) treten die maximalen Immissionen an ähnlichen Stellen wie bei NO₂ auf. Berechnet wurden Werte zwischen 27 bis 28 µg/m³. Ansonsten liegen die Werte zwischen 26 bis 27 µg/m³. Auf der Westseite erreichen die berechneten Jahresmittelwerte 24 bis 26 µg/m³. Mit mehr als 35 Überschreitungen des Kurzzeitwertes ist mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht zu rechnen.

Die höchsten PM_{2.5} Belastungen (Abb. A- 6) treten, wie bei PM₁₀, im Bereich des Gebäudekomplexes Nr. 54-56 mit 17 µg/m³ auf und unterschreiten den Immissionswert deutlich.

Teilgebiet 3

Das Teilgebiet 3 zeigt sowohl für NO₂ als auch für PM₁₀ in Folge des geringeren Abstandes zwischen Fahrbahn und Gebäudefassaden die höheren Werte auch hier auf der Ostseite der Königsbrücker Straße.

Die höchsten NO₂-Immissionskonzentrationen (Abb. A- 7) werden im Kreuzungsbereich Königsbrücker Straße / Bischofsweg (Gebäude-Nr. 76) mit 21 µg/m³ prognostiziert. Auf der Westseite liegen die Werte nahezu durchgängig bei 19 µg/m³. Der Kurzzeitwert für NO₂ kann sicher eingehalten werden.

Bei PM₁₀ (Abb. A- 8) treten die höchsten Werte auf der Ostseite nördlich des Bischofsweges (Gebäude-Nr. 76) mit 24 µg/m³ auf. Auf der Westseite liegen die Werte flächendeckend meist unter

22 µg/m³. Eine Überschreitung des Kurzzeitimmissionswertes in mehr als 35 Fällen pro Jahr ist nicht zu erwarten.

Die PM2.5 Werte (Abb. A- 9) liegen nördlich des Bischofsweges (Gebäude-Nr. 76) mit unter 17 µg/m³ auch hier unterhalb des Grenzwertes.

In Tab. 6-2 sind noch einmal die lokal maximal zu erwartenden Gesamtimmissionskonzentrationen (Überlagerung von Hintergrundbelastung und Zusatzbelastung) für die einzelnen Teilgebiete zusammengestellt.

Tab. 6-2: Maximal zu erwartende Immissionskonzentrationen (Jahresmittelwerte) in den einzelnen Teilgebieten für die verkehrsrelevanten Luftschadstoffe NO₂, PM10 und PM2.5.

Ort der Immissionen	NO ₂ [µg/m³]	PM10 [µg/m³]	PM2.5 [µg/m³]
Teilgebiet 1 (Süd): Gebäude-Nr. 12 auf der Ostseite der KBS Antonstraße 2A Ecke KBS / Antonstraße	22	27	17
Teilgebiet 2 (Mitte): Gebäude-Nr. 54-74 auf der Ostseite der KBS Gebäude-Nr. 54-56 auf der Ostseite der KBS	22	28	17
Teilgebiet 3 (Nord): Gebäude-Nr. 76 auf der Ostseite der KBS	21	24	17

6.3 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse

Die maximal zu erwartenden Immissionskonzentrationen liegen für NO₂ in allen drei Teilgebieten bei maximal 22 µg/m³. Der Immissionswert von 40 µg/m³ wird sicher eingehalten. Für PM10 sind Bereiche der nächstgelegenen Gebäude maximale Immissionskonzentrationen in allen drei Teilgebieten von 27-28 µg/m³ im Jahresmittel zu erwarten. Der Immissionswert für das Jahresmittel wird somit sicher eingehalten. Der Schwellenwertbereich von 29 µg/m³ bis 31 µg/m³ wird nicht überschritten. Es kann mit hoher Wahrscheinlichkeit auch davon ausgegangen werden, dass die zulässige Anzahl von Überschreitungen des Kurzzeitwertes für PM10 eingehalten werden kann. Die PM2.5 Konzentrationen an den Gebäudefassaden liegen deutlich unterhalb der Jahresgrenzwerte von 25 µg/m³.

7 Literaturverzeichnis

- [1] Ingenieurbüro Rau, Lufthygienisches Gutachten: Ausbau der Königsbrücker Straße zwischen Albertplatz und Stauffenbergallee, Dresden: Straßen- und Tiefbauamt der Landeshauptstadt Dresden, 2008.
- [2] Ingenieurbüro Rau, Lufthygienisches Gutachten: Ausbau der Königsbrücker Straße zwischen Albertplatz und Stauffenbergallee, Dresden: Straßen- und Tiefbauamt der Landeshauptstadt Dresden, 2012.
- [3] 39. BImSchV Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), 2010.
- [4] INFRAS AG, HBEFA 3.3 - Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs - Version 3.3, U. Dessau, Hrsg., Bern/Schweiz, 2017.
- [5] Eichhorn, J., *Entwicklung und Anwendung eines dreidimensionalen, mikroskaligen Stadtklimamodells*. Diss. Meteorol. Inst. Univ. Mainz, Mainz, 1989.
- [6] Landeshauptstadt Dresden, Verkehrsplanerische Untersuchung auf Basis der Verkehrsprognose Dresden 2030 - Untersuchung für den Bereich Königsbrücker Straße zwischen Tannenstraße und Albertplatz Prognosenullfall 2030 und Planfall 2030 (Variante 8.7), Dresden, 2017.
- [7] Lohmeyer GmbH, IFEU, „PC-Berechnungsverfahren zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit oder mit lockerer Randbebauung RLuS 2012 Version 1.4,“ Radebeul, 2012.
- [8] FGSV - Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, „Richtlinie zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung - RLuS 2012,“ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V., Köln, 2012.
- [9] IVU Umwelt GmbH, „IMMIS em/luft/lärm - Handbuch zur Version 5.2“, Freiburg, 2011.
- [10] Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, *Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs*, Dresden, Karlsruhe: Sächsisches Landesamt für Umwelt Landwirtschaft und Geologie (LfULG), 2011.
- [11] AVISO GmbH, „E-Mail: AWAR Emissionen von Straßenbahnen,“ 30.08.2018.

- [12] Landesamt für Geologie und Umwelt Dresden, „E-Mail: Hintergrundbelastung im Bereich Königsbrücker Straße,“ 30.08.2018.
- [13] Landesamt für Geologie und Umwelt, *Telephonische Absprache mit Herrn Wolf*, Heilbronn, 24.07.2018.
- [14] Romberg, E.; et al, *NO-NO₂-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase*, Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft, Nr. 56 Jahrgang 1996, pp.215-218, 1996.
- [15] Düring, I.; Bächlin, W.; Ketzel, M.; Baum, A.; Friedrich, U.; Wurzler, S., *A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions*, Stuttgart: Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20, No. 1, 067-073 © by Gebrüder Borntraeger 2011 (published online), 2011.
- [16] Landesanstalt für Umwelt, Messung und Naturschutz Baden-Württemberg, *Leitfaden: Modellierung verkehrsbedingter Immissionen - Anforderungen an die Eingangsdaten - Grundlage HBEFA 3.1 aktualisiert auf HBEFA 3.2*", LUBW, Hrsg., Freiburg, 2015.

ANHANG A: Ergebnisse der Miskam-Rechnungen

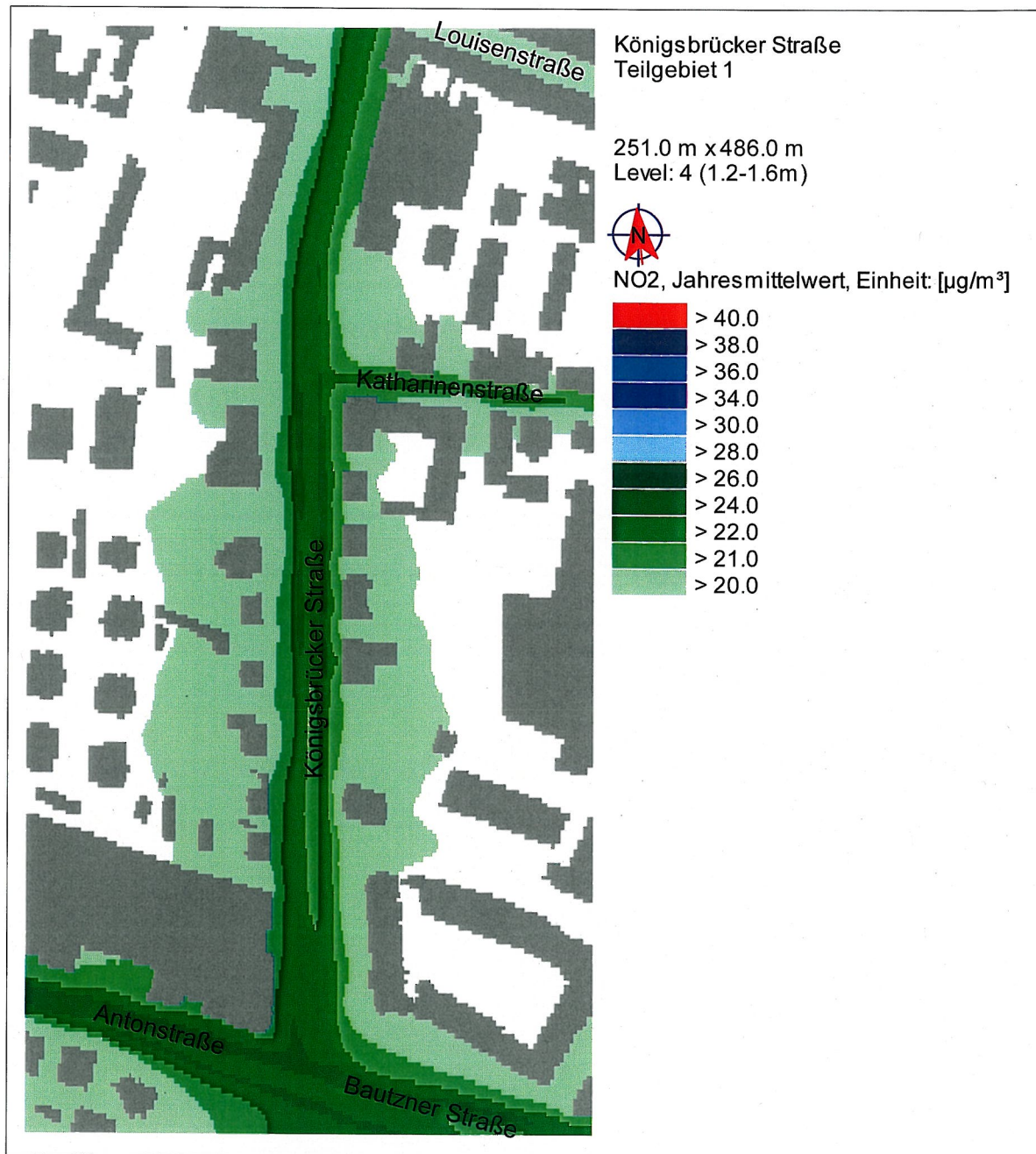


Abb. A- 1: NO₂-Jahresmittelwerte für Teilgebiet 1 (Süd)

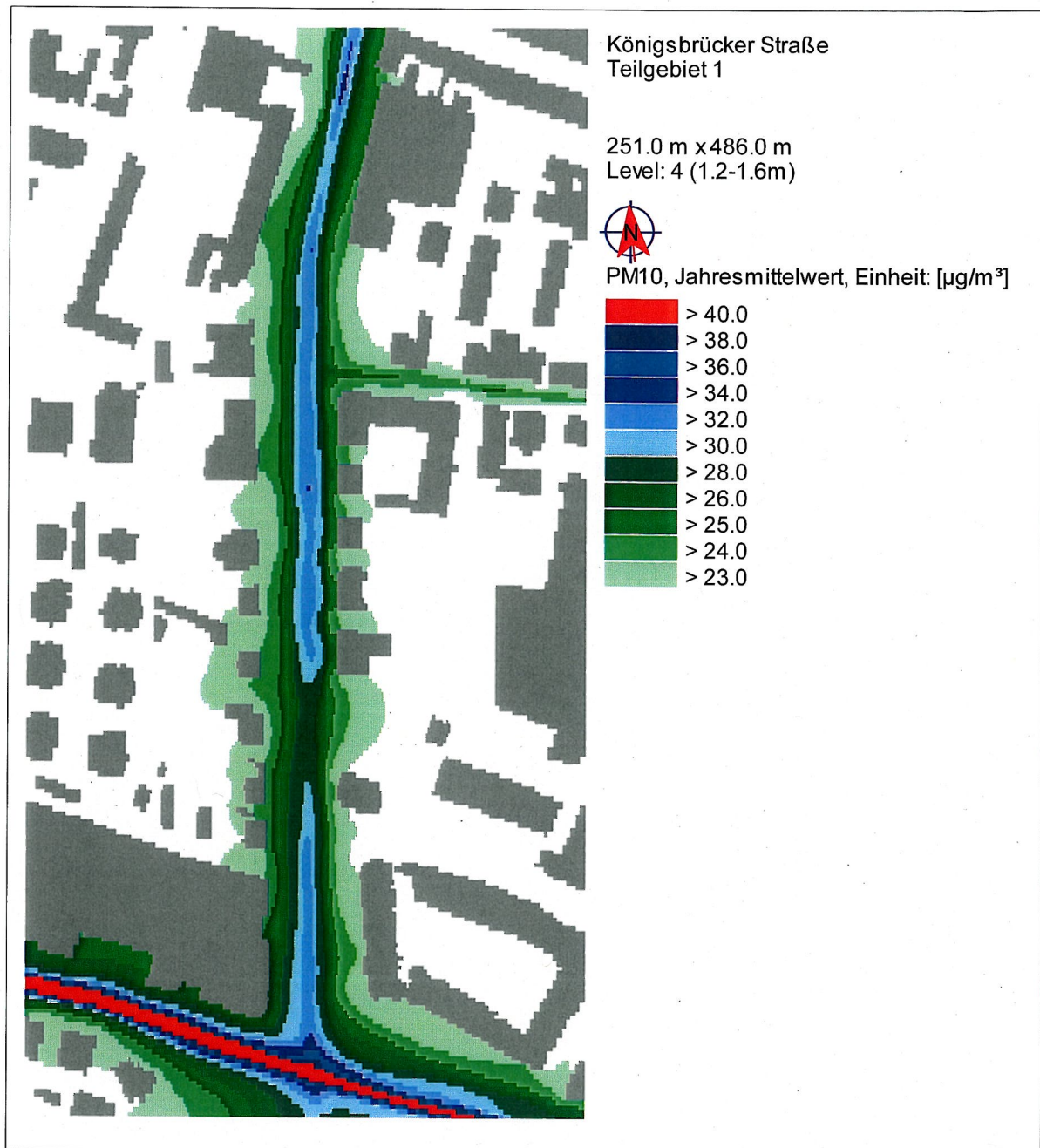


Abb. A- 2: PM10-Jahresmittelwerte für Teilgebiet 1 (Süd)

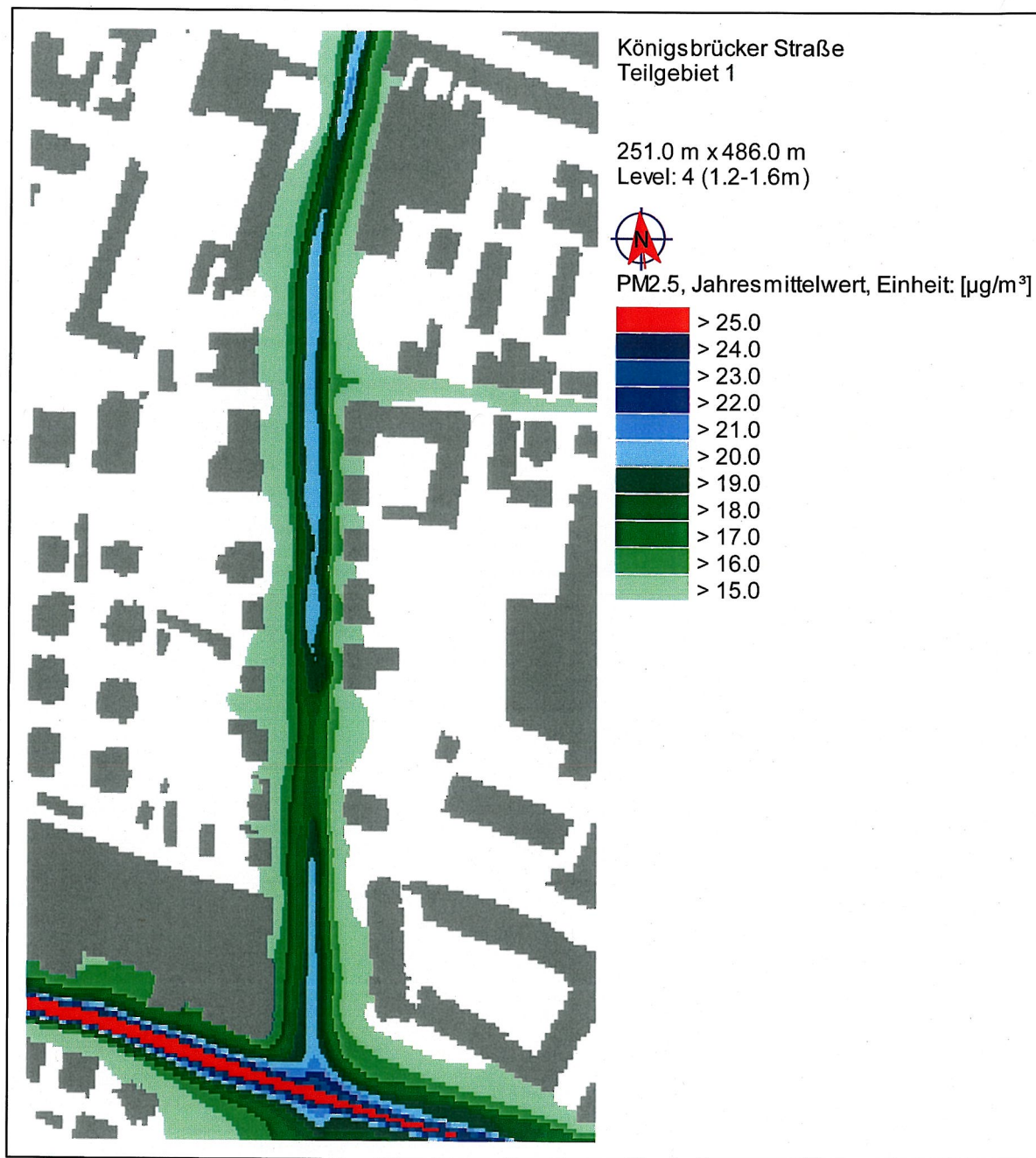


Abb. A- 3: PM2.5-Jahresmittelwerte für Teilgebiet 1 (Süd)



Abb. A- 4: NO₂-Jahresmittelwerte für Teilgebiet 2 (Mitte)



Abb. A- 5: PM10-Jahresmittelwerte für Teilgebiet 2 (Mitte)

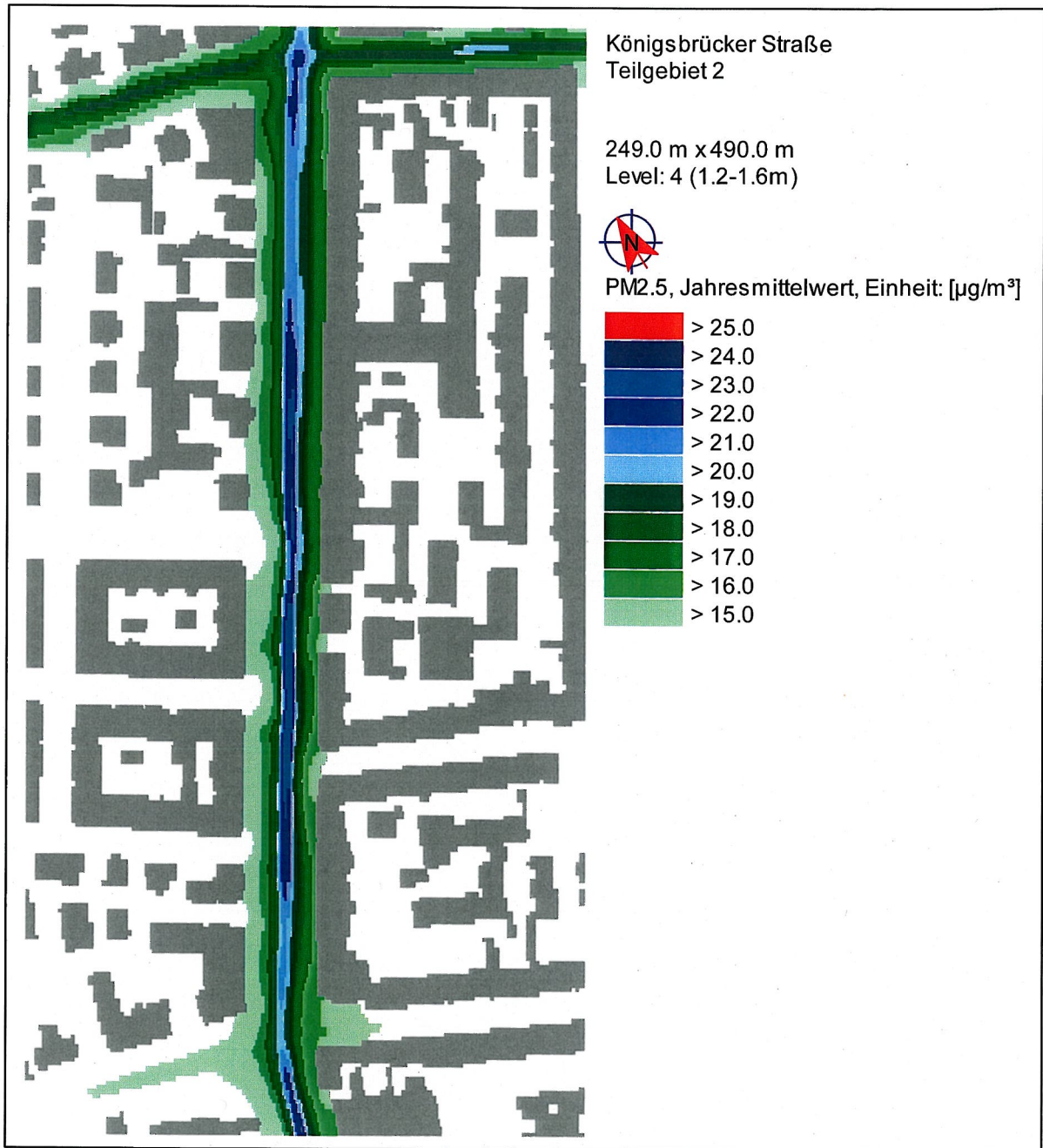
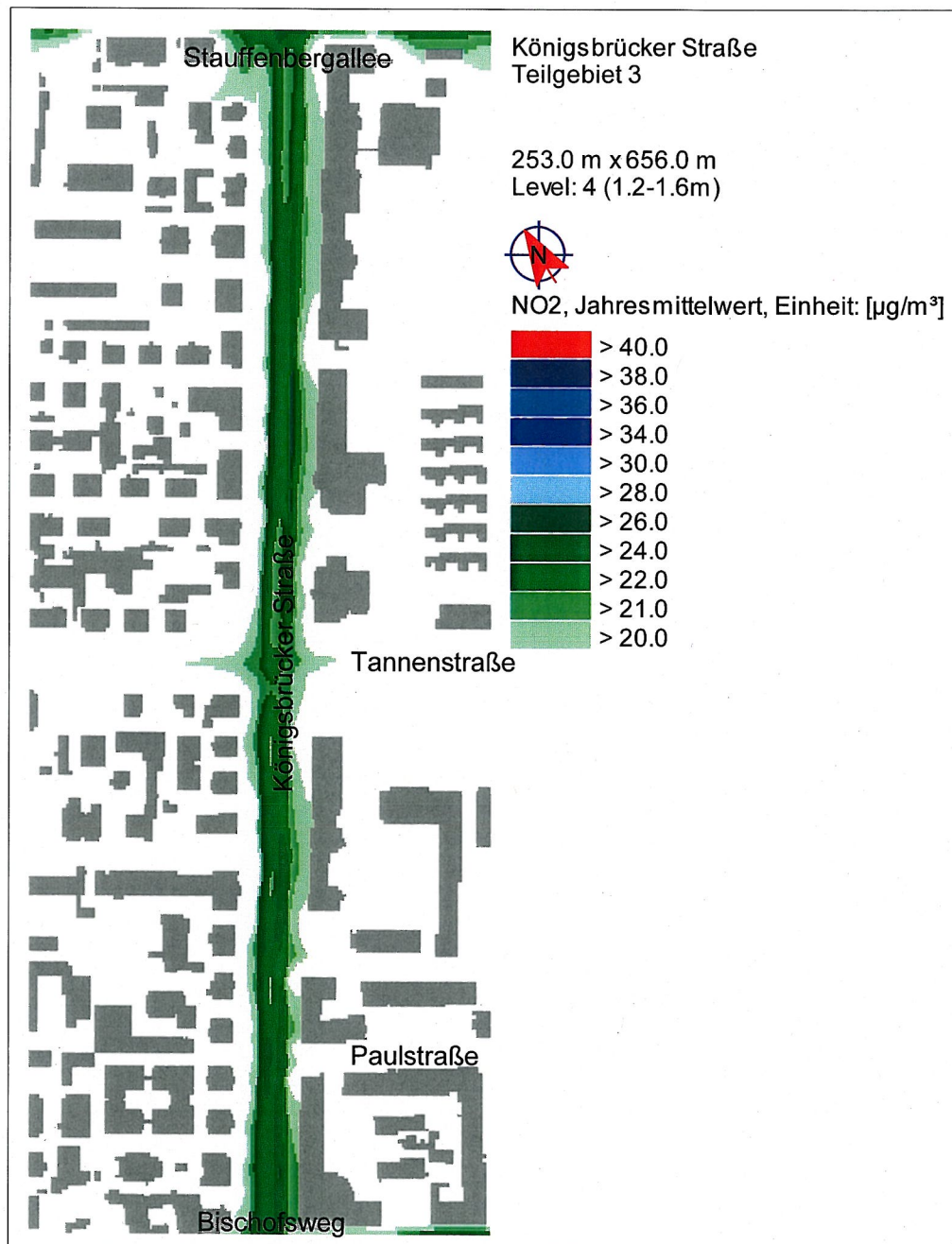


Abb. A- 6: PM2.5-Jahresmittelwerte für Teilgebiet 2 (Mitte)

Abb. A- 7: NO₂-Jahresmittelwerte für Teilgebiet 3 (Nord)

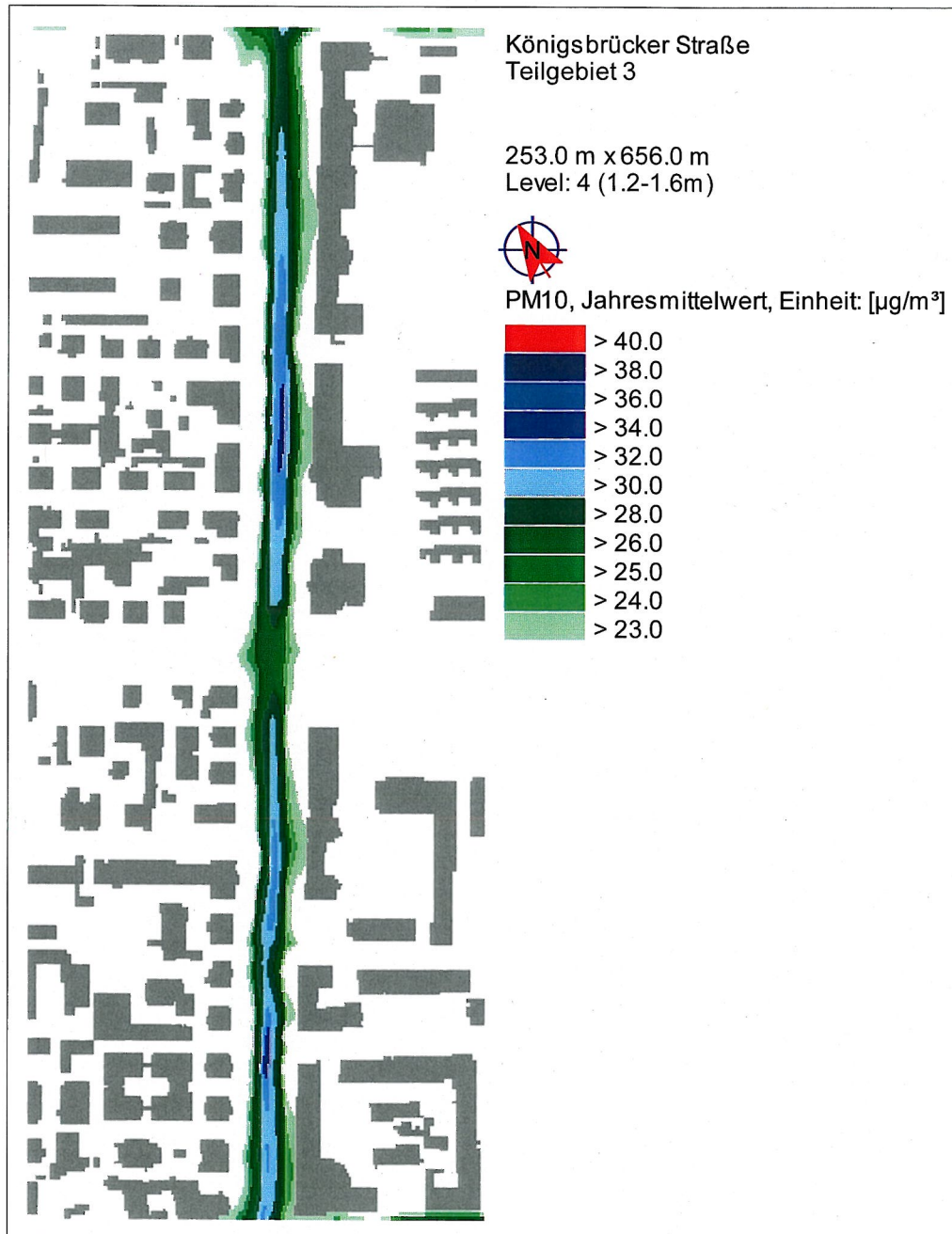


Abb. A- 8: PM10-Jahresmittelwerte für Teilgebiet 3 (Nord)

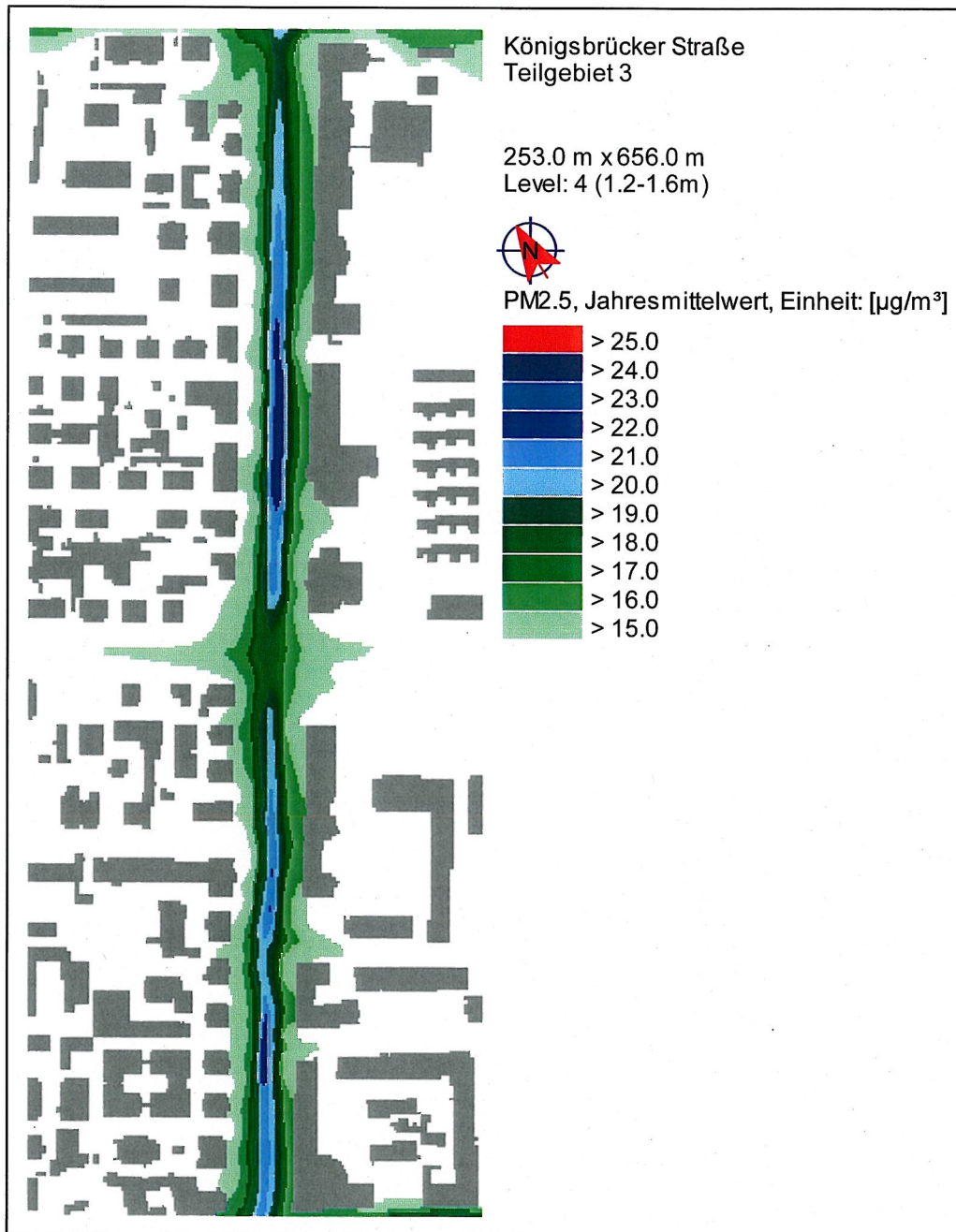


Abb. A- 9: PM2.5-Jahresmittelwerte für Teilgebiet 3 (Nord)