Straßenbauverwaltung Baden-Württemberg	Regierungspräsidium Tübingen
Bundesstraße B 28 von NK 7421 134 n NK 7522 063 Stat. 5.179 bis NK 7522 063 n NK 7522 066 Stat. 0.140	
B 28 Bad Urach Ausbau Knotenpunkte „Wasserfall“ und „Hochhaus“	
PSP-Element: **V.2410.B0028.A05**	

FESTSTELLUNGSENTWURF

UNTERLAGE 17.2.3

- Betrachtung des Straßenverkehrsbedingten Stickstoffeintrages am KP „Bäderstraße“ und „Hochhaus“-

Aufgestellt: Regierungspräsidium Tübingen Abteilung 4 Straßenwesen und Verkehr Referat 42 Steuerung und Baufinanzen Tübingen, den 11.09.2023	

Lohmeyer

AUSBAU DER B 28 IN BAD URACH ERTÜCHTIGUNG DER VERKEHRSKNOTEN „BÄDERSTRASSE“ UND „HOCHHAUS“ BETRACHTUNG DES STRASSENVERKEHRS-BEDINGTEN STICKSTOFFEINTRAGES

Auftraggeber:

Stadtverwaltung Bad Urach
Marktplatz 8-9
72574 Bad Urach

Bearbeitung:

Lohmeyer GmbH
Niederlassung Karlsruhe

Dipl.-Geogr. T. Nagel
M. Sc. met. K. Sokur

Dipl.-Geoökol. H. Lauerbach

Februar 2023
Projekt 20456-21-01
Berichtsumfang 45 Seiten

Niederlassung Karlsruhe: An der Rossweid 15, 76229 Karlsruhe, Tel.: +49 (0) 721 / 62510-0, E-Mail: info.ka@lohmeyer.de
Niederlassung Dresden: Friedrichstraße 24, 01067 Dresden, Tel.: +49 (0) 351 / 83914-0, E-Mail: info.dd@lohmeyer.de
Niederlassung Bochum: Wasserstraße 223, 44799 Bochum, Tel.: +49 (0) 234 / 516685-0, E-Mail: info.bo@lohmeyer.de

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN 1

1 ZUSAMMENFASSUNG 3

2 AUFGABENSTELLUNG 5

3 VORGEHENSWEISE 6

3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe 6

3.2 Berechnungsverfahren 6

4 EINGANGSDATEN 9

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes 9

4.2 Verkehrsdaten 10

4.3 Meteorologische Daten 10

4.4 Schadstoffhintergrundbelastung 14

5 EMISSIONEN 18

5.1 Betrachtete Schadstoffe 18

5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren 18

6 ERGEBNISSE 23

6.1 Stickoxidimmissionen 23

6.2 Stickstoffdeposition 26

7 QUELLEN 31

7.1 Literatur 31

7.2 Materialien und Unterlagen 33

A1 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION 36

A2 EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE 42

Hinweise:

Vorliegender Bericht darf ohne schriftliche Zustimmung der Lohmeyer GmbH nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

Literaturstellen sind im Text durch Name und Jahreszahl zitiert. Im Kapitel Literatur findet sich dann die genaue Angabe der Literaturstelle.

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

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

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

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

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

Grenzwerte / Vorsorgewerte

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

Jahresmittelwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

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

Jahresmittelwert führen wie eine zum Beispiel tagsüber sehr hohe und nachts sehr niedrige Konzentration.

Verkehrssituation

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

NO_x zum Schutz der Vegetation

Zum Schutz der Vegetation nennt die 39. BImSchV einen kritischen Wert für Sickstoffoxide (NO_x) von 30 µg/m³ im Jahresmittel. Dieser „kritische Wert“ ist ein auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse festgelegter Wert, dessen Überschreitung unmittelbare schädliche Auswirkungen für manche Rezeptoren wie Bäume, Pflanzen oder natürliche Ökosysteme haben kann.

1 ZUSAMMENFASSUNG

In Bad Urach ist an der Bundesstraße B 28 die Ertüchtigung der Verkehrsknoten „Bäderstraße“ und „Hochhaus“ geplant. In direkter Nachbarschaft der geplanten Ausbaustrecke befindet sich das FFH-Gebiet „Uracher Talspinne“, das sich von der Hochfläche der Schwäbischen Alb auch bis in den Talbereich der Erms bei Bad Urach und nahe an die B 28 erstreckt.

Im Zuge der Betrachtung der Stickoxidbelastung (NO_x-Gesamtbelastung) der Luft sowie des Stickstoffeintrags (N-Deposition, Zusatzbelastung) in den Boden wurden die NO_x-Immissionen für den Prognosenullfall und für den Planfall für den Talbereich der Erms und die unteren Hangbereiche berechnet. Als Prognosejahr wurde entsprechend den Konventionen des Stickstoffleitfadens „Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen – H PSE“ (FGSV, 2019) der Prognosehorizont des Verkehrsgutachtens mit dem Jahr 2035 angesetzt.

Aus den Verkehrsbelegungsdaten werden unter Berücksichtigung der vom Umweltbundesamt für das Prognosejahr 2035 veröffentlichten Emissionsfaktoren (HBEFA4.2, 2022) die Emissionen auf allen Straßenabschnitten im Betrachtungsgebiet berechnet. Die Immissionsberechnungen erfolgen mit dem Straßennetzmodell PROKAS unter Berücksichtigung der lokalen Windverhältnisse, der berechneten Emissionen des Verkehrs sowie der aus Messdaten abgeleiteten Hintergrundbelastung.

Die höchsten NO_x-Immissionen werden im Prognosenullfall am Fahrbahnrand der B 28 sowie an der Kreuzung der B 28/Max-Eyth-Straße (KP „Hochhaus“) bis 29 µg/m³ berechnet. Mit zunehmendem Abstand von den Fahrbahnen der B 28 sind geringere Konzentrationen verbunden. Innerhalb des FFH-Gebietes „Uracher Talspinne“ sind NO_x-Jahresmittelwerte überwiegend bis 21 µg/m³, am Randbereich des FFH-Gebietes sind nahe der B 28 bis 22 µg/m³ berechnet.

Auch im Planfall werden die deutlichsten NO_x-Immissionen am Fahrbahnrand der B 28 sowie an der Kreuzung der B 28/Max-Eyth-Straße (KP „Hochhaus“) bis 29 µg/m³ berechnet. Innerhalb des FFH-Gebietes „Uracher Talspinne“ sind auch im Planfall NO_x-Jahresmittelwerte überwiegend bis 21 µg/m³, am Randbereich des FFH-Gebietes sind nahe der B 28 bis 22 µg/m³ berechnet. Durch die Umgestaltung des Knotenpunktes „Hochhaus“ und die Verlagerung der Achse der B 28 um einige Meter nach Süden werden einerseits die NO_x-Beiträge im Bereich

der B 28/Max-Eyth-Straße-Kreuzung etwas in südliche Richtung verschoben, andererseits südlich des Knotens leicht reduziert.

Für den Prognosenullfall werden die höchsten Stickstoffeinträge am Rand des FFH-Gebietes und südlich des Knotenpunktes „Hochhaus“ mit dem Abstand von etwa 25 m zur B 28 mit bis zu 2.6 kg/(ha*a) berechnet. Mit zunehmendem Abstand von der B 28 werden innerhalb des FFH-Gebietes geringere verkehrsbedingte Stickstoffeinträge berechnet. Ab einer Entfernung von ca. 60 m von der B 28 werden im FFH-Gebiet Stickstoffdepositionen unter 1.5 kg/(ha*a) prognostiziert, ab 80 m betragen Stickstoffeinträge unter 1.0 kg/ (ha*a).

Im Planfall werden die höchsten Stickstoffeinträge am Rand des FFH-Gebietes mit dem Abstand von etwa 25 m zur B 28 und südlich des Knotenpunktes „Hochhaus“ mit bis zu 2.5 kg/(ha*a) berechnet; aufgrund der Umgestaltung des Knotenpunktes und der damit verbundenen flüssigeren Verkehrsabwicklung sind dort geringe Abnahmen der Stickstoffeinträge gegenüber dem Prognosenullfall bis um 0.3 kg/(ha*a) berechnet. Im Bereich des Abschnittes der B 28, in dem die Fahrbahn mit der Planung nach Süden verlagert wird, schwenkt der Randbereich des FFH-Gebietes weiter nach Süden. Dort sind am Rand des FFH-Gebietes im Planfall überwiegend Stickstoffeinträge bis 1.5 kg/(ha*a), vereinzelt leicht über 2.0 kg/(ha*a) dargestellt und fallen gegenüber dem Prognosenullfall mit Zunahmen bis nahezu 0.2 kg/(ha*a) etwas höher aus. Insgesamt sind in den ausgewerteten Bereichen des FFH-Gebietes in den Randbereichen nahe der Straßen keine Änderungen über 0.3 kg/(ha*a) berechnet.

2 AUFGABENSTELLUNG

In Bad Urach ist an der Bundesstraße B 28 die Ertüchtigung der Verkehrsknoten „Bäderstraße“ und „Hochhaus“ geplant. In direkter Nachbarschaft der geplanten Ausbaustrecke befindet sich das FFH-Gebiet „Uracher Talspinne“.

Für die Planungen der B 28 wurden durch unser Büro die Gutachten „Ausbau der B 28 in Bad Urach, Ertüchtigung des Verkehrsknotens „Bäderstraße“, Luftschadstoffgutachten“ sowie „Ausbau der B 28 in Bad Urach, Ertüchtigung des Verkehrsknotens „Hochhaus“, Luftschadstoffgutachten“ (Lohmeyer, 2022) vorgelegt.

In der vorliegenden Studie soll für das FFH-Gebiet aufgezeigt werden, welche Änderungen der Stickoxidimmissionen (NO_x) und Stickstoffdepositionen (N-Deposition) aufgrund des geplanten Ausbaus der B 28 zu erwarten sind. Die N-Deposition in den Boden wird dabei aus straßenverkehrsbedingten Stickoxid- und Ammoniakeinträgen ermittelt. Die ökologische Beurteilung der Ergebnisse ist nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

3 VORGEHENSWEISE

Neben der Betrachtung der straßenverkehrsbedingten NO_x-Emissionen und -Immissionen werden für die Ermittlung des Stickstoffeintrags (N-Deposition) in den Boden in empfindlichen Vegetationsbereichen (z. B. Lebensraumtypen) zusätzlich verkehrsbedingte Ammoniakemissionen (NH_3) betrachtet. Seit 2013 liegt der BASt-Forschungsbericht „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“ und seit 2019 der darauf aufbauende Stickstoffleitfaden „Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen – H PSE“ (FGSV, 2019) vor, die Konventionen für die Berücksichtigung des verkehrsbedingten Stickstoffeintrags in Planungsverfahren beschreiben.

3.1 Zusammenfassung der Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffe

Als fachlicher Maßstab für die Beurteilung zum Schutz der Vegetation wird in der 39. BImSchV für NO_x ein kritischer Wert von 30 µg/m³ im Jahresmittel genannt, der auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse festgelegt ist und dessen Überschreitung unmittelbare schädliche Auswirkungen für manche Rezeptoren wie Bäume, Pflanzen oder natürliche Ökosysteme haben kann. Dieser kritische Wert zum Schutz der Vegetation ist nach der 39. BImSchV auf Bereiche anzuwenden, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Bundesautobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50 000 Fahrzeugen entfernt sind.

Daneben gibt es die sog. „Critical Loads“ (kritische Eintragsraten), die wissenschaftlich begründeten Zielwerte zum Schutz von Vegetationseinheiten durch erhöhte Stickstoffdepositionen darstellen.

3.2 Berechnungsverfahren

Es wird das für derartige Fragestellungen geeignete Straßennetzmodell PROKAS angewendet, das im Anhang A1 beschrieben wird. Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen werden für das Bezugsjahr 2035 die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und Immissionen ermittelt. Entsprechend den Konventionen des H PSE (FGSV, 2019) ist das Prognosejahr der Verkehrsuntersuchung im Hinblick auf langfristige Eintragsraten anzusetzen. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) bestimmt.

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokale Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik) und der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet.

Für die Betrachtung der NO_x-Immissionen wird der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentration (Zusatzbelastung), verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahe gelegenen Messstandorten abgeschätzt.

Für den Stickstoffeintrag werden die durch den Straßenverkehr verursachten NO_x- und NH_3-Depositionen ermittelt; dabei erfolgt die Bestimmung der Stickstoffdepositionen auf Grundlage der sogenannten Multiplikationsmethode. Für die Aussagen der verkehrsbedingten Stickstoffeinträge in die FFH-Gebiete werden die Ergebnisse entsprechend der Molekularmassen in Stickstoffdepositionen (N-Depositionen) umgerechnet.

Stickstoffverbindungen werden aus der Atmosphäre über nasse Deposition (Regen, Schnee usw.) und trockene Deposition in Ökosysteme eingetragen. Trockene Deposition ist landnutzungsabhängig und meist größer als die nasse Deposition (LAI, 2012). Im Nahbereich einer Emissionsquelle spielt die nasse Deposition von gasförmigen Luftbeimengungen nur eine untergeordnete Rolle (Bachhiesl et al., 2002). Der Beitrag des Verkehrs an der Stickstoffdeposition wird demnach im Nahbereich durch die trockene Deposition bestimmt. Die nasse Deposition wird aus diesem Grund bezüglich der verkehrsbedingten Zusatzbelastung im Folgenden vernachlässigt. Die trockene Deposition wird mithilfe von Depositionsgeschwindigkeiten berechnet. Prinzipiell ist davon auszugehen, dass die Depositionsgeschwindigkeiten für Wiesen und Ackerböden kleiner sind als für Laubwälder. Noch höhere Werte werden für Nadelwälder erwartet (Bachhiesl et al., 2002).

Die im Untersuchungsgebiet gelegenen FFH-Gebiete weisen unterschiedliche Vegetationsbereiche auf, die sich vor allem aus Waldnutzungen zusammensetzen. In der Richtlinie VDI 3782 Blatt 5 (2006) werden Depositionsgeschwindigkeiten für NO von 0.05 cm/s und für NO_2 von 0.3 cm/s als großräumiges Mittel (Mesoskala) angegeben. Für NH_3 wird eine Depositionsgeschwindigkeit für Laubwald von 2.0 cm/s angegeben. In der vorliegenden Ausarbeitung orientiert sich die Depositionsgeschwindigkeit an den relativ geringsten NO_x-Gesamtbelastungen in

den FFH-Gebieten mit einer daraus abgeleiteten Depositionsgeschwindigkeit von 0.24 cm/s. Aktuelle landesweite Betrachtungen zum Stickstoffeintrag in Baden-Württemberg deuten an, dass für Laubwald eine bis um das Doppelte höhere Depositionsgeschwindigkeit gegenüber den in der VDI-Richtlinie für die Mesoskala genannte ableitbar ist. Dementsprechend wird hier vorsorglich eine NO_x-Depositionsgeschwindigkeit von 0.48 cm/s berücksichtigt.

Auf die mit den Ausbreitungsrechnungen ermittelten verkehrsbedingten Zusatzbelastungen an NO_x und NH_3 werden die in **Tab. 3.1** aufgeführten Depositionsgeschwindigkeiten angewandt. Die vom Modell berechneten NO_x- und NH_3-Depositionen werden in N-Depositionen umgerechnet.

	Depositionsgeschwindigkeit in cm/s		
	NO	**NO_2**	**NH_3**
Laubwald	0.05	0.3	2.0

Tab. 3.1: Depositionsgeschwindigkeiten nach VDI-Richtlinie (VDI 3782 Blatt 5, 2006)

Die genannte Vorgehensweise entspricht einer konservativen Vorgehensweise und beinhaltet eine gewisse Überschätzung des berechneten Stickstoffeintrags, da die Depositionsgeschwindigkeiten auf die berechneten Immissionsfelder der bodennahen Luftschicht angewendet werden, ohne dass bei der Modellierung eine stoffliche Entnahme aus den entsprechenden Luftschichten berücksichtigt wird. Die ökologische Beurteilung der Ergebnisse ist nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

4 EINGANGSDATEN

4.1 Lage und Beschreibung des Untersuchungsgebietes

Die Stadt Bad Urach liegt in Baden-Württemberg am Fuße der Schwäbischen Alb, ca. 10 km östlich von Reutlingen und ca. 7 km südöstlich von Metzingen. Die B 28 stellt eine verkehrliche Hauptverbindung dieser Städte mit den Orten der Schwäbischen Alb nach Blaubeuren und nach Münsingen über die in Bad Urach abzweigende B 465 dar.

Die am südwestlichen Siedlungsrand gelegenen beplanten Verkehrsknoten befinden sich am Rand des überwiegend ebenen Talsohlenbereichs des dort verlaufenden Tals der Erms mit einer Orientierung von Ostsüdosten nach Westnordwesten. Die Randhöhen des Tals der Erms erheben sich über 200 m über die Talsohle. Im Bereich der beplanten Kreuzungen, die ca. 280 m voneinander entfernt sind, weist die B 28 eine innerörtliche Geschwindigkeitsbegrenzung von 50 km/h auf.

Am lichtsignalgeregelten Knotenpunkt „Bäderstraße“, der in den Planunterlagen teilweise auch als Knotenpunkt „Wasserfall“ bezeichnet wird, kreuzen sich derzeit die B 28 sowie die Bäderstraße und die Zufahrtsstraße zu den Uracher Wasserfällen. Im Zuge der Planung ist ein Umbau zu einem Doppelknotenpunkt vorgesehen, an dem in einem Abstand von ca. 120 m jeweils die Bäderstraße sowie die Zufahrtsstraße zu den Wasserfällen für Linksabbieger lichtsignalgeregelt in die B 28 einmünden und der Fahrrad- und Fußverkehr mit einer Überführung über die B 28 geführt wird.

Am lichtsignalgeregelten Knotenpunkt „Hochhaus“ kreuzen sich derzeit die B 28 sowie die Stuttgarter Straße und die Max-Eyth-Straße; dabei werden die durchgehenden Verkehre entlang der B 28 über den westlichen und den südlichen abgekröpften Kreuzungsast abgewickelt. Im Zuge des Umbaus des Knotenpunkts ist eine Verschiebung der Achse der B 28 in südliche Richtung vorgesehen. Die Stuttgarter Straße wird verlängert und mündet abgekröpft und für Linksabbieger lichtsignalgeregelt in die B 28, ca. 50 m von der resultierenden Einmündung entfernt wird die Max-Eyth-Straße an die Stuttgarter Straße angebunden.

Das FFH-Gebiet „Uracher Talspinne “ erstreckt sich vom Ermstal bei der Stadt Bad Urach über die Hangbereiche bis auf den Albtrauf und die Hochflächen. Entsprechend den Ergebnissen der flächenhaften Immissionsberechnungen im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit beschränken sich die planungsbedingten Änderungen der Konzentrationen auf den Nahbereich der B 28 im Talbereich bei Bad Urach. Dementsprechend werden die

Ausbreitungsrechnungen für den Stickstoffeintrag hier vereinfachend für den Talbereich und den Hangfuß mit Anwendung einer lokalrepräsentativen Windstatistik durchgeführt und ausgewertet. Die steilen Geländeanstiege der Hangbereiche folgen in größerem Abstand, in dem deutlich geringere Änderungen bedingt durch die Planung ableitbar sind.

Die Lage des bestehenden Straßennetzes und der betrachteten Planvariante sowie die Lage der nächstgelegenen FFH-Flächen sind in **Abb.4.1** aufgezeigt. Das FFH-Gebiet ist grün umrandet und schraffiert dargestellt.

4.2 Verkehrsdaten

Die Verkehrsbelegungsdaten wurden durch den Auftraggeber mit der Ausarbeitung „Stadt Bad Urach, Ertüchtigung B 28 - Bereich Wasserfall-/Hochhauskreuzung, Datenbasis für Schalltechnische Untersuchung“ (Planungsgruppe SSW) als Tabellen zur Verfügung gestellt. Darin sind Angaben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärke DTV und der LKW-(SV) Fahrten für den Prognosenullfall und den Planfall mit geplantem Ausbau B 28 in Bad Urach im Prognosejahr 2035 enthalten, die in Tabellen aufgelistet sind. Die im vorliegenden Gutachten im Untersuchungsgebiet verwendeten Verkehrsbelegungsdaten sind für den Prognosenullfall in **Abb. 4.2** und für den Planfall in **Abb. 4.3** aufgezeigt.

4.3 Meteorologische Daten

Für die Berechnung der Schadstoffimmissionen werden so genannte Ausbreitungsklassenstatistiken benötigt. Das sind Angaben über die Häufigkeit verschiedener Ausbreitungsverhältnisse in den unteren Luftschichten, die durch Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der Atmosphäre definiert sind.

In Bad Urach wurde in zurückliegenden Jahren eine Windmessstation des Deutschen Wetterdienstes (DWD) betrieben, die nordöstlich der Altstadt im von Osten nach Westen orientierten Talbereich der Elsach lag und hinsichtlich der Windrichtungsverteilung nicht für die Verhältnisse im Betrachtungsgebiet nordwestlich der Altstadt im Tal der Erms mit einer Orientierung von Südosten nach Nordwesten zutreffend ist. Die mittlere Windgeschwindigkeit wurde dort mit ca. 2 m/s erfasst.

Für Deutschland liegen regional repräsentative Winddaten auf Basis von modellierten Reanalyse Daten des Hans-Ertel-Zentrums für Wetterforschung für ein ca. 2 x 2 km Raster und für den Zeitraum 2007-2013 vor.

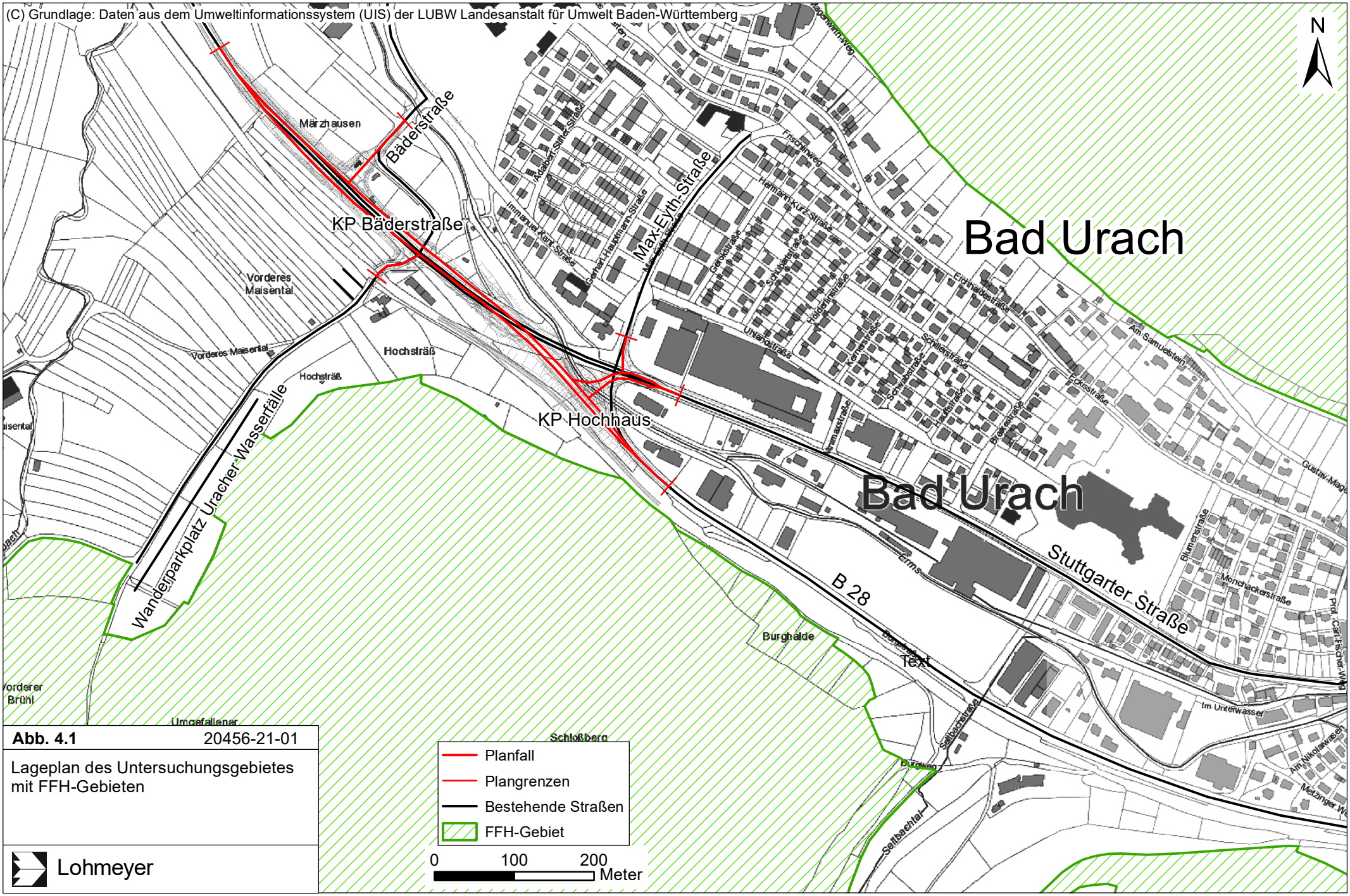


Abb. 4.1 20456-21-01

Lageplan des Untersuchungsgebietes mit FFH-Gebieten

Lohmeyer

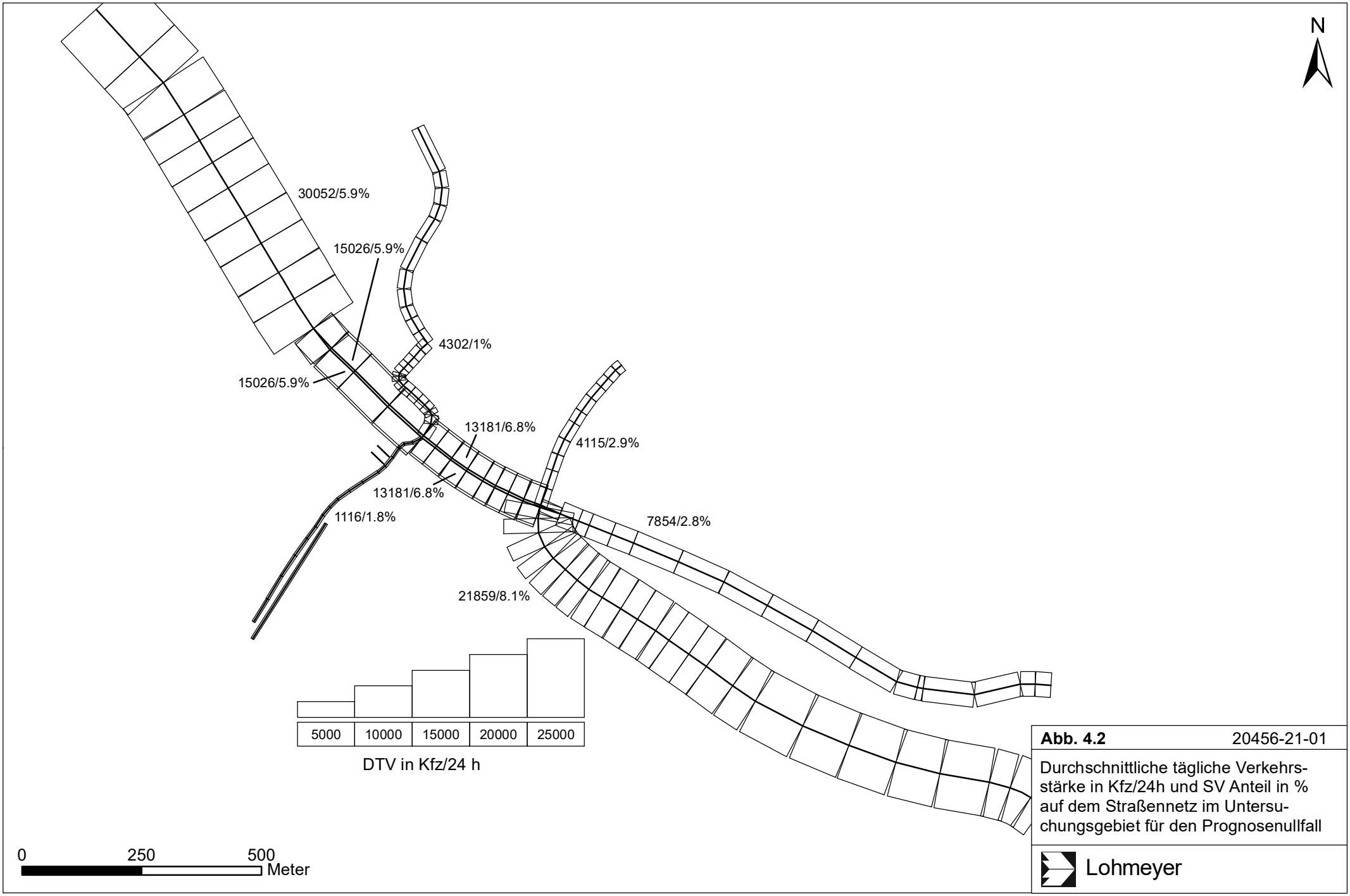


Abb. 4.2 20456-21-01

Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und SV Anteil in % auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

Lohmeyer

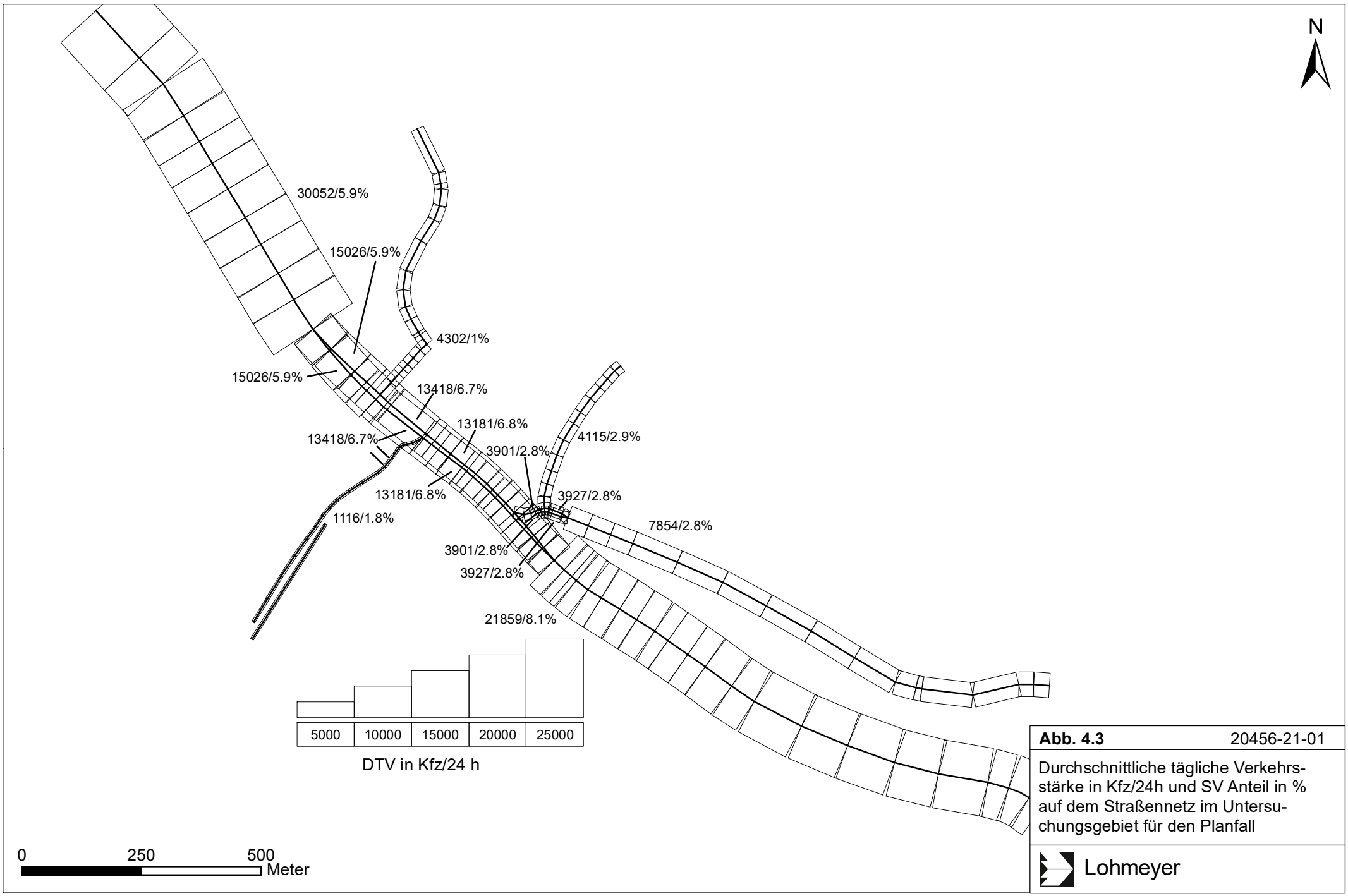


Abb. 4.3 20456-21-01

Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in Kfz/24h und SV Anteil in % auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall

Lohmeyer

Aus diesem Datensatz wurde die Windverteilung für den nordwestlichen Bereich von Bad Urach übernommen, die in **Abb. 4.4** dargestellt ist und in der Winde aus dem südöstlichen Sektor die Hauptwindrichtung bilden; Winde aus dem westlichen Sektor bilden die sekundäre Hauptwindrichtung. Die mittlere Windgeschwindigkeit im entsprechenden Rasterquadrat beträgt in ca. 10 m über Grund im Freiland ca. 2.7 m/s. Die synthetischen Winddaten können als repräsentativ für die örtlichen Windrichtungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet betrachtet werden. Für Baden-Württemberg stellt die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) Steckbriefe synthetischer Ausbreitungsklassenstatistiken basierend auf Modellsimulationen für ein 500 m-Raster zur Verfügung. Die Berechnung der synthetischen Ausbreitungsklassenstatistiken berücksichtigen die Einflüsse des Reliefs und der Landnutzung und sind dementsprechend für die jeweiligen Teilbereiche als lokalrepräsentativ anzusehen. Aus dieser Windrosensammlung wurde für das Betrachtungsgebiet in Bad Urach eine Windrose ausgelesen, die in **Abb. 4.5** aufgezeigt ist. Die Hauptwindrichtung wird durch die Lage im Tal der Erms mit südöstlichen Winden sowie nordwestlichen Winden mit geringer mittlerer Windgeschwindigkeit von 1.5 m/s in 10 m über dem Siedlungsgebiet angegeben.

Die synthetischen Winddaten können als repräsentativ für die örtlichen Windrichtungsverhältnisse im Untersuchungsgebiet betrachtet werden. Für die Ausbreitungsrechnungen werden die auf modellierten Reanalysedaten basierenden Winddaten in Kombination mit den messtechnisch erfassten Bewölkungsdaten an der Station Metzingen herangezogen und unter Berücksichtigung der Rauigkeiten im Untersuchungsgebiet im Hinblick auf die gemessene Windgeschwindigkeit angewendet.

4.4 Schadstoffhintergrundbelastung

Die Immission eines Schadstoffes im Nahbereich von Straßen setzt sich aus der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung und der straßenverkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammen. Die Hintergrundbelastung entsteht durch Überlagerung von Immissionen aus Industrie, Hausbrand, nicht detailliert betrachtetem Nebenstraßenverkehr und weiter entfernt fließendem Verkehr sowie überregionalem Ferntransport von Schadstoffen. Es ist die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne Verkehr auf den explizit in die Untersuchung einbezogenen Straßen vorliegen würde.

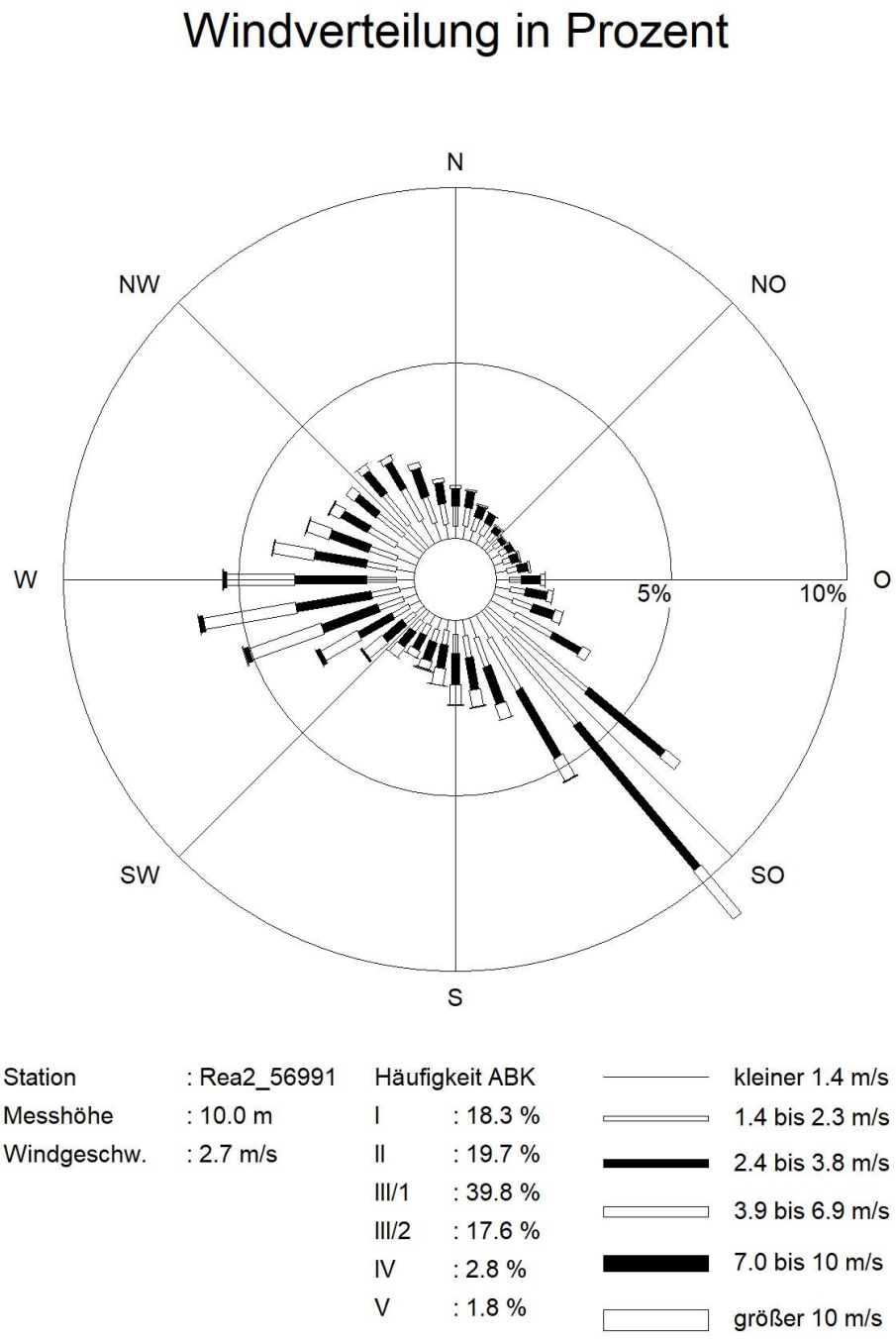
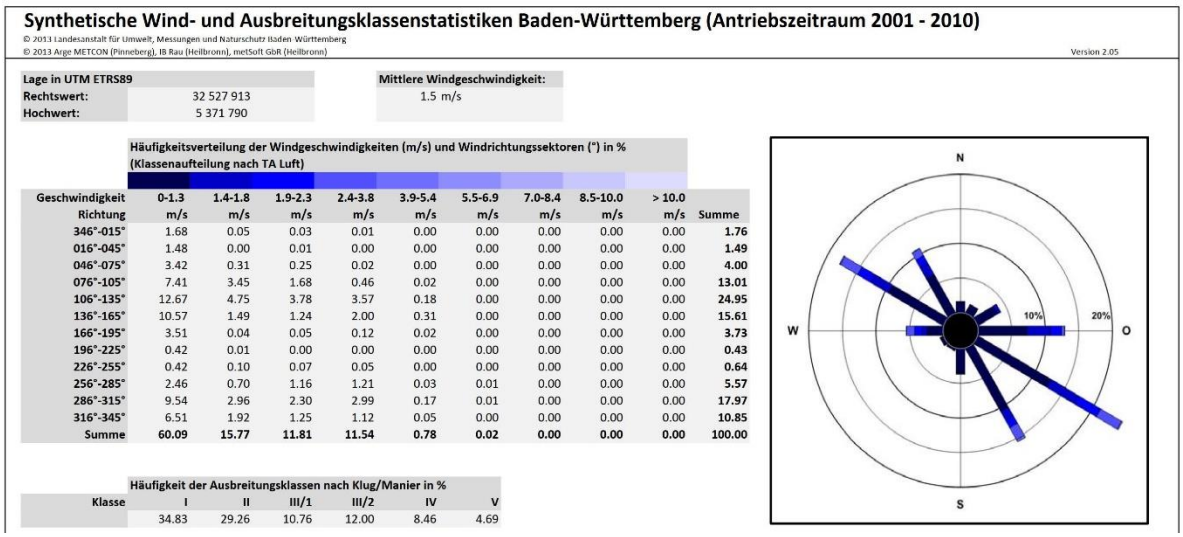


Abb. 4.4: Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilung bei Bad Urach basierend auf Reanalysedaten für den Zeitraum 2007-2013 (Quelle: Hans-Ertel-Zentrum für Wetterforschung)



Synthetische Wind- und Ausbreitungsklassenstatistiken Baden-Württemberg (Antriebszeitraum 2001 - 2010)

© 2013 Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
© 2013 Arge METCON (Pinneberg), IB Rau (Heilbronn), metSoft GbR (Heilbronn)

Version 2.05

Lage in UTM ETRS89	
Rechtswert:	32 527 913
Hochwert:	5 371 790

Mittlere Windgeschwindigkeit:
1.5 m/s

Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten (m/s) und Windrichtungssektoren (°) in % (Klassenaufteilung nach TA Luft)

Geschwindigkeit / Richtung	0-1.3 m/s	1.4-1.8 m/s	1.9-2.3 m/s	2.4-3.8 m/s	3.9-5.4 m/s	5.5-6.9 m/s	7.0-8.4 m/s	8.5-10.0 m/s	> 10.0 m/s	Summe
346°-015°	1.68	0.05	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76
016°-045°	1.48	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.49
046°-075°	3.42	0.31	0.25	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00
076°-105°	7.41	3.45	1.68	0.46	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	13.01
106°-135°	12.67	4.75	3.78	3.57	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	24.95
136°-165°	10.57	1.49	1.24	2.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	15.61
166°-195°	3.51	0.04	0.05	0.12	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	3.73
196°-225°	0.42	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
226°-255°	0.42	0.10	0.07	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64
256°-285°	2.46	0.70	1.16	1.21	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	5.57
286°-315°	9.54	2.96	2.30	2.99	0.17	0.01	0.00	0.00	0.00	17.97
316°-345°	6.51	1.92	1.25	1.12	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	10.85
Summe	60.09	15.77	11.81	11.54	0.78	0.02	0.00	0.00	0.00	100.00

Häufigkeit der Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier in %

Klasse	I	II	III/1	III/2	IV	V
	34.83	29.26	10.76	12.00	8.46	4.69

Abb. 4.5: Synthetische Windrose für das Betrachtungsgebiet in Bad Urach (Quelle: LUBW.de)

Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) betreibt zur Überwachung der Luftqualität in Baden-Württemberg ein Immissionsmessnetz. In den jeweiligen Jahresberichten über die Immissionsmesswerte sind u. a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden (LUBW, 2012-2022). Die vorliegenden Daten für die dem Untersuchungsgebiet nächstgelegenen Stationen sind auszugsweise in der **Tab. 4.1** aufgeführt.

Schadstoff-komponenten		Reutlingen Leder-straße-Ost	Reutlingen	Schwäbi-sche Alb	Bernhausen	Tübingen
NO_2-Jahresmittel	2011	84	26	6	32	22
	2012	79	25	7	30	21
	2013	72	25	7	30	23
	2014	71	25	7	30	21
	2015	70	27	8	31	22
	2016	66	26	7	30	22
	2017	60	25	7	28	21
	2018	53	25	7	27	21
	2019	46	23	6	24	19
	2020	36	20	6	20	17
	2021	32	18	5	18	15

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ an Messstationen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LUBW 2011-2022).

Die Station „Reutlingen Lederstraße-Ost“ liegt ca. 14 km westlich von Bad Urach im städtischen Gebiet an einer Hauptverkehrsstraße. Die Station „Reutlingen“ liegt ca. 14 km westlich von Bad Urach im städtischen Gebiet. Die Station „Schwäbische Alb“ ist etwa 20 km südwestlich von Bad Urach entfernt und befindet sich in ländlichem Gebiet, die Station „Bernhausen“ ist etwa 25 km nordwestlich gelegen und die Station „Tübingen“ ist etwa 26 km westlich entfernt. Beide Stationen befinden sich im vorstädtischen Gebiet.

Des Weiteren sind im Daten- und Kartendienst der LUBW (https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de) u. a. mittlere NO_2-Belastungen für das Bezugsjahr 2016 als flächenhafte Darstellungen abrufbar. Dabei handelt es sich um modellierte Werte mit einer räumlichen Auflösung von 500 m x 500 m. Für das Gebiet von Bad Urach sind im Bezugsjahr 2016 für NO_2 Konzentrationen zwischen 12 µg/m³ und 15 µg/m³ ausgewiesen.

Auf Grundlage der in **Tab. 4.1** aufgeführten Messwerte wird als gutachterliche Einschätzung und in Orientierung an der vorstädtischen Station in Tübingen sowie an den modellierten Werten der LUBW für das Untersuchungsgebiet mit angrenzenden Siedlungsbereichen eine NO_2-Hintergrundbelastung von 15 µg/m³ abgeleitet. In Orientierung an Angaben von Bächlin et al. (2007) wird für das Untersuchungsgebiet aus der angesetzten NO_2-Hintergundbelastung eine NO_x-Hintergrundbelastung von 20 µg/m³ abgeleitet.

Schadstoff	**Jahresmittelwert in µg/m³**
NO_2	15
NO_x	20

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung im Untersuchungsgebiet

5 EMISSIONEN

5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Für die Ermittlung des Stickstoffeintrags werden die straßenverkehrsbedingten NO_x- und NH_3-Emissionen betrachtet.

5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittleres Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten Leichtverkehr (LV) und Schwerverkehr (SV) unterschieden. Die Fahrzeugart LV enthält dabei die Pkw, die leichten Nutzfahrzeuge (lNfz) inklusive zeitlicher Entwicklung des Anteils am LV nach TREMOD (2020) und die Motorräder, die Fahrzeugart SV versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattelschleppern, Bussen usw.

Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI 3782 Blatt 7, 2020). Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mit Hilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) berechnet.

Die motorbedingten Emissionen hängen für die Fahrzeugarten Pkw, lNfz, Lkw und Busse im Wesentlichen ab von:

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten,
- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),
- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z. B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),
- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab) und

- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2022) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt.

Die Längsneigung der Straßen wird aus Höhenplänen, Lageplänen bzw. digitalen Geländedaten des Untersuchungsgebietes entnommen. Der Kaltstarteinfluss innerorts für PKW bzw. lNfz wird entsprechend HBEFA angesetzt, sofern er in der Summe einen Zuschlag darstellt.

Für diese Ausarbeitung werden folgende Verkehrssituationen herangezogen:

AO-HVS100: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 100 km/h
AO-HVS70d: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, dichter Verkehr
AO-HVS70g: Außerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 70 km/h, gesättigter Verkehr
IO-HVS50: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h
IO-HVS50d: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, dichter Verkehr
IO-HVS50g: Innerörtliche Hauptverkehrsstraße, Tempolimit 50 km/h, gesättigter Verkehr
IO-NS30: Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h
IO-NS30d: Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, dichter Verkehr
IO-NS30s: Innerörtliche Nebenstraße, Tempolimit 30 km/h, Stop&Go

Der gesättigte Verkehr wird für einige Kreuzungsbereiche angesetzt. Der Stop&Go Verkehr wird innerhalb der Stellplatzanlagen „Wanderparkplatz Uracher Wasserfälle“ angesetzt, um Rangiervorgänge und Parkmanöver zu berücksichtigen. Für den Planfall wird eine geringere Verzögerung an den geplanten Lichtsignalanlagen und eine geringere mittlere Aufstelllänge gegenüber dem bisherigen Bestand berücksichtigt.

Das „Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 4.2 (UBA, 2022) berücksichtigt eine Korrektur der Emissionsfaktoren für Euro-6-Diesel-PKW sowie den Einfluss der Lufttemperatur auf die Organisation der Abgasnachbehandlungseinrichtung für Euro-4, Euro-5 und Euro-6-Diesel-PKW und leichte Nutzfahrzeuge. Diese relativen Anpassungen werden hier angewendet und berücksichtigen für das Betrachtungsgebiet bei Bad Urach eine an der Station Metzingen gemessene mittlere Lufttemperatur von ca. 10.9°C im Zeitraum 2011 bis 2021 (Quelle DWD), die gegenüber der im HBEFA verwendeten mittleren deutschlandweiten Lufttemperatur von 9°C etwas höher liegt.

Tab. 5.1 gibt einen Überblick über die im vorliegenden Fall jeweils angesetzten Verkehrssituationen, klassifiziert wie im HBEFA für Längsneigungsklassen in 2%-Stufen für

Gegenverkehrsstrecken (gekennzeichnet durch vorangestellte „_“-Unterstrichzeichen), Steigungen („+“), Gefälle („-“) und die zugehörigen Emissionsfaktoren für das Bezugsjahr 2035 unter Angabe der mittleren Fahrgeschwindigkeiten; für zukünftige Jahre sind aufgrund der Fortentwicklung der Kfz-Flottenzusammensetzung und dem vermehrten Einbinden von emissionsgeminderten Technologien geringere Emissionsfaktoren aus der Datenbank ablesbar.

Straßenparameter		**spezifische Emissionsfaktoren je Kfz in g/km 2035**			
Verkehrssituation (Kürzel)	**Geschwindigkeit** in km/h	**NO_x**		**NH_3**	
		LV	**SV**	**LV**	**SV**
AO-HVS100_2	94.0	0.055	0.395	0.012	0.011
AO-HVS70d	53.8	0.044	0.328	0.008	0.011
AO-HVS70d_2	53.8	0.047	0.448	0.008	0.011
AO-HVS70g	37.0	0.062	0.420	0.008	0.011
IO-HVS50_2	49.0	0.057	0.566	0.007	0.010
IO-HVS50_4	49.0	0.063	0.426	0.007	0.010
IO-HVS50_6	49.0	0.074	0.400	0.007	0.010
IO-HVS50d	39.6	0.066	0.442	0.007	0.010
IO-HVS50d_2	39.6	0.067	0.652	0.007	0.010
IO-HVS50d_4	39.6	0.074	0.608	0.007	0.010
IO-HVS50g	24.9	0.088	0.593	0.012	0.014
IO-HVS50g_2	24.9	0.090	0.588	0.012	0.014
IO-NS30	33.6	0.097	0.488	0.012	0.014
IO-NS30_2	33.6	0.098	0.556	0.012	0.014
IO-NS30_4	33.6	0.103	0.521	0.012	0.014
IO-NS30_6	33.6	0.112	0.498	0.012	0.014
IO-NS30d	26.5	0.104	0.549	0.012	0.014
IO-NS30d_2	26.5	0.105	0.669	0.012	0.014
IO-NS30d+2	26.5	0.117	0.623	0.012	0.014
IO-NS30d-2	26.5	0.093	0.715	0.012	0.014
IO-NS30s	9.6	0.127	1.316	0.012	0.014

Tab. 5.1: Emissionsfaktoren in g/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2035

Tab. 5.2 zeigt exemplarisch für die B 28/Burgstraße sowie für die Stuttgarter Straße die Verkehrskenndaten und die berechneten Emissionen, ausgedrückt als strecken- und zeitbezogene Emissionsdichten für den Prognosenullfall sowie den Planfall im Bezugsjahr 2035.

Straßenabschnitt	**DTV** in Kfz/24 h	**LKW-(SV)-Anteil** in %	**Verkehrs-situation**	**NO_x** in mg/(m s)	**NH_3** in mg/(m s)
B 28/Burgstraße Prognosenullfall	21 859	8.1	IO-HVS50g_2	0.0329	0.0031
B 28/Burgstraße Planfall	21 859	8.1	IO-HVS50d_2	0.0290	0.0019
Stuttgarter Str. Prognosenullfall	7 854	2.8	IO-NS30d	0.0106	0.0011
Stuttgarter Str. Plan-fall	7 854	2.8	IO-NS30	0.0098	0.0011

Tab. 5.2: Verkehrsdaten und berechnete Emissionen für die B 28/Burgstraße sowie für die Stuttgarter Straße

Die angesetzten Verkehrssituationen sind exemplarisch in **Abb. 5.1** für den Planfall dargestellt.

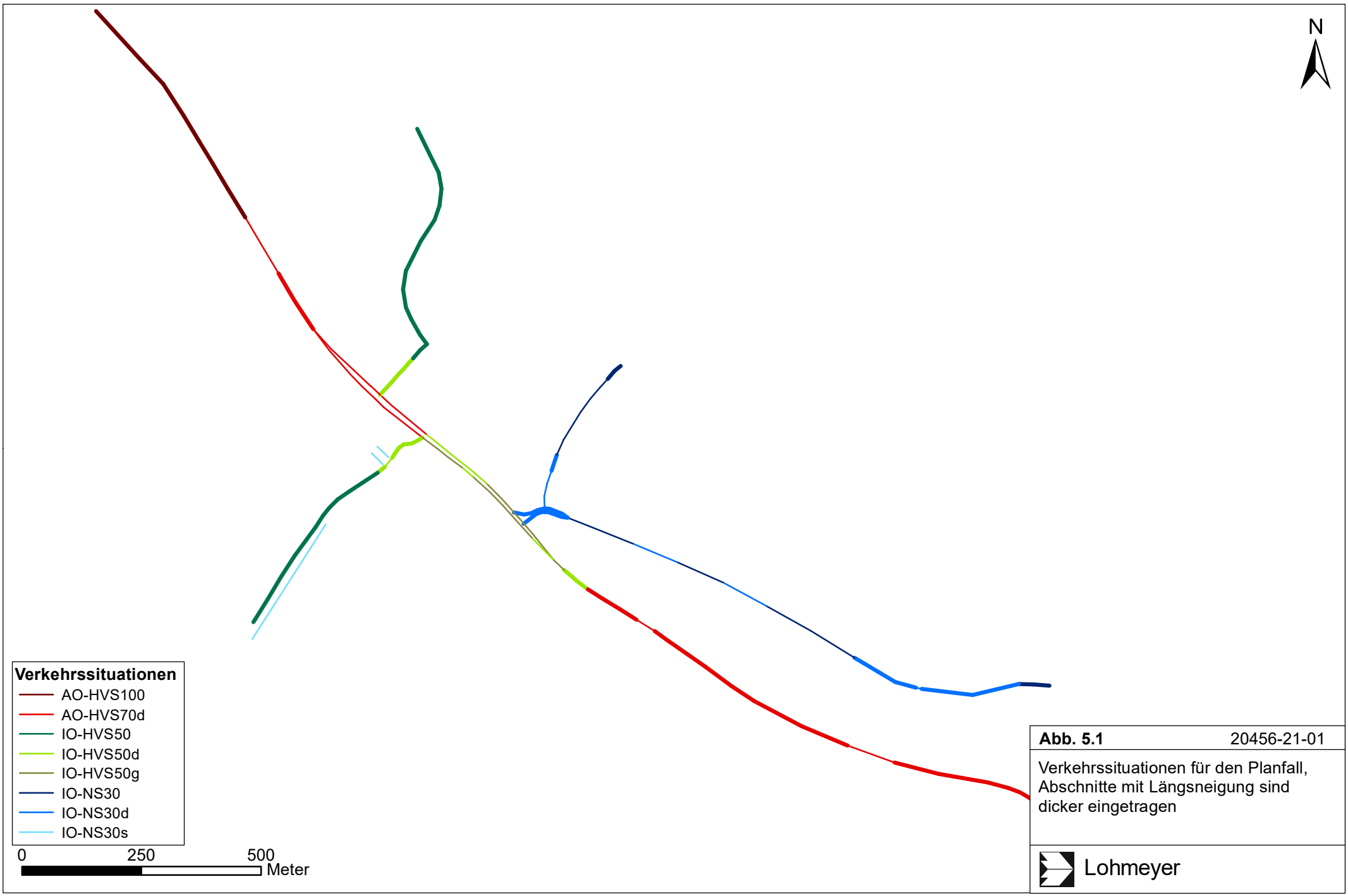


Abb. 5.1 20456-21-01

Verkehrssituationen für den Planfall, Abschnitte mit Längsneigung sind dicker eingetragen

Lohmeyer

6 ERGEBNISSE

Die Immissionsrechnungen werden für den Bereich um die geplanten Knotenpunkte im Tal der Erms mit den unteren Hangbereichen durchgeführt und für das zu untersuchende FFH-Gebiet ausgewertet; die Stickstoffdepositionen werden innerhalb des FFH-Gebietes unter Berücksichtigung der Landnutzung berechnet.

Die Untersuchungspunkte wurden in einem 10 m x 10 m - Raster angeordnet. In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte für die Immissionen beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung. Es wird daher für NO_x die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung zusammensetzt.

Die Ergebnisse werden grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Rechtecken, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Die ökologische Beurteilung der Ergebnisse ist nicht Bestandteil dieses Gutachtens.

6.1 Stickoxidimmissionen

Abb. 6.1 und **Abb. 6.2** zeigen die für das Jahr 2035 berechneten NO_x-Jahresmittelwerte (Gesamtbelastung aus Hintergrundbelastung und verkehrsbedingter Zusatzbelastung) im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall und für den Planfall. Als fachlicher Maßstab für die Beurteilung wird in der 39. BImSchV für NO_x ein kritischer Wert für die Vegetation von 30 µg/m³ im Jahresmittel angeführt, welcher auf Bereiche anzuwenden ist, die mehr als 20 km von Ballungsräumen oder 5 km von anderen bebauten Gebieten, Industrieanlagen oder Bundesautobahnen oder Hauptstraßen mit einem täglichen Verkehrsaufkommen von mehr als 50 000 Fahrzeugen entfernt sind.

Die Ergebnisse für den Prognosenullfall sind in **Abb. 6.1** dargestellt; das FFH-Gebiet „Uracher Talspinne“ erstreckt sich mit den Randbereichen im Ermstal bis in die Nähe der B 28 und ist mit der gestrichelten grünen Linie eingetragen. Die höchsten NO_x-Immissionen werden im Prognosenullfall am Fahrbahnrand der B 28 sowie an der Kreuzung der B 28/Max-Eyth-Straße (KP „Hochhaus“) bis 29 µg/m³ berechnet. Mit zunehmendem Abstand von den Fahrbahnen der B 28 sind geringere Konzentrationen verbunden.

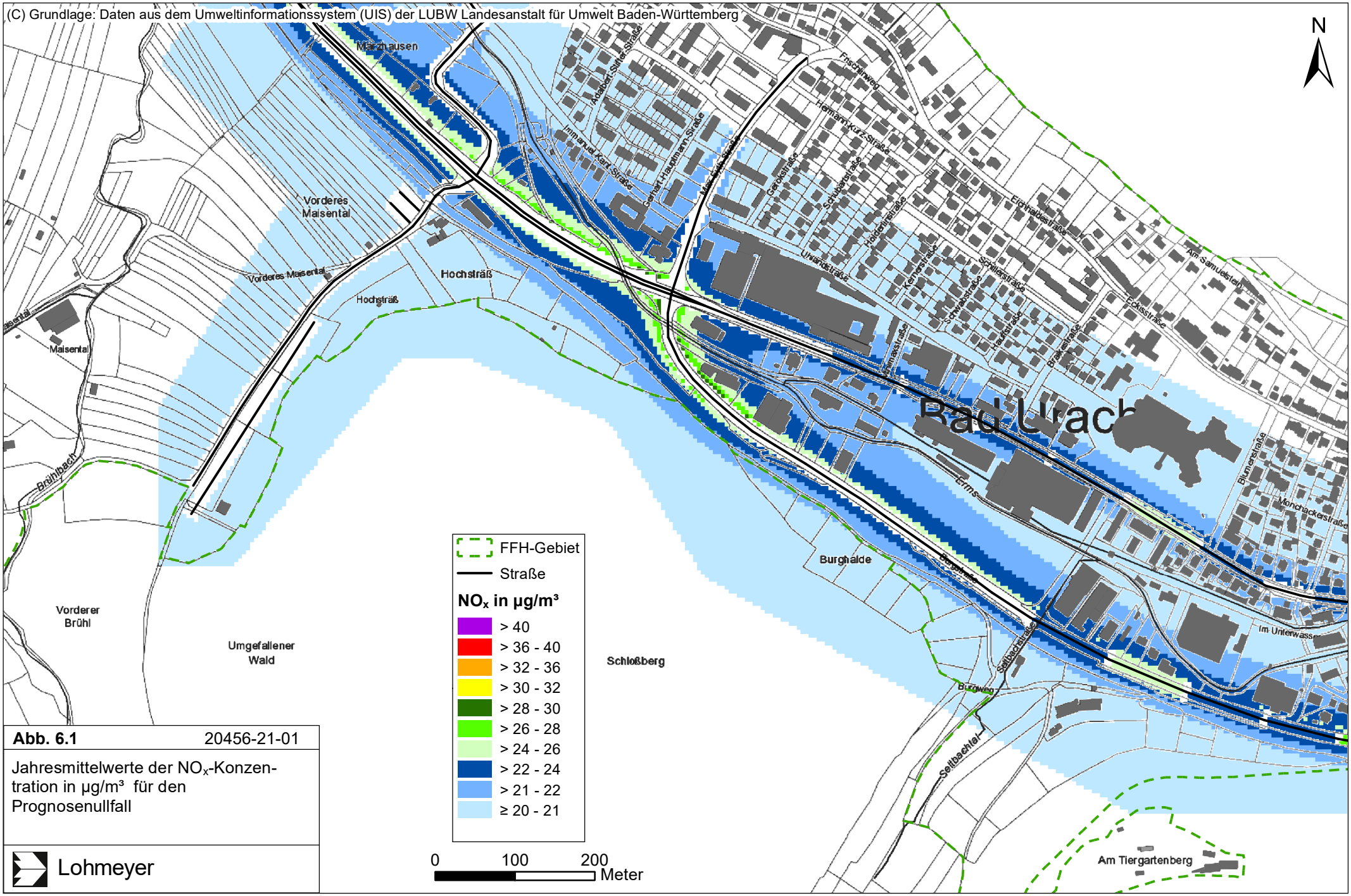


Abb. 6.1 20456-21-01

Jahresmittelwerte der NO_x-Konzentration in µg/m³ für den Prognosenullfall

Lohmeyer

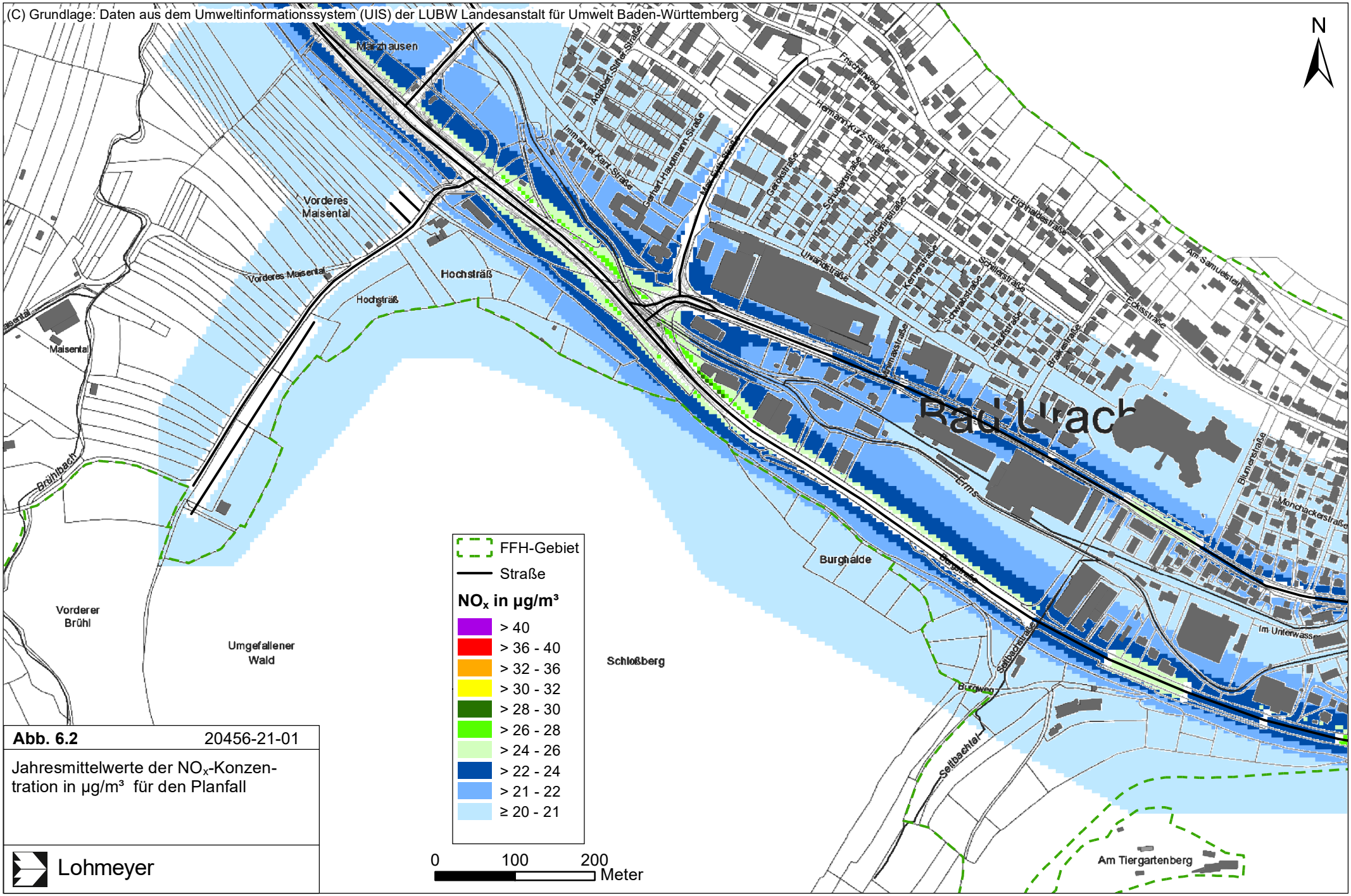


Abb. 6.2 20456-21-01

Jahresmittelwerte der NO_x-Konzentration in µg/m³ für den Planfall

Lohmeyer

Innerhalb des FFH-Gebietes „Uracher Talspinne“ sind NO_x-Jahresmittelwerte überwiegend bis 21 µg/m³, am Randbereich des FFH-Gebietes sind nahe der B 28 bis 22 µg/m³ berechnet. In **Abb. 6.2** sind für den Planfall mit dem Ausbau des Knotenpunktes „Bäderstraße“ sowie des Knotenpunktes „Hochhaus“ im Bezugsjahr 2035 die berechneten NO_x-Immissionen dargestellt. Auch im Planfall werden die deutlichsten NO_x-Immissionen am Fahrbahnrand der B 28 sowie an der Kreuzung der B 28/Max-Eyth-Straße (KP „Hochhaus“) bis 29 µg/m³ berechnet. Innerhalb des FFH-Gebietes „Uracher Talspinne“ sind auch im Planfall NO_x-Jahresmittelwerte überwiegend bis 21 µg/m³, am Randbereich des FFH-Gebietes sind nahe der B 28 bis 22 µg/m³ berechnet. Durch die Umgestaltung des Knotenpunktes „Hochhaus“ und die Verlagerung der Achse der B 28 um einige Meter nach Süden werden einerseits die NO_x-Beiträge im Bereich der B 28/Max-Eyth-Straße-Kreuzung etwas in südliche Richtung verschoben, andererseits südlich des Knotens leicht reduziert.

6.2 Stickstoffdeposition

Die berechneten verkehrsbedingten Zusatzbelastungen an Stickstoffeintrag (N-Deposition) in Böden, resultierend aus verkehrsbedingten NO_x- und NH_3-Einträgen in dem untersuchten FFH-Gebiet und die Differenzen des Planfalls gegenüber dem Prognosenullfall sind in den **Abb. 6.3** bis **Abb. 6.5** dargestellt.

Die berechneten Stickstoffeinträge werden in kg/(ha*a) mit einer Nachkommastelle ausgegeben; gerundet entsprechend DIN 1333 (1992). Die Farblegende zur Darstellung des verkehrsbedingten zusätzlichen Stickstoffeintrags wird mit einer Unterteilung in Schritten von 0.5 kg N/(ha*a) gewählt und wird um die geringste Stufe von 0.3 kg N/(ha*a) entsprechend der Konvention des Bast-Berichtes (2013) ergänzt. Die Differenzdarstellung weist als geringste Änderung die um 0.3 kg/(ha*a) aus. Dies entspricht den Inhalten des Forschungsberichtes der BASt (2013) „Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope“ und des H PSE (FGSV, 2019). Hinweis: Die berechneten Stickstoffdepositionen werden mit einer Genauigkeit von einer Dezimalstelle angegeben. Sie wurden entsprechend dem Stand der Technik berechnet. Die Unsicherheit der angegebenen Ergebnisse steigt mit der Abnahme der berechneten Werte. Eine genaue Quantifizierung dieser Unsicherheiten ist wegen der vielfachen Einflüsse, z. B. Verkehrsmengen und Zusammensetzung, Emissionsfaktoren, Meteorologie, Depositionsgeschwindigkeiten, Ausbreitungsmodell etc., nicht möglich.

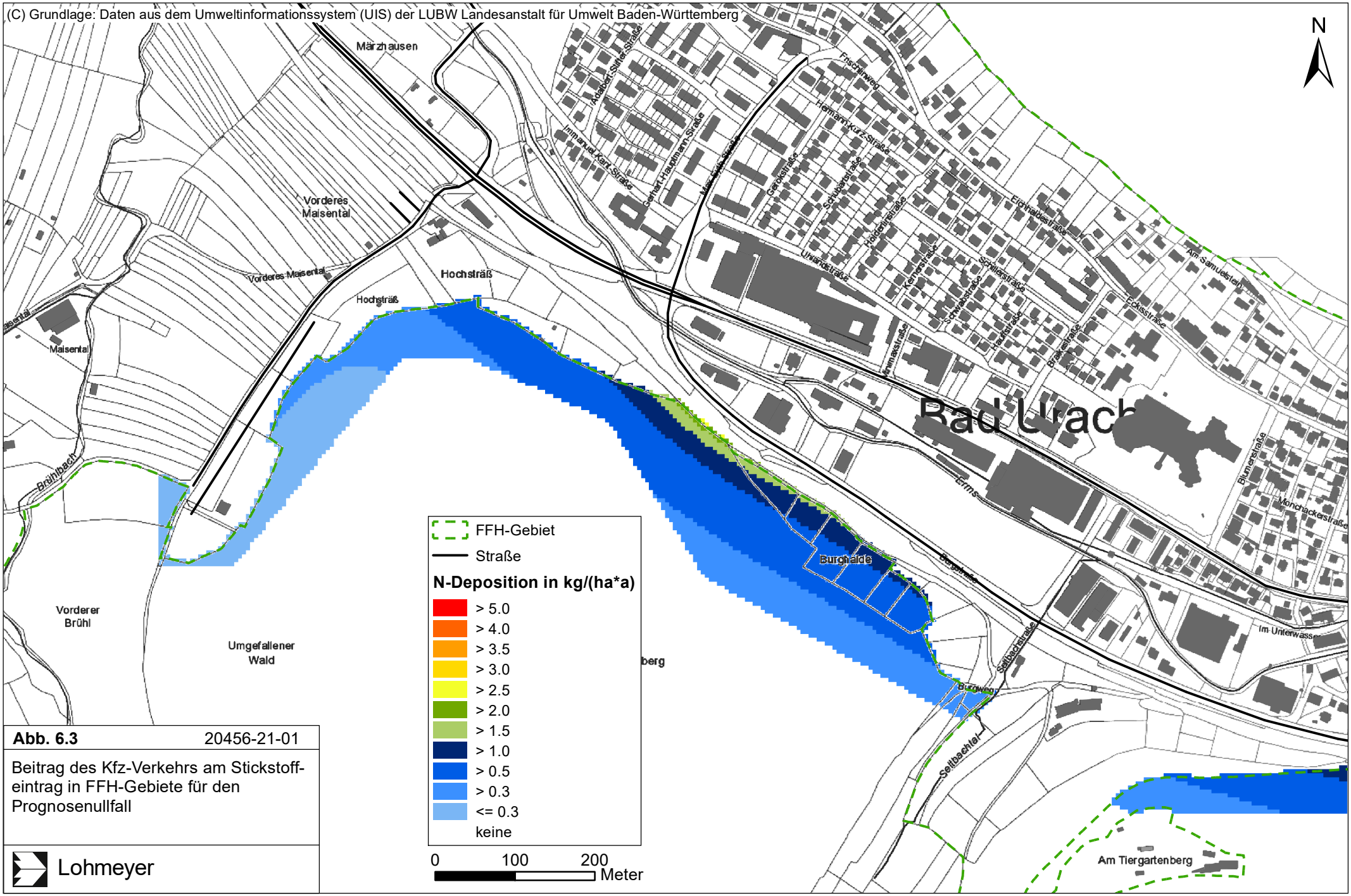


Abb. 6.3 20456-21-01

Beitrag des Kfz-Verkehrs am Stickstoffeintrag in FFH-Gebiete für den Prognosenullfall

Lohmeyer

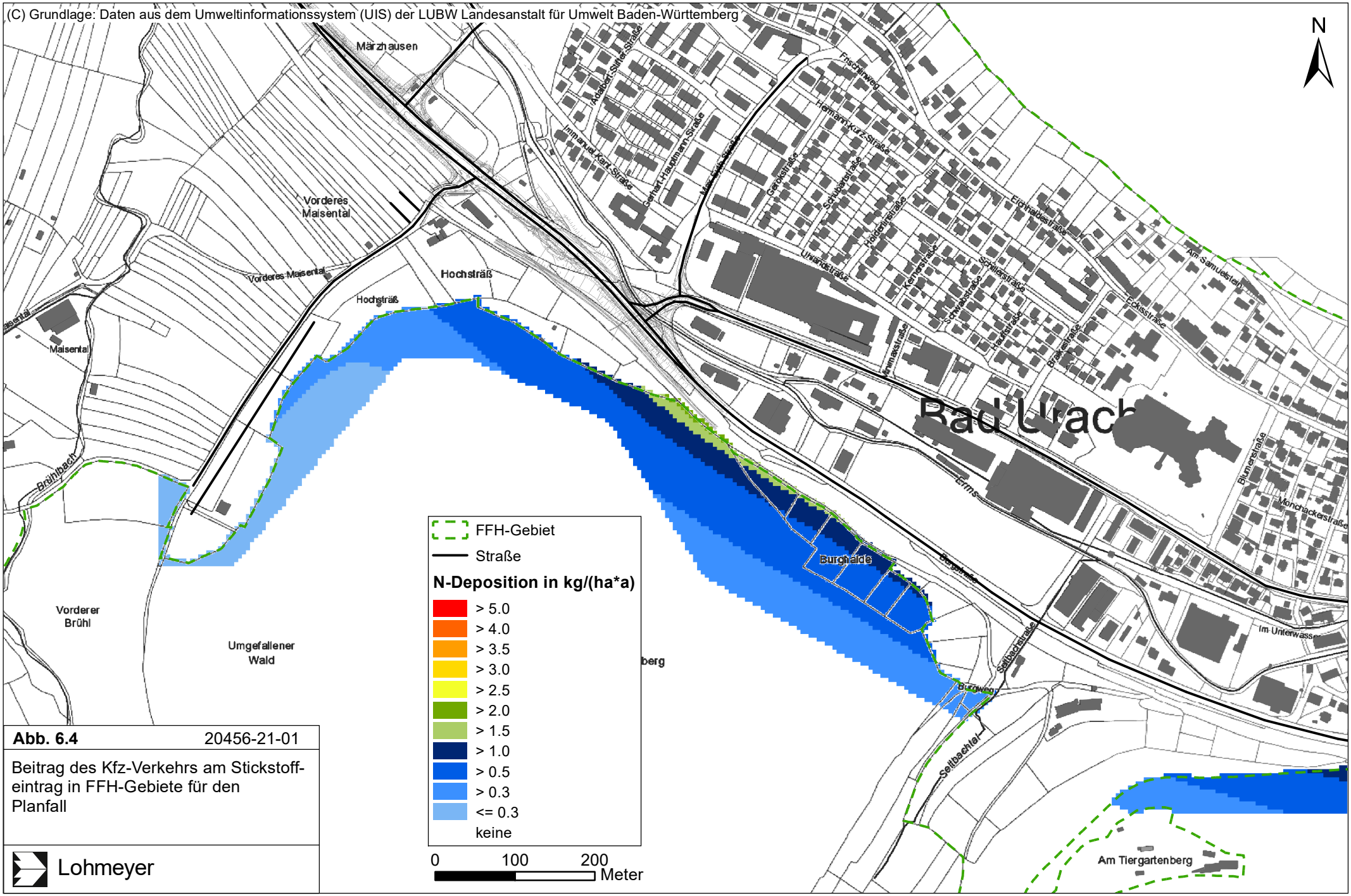


Abb. 6.4 20456-21-01

Beitrag des Kfz-Verkehrs am Stickstoffeintrag in FFH-Gebiete für den Planfall

Lohmeyer

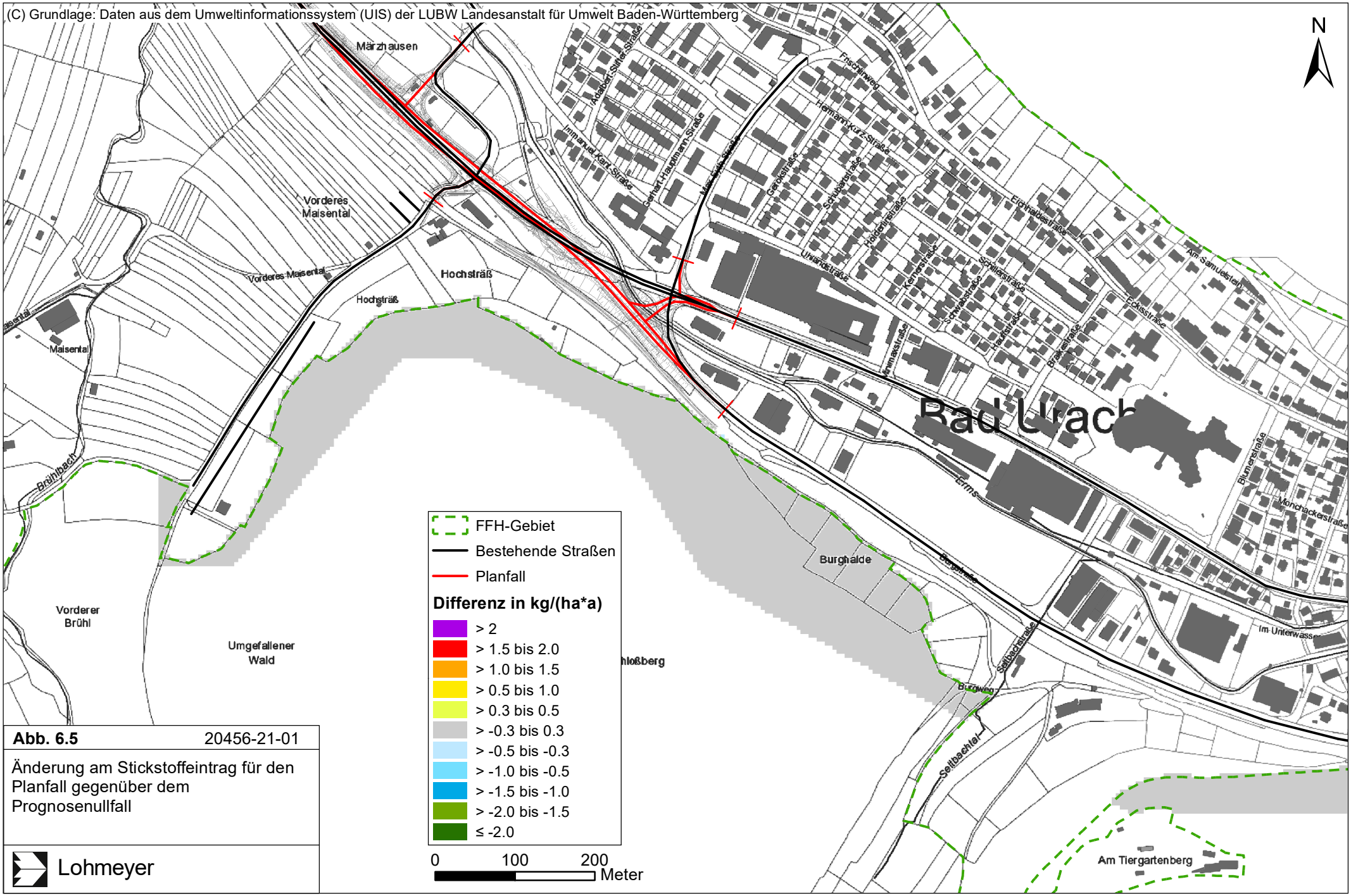


Abb. 6.5 20456-21-01

Änderung am Stickstoffeintrag für den Planfall gegenüber dem Prognosenullfall

Lohmeyer

In **Abb. 6.3** sind die verkehrsbedingten zusätzlichen Stickstoffeinträge für den Prognosenullfall dargestellt. Die höchsten Stickstoffeinträge werden am Rand des FFH-Gebietes und südlich des Knotenpunktes „Hochhaus“ mit dem Abstand von etwa 25 m zur B 28 mit bis zu 2.6 kg/(ha*a) berechnet. Mit zunehmendem Abstand von der B 28 werden innerhalb des FFH-Gebietes geringere verkehrsbedingte Stickstoffeinträge berechnet. Ab einer Entfernung von ca. 60 m von der B 28 werden im FFH-Gebiet Stickstoffdepositionen unter 1.5 kg/(ha*a) prognostiziert, ab 80 m betragen Stickstoffeinträge unter 1.0 kg/ (ha*a). Im Nahbereich des Wanderparkplatzes „Uracher Wasserfall“ sind Stickstoffdepositionen bis 0.5 kg/(ha*a) ermittelt. Die **Abb. 6.4** zeigt die berechneten verkehrsbedingten zusätzlichen Stickstoffeinträge für den Randbereich des FFH-Gebietes „Uracher Talspinne“ nahe der B 28 im Planfall. Die höchsten Stickstoffeinträge werden am Rand des FFH-Gebietes mit dem Abstand von etwa 25 m zur B 28 und südlich des Knotenpunktes „Hochhaus“ mit bis zu 2.5 kg/(ha*a) berechnet; aufgrund der Umgestaltung des Knotenpunktes und der damit verbundenen flüssigeren Verkehrsabwicklung sind dort geringe Abnahmen der Stickstoffeinträge gegenüber dem Prognosenullfall berechnet. Im Bereich des Abschnittes der B 28, in dem die Fahrbahn mit der Planung nach Süden verlagert wird, schwenkt der Randbereich des FFH-Gebietes weiter nach Süden. Dort sind am Rand des FFH-Gebietes im Planfall überwiegend Stickstoffeinträge bis 1.5 kg/(ha*a), vereinzelt leicht über 2.0 kg/(ha*a) dargestellt und fallen gegenüber dem Prognosenullfall etwas höher aus.

Zur Verdeutlichung der Wirkung des Umbaus der Knotenpunkte der B 28 und den damit verbundenen verkehrlichen Änderungen ist in **Abb. 6.5** die Differenz der verkehrsbedingten Zusatzbelastung an Stickstoffdeposition des Planfalls gegenüber dem Prognosenullfall für die FFH-Flächen dargestellt. Insgesamt sind in den ausgewerteten Bereichen des FFH-Gebietes in den Randbereichen nahe der Straßen keine Änderungen über 0.3 kg/(ha*a) berechnet; damit zeigt **Abb. 6.5** keine farbliche Differenzierung der Stickstoffeintragsänderungen. Im Planfall sind nahe des umgebauten Knotenpunktes „Hochhaus“ und den näher an das FFH-Gebiet herangerückten Fahrbahnen geringe Zunahmen der verkehrsbedingten Stickstoffeinträge bis nahezu 0.2 kg/(ha*a) berechnet. Südlich des Knotenpunktes „Hochhaus“ sind entlang der B 28 teilweise auch geringe Abnahmen der verkehrsbedingten Stickstoffeinträge bis 0.3 kg/(ha*a) ermittelt.

7 QUELLEN

7.1 Literatur

39. BImSchV (2010): Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen - 39. BImSchV) vom 2. August 2010 (BGBl. I, Nr. 40, S. 1065), zuletzt geändert durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I Nr. 29, S. 1328), in Kraft getreten am 27. Juni 2020.B

Bachhiesl, M., Narodoslawsky, M., Sturm, P.-J. (2002): Berechnung des Depositionsflusses als Grundlage für ökotoxikologische Beurteilungen. UVP-report 1+2/2002.

Bächlin, W., Bösinger, R. (2007): Aktualisierung des NO-NO_2-Umwandlungsmodells für die Anwendung bei Immissionsprognosen für bodennahe Stickoxidfreisetzung. Projekt 60976-04-01. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG. Gutachten im Auftrag des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen (unveröffentlicht).

BASt (1986): Straßenverkehrszählungen 1985 in der Bundesrepublik Deutschland. Erhebungs- und Hochrechnungsmethodik. Schriftenreihe Straßenverkehrszählungen, Heft 36. Im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bergisch Gladbach, 1986. Hrsg.: Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach.

BASt (2013): Untersuchung und Bewertung von straßenverkehrsbedingten Nährstoffeinträgen in empfindliche Biotope. Bericht zum Forschungsprojekt FE 84.0102/2009 der Bundesanstalt für Straßenwesen, Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik, Band 1099. Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn; Carl Schünemann Verlag, Bremen, 2013.

DIN 1333 (1992): Zahlenangaben. Hrsg.: Normenausschuss Einheiten und Formelgrößen (AEF) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. Normenausschuss Qualitätssicherung und angewandte Statistik (AQS) im DIN. Beuth Verlag GmbH, Berlin.

Düring, I., Bächlin, W., Ketzel, M., Baum, A., Friedrich, U., Wurzler, S. (2011): A new simplified NO/NO_2 conversion model under consideration of direct NO_2-emissions. Meteo-

rologische Zeitschrift, Band 20, Heft 1 (2011),67-73. http://schweizerbart.de/papers/metz/detail/20/75684.

FGSV (2019): Hinweise zur Prüfung von Stickstoffeinträgen in der FFH-Verträglichkeitsprüfung für Straßen – H PSE – Stickstoffleitfaden Straße. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln, 2019.

Flassak, Th., Bächlin, W., Bösinger, R., Blazek, R., Schädler, G., Lohmeyer, A. (1996): Einfluss der Eingangsparameter auf berechnete Immissionswerte für KFZ-Abgase - Sensitivitätsanalyse. In: FZKA PEF-Bericht 150, Forschungszentrum Karlsruhe.

Kühlwein, Jörg (2004): Unsicherheiten bei der rechnerischen Ermittlung von Schadstoffemissionen des Straßenverkehrs und Anforderungen an zukünftige Modelle. Dissertation, Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Universität Stuttgart, 20. September 2004.

Kutzner, K., Diekmann, H., Reichenbächer, W. (1995): Luftverschmutzung in Straßenschluchten - erste Messergebnisse nach der 23. BImSchV in Berlin. VDI-Bericht 1228, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf.

LAI (2012): Leitfaden zur Ermittlung und Bewertung von Stickstoffeinträgen, LAI-Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz, 1. März 2012.

Lohmeyer (2022): Ausbau der B 28 in Bad Urach, Ertüchtigung des Verkehrsknotens „Bäderstraße“, Luftschadstoffgutachten. Lohmeyer GmbH, Karlsruhe. Projekt 20456-21-01, Dezember 2022. Gutachten im Auftrag von: Stadtverwaltung Bad Urach.

Lohmeyer (2022): Ausbau der B 28 in Bad Urach, Ertüchtigung des Verkehrsknotens „Hochhaus“, Luftschadstoffgutachten. Lohmeyer GmbH, Karlsruhe. Projekt 20456-21-01, Dezember 2022. Gutachten im Auftrag von: Stadtverwaltung Bad Urach.

LUBW (2012-2022): Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m^3 an Stationen des Landesmessnetzes Baden-Württemberg. Im Internet unter www.lubw.baden-wuerttemberg.de.

LUBW (2023): Mittlere NO_2-, PM10- und PM2.5-Belastung, Daten- und Kartendienst der LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg,

abgerufen am 20.02.2023,
https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/home/welcome.xhtml.

Röckle, R., Richter, C.-J. (1995): Ermittlung des Strömungs- und Konzentrationsfeldes im Nahfeld typischer Gebäudekonfigurationen - Modellrechnungen -. Abschlussbericht PEF 92/007/02, Forschungszentrum Karlsruhe.

Romberg, E., Bösinger, R., Lohmeyer, A., Ruhnke, R., Röth, E. (1996): NO-NO_2-Umwandlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase. Hrsg.: Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Band 56, Heft 6, S. 215-218.

Schädler, G., Bächlin, W., Lohmeyer, A., van Wees, T. (1996): Vergleich und Bewertung derzeit verfügbarer mikroskaliger Strömungs- und Ausbreitungsmodelle. In: Berichte Umweltforschung Baden-Württemberg (FZKA-PEF 138).

TREMOD (2020): Transport Emission Model: „Aktualisierung der Modelle TREMOD/ TREMOD-MM für die Emissionsberichterstattung 2020 (Berichtsperiode 1990-2018)“ / Berichtsteil „TREMOD“. ifeu - Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. UBA-Texte 116/2020. Dessau-Roßlau, Juni 2020.

UBA (2022): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.2. (HBEFA 4.2) (aktualisierte Version 24.02.2022). Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit MKC Consulting GmbH und IVT/TU Graz. Hrsg.: Umweltbundesamt Dessau-Roßlau.

VDI 3782 Blatt 5 (2006): Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle - Depositionsparameter. VDI-Richtlinie VDI 3782 Blatt 5. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss, Düsseldorf, April 2006.

VDI 3782 Blatt 7 (2020): Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. Richtlinie VDI 3782 Blatt 7. Hrsg.: Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN, Düsseldorf, Mai 2020.

7.2 Materialien und Unterlagen

- Planungsgruppe SSW: „Stadt Bad Urach, Ertüchtigung B 28 - Bereich Wasserfall-/Hochhauskreuzung, Datenbasis für Schalltechnische Untersuchung“. Stand 2022.

- Lagepläne: B 28 Knotenpunkte Hochhaus und Wasserfall. (PDF- und DXF-Datei), Stand 11.2022.
- Lagepläne Bad Urach, topografische Karten. (Tiff-Dateien), übergeben 11/2022.
- Luftbilder bzw. DOP-Dateien (SID), übergeben 11/2022.
- Digitale Höhendaten der Straßentrasse, übergeben 11/2022

A N H A N G A1

BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

A1 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION

Für die Berechnung der Schadstoffimmission an einem Untersuchungspunkt kommt das Berechnungsverfahren PROKAS zur Anwendung, welches den Einfluss des umgebenden Straßennetzes bis in eine Entfernung von mehreren Kilometern vom Untersuchungspunkt berücksichtigt. Es besteht aus dem Basismodul PROKAS_V (Gaußfahnenmodell) und dem integrierten Bebauungsmodul PROKAS_B, das für die Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung eingesetzt wird.

A1.1 Berechnung der Immissionen mit PROKAS_V

Die Zusatzbelastung infolge des Straßenverkehrs in Gebieten ohne oder mit lockerer Randbebauung wird mit dem Modell PROKAS ermittelt. Es werden jeweils für 36 verschiedene Windrichtungsklassen und 9 verschiedene Windgeschwindigkeitsklassen die Schadstoffkonzentrationen berechnet. Die Zusatzbelastung wird außerdem für 6 verschiedene Ausbreitungsklassen ermittelt. Mit den berechneten Konzentrationen werden auf der Grundlage von Emissionsganglinien bzw. Emissionshäufigkeitsverteilungen und einer repräsentativen Ausbreitungsklassenstatistik die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- und 98-Perzentilwert ermittelt.

Die Parametrisierung der Umwandlung des von Kraftfahrzeugen hauptsächlich emittierten NO in NO_2 erfolgt für die Kurzzeitbelastungen nach Romberg et al. (1996), modifiziert für hohe Belastungen nach Bächlin et al. (2007). Für Jahresmittelwerte wird die NO-NO_2-Konversion mit einem vereinfachten Chemiemodell berücksichtigt (Düring et al., 2011).

A1.2 Berechnung der Immissionen in Straßen mit dichter Randbebauung mit PROKAS_B

Im Falle von teilweise oder vollständig geschlossener Randbebauung (etwa einer Straßenschlucht) ist die Immissionsberechnung nicht mit PROKAS_V durchführbar. Hier wird das ergänzende Bebauungsmodul PROKAS_B verwendet. Es basiert auf Modellrechnungen mit dem mikroskaligen Ausbreitungsmodell MISKAM für idealisierte Bebauungstypen. Dabei wurden für 20 Bebauungstypen und jeweils 36 Anströmrichtungen die dimensionslosen Abgaskonzentrationen c* in 1.5 m Höhe und 1 m Abstand zum nächsten Gebäude bestimmt.

Die Bebauungstypen werden unterschieden in Straßenschluchten mit ein- oder beidseitiger Randbebauung mit verschiedenen Gebäudehöhe-zu-Straßenschluchtbreite-Verhältnissen und unterschiedlichen Lückenanteilen in der Randbebauung. Unter Lückigkeit ist der Anteil nicht verbauter Flächen am Straßenrand mit (einseitiger oder beidseitiger) Randbebauung zu verstehen. Die Straßenschluchtbreite ist jeweils definiert als der zweifache Abstand zwischen Straßenmitte und straßennächster Randbebauung. Die **Tab. A1.1** beschreibt die Einteilung der einzelnen Bebauungstypen. Straßenkreuzungen werden auf Grund der Erkenntnisse aus Naturmessungen (Kutzner et al., 1995) und Modellsimulationen nicht berücksichtigt. Danach treten an Kreuzungen trotz höheren Verkehrsaufkommens um 10% bis 30% geringere Konzentrationen als in den benachbarten Straßenschluchten auf.

Aus den dimensionslosen Konzentrationen errechnen sich die vorhandenen Abgaskonzentrationen c zu

$$c = \frac{c^* \cdot Q}{B \cdot u'}$$

wobei:

c	=	Abgaskonzentration in µg/m³
c^*	=	dimensionslose Abgaskonzentration
Q	=	emittierter Schadstoffmassenstrom in µg/(m s)
B	=	Straßenschluchtbreite in m beziehungsweise doppelter Abstand von der Straßenmitte zur Randbebauung
u'	=	Windgeschwindigkeit unter Berücksichtigung der fahrzeuginduzierten Turbulenz in m/s

Die Konzentrationsbeiträge von PROKAS_V für die Hintergrundbelastung und von PROKAS_B werden für jede Einzelsituation, also zeitlich korreliert, zusammengefasst.

Typ	Randbebauung	Gebäudehöhe/ Straßenschluchtbreite	Lückenanteil in %
0*	locker	-	61 - 100
101	einseitig	1:3	0 - 20
102	"	1:3	21 - 60
103	"	1:2	0 - 20
104	"	1:2	21 - 60
105	"	1:1.5	0 - 20
106	"	1:1.5	21 - 60
107	"	1:1	0 - 20
108	"	1:1	21 - 60
109	"	1.5:1	0 - 20
110	"	1.5:1	21 - 60
201	beidseitig	1:3	0 - 20
202	"	1:3	21 - 60
203	"	1:2	0 - 20
204	"	1:2	21 - 60
205	"	1:1.5	0 - 20
206	"	1:1.5	21 - 60
207	"	1:1	0 - 20
208	"	1:1	21 - 60
209	"	1.5:1	0 - 20
210	"	1.5:1	21 - 60

Tab. A1.1: Typisierung der Straßenrandbebauung

A1.3 Fehlerdiskussion

Immissionsprognosen als Folge der Emissionen des Kfz-Verkehrs sind ebenso wie Messungen der Schadstoffkonzentrationen fehlerbehaftet. Bei der Frage nach der Zuverlässigkeit der Berechnungen und der Güte der Ergebnisse stehen meistens die Ausbreitungsmodelle im Vordergrund. Die berechneten Immissionen sind aber nicht nur abhängig von den Ausbreitungsmodellen, sondern auch von einer Reihe von Eingangsinformationen, wobei jede Einzelne dieser Größen einen mehr oder weniger großen Einfluss auf die prognostizierten Konzentrationen

* Typ 0 wird angesetzt, wenn mindestens eines der beiden Kriterien (Straßenschluchtbreite $\geq$ 5 x Gebäudehöhe bzw. Lückenanteil $\geq$ 61%) erfüllt ist.

hat. Wesentliche Eingangsgrößen sind die Emissionen, die Bebauungsstruktur, meteorologische Daten und die Hintergrundbelastung.

Es ist nicht möglich, auf Basis der Fehlerbandbreiten aller Eingangsdaten und Rechenschritte eine klassische Fehlerberechnung durchzuführen, da die Fehlerbandbreite der einzelnen Parameter bzw. Teilschritte nicht mit ausreichender Sicherheit bekannt sind. Es können jedoch für die einzelnen Modelle Vergleiche zwischen Naturmessungen und Rechnungen gezeigt werden, anhand derer der Anwender einen Eindruck über die Güte der Rechenergebnisse erlangen kann.

In einer Sensitivitätsstudie für das Projekt "Europäisches Forschungszentrum für Maßnahmen zur Luftreinhaltung - PEF" (Flassak et al., 1996) wird der Einfluss von Unschärfen der Eingangsgrößen betrachtet. Einen großen Einfluss auf die Immissionskenngrößen zeigen demnach die Eingangsparameter für die Emissionsberechnungen sowie die Bebauungsdichte, die lichten Abstände zwischen der Straßenrandbebauung und die Windrichtungsverteilung.

Hinsichtlich der Fehlerabschätzung für die Kfz-Emissionen ist anzufügen, dass die Emissionen im Straßenverkehr bislang nicht direkt gemessen, sondern über Modellrechnungen ermittelt werden. Die Genauigkeit der Emissionen ist unmittelbar abhängig von den Fehlerbandbreiten der Basisdaten (d. h. Verkehrsmengen, Emissionsfaktoren, Fahrleistungsverteilung, Verkehrsablauf).

Nach BASt (1986) liegt die Abweichung von manuell gezählten Verkehrsmengen (DTV) gegenüber simultan erhobenen Zähldaten aus automatischen Dauerzählstellen bei ca. 10%.

Für die statistische Fehlerbandbreite der NO_x-Emissionsfaktoren mit warmem Motor findet man bei Kühlwein (2004) Abschätzungen von 10% bis 20% für Autobahnen bzw. Innerortsstraßen. Aussagen über die statistischen Fehler bei der Berücksichtigung von Kaltstartkorrekturen sind nach Angaben des Autors nicht möglich.

Weitere Fehlerquellen liegen in der Fahrleistungsverteilung innerhalb der nach Fahrzeugschichten aufgeschlüsselten Fahrzeugflotte, dem Anteil der mit nicht betriebswarmem Motor gestarteten Fahrzeuge (Kaltstartanteil) und der Modellierung des Verkehrsablaufs. Je nach betrachtetem Schadstoff haben diese Eingangsdaten einen unterschiedlich großen Einfluss auf die Emissionen. Untersuchungen haben beispielsweise gezeigt, dass die Emissionen, ermittelt über Standardwerte für die Anteile von leichten und schweren Nutzfahrzeugen und für die Tagesganglinien im Vergleich zu Emissionen, ermittelt unter Berücksichtigung

entsprechender Daten, die durch Zählung erhoben wurden, Differenzen im Bereich von +/- 20% aufweisen.

Die Güte von Ausbreitungsmodellierungen war Gegenstand weiterer PEF-Projekte (Röckle & Richter, 1995 und Schädler et al., 1996). Schädler et al. führten einen ausführlichen Vergleich zwischen gemessenen Konzentrationskenngrößen in der Göttinger Straße, Hannover, und MISKAM-Rechenergebnissen durch. Die Abweichungen zwischen Mess- und Rechenergebnissen lagen im Bereich von 10%, wobei die Eingangsdaten im Fall der Göttinger Straße sehr genau bekannt waren. Bei größeren Unsicherheiten in den Eingangsdaten sind höhere Rechenunsicherheiten zu erwarten. Dieser Vergleich zwischen Mess- und Rechenergebnissen dient der Validierung des Modells, wobei anzumerken ist, dass sowohl Messung als auch Rechnung fehlerbehaftet sind.

Hinzuzufügen ist, dass der Fehler der Emissionen sich direkt auf die berechnete Zusatzbelastung auswirkt, nicht aber auf die Hintergrundbelastung, d. h., dass die Auswirkungen auf die Gesamtimmissionsbelastung geringer sind.

A N H A N G A2

EMISSIONEN DER STRASSENABSCHNITTE

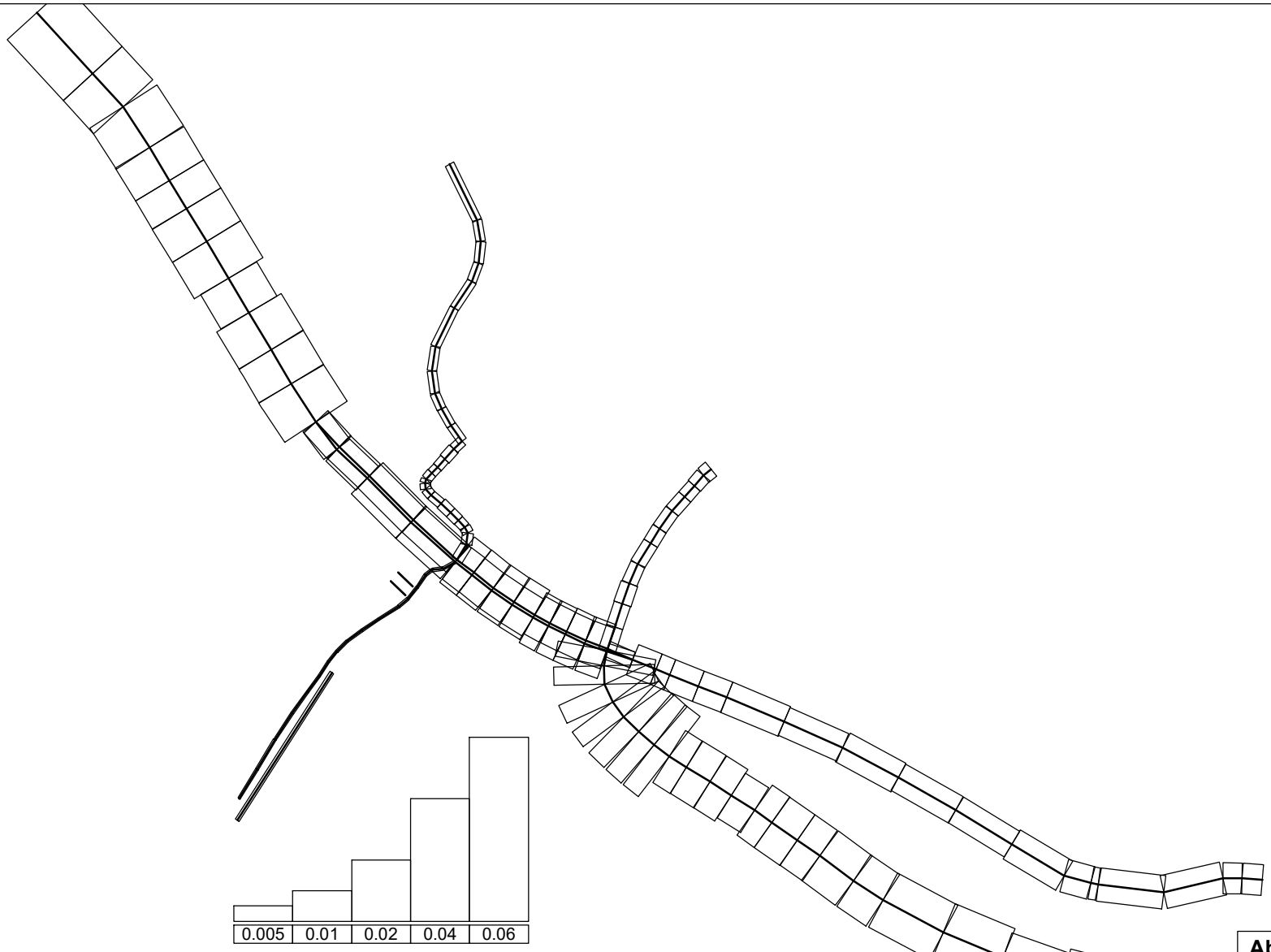


Abb. A2.1 20456-21-01

Mittlere NO_x-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

Lohmeyer

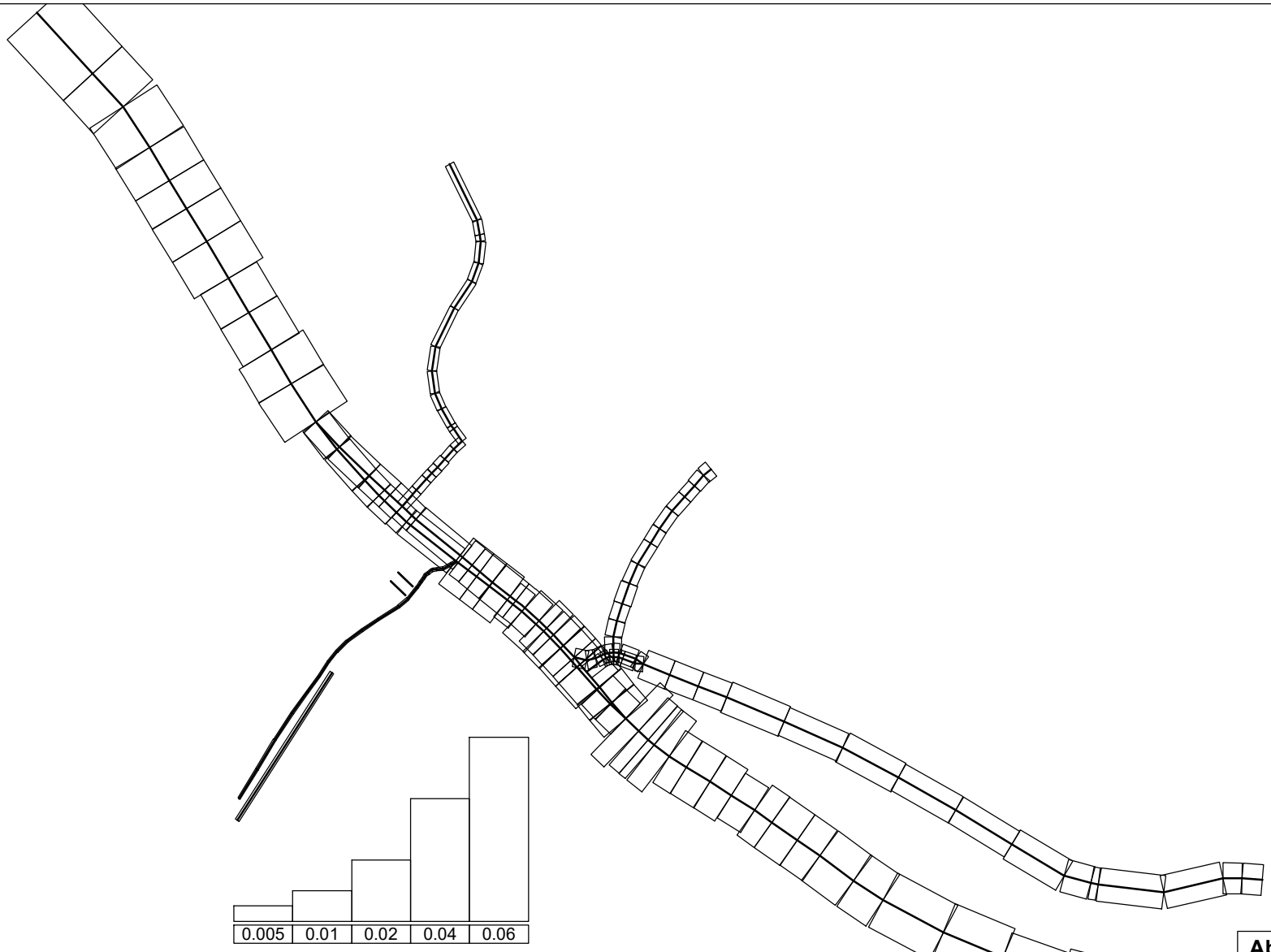


Abb. A2.2 20456-21-01

Mittlere NO_x-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall

Lohmeyer

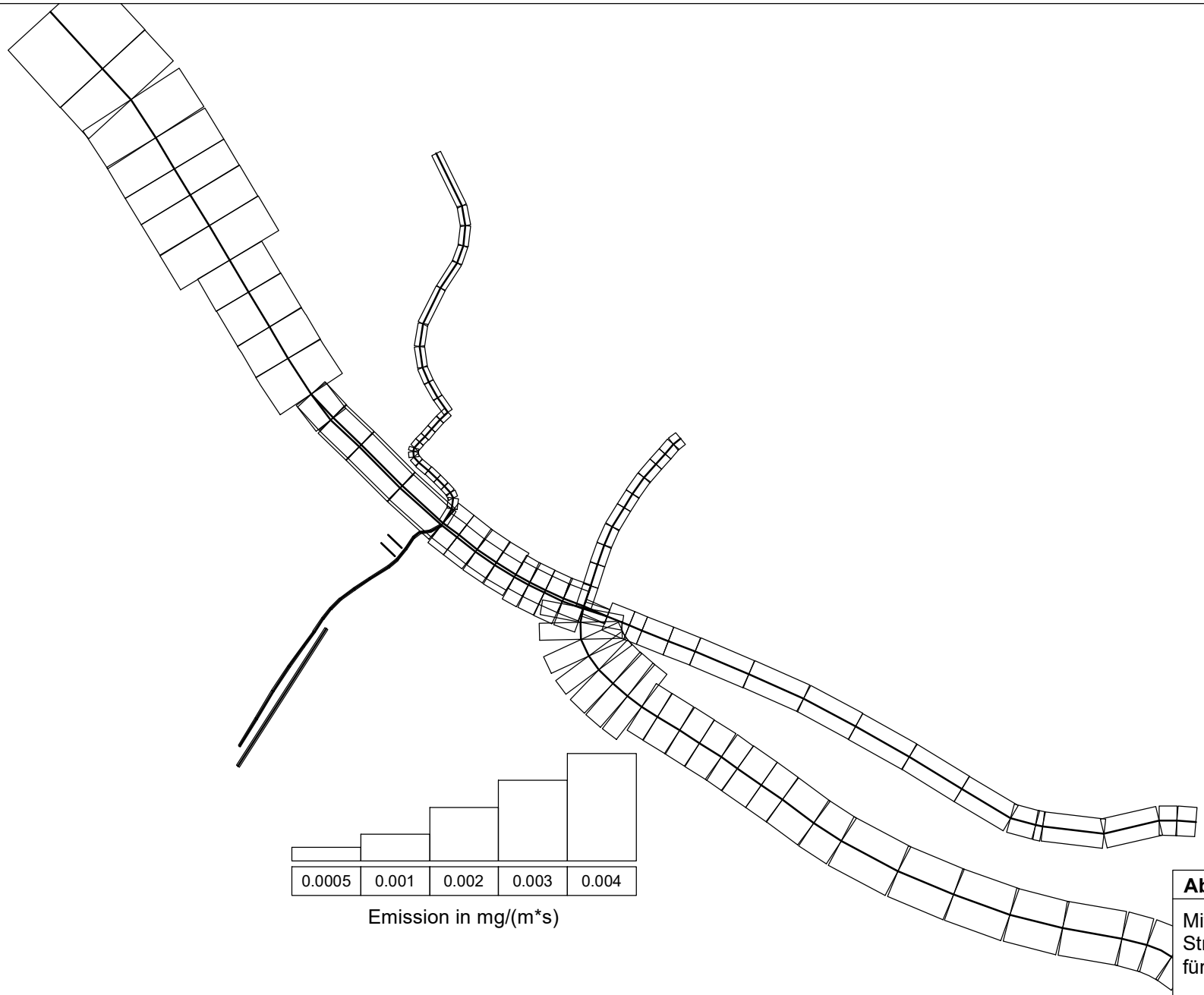


Abb. A2.3 20456-21-01

Mittlere NH_3-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall

Lohmeyer

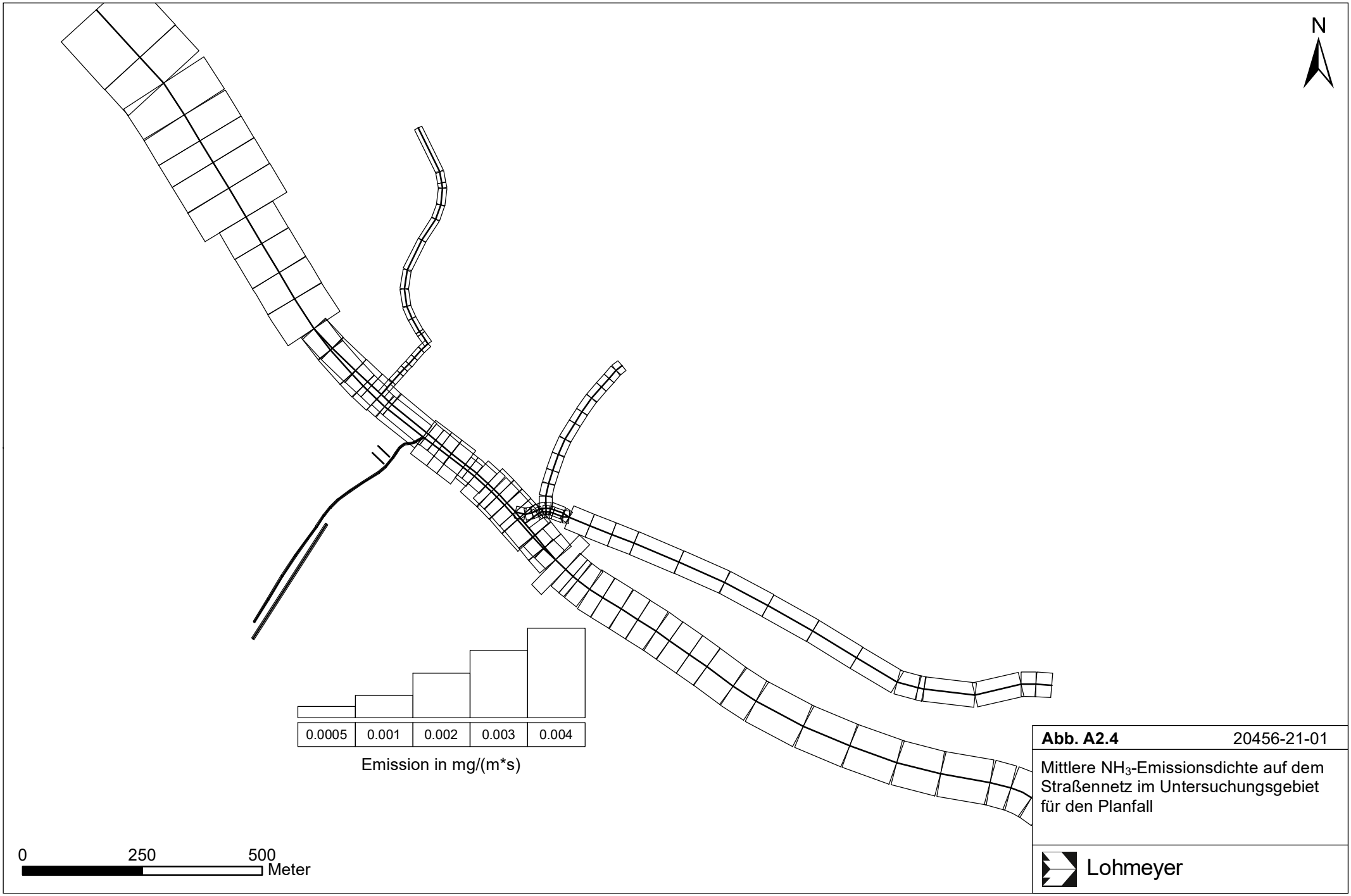


Abb. A2.4 20456-21-01

Mittlere NH_3-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planfall

Lohmeyer