

Bericht

**Ergänzung zum Gesamtwirkungsgutachten
zur immissionsseitigen Wirkungsermittlung
der Maßnahmen der 3. Fortschreibung des
Luftreinhalteplans Stuttgart,**

**Wirkungsberechnungen einer erweiterten
Busspur auf der B14
Bericht**

AVISO

**Ingenieurbüro
Matthias Rau**
Wind . Wasser . Umwelt

PTV GROUP

the mind of movement

Februar 2019

Ergänzung zum Gesamtwirkungsgutachten zur immissionsseitigen Wirkungsermitt- lung der Maßnahmen der 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans Stuttgart,

Wirkungsberechnungen einer erweiterten Busspur auf der B14 Bericht

(rps1118st_mikro)

Bearbeitung:

AVISO GmbH (Federführung):

Dr.-Ing. Christiane Schneider
Dr. rer. nat. Nicola Toenges-Schuller
Michael Nacken

Ingenieurbüro Rau:

Dipl.-Ing. Matthias Rau
Fabian Hüftle, B.Sc.

PTV TC GmbH:

Dipl.-Ing. Christoph
Schulze
Fabian Weinstock M.Sc.

Aachen, 12. Februar 2019

Im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart

AVISO GmbH

Am Hasselholz 15
52074 Aachen

Fon: +49 (0) 241 / 470358-0
Fax: +49 (0) 241 / 470358-9

E-Mail: info@avisogmbh.de
<http://www.avisogmbh.de>

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
Tabellenverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis.....	III
1 Aufgabenstellung	5
2 Methodik	6
3 Verkehrsmodellierung	7
3.1 Grundlagen mikroskopische Verkehrsflusssimulation.....	7
3.2 Randbedingungen und Vorbemerkung Simulation	9
3.3 Busspur Variante 1a.....	11
3.3.1 Netzkonzeption.....	11
3.3.2 Einschub: Ergebnis mikroskopische Simulation ohne Rückkopplung mit dem makroskopischen Verkehrsmodell.....	11
3.3.3 Ergebnis makroskopische Modellrechnung nach Iterationsschritt	12
3.3.4 Ergebnis mikroskopische Simulation nach Iterationsschritt	15
3.3.5 Fazit Variante 1a.....	17
3.4 Busspur Variante 1b.....	17
3.4.1 Netzkonzeption.....	17
3.4.2 Ergebnis mikroskopische Simulation.....	18
3.4.3 Fazit Variante 1 b.....	23
3.5 Busspur Variante 1c.....	23
3.6 Busspur Variante 1d.....	24
3.6.1 Netzkonzeption.....	24
3.6.2 Ergebnis mikroskopische Simulation.....	25
3.6.3 Fazit Variante 1d.....	26
4 Immissionsmodellierung.....	27
4.1 Untersuchte Fälle	27
4.2 Aufbereitung der Emissionen für die Immissionsberechnungen	27
4.3 Immissionsberechnungen mit dem Detailmodell.....	29
4.3.1 Das Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM	29
4.3.2 Modellvorgaben	29

4.3.3	Umfang der Berechnungen.....	31
4.3.4	Bestimmung statistischer Kenngrößen für NO ₂	32
4.3.5	Ermittlung der Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung.....	34
4.3.6	Ergebnis der Immissionsberechnungen.....	35
5	Zusammenfassung.....	49
5.1	Verkehrsmodellierung.....	49
5.2	Immissionsmodellierung.....	49
	Literatur.....	51

Tabellenverzeichnis

Tab. 4.1:	NO _x -Emissionen am Neckartor, Nullfall 2019, ohne Software-Update	27
Tab. 4.2:	Aufteilung der Verkehrsbelastung pro Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge (INfz) und schwere Nutzfahrzeuge (sNfz)) auf die Fahrstreifen...	28
Tab. 5.1:	mit MISKAM berechnete NO ₂ -Jahresmittelwerte für den Nullfall und die zwei untersuchten theoretischen Berechnungsfälle mit Berücksichtigung einer Busspur stadtauswärts	50

Abbildungsverzeichnis

Bild 2.1	Schematische Darstellung zu Entstehung, Ausbreitung und Immissionen von Luftschadstoffen	6
Bild 3.1	Übersicht zum Ablauf der verkehrlichen Berechnungen.....	7
Bild 3.2	Einfache 2D-Visualisierung in VISSIM	8
Bild 3.3	Übersicht Zähl-datengrundlage	9
Bild 3.4:	Busspur Variante 1a (Quelle Hintergrundkarte: openstreetmap.org)	11
Bild 3.5	Rückstausituation in der Simulation für Variante 1a südlich des Gebhard-Müller-Platzes, 16:12 Uhr (ohne Rückkopplung bzw. Iterationsschritt mit dem makroskopischen Verkehrsmodell)	12
Bild 3.6	Differenzbelastung Planfall (mit Busspur) zu Nullfall nach Iterationsschritt.....	14
Bild 3.7	Rückstausituation in der Simulation für Variante 1a auf der B14 im Bereich Wulle-Steg, 16 Uhr	15
Bild 3.8	Rückstausituation in der Simulation für Variante 1a auf B14 südlich Gebhard-Müller-Platz, 16:20 Uhr	16
Bild 3.9	Rückstausituation in der Simulation für Variante 1a am Arnulf-Klett-Platz, 17 Uhr	17
Bild 3.10	Busspur Variante 1b	18
Bild 3.11	Rückstausituation in der Simulation für Variante 1b südlich Gebhard-Müller-Platz, 16:22 Uhr	19
Bild 3.12	Rückstausituation in der Simulation für Variante 1b auf der Rampe von der südlichen B14 in Richtung Gebhard-Müller-Platz	20
Bild 3.13	Rückstausituationen in zwei verschiedenen Simulationsläufen für Variante 1b auf der Rampe von der südlichen B14 in Richtung Gebhard-Müller-Platz. Im Bild rechts ist erkennbar, dass die sich im Rückstau befindenden Fahrzeuge den fließenden Verkehr auf der B14 stören bzw. zum Erliegen bringen.	22
Bild 3.14	Busspur Variante 1d	24
Bild 3.15	Busspur Variante 1d; Verkehrsführung südliche B14 vor der Rechtsabbiegemöglichkeit in die Neckarstr.	25

Bild 4.1:	Lage der Fahrstreifen und Erfassungssysteme der automatischen Verkehrszähleinrichtung der LUBW am Neckartor /LUBW 2016/	28
Bild 4.2:	Untersuchungsgebiet „Am Neckartor“: Katasterplan mit Darstellung der Messstelle und Umriss des MISKAM-Rechengebiets und Lage der Luftmessstation	31
Bild 4.3:	Flächendeckend ermittelte NO ₂ -Jahresmittelwerte in 1,4 m über Grund für den Nullfall 2019.....	37
Bild 4.4:	Flächendeckend ermittelte NO ₂ -Jahresmittelwerte in Messfühlerhöhe für den Nullfall 2019.....	38
Bild 4.5:	Vertikalschnitt im Bereich des Messcontainers für den Nullfall 2019.....	39
Bild 4.6:	Flächendeckend ermittelte NO ₂ -Jahresmittelwerte in 1,4 m über Grund für den Maßnahmenfall Busspur 2019	40
Bild 4.7:	Flächendeckend ermittelte NO ₂ -Jahresmittelwerte in Messfühlerhöhe für den Maßnahmenfall Busspur 2019	41
Bild 4.8:	Differenzdarstellung NO ₂ -Jahresmittelwerte Busspur 2019 – Nullfall 2019 in 1,4 m über Grund	42
Bild 4.9:	Differenzdarstellung NO ₂ -Jahresmittelwerte Busspur 2019 – Nullfall 2019 in Messfühlerhöhe	43
Bild 4.10:	Vertikalschnitt: Differenzdarstellung NO ₂ -Jahresmittelwerte Busspur 2019 – Nullfall 2019 an der Stelle des Messcontainers.....	44
Bild 4.11:	Flächendeckend ermittelte NO ₂ -Jahresmittelwerte in 1,4 m über Grund für den Maßnahmenfall Busspur 2019 + Minderung der Emissionen auf den Spuren stadtauswärts um 25%.....	45
Bild 4.12:	Flächendeckend ermittelte NO ₂ -Jahresmittelwerte in Messfühlerhöhe für den Maßnahmenfall Busspur 2019 + Minderung der Emissionen auf den Spuren stadtauswärts um 25%.....	46
Bild 4.13:	Differenzdarstellung NO ₂ -Jahresmittelwerte Busspur 2019 +Minderung der Emissionen auf den Spuren stadtauswärts um 25%– Nullfall 2019 in 1,4 m über Grund	47
Bild 4.14:	Differenzdarstellung NO ₂ -Jahresmittelwerte Busspur 2019 +Minderung der Emissionen auf den Spuren stadtauswärts um 25%– Nullfall 2019 in Messfühlerhöhe	48

1 Aufgabenstellung

In Ergänzung zum Gesamtwirkungsgutachten Stuttgart¹ wurden weitere Wirkungsberechnungen durchgeführt, die in verschiedenen Ergänzungsberichten dokumentiert sind.

Im vorliegenden Ergänzungsbericht wird als Maßnahme zur Luftreinhaltung eine erweiterte Busspur auf der B14 in Stuttgart untersucht. Diese Busspur soll die bereits in Umsetzung befindliche Busspur auf der Cannstatter Straße (B14) ergänzen und ebenfalls vom Schnellbus X1, der ab Oktober 2018 zwischen dem Wilhelmplatz in Bad Cannstatt und der Stuttgarter Innenstadt verkehren soll, genutzt werden. Diese Busspur soll im stadtauswärtigen Verlauf der B14 zwischen Willi-Brandt-Straße und „Am Neckartor“ auf dem rechten Fahrstreifen eingerichtet werden. Der genaue Anfang und das Ende stehen noch nicht fest, es werden hierzu verschiedene Varianten diskutiert und untersucht. Ziel ist es zu analysieren, ob und unter welchen Randbedingungen eine Busspur an dieser Stelle der B14 realisiert werden kann.

Des Weiteren wurden für zwei theoretische Fälle Immissionsmodellierungen für den Bereich Am Neckartor durchgeführt, um die Wirkung der Veränderung der räumlichen Verteilung der Emissionen im Straßenraum durch die Einführung einer Busspur auf die NO₂-Immissionsbelastungen zu untersuchen.

¹ Gesamtwirkungsgutachten zur immissionsseitigen Wirkungsermittlung der Maßnahmen der 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans Stuttgart, Abschlussbericht, AVISO GmbH, Ingenieurbüro Rau, PTV CT Group, im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart, Februar 2017

2 Methodik

Eine schematische Übersicht über die grundsätzlichen Zusammenhänge zwischen der Freisetzung (Emission) von Luftschadstoffen aus unterschiedlichen Quellen (z.B. Verkehr, Industrie/Gewerbe oder Kleinf Feuerungsanlagen (Hausbrand)), deren Ausbreitung und Verdünnung in der Atmosphäre (Transmission) und der daraus resultierenden Konzentrationen an interessierenden Orten (Immission) zeigt Bild 2.1.

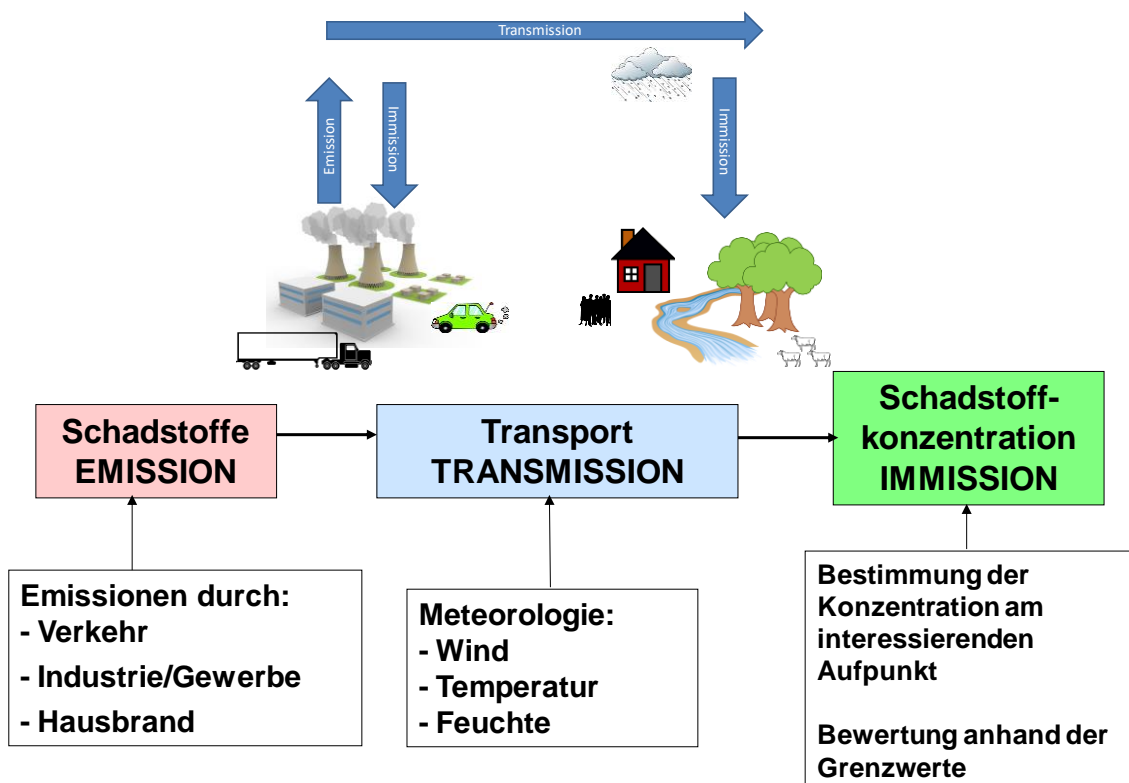


Bild 2.1 Schematische Darstellung zu Entstehung, Ausbreitung und Immissionen von Luftschadstoffen

Um die Wirkung von Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität zu ermitteln, werden diese Zusammenhänge mit Hilfe komplexer Modelle abgebildet.

Je nach Aufgabenstellung werden bei den Untersuchungen unterschiedliche Modelle eingesetzt. Für die hier vorliegende Untersuchung wurde für die Verkehrsmodellierung sowohl ein makroskopisches als auch mikroskopisches Verkehrsmodell (vgl. Kap.3) und für die Immissionsberechnungen ein mikroskaliges Strömungs- und Ausbreitungsmodell eingesetzt (vgl. Kap.4).

3 Verkehrsmodellierung

Die verkehrlichen Wirkungen einer stadtauswärtigen Busspur auf der B14 werden mittels makroskopischen Verkehrsmodellrechnungen und mikroskopischen Verkehrsflusssimulationen untersucht.

In einem ersten Schritt werden im makroskopischen Verkehrsmodell für die Region Stuttgart die täglichen Verkehrsbelastungen für den Planfall (mit Busspur) berechnet. Über einen Vergleich der Ergebnisse mit dem Nullfall (ohne Busspur) können Verkehrsverlagerungen bestimmt werden. In Schritt zwei werden unter Berücksichtigung dieser Verkehrsverlagerungen sowie Zählraten die stündlichen Verkehrsbelastungen bestimmt, die dann Eingang in die mikroskopische Verkehrsflusssimulation für den Planfall finden. In dieser wird die Bewegung von Einzelfahrzeugen durch das Straßennetz während einer hochbelasteten Stunde des Tages (Spitzenstunde) betrachtet. Die Ergebnisse aus der mikroskopischen Simulation werden anschließend in Schritt drei wieder in das makroskopische Modell eingespeist, mit dem dann eine erneute Modellrechnung durchgeführt wird, deren Ergebnisse dann wieder in die mikroskopische Simulation eingespeist werden (iterativer Prozess). Der Ablauf der Berechnung ist im folgenden Bild nochmals schematisch dargestellt:

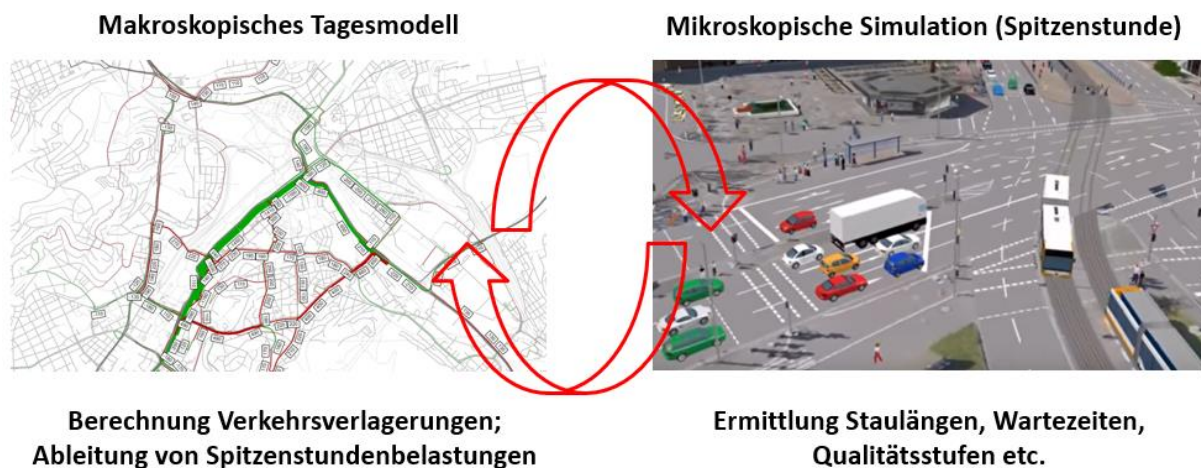


Bild 3.1 Übersicht zum Ablauf der verkehrlichen Berechnungen

3.1 Grundlagen mikroskopische Verkehrsflusssimulation

Mikrosimulationen dienen dazu, Verkehrsabläufe realitätsnah abzubilden, um z.B. die Leistungsfähigkeiten von Verkehrsanlagen berechnen oder verkehrliche Abläufe darstellen zu können. Die Visualisierung von Einzelfahrzeugen bietet weitreichende Möglichkeiten zur allgemeinverständlichen Darstellung von Ergebnissen.

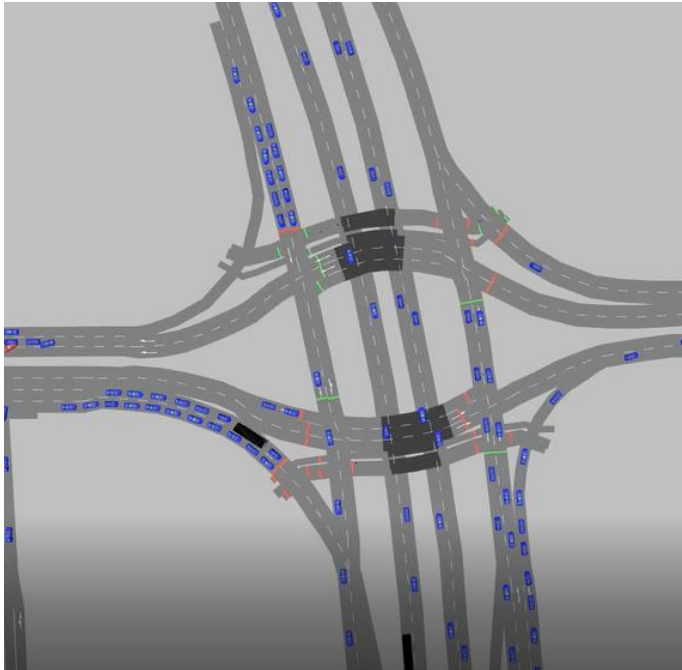


Bild 3.2 Einfache 2D-Visualisierung in VISSIM

PTV VISSIM ist ein mikroskopisches, zeitschrittorientiertes und verhaltensbasiertes Simulationsmodell zur Nachbildung des Verkehrsgeschehens. In dem Programm ist ein Fahrzeugfolgemodell für die Nachbildung der Kolonnenfahrt auf einem Fahrstreifen (psycho-physisches Wahrnehmungsmodell von WIEDEMANN) und ein Fahrstreifenwechselmodell enthalten. Wesentlich für die Güte des Simulationssystems ist die Qualität des mikroskopischen Verkehrsflussmodells, d.h. des Verfahrens, nach dem die Fahrzeuge im Netz bewegt und verfolgt werden. Im Gegensatz zu einfacheren Modellen, in denen weitgehend konstante Geschwindigkeiten und ein deterministisches Folgeverhalten von Fahrzeugen vorausgesetzt wird, verwendet VISSIM das psycho-physische Wahrnehmungsmodell von WIEDEMANN. Es wird angenommen, dass der Fahrer eines schneller fahrenden Fahrzeugs bei Erreichen seiner individuellen Wahrnehmungsschwelle zu einem langsamer vorausfahrenden Fahrzeug zu bremsen beginnt. Da er die Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeuges nicht genau einschätzen kann, sinkt seine Geschwindigkeit unter dessen Geschwindigkeit, so dass er wiederum nach Erreichen einer Wahrnehmungsschwelle leicht beschleunigt. Es kommt zu einem ständigen leichten Beschleunigen und Verzögern.

Verteilungsfunktionen über Geschwindigkeits- und Abstandsverhalten tragen dem unterschiedlichen Fahrerverhalten Rechnung. Das Folgemodell wurde anhand zahlreicher Messungen am Institut für Verkehrswesen der Universität (TH) Karlsruhe (heute KIT) bzw. an der Professur für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik der Bauhaus-Universität Weimar geübt. Messungen neueren Datums stellen sicher, dass sich änderndes Fahrverhalten und technische Möglichkeiten der Fahrzeuge korrekt abgebildet werden.

3.2 Randbedingungen und Vorbemerkung Simulation

Verkehrsnetz

Abgebildet in den Verkehrsflusssimulationen ist der Streckenzug zwischen Charlottenplatz und dem Knotenpunkt B14/Heilmannstr. sowie die dazwischen liegenden Knotenpunkte (Bild 3.3).

Verkehrsbelastungen Bestandssituation/Nullfall

Von der Stadt Stuttgart wurden für die in der Simulation abgebildeten Knotenpunkte Zähldaten zur Verfügung gestellt (siehe Bild 3.3 mit entsprechenden Zähljahren).

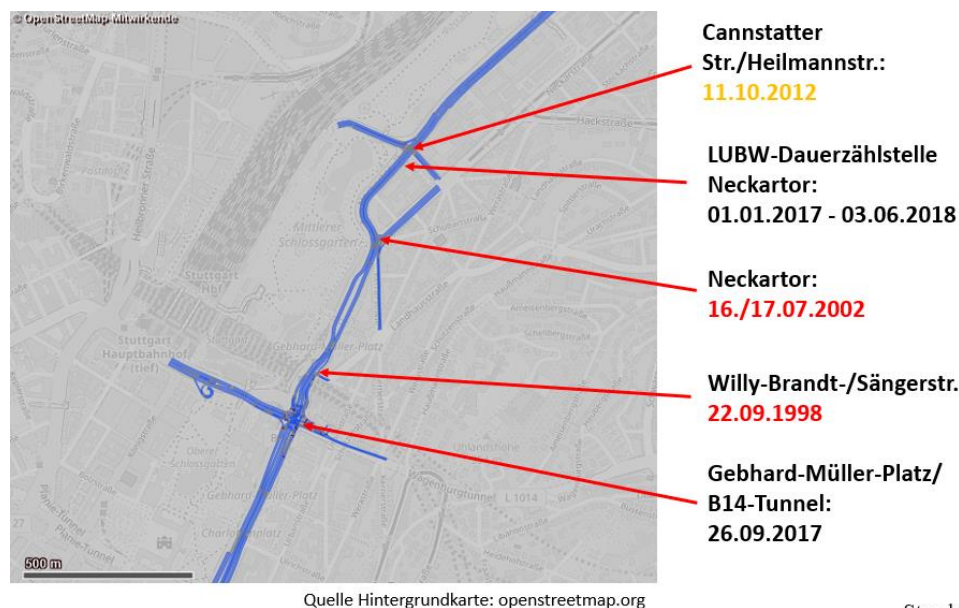


Bild 3.3 Übersicht Zähl datengrundlage

Aus Bild 3.3 geht hervor, dass die Zähldaten der Stadt Stuttgart zum Teil nicht mehr aktuell sind. Dies trifft z. B. insbesondere auf den Knotenpunkt B14/Willy-Brandt-Straße/Neckarstraße (ADAC-Kreuzung) zu, an dem die Daten im Jahr 2002 erhoben wurden. Ergänzend zu den Zähldaten der Stadt wurden daher von der LUBW aktuelle Daten der automatischen Dauerzählstelle am Neckartor für die Jahre 2017 und die erste Jahreshälfte aus 2018 bereitgestellt. Auf Basis dieser Daten wurde die durchschnittliche Spitzenstundenbelastung morgens und nachmittags/abends für einen mittleren Werktag außerhalb der Ferienzeit im Jahr 2017/2018 ermittelt. Diese wurde als Bezugsgröße für die Harmonisierung der vorhandenen Zähldaten für die weiteren Knotenpunkte aus Bild 3.3 (z. B. B14/Cannstatter Str./Heilmannstr. oder Gebhard-Müller-Platz) im Simulationsnetz verwendet. Die Motivation für die Verwendung der durchschnittlichen, mittleren Spitzenstundenbelastung war, eine „normale“, repräsentative Emissions- bzw. Immissionssituation während der Spitzenstunde abzubilden.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass Belastungsspitzen an ausgewählten Tagen über der in der Simulation verwendeten durchschnittlichen Spitzenstundenbelastung liegen.

Eine Auswertung der stündlichen Querschnittsbelastungen an der LUBW-Dauerzählstelle zeigt bspw., dass die 50². höchstbelastete Stunde des Jahres 2017 rund 400 Kfz über der durchschnittlichen Spitzenstundenbelastung der Simulation liegt. Richtungsbezogen entspricht dies ungefähr 200 Kfz.

Die stromgenauen Spitzenstundenbelastungen für die Simulation wurden unter Verwendung der Belastungswerte aus dem makroskopischen Modell, Spitzenstundenanteilen aus der Zählung und Zufluss-/Abflussbilanzen ermittelt. Sie sind somit mit Unsicherheiten behaftet. Vor einer Realisierung der Busspur ist aus gutachterlicher Sicht eine Erhebung aktueller Verkehrszahlen und eine erneute Prüfung der Situation bzw. Verifizierung der Aussagen des Gutachtens notwendig.

Lichtsignalanlagen

Für die Lichtsignalanlagen werden vereinfacht Festzeitsteuerungen im Simulationsmodell hinterlegt.

Simulationszeitraum

In der Simulation wird die abendliche Spitzenstunde im Zeitbereich von 16:00-17:00 Uhr abgebildet. Die Abendspitze stellt bezogen auf das Untersuchungsnetz den maßgebenden am höchsten belastete Lastfall dar. Der eigentlichen Spitzenstunde ab 16 Uhr ist ein Vorlauf von 15 Minuten vorgeschaltet. Dieser dient dazu, dass sich das Netz mit Fahrzeugen füllen kann, bevor um 16 Uhr mit den Auswertungen der verkehrlichen Kenngrößen begonnen wird.

² Die 50. höchstbelastete Stunde gilt in der amtlichen Verkehrsstatistik als maßgebende Verkehrsstärke und wird vorwiegend für die Bemessung von Verkehrsanlagen herangezogen (nach dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen HBS; die n-te Stunde wird letztlich vom Baulasträger festgelegt und bewegt sich zwischen der 30. und 200. Stunde).

3.3 Busspur Variante 1a

3.3.1 Netzkonzeption

Die Busspur wird stadtauswärts zwischen dem Wulle-Steg und dem Knotenpunkt B14/Heilmannstr. auf dem rechten Fahrstreifen eingerichtet (vgl. folgende Abbildung; Busspur blau markiert). Die Rechtsabbieger von der Willy-Brandt-Str./B14 in die Neckarstr. werden auf einem kombinierten Geradeaus-/Rechtsabbiegefahrstreifen geführt und dürfen die Busspur im Knotenpunktbereich beim Abbiegen überfahren.

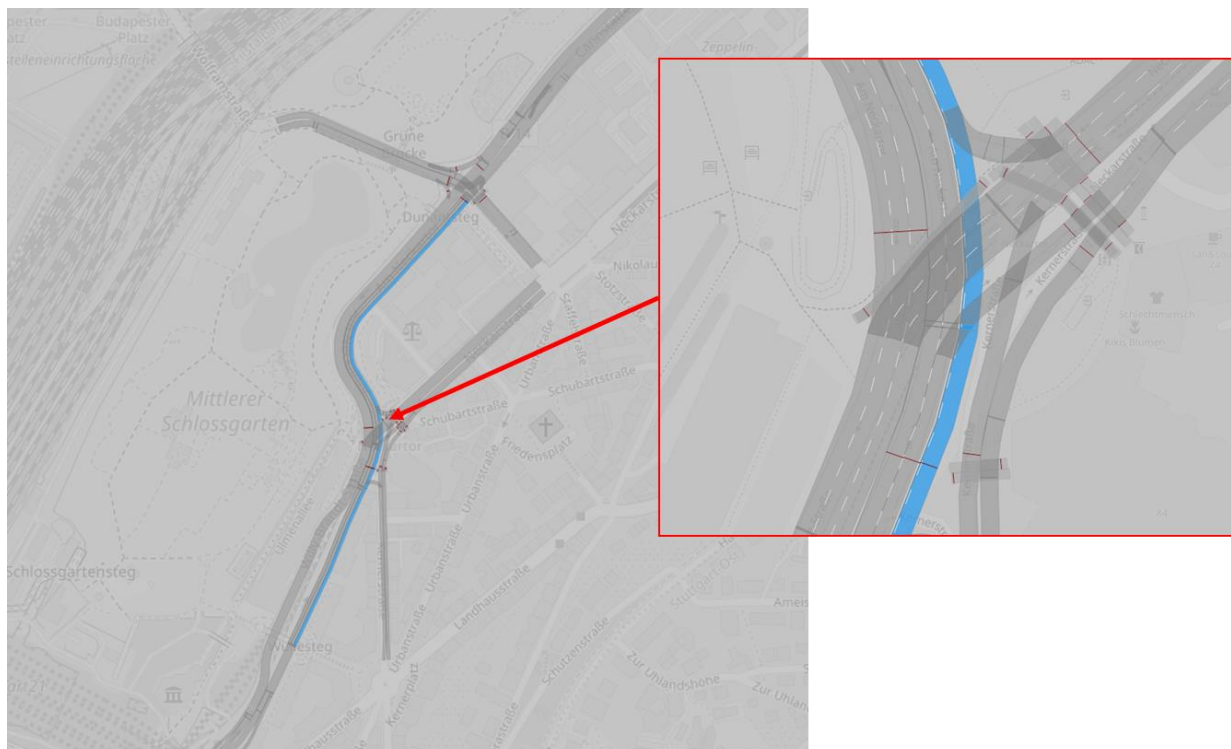
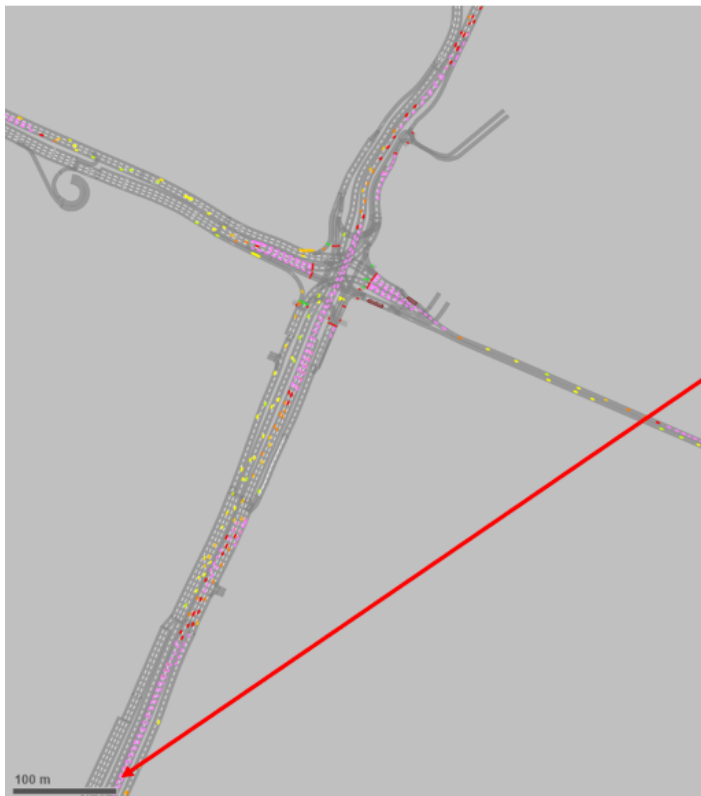


Bild 3.4: Busspur Variante 1a (Quelle Hintergrundkarte: [openstreetmap.org](https://www.openstreetmap.org))

3.3.2 Einschub: Ergebnis mikroskopische Simulation ohne Rückkopplung mit dem makroskopischen Verkehrsmodell

Mit dem makroskopischen Verkehrsmodell werden verkehrliche Verlagerungswirkungen im Tagesverkehr für den Planfall mit Busspur berechnet. Diese werden anschließend auf die Spitzenstunde heruntergerechnet und in der Mikrosimulation für den Planfall berücksichtigt. Die durchgeführte Simulation zeigt, dass sich ausgehend von der Lichtsignalanlage B14/Neckarstr. auf der B14 ein Rückstau in Richtung Gebhard-Müller-Platz bzw. Charlottenplatz ausbreitet. Ca. 12 Minuten nach Beginn der Spitzenstunde (16:12 Uhr) erfasst der Rückstau das Ende des Simulationsnetzes (Höhe Charlottenplatz; siehe Bild 3.5). Im weiteren Verlauf der Simulation wird der Stau nicht mehr aufgelöst.

Ausgehend von diesem Ergebnis der Mikrosimulation werden die Verkehrsverlagerungen im makroskopischen Modell durch eine Widerstandserhöhung auf dem gesamten Streckenzug der B14 ab Charlottenplatz bis Ende der Busspur an der Kreuzung Heilmannstraße neu berechnet (Iterationsschritt zwischen Mikrosimulation und makroskopischer Modellrechnung, um die Ergebnisse aus beiden Modellen zu harmonisieren). Die Ergebnisse dieser Neuberechnung sind in folgendem Kapitel zu finden.



**Rückstausituation 16:12 Uhr
(Ende des Rückstaus erfasst
Beginn des Simulationsnetzes;
keine Verbesserung der
Situation im weiteren
Simulationsverlauf).**

Bild 3.5 Rückstausituation in der Simulation für Variante 1a südlich des Gebhard-Müller-Platzes, 16:12 Uhr (ohne Rückkopplung bzw. Iterationsschritt mit dem makroskopischen Verkehrsmodell)

3.3.3 Ergebnis makroskopische Modellrechnung nach Iterationsschritt

Am Neckartor (Höhe LUBW-Zählstelle) stellt sich nach der Iteration eine Belastungsreduktion um rund 3.600 Kfz/24h ein (Vergleich: ohne Nachfrageiteration rund 1.900 Kfz/24h). Im Vergleich zum Nullfall entspricht dies im Querschnitt einer Reduktion um ca. 5 Prozent. Bei einer richtungsbezogenen Betrachtung (Verkehr stadtauswärts Richtung Bad Cannstatt) liegt die Reduktion bei ca. 9,5 Prozent.

Neben stärkeren Verlagerungen auf die Streckenzüge Wagenburgstraße/Talstraße, Hackstraße und Schwarzenbergstraße/Werderstraße sind auch großräumigere Verlagerungen auf

die B27 ab Österreichischer Platz und Planie ab Charlottenplatz festzustellen. Dies führt zu einer deutlichen Mehrbelastung der B27/Friedrichstraße von bis zu 1.600 Kfz/24h. Außerdem wird die Wolframstraße deutlich stärker belastet.

Vor dem Hintergrund der bereits heute in der Abendspitze hoch ausgelasteten Ausweichstrecken führen die Verlagerungen zu einer Verschärfung der verkehrlichen Situation auf diesen Strecken.

Hinweis: Es wurde aus Zeitgründen nur ein Iterationsschritt zwischen Mikrosimulation und makroskopischer Modellrechnung durchgeführt. Das vorliegende Modellergebnis ist daher mit Unsicherheiten behaftet und muss nicht zwangsläufig den Gleichgewichtszustand darstellen.

In der nachfolgenden Abbildung sind Differenzbelastungen zwischen dem Untersuchungsfall mit Busspur und dem Nullfall dargestellt, die im Iterationsschritt berechnet wurden.

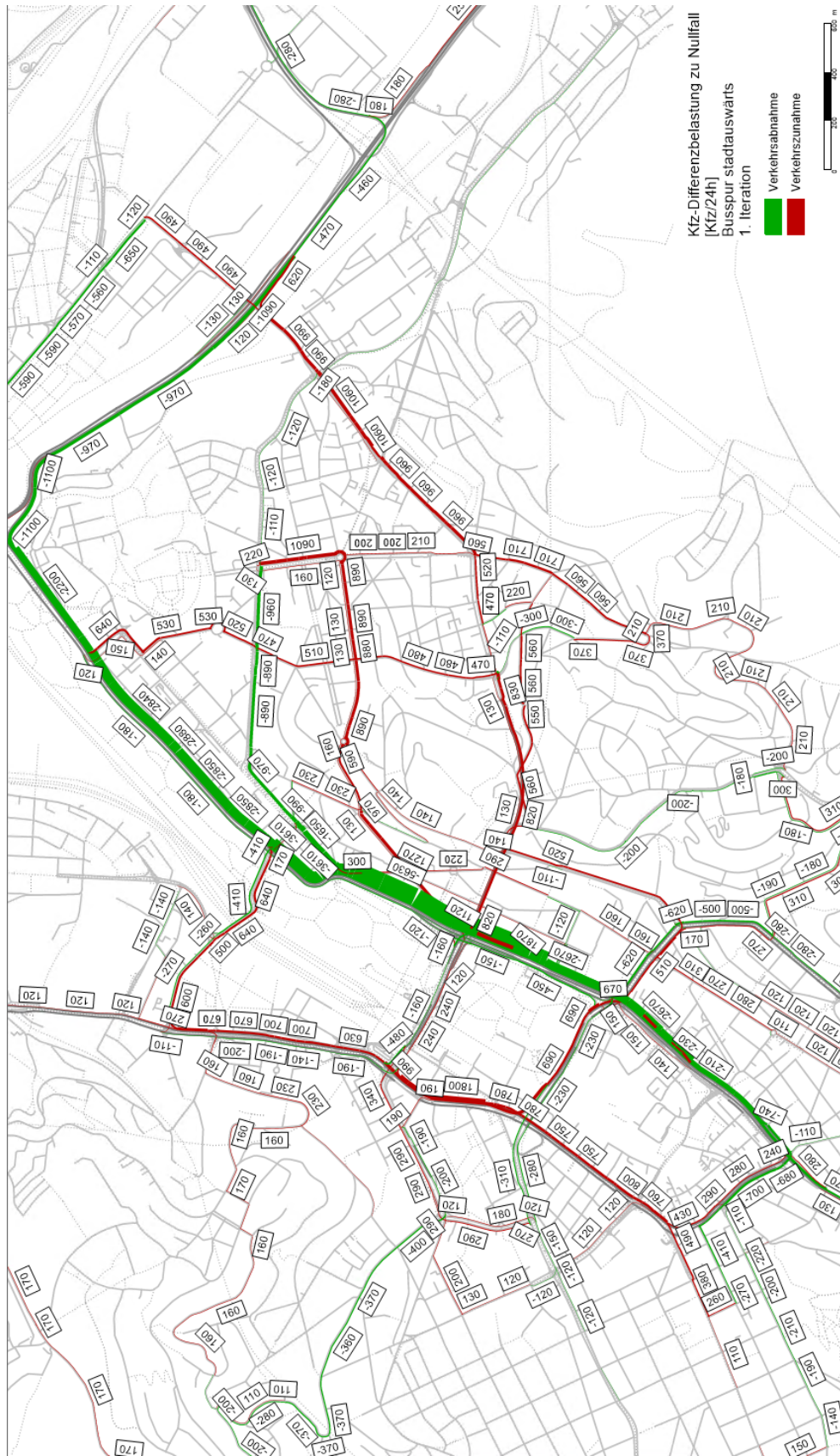


Bild 3.6 Differenzbelastung Planfall (mit Busspur) zu Nullfall nach Iterationsschritt

3.3.4 Ergebnis mikroskopische Simulation nach Iterationsschritt

Die Simulationen werden mit der sich aus der Iteration ergebenden veränderten Verkehrsbelastung neu durchgeführt.

Es zeigt sich, dass der stadtauswärtige Geradeausstrom auf der B14 an der Lichtsignalanlage (LSA) B14/Neckarstraße nicht leistungsfähig abgewickelt werden kann. Damit zusammenhängend baut sich ein kontinuierlich anwachsender Rückstau auf.

Gegen 16 Uhr (ca. 15 Minuten nach Simulationsbeginn/Einschwingzeit und damit zu Beginn der Spitzenstunde) erreicht der Rückstau den Verflechtungsbereich vor dem Beginn der Busspur (Bild 3.7).



Bild 3.7 Rückstausituation in der Simulation für Variante 1a auf der B14 im Bereich Wulke-Steg, 16 Uhr

Gegen 16:20 Uhr reicht der Rückstau auf der B14 bis zum Ende des Simulationsnetzes am Charlottenplatz (vgl. Bild 3.8. Zum Vergleich: In der Simulation mit den vor dem Iterationsschritt berechneten Verkehrsverlagerungen tritt dieser Zustand gegen 16:12 Uhr ein; siehe

Bild 3.5). Rund 170 Fahrzeuge können während des restlichen Simulationszeitraumes bis 17 Uhr infolge des Rückstaus nicht in das Simulationsnetz eingesetzt werden. Dies entspricht umgerechnet ungefähr einem Rückstau bis zum Österreichischen Platz.

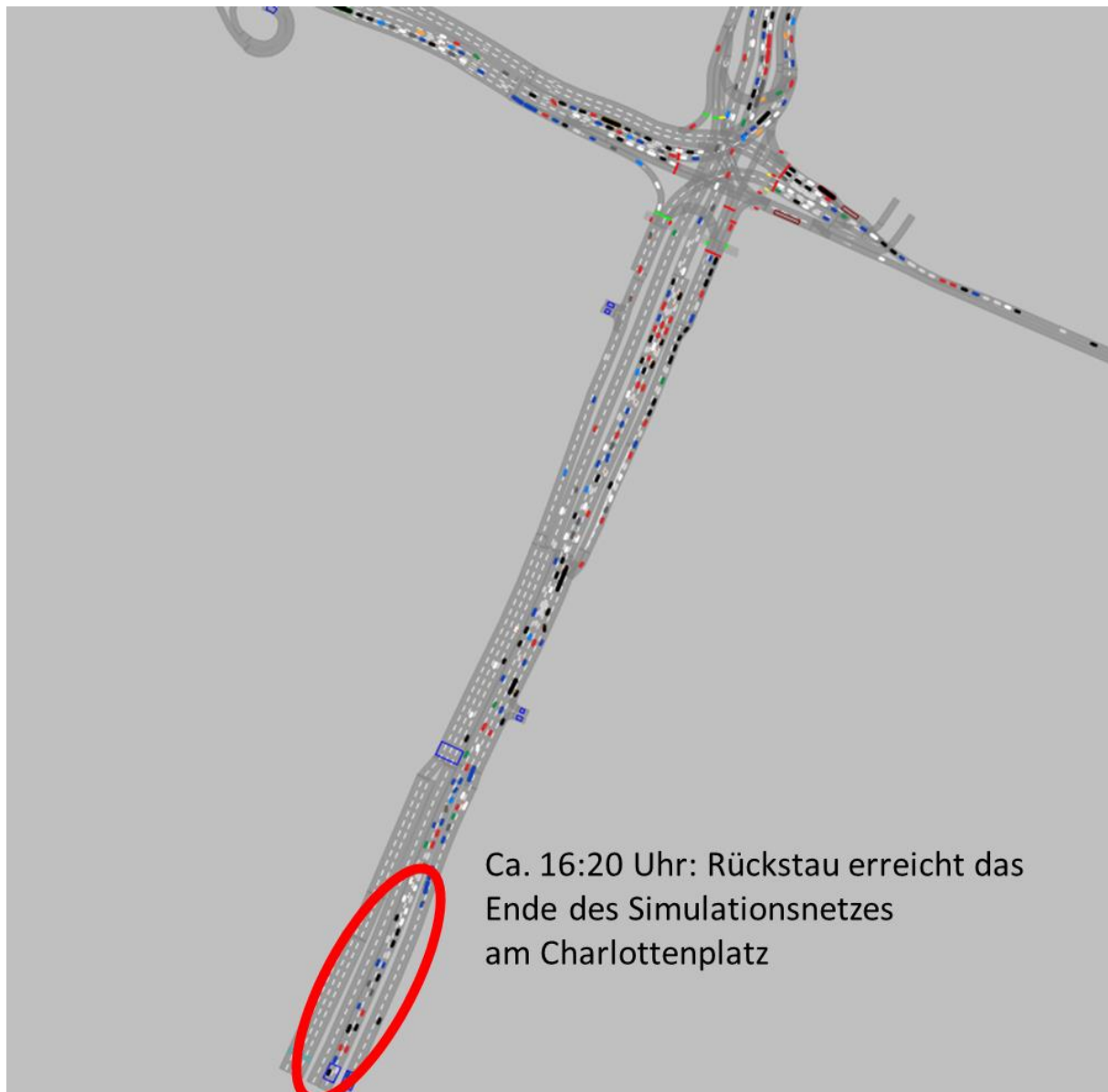


Bild 3.8 Rückstausituation in der Simulation für Variante 1a auf B14 südlich Gebhard-Müller-Platz, 16:20 Uhr

Anders als in den Simulationen ohne iterationsbedingte Verkehrsverlagerungen bildet sich auch ein Rückstau von der Einfahrtrampe Gebhard-Müller-Platz in Richtung Arnulf-Klett-Platz aus. Dieser Rückstau behindert auch den Schnellbus X1 in erheblichem Maße.

Um 17 Uhr erreicht der Rückstau das Ende des Simulationsnetzes am Arnulf-Klett-Platz (Bild 3.9).



Bild 3.9 Rückstausituation in der Simulation für Variante 1a am Arnulf-Klett-Platz, 17 Uhr

3.3.5 Fazit Variante 1a

Mit Berücksichtigung der in der Iteration ermittelten zusätzlichen Verlagerungswirkungen tritt die Rückstaubildung auf der B14 zwar erst später ein, es sind aber nach wie vor beträchtliche Rückstaubildungen auf der B14 festzustellen.

Zusätzlich ist in diesem Zusammenhang zu berücksichtigen, dass die Untersuchungen mit einer mittleren Verkehrsbelastung in der Spitzenstunde durchgeführt wurden. Ein Ansatz von höheren Belastungsspitzen (vgl. Kapitel 3.2) würde die Situation noch weiter verschärfen.

Aufgrund der bereits heute hohen Auslastung der Alternativstrecken kann nicht die für einen leistungsfähigen Verkehrsfluss auf der B14 erforderliche Verkehrsmenge verlagert werden.

Von einer Realisierung der stadtauswärtigen Busspur in der untersuchten Variante 1a ist aus den beschriebenen Gründen abzuraten.

3.4 Busspur Variante 1b

3.4.1 Netzkonzeption

Die stadtauswärtige Busspur zwischen dem Wulle-Steg und dem Knotenpunkt B14/Heilmannstr. aus Variante 1a wird vor dem Knotenpunktbereich Willy-Brandt-Str./Neckarstr. für die Rechtsabbieger in die Neckarstr. unterbrochen. Die Länge der Busspur beträgt damit zwischen dem Wulle-Steg und dem Beginn des Fahrstreifens für die Rechtsabbieger von der B14 in die Neckarstr. ca. 155 Meter (Länge Fahrstreifen Rechtsabbieger ca. 62 Meter). Die Situation ist in Bild 3.10 dargestellt.

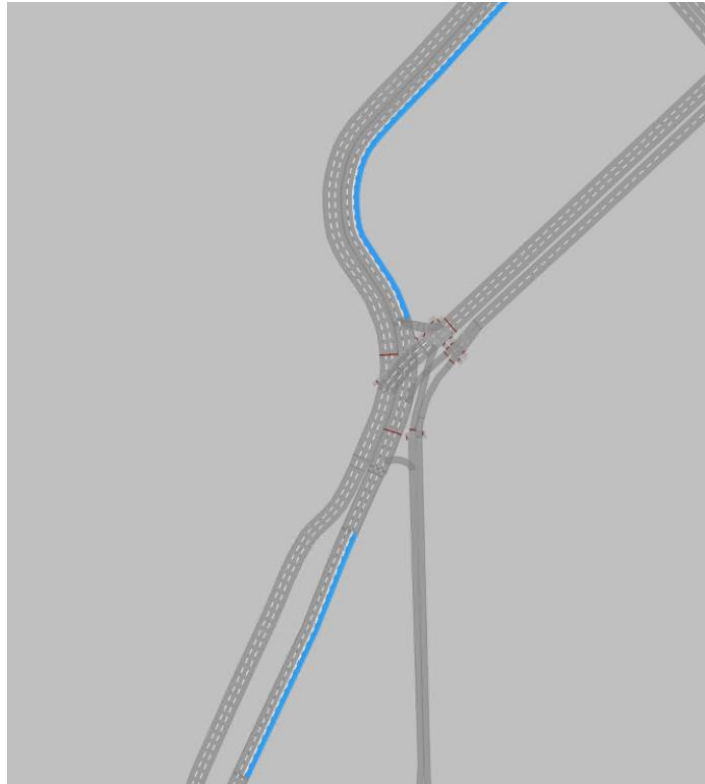


Bild 3.10 Busspur Variante 1b

3.4.2 Ergebnis mikroskopische Simulation

Die verkehrliche Abwicklung in Variante 1b der Busspur wird unter Verwendung unterschiedlicher Verkehrsmengen untersucht. Insgesamt werden fünf Szenarien betrachtet, deren Ergebnisse im Folgenden unter den Punkten a) bis e) beschrieben sind.

a) Simulation mit Verkehrsmengen aus dem Bestand bzw. Nullfall

In das Simulationsnetz für Variante 1b werden die Verkehrsmengen aus der Bestandssituation eingespeist (unveränderte Nachfragebedingungen; keine Verkehrsverlagerungen durch Busspur im Vergleich zum Nullfall).

An der Lichtsignalanlage B14/Neckarstr. kann der stadtauswärtige Geradeausstrom auf der B14 nicht leistungsfähig abgewickelt werden. Daraus resultierend kommt es zunächst zu Stockungen im Verkehrsablauf, aus denen sich Stausituationen entwickeln. Der Rückstau breitet sich dann im weiteren Simulationsverlauf v. a. über die Hauptfahrbahn der B14 in Richtung Gebhard-Müller-Platz aus.

In Folge der Verflechtungsvorgänge der von der Einfahrtrampe Gebhard-Müller-Platz auf die stadtauswärts führende B14 (von der Einfahrtrampe kommende Fahrzeuge müssen auf Grund der Busspur auf den mittleren oder linken Fahrstreifen der B14 wechseln) wird der Verkehrsablauf auf der B14 zusätzlich beeinträchtigt.

Ca. 22 Minuten nach Beginn der Spitzenstunde (16:22 Uhr) erreicht das Ende des Rückstaus auf der B14 das Ende des Simulationsnetzes (Höhe Charlottenplatz):



Bild 3.11 Rückstausituation in der Simulation für Variante 1b südlich Gebhard-Müller-Platz, 16:22 Uhr

Im weiteren Simulationsverlauf stellt sich keine Verbesserung der Situation ein; der Verkehr kann nicht leistungsfähig abgewickelt werden.

b) Simulation mit Verkehrsbelastung aus Variante 1a (ohne Iterationsschritt)

Die für Variante 1a mit dem makroskopischen Verkehrsmodell berechnete verkehrliche Verlagerungswirkung (ohne Iterationsschritt) wird im Simulationsnetz für Variante 1b implementiert.

Wie im Fall a) kann der stadtauswärtige Geradeausstrom der B14 an der Lichtsignalanlage B14/Neckarstr. nicht leistungsfähig abgewickelt werden. Es bilden sich damit einhergehend ebenfalls Rückstausituationen heraus, die zeitlich auf Grund der mit den Verkehrsverlagerungen einhergehenden geringeren Belastungssituation etwas später als in Fall a) entstehen.

Der Rückstau breitet sich über die B14 in Richtung Gebhard-Müller-Platz bzw. Charlottenplatz im Simulationsnetz aus.

Ca. 25 Minuten nach Beginn der Spitzenstunde (16:25 Uhr) erreicht das Ende des Rückstaus auf der B14 das Ende des Simulationsnetzes (Höhe Charlottenplatz). Im weiteren Simulationsverlauf wird dieser Rückstau nicht mehr abgebaut.

c) Simulation mit Verkehrsbelastung aus Variante 1a mit Iteration

Die Simulationen für Variante 1b werden mit der sich aus dem Iterationsschritt zu Variante 1a ergebenden Verkehrsbelastung durchgeführt (vgl. Kapitel 3.3.2/3.3.3).

Im Bereich der Lichtsignalanlage B14/Neckarstr. sowie auf dem dort beginnenden Streckenabschnitt der B14 bis zum Gebhard-Müller-Platz sind keine signifikanten Verkehrsbeeinträchtigungen wie in Fall a) bzw. b) feststellbar. Auf Grund der sich aus dem Iterationsschritt ergebenden reduzierten Nachfrage können die Verkehrsmengen an der Lichtsignalanlage abgewickelt werden.

Gleichwohl sind in der Simulation längere Staulängen auf der südlichen Ausfahrtrampe von der B14 in Richtung Gebhard-Müller-Platz erkennbar – diese resultieren aus den Verkehrszunahmen im Zusammenhang mit den berechneten Verkehrsverlagerungen:



Bild 3.12 Rückstausituation in der Simulation für Variante 1b auf der Rampe von der südlichen B14 in Richtung Gebhard-Müller-Platz

Der Rückstau auf der Ausfahrtrampe wächst im Laufe des Simulationszeitraums an und beeinträchtigt dann auch den fließenden Verkehr auf der Hauptfahrbahn der B14 auf Höhe der Ausfahrtrampe. Dies führt dann zu einer Stausituation, die ca. 44 Minuten nach Beginn der Simulation der Spitzenstunde (16:44 Uhr) das Ende des Simulationsnetzes (Höhe Charlottenplatz) erreicht. Im weiteren Verlauf der Simulation löst sich dieser Stau nicht mehr auf.

Den von der Ausfahrtrampe kommenden Strömen kann am Knotenpunkt Gebhard-Müller-Platz nicht mehr Grünzeit eingeräumt werden, da die Konfliktströme ebenfalls stark ausgelastet sind; bei diesen ist eine Reduktion der Grünzeit nicht möglich. Somit ist eine Verbesserung der beschriebenen Stausituation durch betriebliche Maßnahmen nicht möglich.

d) Sensitivitätsanalyse: Simulation unter Berücksichtigung einer zusätzlich angenommenen, allgemeinen Verkehrsabnahme (10 Prozent)

Zu Grunde gelegt wird die sich aus der Iteration ergebende Verkehrsbelastung, die im Zuge der Sensitivitätsbetrachtung um zusätzlich 10 Prozent reduziert wird (Annahme Verkehrsministerium). Vereinfacht wird dieser Abschlag von 10 Prozent gleichmäßig auf allen Relationen bei der iterierten Verkehrsnachfrage im mikroskopischen Simulationsmodell nachträglich in Ansatz gebracht.

Es ist anzumerken, dass im makroskopischen Verkehrsmodell eine Reduktion aller Fahrten mit Quelle und/oder Ziel im Stuttgarter Stadtgebiet um X Prozent nicht zu Reduktionen der Verkehrsbelastung in gleicher Höhe auf allen Strecken im Stadtgebiet – wie im mikroskopischen Modell für die Simulationen vereinfacht angenommen – führt. Testrechnungen im makroskopischen Modell zeigen, dass eine Reduktion aller Fahrten mit Quelle und/oder Ziel im Stadtgebiet um 10 Prozent am Neckartor in stadtauswärtiger Richtung (Höhe LUBW-Zählstelle) einen Belastungsrückgang um knapp 5 Prozent bewirkt (bei einer 15-prozentigen Reduktion aller Fahrten mit Quelle und/oder Ziel im Stadtgebiet ergibt sich dort ein Rückgang um ca. 8 Prozent).

Insgesamt betrachtet ergibt sich durch die zusätzliche Belastungsreduktion um 10 Prozent eine Verbesserung der verkehrlichen Abwicklung im Vergleich zu c). Dennoch sind im Bereich der Ausfahrtrampe von der B14 in Richtung Gebhard-Müller-Platz auch bei der reduzierten Nachfrage längere Staulängen in den Simulationen erkennbar. Diese führen in manchen Simulationsläufen gegen Ende der Simulationen auch zu einer Beeinträchtigung des Verkehrsablaufs im Bereich der B14 (vgl. folgende Abbildung).

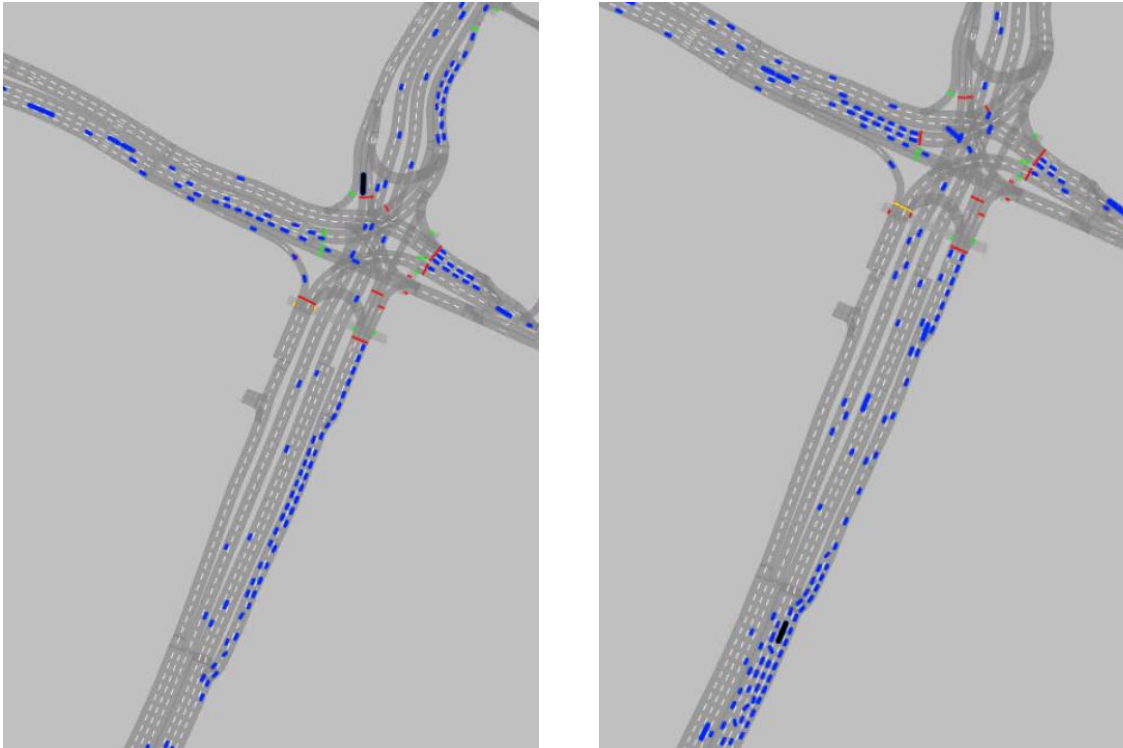


Bild 3.13 Rückstausituationen in zwei verschiedenen Simulationsläufen für Variante 1b auf der Rampe von der südlichen B14 in Richtung Gebhard-Müller-Platz. Im Bild rechts ist erkennbar, dass die sich im Rückstau befindenden Fahrzeuge den fließenden Verkehr auf der B14 stören bzw. zum Erliegen bringen.

e) Sensitivitätsanalyse: Simulation unter Berücksichtigung einer zusätzlich angenommenen, allgemeinen Verkehrsabnahme (5 Prozent)

Zu Grunde gelegt wird die sich aus der Iteration ergebende Verkehrsbelastung, die im Zuge der Sensitivitätsbetrachtung um zusätzlich 5 Prozent reduziert wird (Vorgabe Verkehrsministerium). Vereinfacht wird dieser Abschlag von 5 Prozent gleichmäßig auf allen Relationen bei der iterierten Verkehrsnachfrage im mikroskopischen Simulationsmodell nachträglich in Ansatz gebracht. Es gelten weiterhin die Anmerkungen zur Belastungsreduktion im Zuge der Sensitivitätsanalyse aus d) (zweiter Absatz).

Durch die zusätzliche Belastungsreduktion ist eine leichte Verbesserung der verkehrlichen Abwicklung im Vergleich zu c) feststellbar. Dennoch baut sich im Laufe der Simulation ein Rückstau auf der südlichen Ausfahrtrampe von der B14 in Richtung Gebhard-Müller-Platz auf. Dieser erfasst dann den fließenden Verkehr auf der Hauptfahrbahn der B14 auf Höhe der Ausfahrtrampe. Es entsteht hieraus eine Stausituation; der Rückstau reicht bis zum Ende des Simulationsnetzes (Höhe Charlottenplatz).

3.4.3 Fazit Variante 1 b

Bei unveränderten Nachfragebedingungen (Verkehrsmengen aus dem Nullfall) kann das Verkehrsaufkommen in Variante 1b nicht leistungsfähig abgewickelt werden. Es bilden sich Rückstausituationen auf der B14 heraus, die bis zum Ende des Simulationsnetzes (Höhe Charlottenplatz) reichen. Ein ähnliches Bild stellt sich auch bei den Simulationen mit den im makroskopischen Modell berechneten Verlagerungswirkungen ein.

Nach einem Iterationsschritt mit dem makroskopischen Modell kann das Verkehrsaufkommen in der Simulation ebenfalls nicht abgewickelt werden. Ursächlich sind die Mehrverkehre, die sich aus den Verkehrsverlagerungen ergeben. Dies gilt auch für den Fall der in der Sensitivitätsanalyse vorgenommenen zusätzlichen Verkehrsreduktion um 5 Prozent.

Die Sensitivitätsanalyse mit einer zusätzlich angenommenen Belastungsreduktion um 10 Prozent im Simulationsnetz zeigt eine bessere verkehrliche Abwicklung. Gleichwohl bilden sich in manchen Simulationsläufen noch längere Rückstaulängen auf der Ausfahrtrampe von der B14 Richtung Gebhard-Müller-Platz, die zeitweise den Verkehrsablauf auf der B14 beeinträchtigen. Bereits kleinere zusätzliche Eingriffe können in diesem Bereich zu schwerwiegenden verkehrlichen Störungen führen. Um eine Belastungsreduzierung um 10% im Simulationsnetz zu erreichen, wäre aufgrund von Rückverlagerungen auf die B14 eine gesamtstädtische Reduzierung der Fahrten im MIV um 15-20% erforderlich.

Vereinfacht wurden die Verlagerungswirkungen aus Variante 1a für die Simulation für Variante 1b verwendet. Auf Grund der Unterbrechung der Busspur vor dem Knotenpunkt B14/Neckarstr. für den Rechtsabbiegefahrstreifen sind die Kapazitätseinbußen im Vergleich zum Bestandsfall geringer als in Variante 1a. Folglich ist anzunehmen, dass die Verlagerungswirkungen in Variante 1b etwas geringer ausfallen dürften als in Variante 1a.

Eine Realisierung der Busspur nach Variante 1b ist aus verkehrlicher Sicht nur unter der Annahme einer deutlichen Verkehrsreduzierung im Simulationsnetz um mindestens 10 Prozent im Vergleich zur heutigen (mittleren) Belastung zu empfehlen. Eine solche Verkehrsreduzierung ist allerdings in der Regel Ergebnis langfristiger Entwicklungen, welche mit begleitenden Maßnahmen (z.B. Förderung der Verkehrsmittel des Umweltverbands) zu unterstützen sind. Weiterhin ist die Busspur nur unter der Prämisse, dass die im Iterationsschritt mit dem makroskopischen Verkehrsmodell berechneten Verlagerungswirkungen mit einhergehenden Belastungsreduktionen auch tatsächlich in der Realität eintreten, erwägenswert. Ergänzend gelten die Ausführungen aus Kap. 3.2 (Randbedingungen und Vorbemerkung).

3.5 Busspur Variante 1c

Entfällt, da diese Variante in der Bearbeitung verworfen wurde.

3.6 Busspur Variante 1d

3.6.1 Netzkonzeption

Zwischen den Knotenpunkten B14/Neckarstr. und B14/Heilmannstr. wird eine stadtauswärtige Busspur auf dem rechten Fahrstreifen eingerichtet (Bild 3.14). Die Länge der Busspur beträgt knapp 300 Meter.

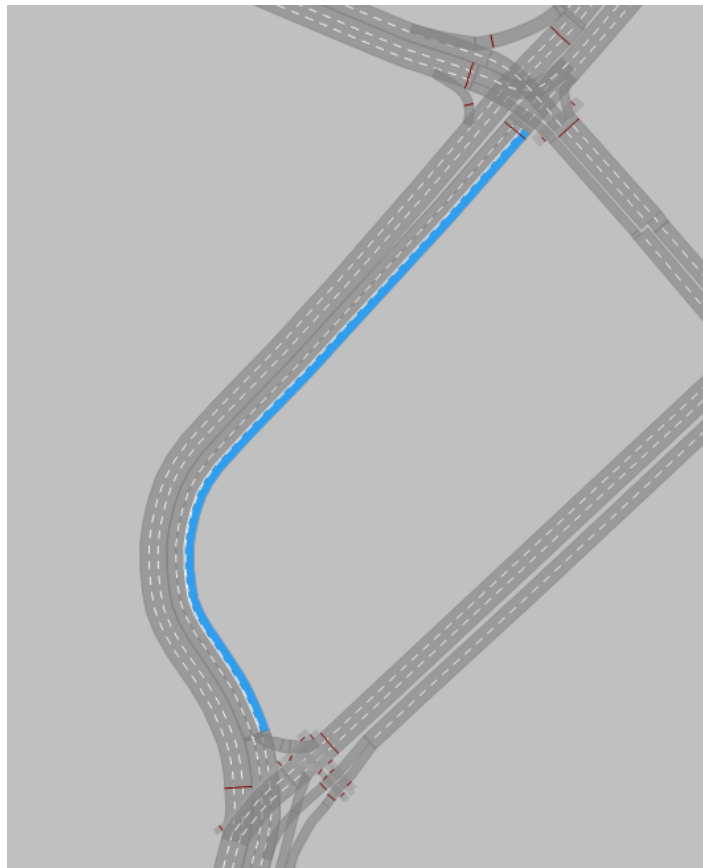


Bild 3.14 Busspur Variante 1d

Auf der B14 zwischen Gebhard-Müller-Platz und dem Knotenpunkt B14/Neckarstr wird der rechte stadtauswärts führende Fahrstreifen zunächst als kombinierter Geradeaus-/Rechtsabbieger-Fahrstreifen ausgeführt. Vor der Lichtsignalanlage wird er dann als reiner Rechtsabbieger-Fahrstreifen weitergeführt; der mittlere und linke Fahrstreifen werden als Fahrstreifen für den Geradeausverkehr konzipiert. Die Verkehrsführung ist in Bild 3.15 visualisiert.



Bild 3.15 Busspur Variante 1d; Verkehrsführung südliche B14 vor der Rechtsabbiegemöglichkeit in die Neckarstr.

3.6.2 Ergebnis mikroskopische Simulation

a) Simulation mit Verkehrsmengen aus dem Bestand

In das Simulationsnetz für Variante 1d werden die Verkehrsmengen aus der Bestandssituation eingespeist (unveränderte Nachfragebedingungen; keine Verkehrsverlagerungen durch Busspur im Vergleich zum Nullfall).

An der Lichtsignalanlage B14/Heilmannstr. kann der stadtauswärtige Geradeausstrom auf der B14 nicht leistungsfähig abgewickelt werden. Daraus resultierend kommt es zunächst zu Stockungen im Verkehrsablauf und zur Bildung von Fahrzeugpuls. Diese führen dann nach kurzer Zeit zu Stauwellen, die sich in Richtung Gebhard-Müller-Platz stromaufwärts bewegen. Damit zusammenhängend entwickelt sich Rückstau auf der B14, der ca. eine halbe Stunde nach Beginn der Simulation das Ende des Simulationsnetzes (Höhe Charlottenplatz) erreicht. Im weiteren Simulationsverlauf verbessert sich diese Situation nicht.

Weiterhin ist in den Simulationen erkennbar, dass Verkehrsteilnehmer vor Beginn des Rechtsabbieger-Fahrstreifens in die Neckarstr. immer wieder Schwierigkeiten beim Wechsel vom rechten auf den mittleren/linken Fahrstreifen haben (Verkehrsteilnehmer, die nicht rechts in die Neckarstr. abbiegen wollen). Sie müssen teilweise ihre Geschwindigkeit beim

Warten auf eine Lücke im fließenden Verkehr der B14 stark verringern. Dadurch behindern sie nachfolgende Fahrzeuge mit Ziel Neckarstr. sowie den Schnellbus X1 im Abfluss.

b) Simulation mit Verkehrsbelastung aus Variante 1a

Die für Variante 1a mit dem makroskopischen Verkehrsmodell berechnete verkehrliche Verlagerungswirkung wird im Simulationsnetz für Variante 1d implementiert.

Wie im Fall a) kann der stadtauswärtige Geradeausstrom der B14 an der Lichtsignalanlage B14/Heilmannstr. nicht leistungsfähig abgewickelt werden. Es bilden sich damit einhergehend ebenfalls Rückstausituationen heraus, die zeitlich auf Grund der mit den Verkehrsverlagerungen einhergehenden geringeren Belastungssituation etwas später als in Fall a) entstehen. Der Rückstau breitet sich über die B14 in Richtung Gebhard-Müller-Platz aus.

Ebenfalls analog zu Fall a) zeigen sich Probleme bei der Verflechtung der Fahrzeuge vom rechten Fahrstreifen der B14 auf den mittleren Fahrstreifen.

3.6.3 Fazit Variante 1d

Variante 1d zeigt bei den Simulationen mit den Verkehrsmengen aus der Bestandssituation im Hinblick auf die Rückstausituation keine signifikanten Vorteile gegenüber Variante 1b. Nachteilig sind die sich vor Beginn des Fahrstreifens für Rechtsabbieger in die Neckarstr. ergebenden Probleme bei der Verflechtung der Geradeausfahrer mit den Strömen der B14.

Unter Berücksichtigung der o. g. Punkte wird die Variante 1d nicht weiter untersucht.

4 Immissionsmodellierung

4.1 Untersuchte Fälle

Für den Belastungsschwerpunkt „Am Neckartor“ wurden Ausbreitungsmodellierungen mit einem Detailmodell durchgeführt. Allerdings wurden die Berechnungen in Abstimmung mit dem RPS und dem VM für keine der mit dem mikroskopischen Verkehrsmodell untersuchten Varianten durchgeführt, sondern für zwei theoretische Fälle:

- Busspur im Bereich des Neckartors stadtauswärts ohne Änderung der Verkehrsstärken gegenüber dem Nullfall 2019;
- Busspur im Bereich des Neckartors stadtauswärts sowie Reduktion des Verkehrs stadtauswärts um 25%.

Die Vorgehensweise und die Ergebnisse dieser Berechnungen werden in diesem Kapitel beschrieben.

4.2 Aufbereitung der Emissionen für die Immissionsberechnungen

Die für die Immissionsberechnungen mit dem Modell MISKAM verwendeten Emissionsdaten basieren auf den Daten des Nullfalls 2019 aus /AVISO 2018/, wobei hier kein Software-Update berücksichtigt wurde.

Tab. 4.1: *NO_x-Emissionen am Neckartor, Nullfall 2019, ohne Software-Update*

Nullfall 2019		Pkw	INfz	sNfz	Kfz
NOX	kg/(km*a)	6.373	298	870	7.541

Für die mikroskalige Modellierung wurden die Emissionen pro Fahrzeugkategorie entsprechend der Verkehrsbelastungen, abgeleitet aus den Daten der automatischen Verkehrszählung der LUBW, auf die einzelnen Fahrstreifen aufgeteilt (vgl. Bild 4.1 und Tab. 4.2).

Die Daten zeigen, dass in beiden Fahrtrichtungen auf dem jeweils rechten Fahrstreifen (Spur 1 und Spur 4) der größte Anteil der schweren Nutzfahrzeuge fährt (70% bzw. 67%). Die leichten Nutzfahrzeuge fahren zu jeweils ca. 40% auf dem rechten und mittleren Fahrstreifen und die Pkw ziemlich gleichverteilt, wobei auf dem jeweils rechten Fahrstreifen der Anteil etwas unter 30%, auf den übrigen Fahrstreifen im Bereich von 33% bis 40% liegt.



Bild 4.1: Lage der Fahrstreifen und Erfassungssysteme der automatischen Verkehrszähleinrichtung der LUBW am Neckartor /LUBW 2016/

Tab. 4.2: Aufteilung der Verkehrsbelastung pro Fahrzeugkategorie (Pkw, leichte Nutzfahrzeuge (INfz) und schwere Nutzfahrzeuge (sNfz)) auf die Fahrstreifen

Aufteilung Kfz	Ri. Bad Cannstadt				Ri. Stadtmitte			
	Spur 1	Spur 2	Spur 3	gesamt	Spur 4	Spur 5	Spur 6	gesamt
Pkw (Gruppe 1)	26,7%	37,3%	36,0%	100,0%	27,1%	39,5%	33,4%	100,0%
INfz (Gruppe 2)	42,5%	40,0%	17,5%	100,0%	41,7%	38,0%	20,3%	100,0%
sNfz (Gruppe 3)	70,0%	23,2%	6,8%	100,0%	66,6%	26,1%	7,3%	100,0%

Für den Berechnungsfall „Busspur im Bereich des Neckartors stadtauswärts ohne Änderung der Verkehrsstärken gegenüber dem Nullfall 2019“ wurde nur die räumliche Verteilung der Emissionen in Fahrtrichtung stadtauswärts gegenüber dem Nullfall verändert. Es wurden die Emissionen der äußeren (östlichen) Spur 1 auf die mittlere Spur 2 und westliche Spur 3 wie folgt verteilt:

- Pkw und Krafträder: 50% je verbleibendem Fahrstreifen (Spur 2 und Spur 3)
- sNfz: 80% auf die mittlere Spur 2 und 20% auf die westliche Spur 3
- INfz: 2/3 auf die mittlere Spur 2 und 1/3 auf die westliche Spur 3

Die Emissionssumme wurde unverändert aus dem Nullfall beibehalten, d.h. es wurde für diesen theoretischen Fall auch keine Veränderung des Verkehrsablaufs gegenüber dem Nullfall angenommen.

Für den Berechnungsfall „Busspur im Bereich des Neckartors stadtauswärts sowie Reduktion des Verkehrs stadtauswärts um 25%“ wurde die räumliche Verteilung genauso wie im ersten Berechnungsfall, wie oben aufgeführt, angesetzt. Zusätzlich wurde die Emissionssumme in Fahrtrichtung stadtauswärts um 25% reduziert. Es wurde auch für diesen theoretischen Fall keine Veränderung des Verkehrsablaufs gegenüber dem Nullfall angenommen.

4.3 Immissionsberechnungen mit dem Detailmodell

4.3.1 Das Strömungs- und Ausbreitungsmodell MISKAM

Das Strömungs- und Ausbreitungsfeld in bebauten Gebieten wird maßgeblich durch Gebäude geprägt. Unterhalb des mittleren Dachniveaus bilden sich kleinskalige, sehr komplexe, dreidimensionale Strömungszonen wie Nachlaufzonen, Rückströmzonen und Wirbelgebiete aus. Für die flächendeckende Prognostizierung der Luftschadstoffimmissionen bei dieser kleinskaligen Problemstellung wurden für das im Rahmen dieses Gutachtens zu betrachtende Untersuchungsgebiet im Bereich des Belastungsschwerpunktes „Am Neckartor“ Berechnungen mit dem mikroskaligen, prognostische Modell MISKAM, das am Institut für Physik der Atmosphäre Mainz entwickelt wurde /EICHHORN 1989/ /EICHHORN 2011/ und mittlerweile in der Version 6.3 (2015) vorliegt, durchgeführt. Eine ausführliche Beschreibung des Modells ist in der zitierten Arbeit von Eichhorn gegeben. MISKAM besteht aus einem Windfeld- und einem Ausbreitungsmodell. Das Windfeld wird durch die numerische Lösung der Erhaltungsgleichungen für Impuls, Masse und Energie berechnet. Als Turbulenzmodell wird ein Standard- k,ϵ -Modell eingesetzt. Bei dem Ausbreitungsmodell handelt es sich um ein Euler-Modell. MISKAM gilt in seiner heutigen Version als Standardmodell und dient für andere Modellentwicklungen in der Mikroskala als Referenz- und Vergleichsmaßstab.

4.3.2 Modellvorgaben

Für den zu betrachtenden Straßenabschnitt „Am Neckartor“ mit der dort vor dem Amtsgericht installierten Luftmessstation wurde das in Bild 4.2 dargestellte Untersuchungsgebiet gewählt. Die breite Straße ist mit jeweils drei Fahrstreifen pro Richtung ausgebaut. Die Blockrandbebauung befindet sich auf der östlichen Straßenseite. Westlich der B14 liegt der Mittlere Schlossgarten mit dicht ausgeprägtem Baumbestand parallel zur Straße. Dies begünstigt trotz einer lediglich einseitigen Bebauung den Straßenschluchtcharakter des Straßenabschnitts „Am Neckartor“. Das gewählte Untersuchungsgebiet umfasst neben dem Straßenzug „Am Neckartor“ (B14) mit der Luftmessstation auch die kreuzenden bzw. einmündenden und abgehenden Straßenabschnitte (Kreuzung Am Neckartor/ Heilmannstraße mit der Einmündung der Cannstatter Straße, die Hauffstraße, Abschnitte der Cannstatter Straße und

der Heilmannstraße, die Neckarstraße sowie die B14 südlich der Kreuzung von Neckarstraße und „Am Neckartor“).

Das Rechengebiet hat eine Größe von 630 m x 530 m. Die längere Seite des rechteckigen Untersuchungsgebietes verläuft in Richtung der Achse des Straßenzugs „Am Neckartor“ von Südwest nach Nordost. Das Rechengitter ist nicht-äquidistant gewählt und hat im Bereich der Messstellen eine horizontale Gitterauflösung von 1,0 m quer zur Straßenachse und 1,0 m in Längsrichtung. Die feine Auflösung ist erforderlich, um zum einen die Turbulenzstrukturen möglichst gut auflösen zu können und zum anderen die in der /VDI-RICHTLINIE 3783, BLATT 9/ angegebenen Mindestabstände zwischen Messort, Beurteilungsort und Quelle einhalten zu können. Außerhalb dieses Kernbereichs um die Messstellen nehmen die Maschenweiten bis zum Rand des Rechengebietes kontinuierlich bis auf eine Gitterweite von maximal 5 m zu. In der Vertikalen beträgt die Gittermaschenweite bis in 3,2 m Höhe 0,4 m. Damit sind die Definition der Kfz-Emissionen in einer mittleren Höhe von 0,6 m und die Ermittlung der Immissionskonzentrationen in der mittleren Standardhöhe von etwa 1,5 m sowie in Höhe des Messfühlers am Messcontainer (ca. 3,0 m Höhe über Grund) möglich. Bis zum oberen Modellrand, der mit der 4,5-fachen Höhe des höchsten Gebäudes im Modellgebiet festgesetzt wurde, um eine Beeinflussung des Modelloberrandes durch die höchsten Gebäude in den Untersuchungsgebieten weitgehend auszuschließen, erfolgt eine kontinuierliche Spreizung des Gitters. Die für die Modellrechnungen benötigten Gebäudestrukturen und Gebäudehöhen sowie Geländestructuren wurden auf der Basis von dreidimensionalen Gebäudedaten LOD1 sowie auf Basis von Katasterplänen ermittelt. Die Daten wurden vom Stadtmessungsamt der Landeshauptstadt Stuttgart, Abteilung Geoinformation und Kartografie, zur Verfügung gestellt.

Modelltechnisch umgesetzt wurde der ausgeprägte Baumbestand im Mittleren Schlossgarten westlich der B14 sowie die Rampe auf die Fußgängerbrücke über die B14.

Die Kfz-Emissionen der innerhalb des Untersuchungsgebietes liegenden Straßenabschnitte wurden im Bereich der Luftmessstationen fahrspurfein, für die von den Messstationen entfernt liegenden Straßenabschnitte richtungsfrein als Linienquellen vorgegeben mit einer Emissionsfreisetzung in einer mittleren Höhe von 0,6 m.

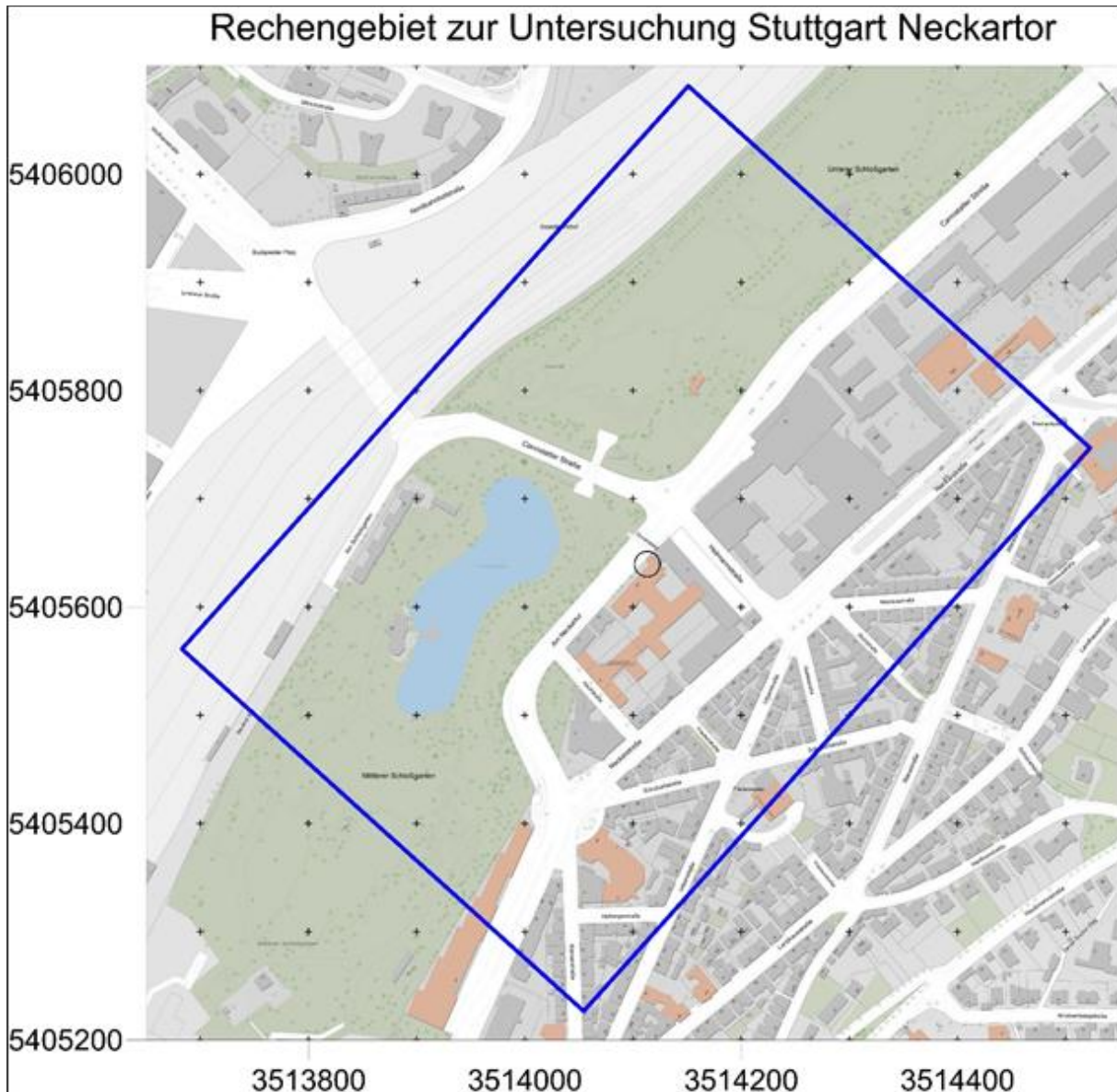


Bild 4.2: Untersuchungsgebiet „Am Neckartor“: Katasterplan mit Darstellung der Messstelle und Umriss des MISKAM-Rechengebiets und Lage der Luftmessstation

4.3.3 Umfang der Berechnungen

Die Berechnungen der Immissionsbelastungen durch die Kfz-Emissionen wurden für 12 Windrichtungen (30°-Schritte) 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 gegebenenfalls zu einer Überschätzung der Immissionskonzentrationen durch den Straßenverkehr, da die Kfz-erzeugte Turbulenz zunehmend an Einfluss gewinnt. Allerdings ist die Bestimmung des Einflusses fahrzeuginduzierter Turbulenz und deren Berücksichtigung in Ausbreitungsmodellen äußerst komplex.

Durch die Nichtberücksichtigung der Kfz-erzeugten Turbulenz liegt man tendenziell im Sinne einer konservativen Betrachtung auf der sicheren Seite.

Die Immissionsberechnungen wurden für die folgenden Fälle durchgeführt:

- Nullfall 2019: Verkehrsbelastung und Emissionen aus dem im Oktober 2017 untersuchten Nullfall ohne Berücksichtigung des Software-Updates;
- Busspur im Bereich des Neckartors stadtauswärts: Verkehrsstärken und Emissionen unverändert zum Nullfall 2019; Verlagerung der Emissionen stadtauswärts auf die zwei verbleibenden Spuren wie in Kap. 4.2 dargestellt;
- Busspur im Bereich des Neckartors stadtauswärts: Verkehrsstärken und Emissionen um 25% gegenüber

Der erste Maßnahmenfall beschreibt somit lediglich eine Änderung der räumlichen Verteilung der Emissionen. Der zweite Maßnahmenfall berücksichtigt zusätzlich eine Reduktion der Emissionssummen stadtauswärts.

4.3.4 Bestimmung statistischer Kenngrößen für NO₂

4.3.4.1 Windstatistik zur Bestimmung der Jahresmittelwerte

Für die Bestimmung der Jahresmittelwerte für NO₂ wird eine für den Untersuchungsort repräsentative Windstatistik mit den Parametern Windrichtung und Windgeschwindigkeit benötigt. Bei Gewichtung der für jede Anströmrichtung und Windgeschwindigkeitsklasse bestimmten Immissionszusatzbelastungen gemäß der prozentualen Häufigkeit der entsprechenden Ausbreitungssituation, die in der Windstatistik durch Angabe der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit gegeben ist, werden die Jahresmittelwerte bestimmt.

Bei Immissionsberechnungen stellt sich grundsätzlich die Frage, ob für die Bestimmung der statistischen Kenngrößen eine langjährige Windstatistik oder aber die Windverhältnisse für ein Einzeljahr zu Grunde gelegt werden sollen. Bei einem Vergleich von Berechnungen mit Messungen für ein in der Vergangenheit liegendes Jahr liegt es nahe, die Meteorologie des spezifischen Einzeljahres zu verwenden. Für eine Prognostizierung ist eine Windstatistik über mehrere Jahre, welche die mittleren meteorologischen Verhältnisse wiedergibt, die bessere Wahl. Dieser Weg wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung gewählt.

Die für die statistischen Berechnungen verwendeten meteorologischen Daten sollten die Windverhältnisse im Untersuchungsgebiet möglichst gut repräsentieren, aber möglichst frei von Gebäudeinflüssen sein. Hierfür geeignet sind grundsätzlich möglichst freistehende Stadtrandstationen oder aber Messstationen, die deutlich über dem mittleren Bebauungsniveau liegen, so dass lokale Bebauungseinflüsse ausgeschlossen werden können. An der nächstgelegenen Luftmessstation Schwabenzentrum der Stadt Stuttgart werden seit vielen Jahren Windmessdaten in 10 m Höhe über Dachniveau (entsprechend etwa 35 m über Grund) erfasst. Diese Station zeigt die Hauptwindrichtungen aus Südwest und die sekundäre Windrichtung aus nordöstlicher Richtung. In den letzten 10 Jahren lag das jahresmittlere

Windgeschwindigkeitsniveau zwischen 1,6 und 2 m/s. Dies entspricht in etwa einer mittleren Windgeschwindigkeit von 1,1 bis 1,4 m/s in der Standardhöhe von 10 m.

Im Bereich des Neckartors ist grundsätzlich eine ähnliche Windverteilung zu erwarten wie an der Messstation Schwabentor. Durch die Ausrichtung der Straße mit der östlichen Randbebauung sowie dem ausgeprägten Baumbestand auf der westlichen Straßenseite sind auch hier überwiegend Winde aus südwestlicher Richtung zu erwarten bei einem Sekundärmaximum aus Nordost. Direkt für den Bereich des Neckartors liegen auch synthetische Ausbreitungsklassenstatistiken, die in einem Raster von 500 x 500 m² für Baden-Württemberg von der Arbeitsgemeinschaft IB Rau / METCON im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW) erstellt wurden, vor /BIGALKE, K, RAU, M. ET AL, 2013/ /BIGALKE, K., AHRENS, D., RAU, M. 2008/. Die für den Standort repräsentative Ausbreitungsklassenstatistik zeigt die erwarteten Winde aus Südsüdwest bis Westsüdwest sowie ein sekundäres Maximum aus Nordost. Die synthetischen Ausbreitungsklassen, die auf Berechnungen mit einem mesoskaligen, prognostischen Modell basieren, geben die ungestörten Verhältnisse in etwa 10 m über Verdrängungshöhe wieder. In dieser Höhe wurde über einen 10-Jahreszeitraum eine mittlere Windgeschwindigkeit von 1,6 m/s berechnet, entsprechend in etwa einer Windgeschwindigkeit von 1,4 m/s in der Standardhöhe von 10 m über Grund. Einzelne Windmessungen unterhalb des mittleren Dachniveaus im Nahbereich des Neckartors, die in den letzten Jahren durchgeführt wurden, weisen im Nahbereich des Neckartors auf ein sehr niedriges Geschwindigkeitsniveau hin, das in einem Bereich von etwa 1,1 bis 1,2 m/s in 10 m Höhe liegt. Auf Grund dieser Informationen wurde die synthetisch berechnete Ausbreitungsklassenstatistik für den Bereich des Neckartors gewählt, wobei das Geschwindigkeitsniveau etwas nach unten auf etwa 1,1 m/s in 10 m Höhe korrigiert wurde, um das sehr niedrige Geschwindigkeitsniveau direkt im Umfeld des Neckartors sachgerecht wiederzugeben.

4.3.4.2 Hintergrundbelastung

Die Berechnungen mit MISKAM liefern als Ergebnis die durch die Straßenemissionen verursachten Immissionszusatzbelastungen. Die Immissionsgesamtbelastungen ergeben sich durch Überlagerung der berechneten Zusatzbelastung mit der großräumigen Hintergrundbelastung außerhalb des eigentlichen Stadtgebietes sowie der städtischen Hintergrundbelastung, der durch Gewerbe, Hausbrand und Industrie sowie die Kfz-Immissionen außerhalb des zu betrachtenden Untersuchungsgebietes bestimmt wird. Die Ermittlung der Hintergrundbelastungswerte für NO₂, wie im Folgenden dargestellt, erfolgt in Anlehnung an die Vorgehensweise des Gesamtwirkungsgutachtens für Stuttgart /AVISO 2017/. Basis für die Bestimmung der Hintergrundbelastung ist die Studie der IVU Umwelt /LUBW 2014/. In dieser Studie sind u.a. flächendeckende NO₂-Hintergrundbelastungswerte für die Bezugsjahre 2010 und 2020 ermittelt worden. Für den Bereich der Luftmessstation Neckartor weist diese Studie für das Jahr 2010 einen NO₂-Jahresmittelwert von 35 µg/m³ aus. Es wurde die in der IVU-Studie bestimmte Minderung des städtischen Hintergrunds ohne weitere Maßnahmen zwischen 2010 und 2020 erst ab 2015 angesetzt, d.h. eine erstmalige Abnahme von 2015 auf 2016 angenommen. Die jährliche von IVU ermittelte Abnahme der Hintergrundbelastung liegt

bei etwa 2,8% jährlich und spiegelt die zu erwartende Abnahme (Trendentwicklung) ohne weitere Maßnahmen wieder. Für das hier für den Nullfall und die beiden Maßnahmenfälle untersuchte Bezugsjahr 2019 liegt der NO₂-Jahresmittelwert für den Hintergrund in etwa bei 31,7 µg/m³.

4.3.5 Ermittlung der Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung

Mit den charakteristischen Werten für die städtische Hintergrundbelastung werden, wie vorab beschrieben, durch Überlagerung mit den für die einzelnen Untersuchungsgebiete mit dem Detailmodell MISKAM berechneten Zusatzbelastungswerten die statistischen Kenngrößen (Jahresmittelwerte für NO₂) der Gesamtbelastung berechnet. Bei der Überlagerung der Hintergrundbelastungswerte mit den Zusatzbelastungswerten wird zusätzlich die NO-NO₂-Konversion berücksichtigt. Die ablaufenden chemischen Prozesse sind äußerst komplex und von einer Reihe von Parametern wie z.B. UV-Strahlung, Ozonwert, Temperatur abhängig. Für die hier beschriebene Untersuchung mit hoher räumlicher Auflösung wird NO_x als inert angesehen und für die Bestimmung der Anteile von NO und NO₂ an NO_x der empirische Modellansatz nach Düring /DÜRING ET AL 2011/ herangezogen, der den NO-NO₂-Umwandlungsgrad als Funktion der NO_x-Gesamtmission und der O₃-Hintergrundkonzentration beschreibt. Als O₃-Hintergrundkonzentration wurde ein Wert von 42 µg/m³ zugrunde gelegt.

4.3.6 Ergebnis der Immissionsberechnungen

Nullfall 2019

Die flächig mit dem Detailmodell MISKAM berechneten Jahresmittelwerte der Gesamtbelastung für NO₂ für das Untersuchungsgebiet Neckartor sind in Bild 4.3 und Bild 4.4 in 1,4 m über Grund entsprechend der Atemzone nach /39. BImSchV/ bzw. in Messfühlerhöhe dargestellt.

Es zeigen sich im Bereich der Bebauung entlang des Straßenzugs am Neckartor für beide Höhenstufen deutliche Überschreitungen des NO₂-Grenzwertes für das Jahresmittel von 40 µg/m³. Ebenfalls hohe Immissionskonzentrationen deutlich über dem Grenzwert werden jedoch auch in der Heilmannstraße und im nördlichen Teil der Hauffstraße berechnet. Nördlich des Verkehrszugs „Am Neckartor“ zum Mittleren Schlossgarten hin nehmen die bodennahen Immissionskonzentrationen kontinuierlich ab. In Bild 4.5 ist ein Vertikalschnitt (A-B) dargestellt, der die Konzentrationsverhältnisse an der Stelle des Luftmesscontainers zeigt. Es ist deutlich zu sehen, dass für den Nullfall der NO₂-Grenzwert über die ganze Höhe des direkt hinter dem Messcontainer stehenden Gebäudes überschritten wird.

Direkt an der Messstelle ergeben die Berechnungen in 1,4 m über Grund sowie in Höhe des Messfühlers einen NO₂-Jahresmittelwert von 69 µg/m³ bzw. 68 µg/m³. Somit liegt der für 2019 prognostizierte Jahresmittelwert ca. 2 µg/m³ unter dem vorläufigen gemessenen Jahresmittelwert von 71 µg/m³ für das Jahr 2018.

Busspur mit gleichbleibender Verkehrsstärke und Emission

In den Bildern Bild 4.6 und Bild 4.7 sind die beiden Horizontalschnitte in 1,4 m Höhe bzw. in Höhe des Messfühlers bei einer Realisierung einer Busspur auf dem äußersten Fahrstreifen des stadtauswärts fahrenden Verkehrs dargestellt. Im Vergleich zum Nullfall zeigen sich im gebäudenahen Bereich entlang des Straßenzugs am Neckartor lokal Zonen mit geringfügig höherer Konzentration (positive Werte; Gebäude Nr. 22), zum Teil, insbesondere im Bereich westlich der Messstelle (Gebäude Nr. 18-20) Zonen mit niedrigerer Konzentration (negative Werte). In Bild 4.8 und Bild 4.9 sind für beide untersuchten Höhen Differenzdarstellungen gegeben, die dies noch einmal unterstreichen. In Bild 4.10 ist ein Vertikalschnitt (A-B) der Differenz Maßnahme Busspur – Nullfall dargestellt, der die Konzentrationsverhältnisse an der Stelle des Luftmesscontainers zeigt. Der Schnitt zeigt, dass die NO₂-Konzentrationen über die gesamte Gebäudehöhe um ca. 0,5 bis 1 µg/m³ im Jahresmittel über den Immissionskonzentrationen des Nullfalls liegen. Die lokalen Unterschiede im Nahbereich der Gebäude sind auf die recht komplexen dreidimensionalen Strömungsverhältnisse zurückzuführen. Je nach Anströmrichtung überwiegt im Einzelfall eher der turbulente Abtransport oder aber die advective Vermischung. Somit ergeben sich, abhängig zusätzlich von der Distanz der Quelle zum Immissionsort lokal Bereiche mit fast keiner Änderung bzw. sogar einer leichten Erhöhung bzw. Zonen mit deutlicherer Immissionsminderung.

Busspur mit Minderung der Verkehrsstärke und Emissionen um 25% stadtauswärts

In den Bildern Bild 4.11 und Bild 4.12 sind die beiden Horizontalschnitte in 1,4 m Höhe bzw. in Höhe des Messfühlers bei einer Realisierung einer Busspur auf dem äußersten Fahrstreifen des stadtauswärts fahrenden Verkehrs bei gleichzeitiger Reduktion des stadtauswärts fahrenden Verkehrs und damit der Emissionen um 25% dargestellt. Nicht berücksichtigt ist hierbei eine ggf. Verbesserung des Verkehrsablaufs und der damit verbundenen Emissionsminderung. Im Vergleich zum Nullfall zeigen sich sowohl vor der Gebäudefassade des Gebäudes Nr. 22 als auch vor den Gebäuden Nr. 18-20 deutliche Reduktionen der NO₂-Jahresmittelwerte, die sich bzgl. der Höhe allerdings unterscheiden: im Bereich des Gebäudes Nr. 22 liegen die Minderungen in einem Bereich von 2,5 bis maximal 5 µg/m³, im Bereich der Gebäude Nr. 18-20 in einem Bereich von maximal 5 bis 10 µg/m³. Die Minderungen sind in den Bildern Bild 4.13 und Bild 4.14 als Differenzen in beiden untersuchten Höhen ausgewiesen.

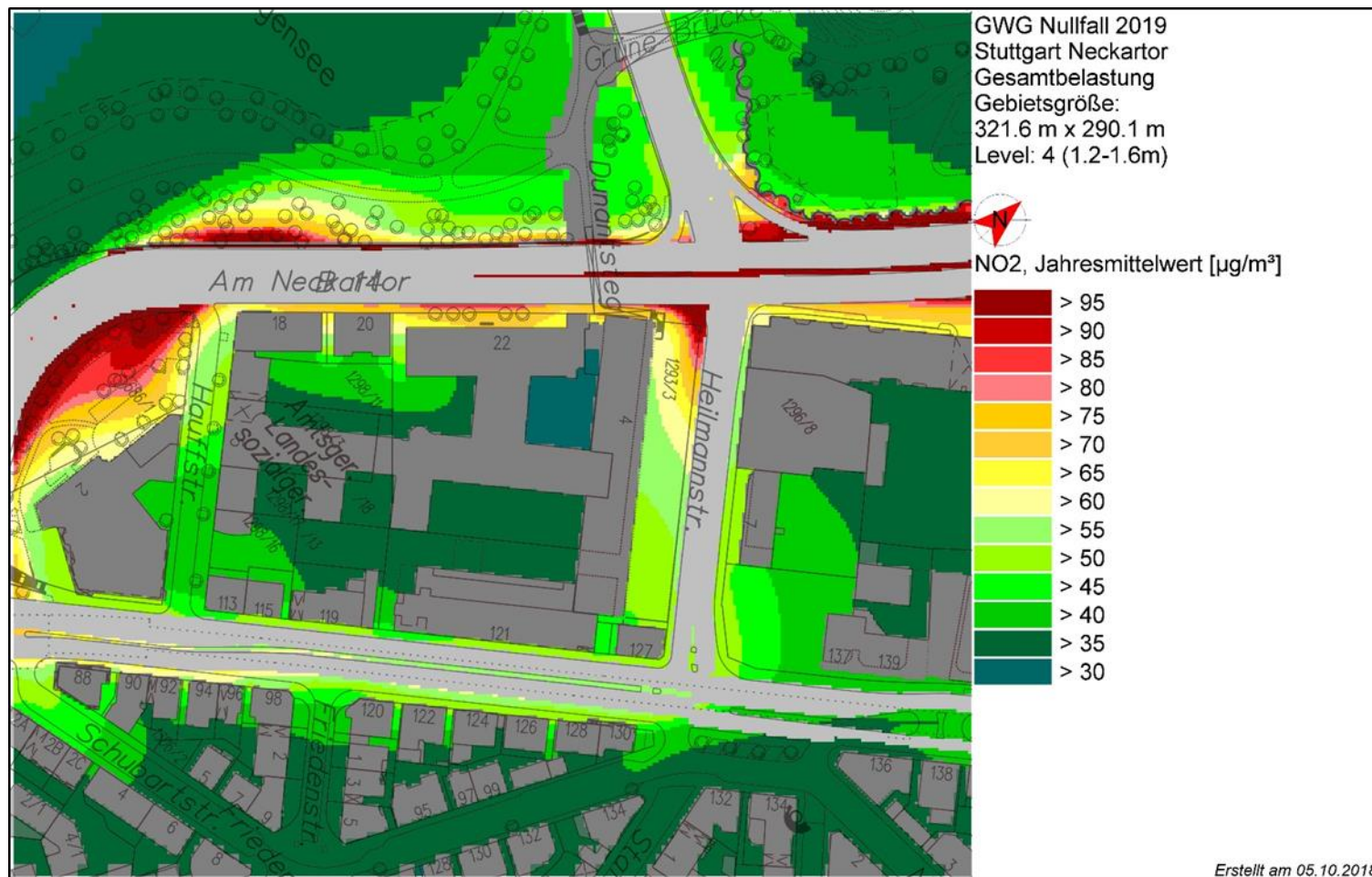


Bild 4.3: Flächendeckend ermittelte NO₂-Jahresmittelwerte in 1,4 m über Grund für den Nullfall 2019

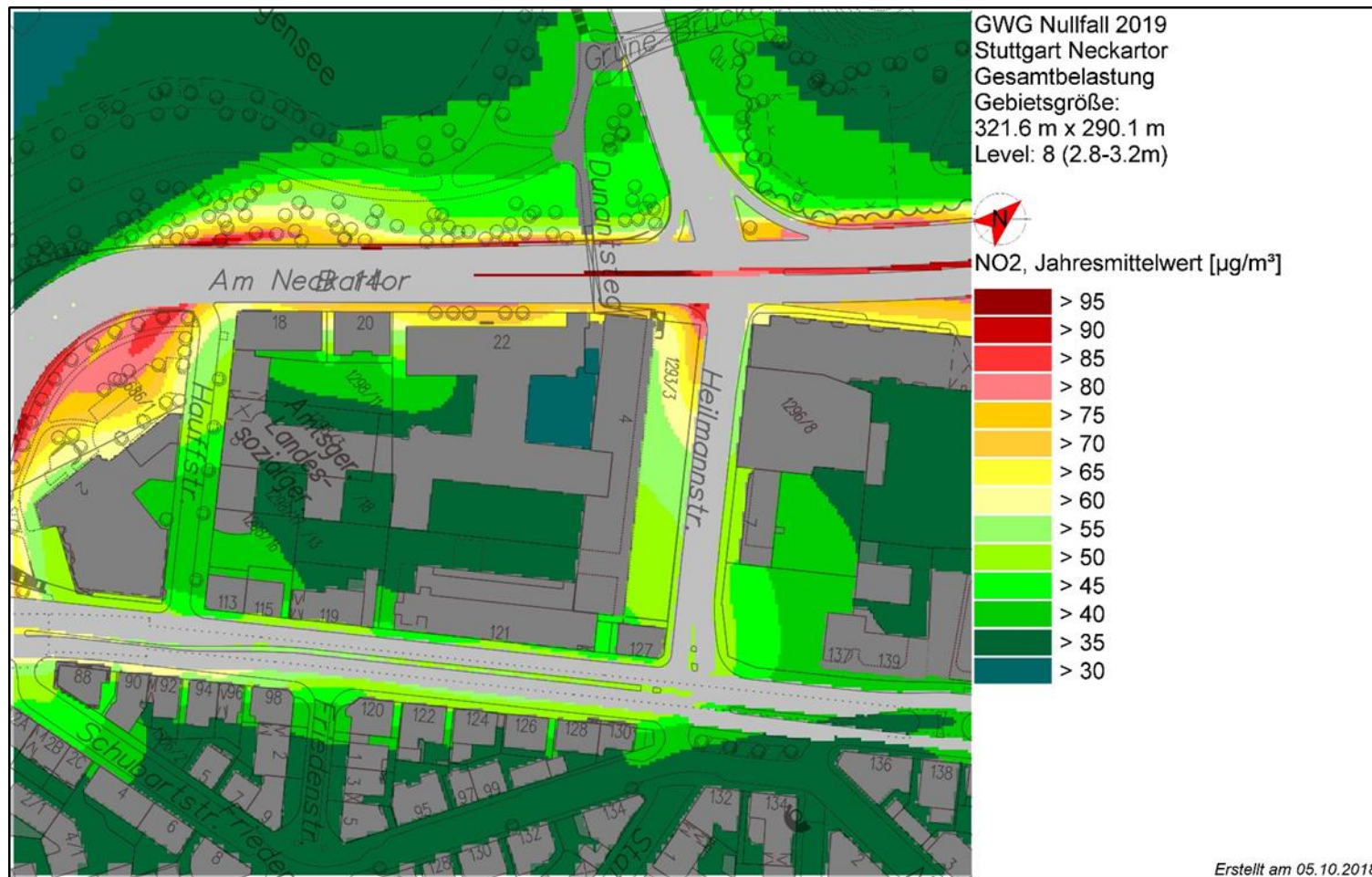


Bild 4.4: Flächendeckend ermittelte NO₂-Jahresmittelwerte in Messfühlerhöhe für den Nullfall 2019

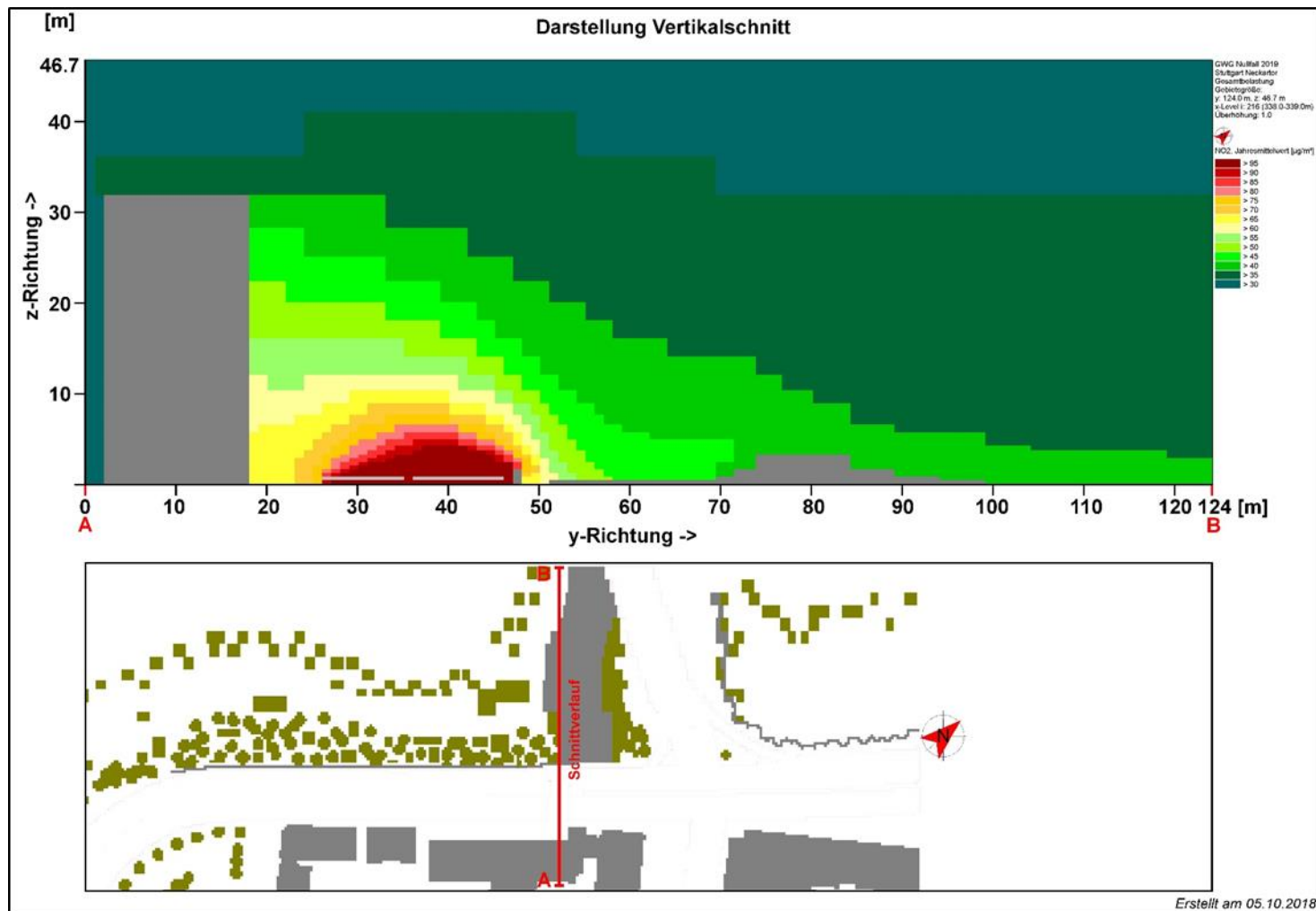


Bild 4.5: Vertikalschnitt im Bereich des Messcontainers für den Nullfall 2019

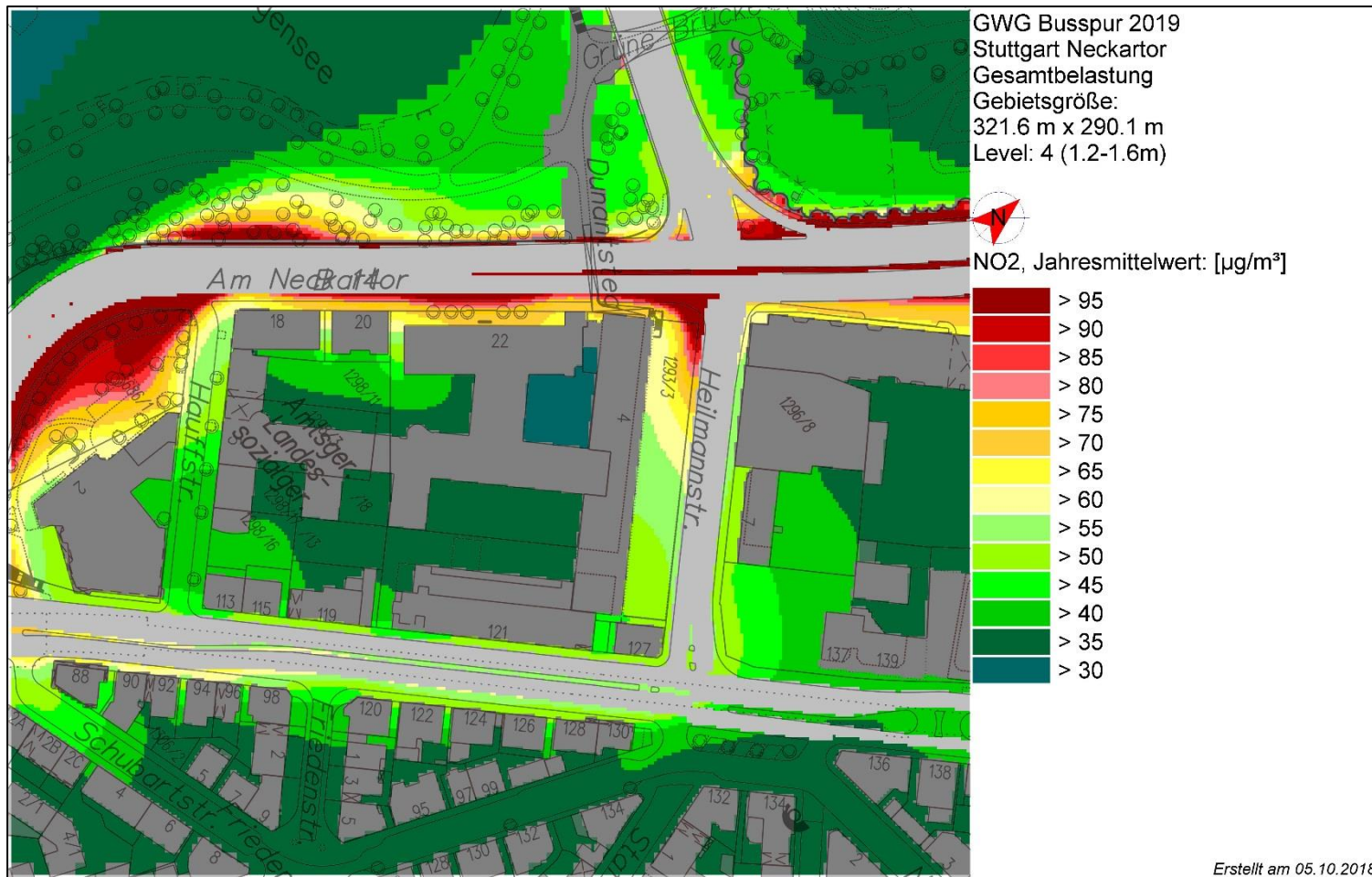


Bild 4.6: Flächendeckend ermittelte NO₂-Jahresmittelwerte in 1,4 m über Grund für den Maßnahmenfall Busspur 2019

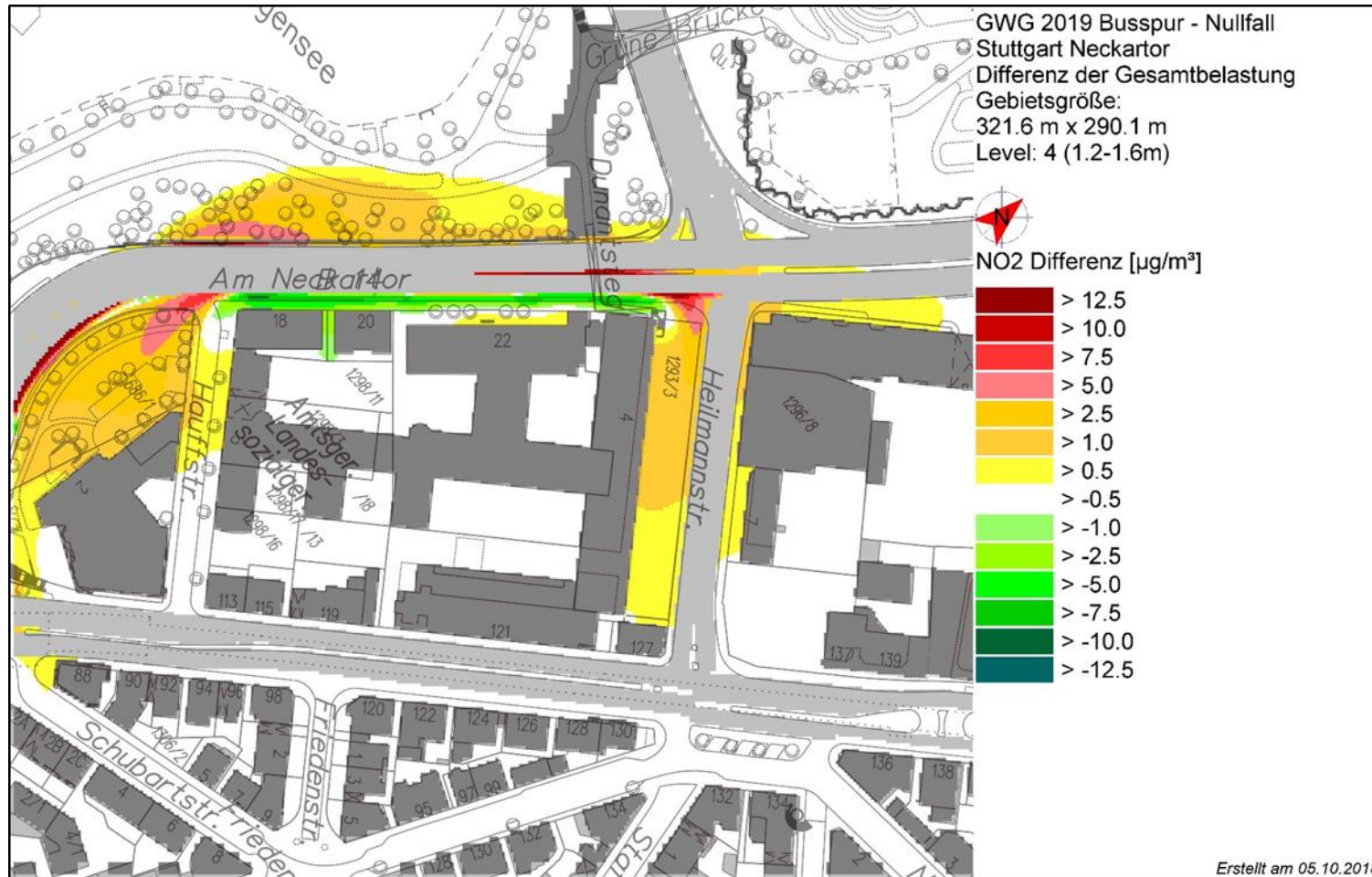


Bild 4.8: Differenzdarstellung NO₂-Jahresmittelwerte Busspur 2019 – Nullfall 2019 in 1,4 m über Grund

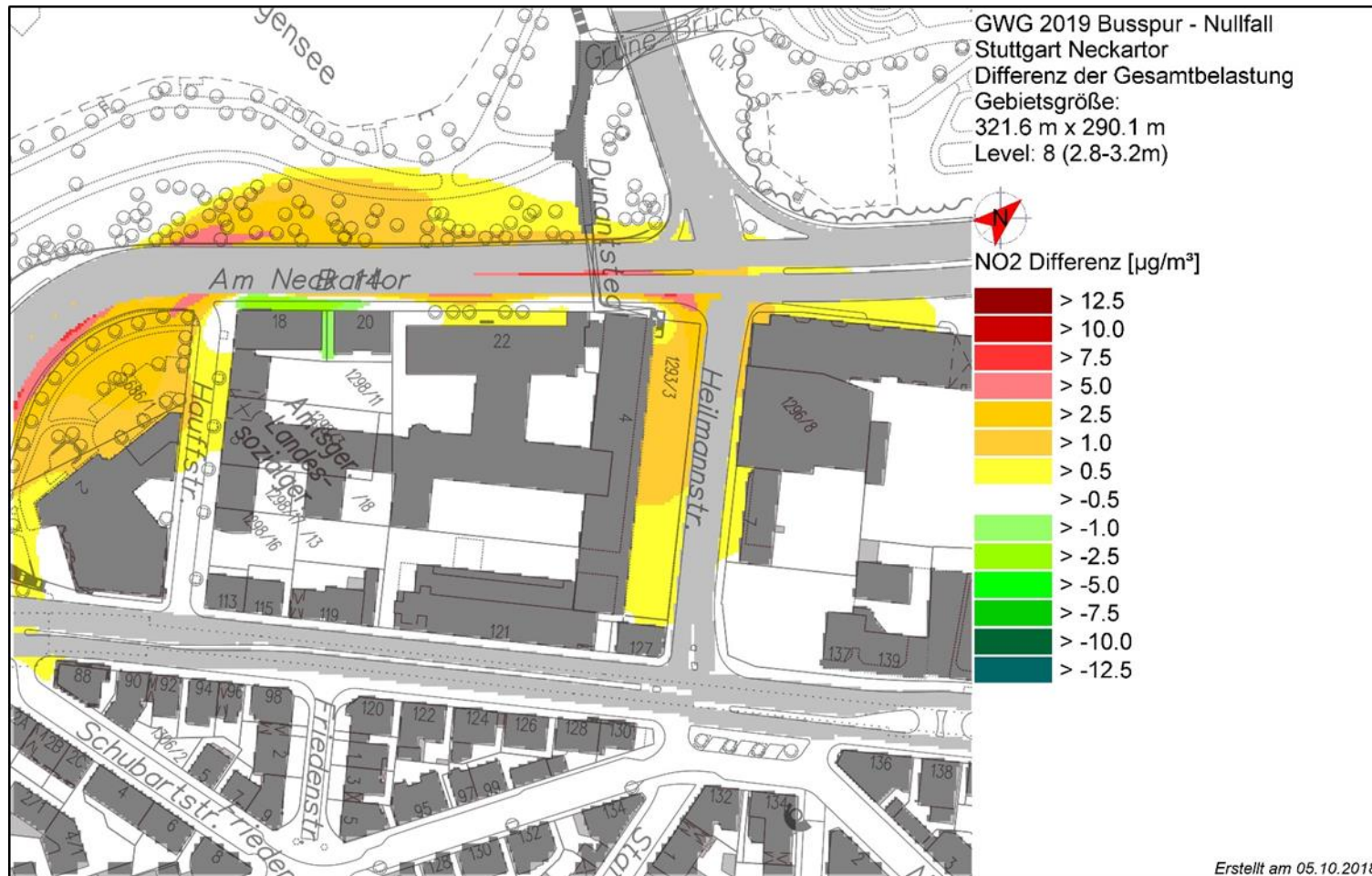


Bild 4.9: Differenzdarstellung NO₂-Jahresmittelwerte Busspur 2019 – Nullfall 2019 in Messfühlerhöhe

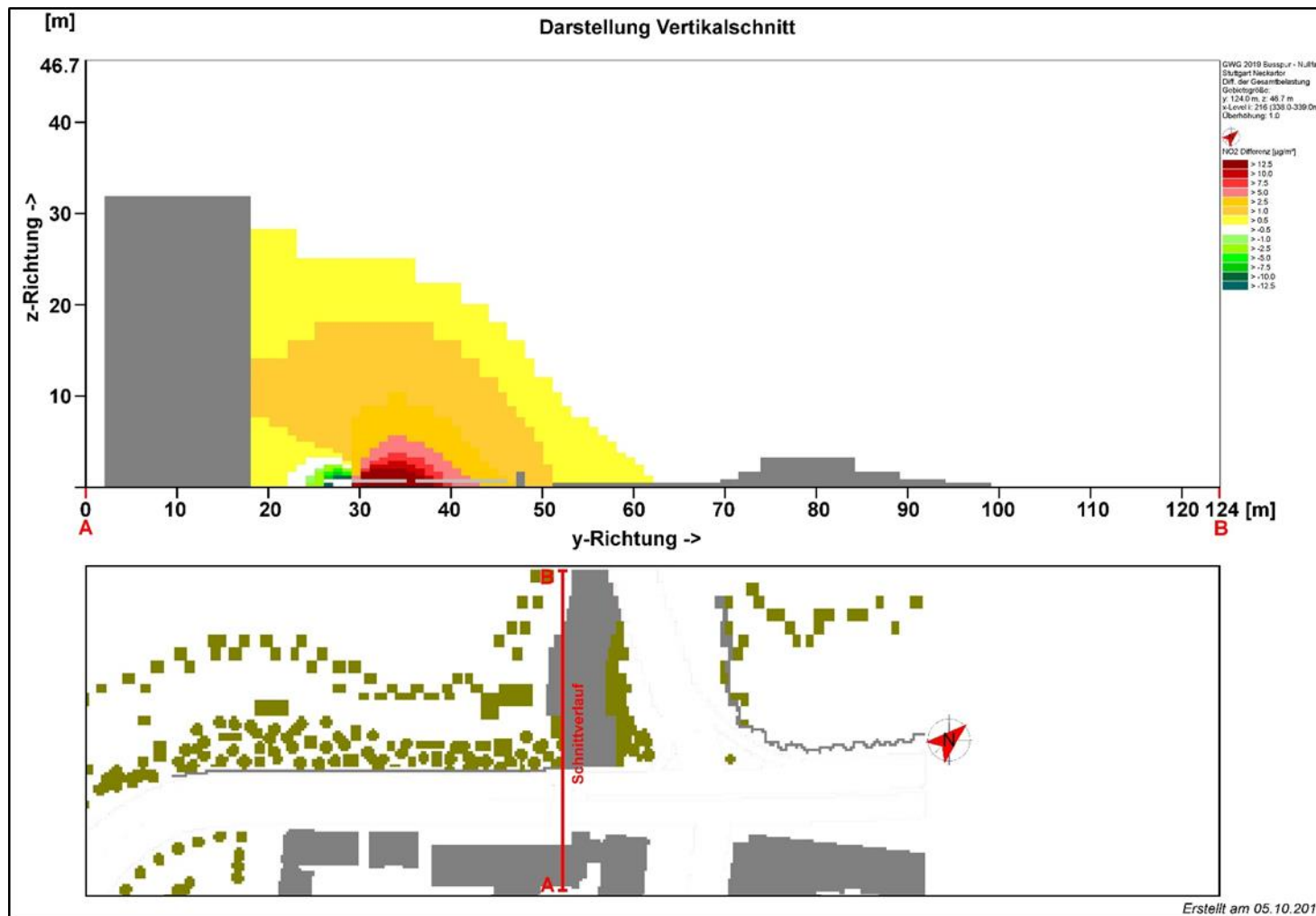


Bild 4.10: Vertikalschnitt: Differenzdarstellung NO₂-Jahresmittelwerte Busspur 2019 – Nullfall 2019 an der Stelle des Messcontainers

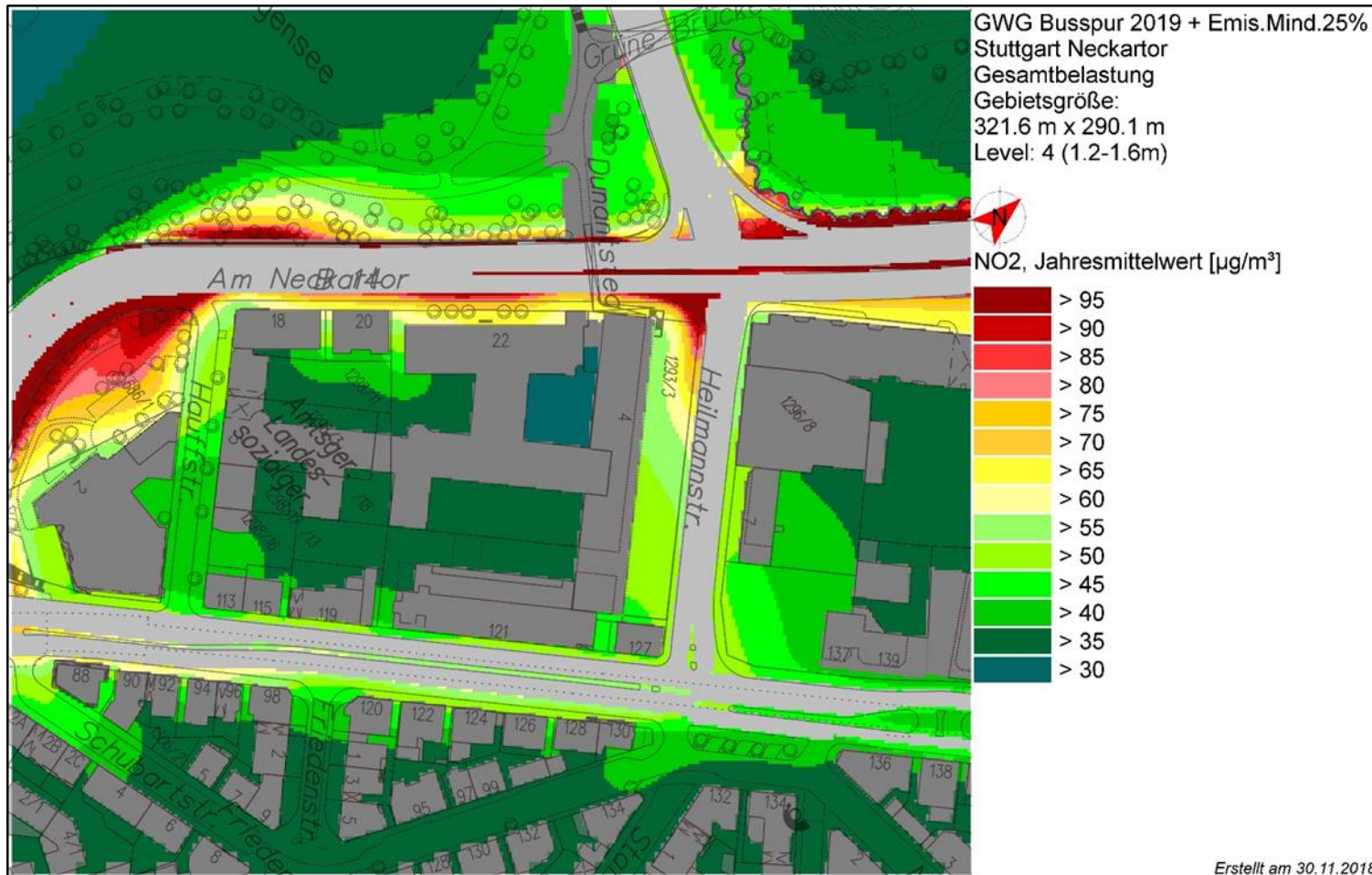


Bild 4.11: Flächendeckend ermittelte NO₂-Jahresmittelwerte in 1,4 m über Grund für den Maßnahmenfall Busspur 2019 + Minderung der Emissionen auf den Spuren stadtauswärts um 25%

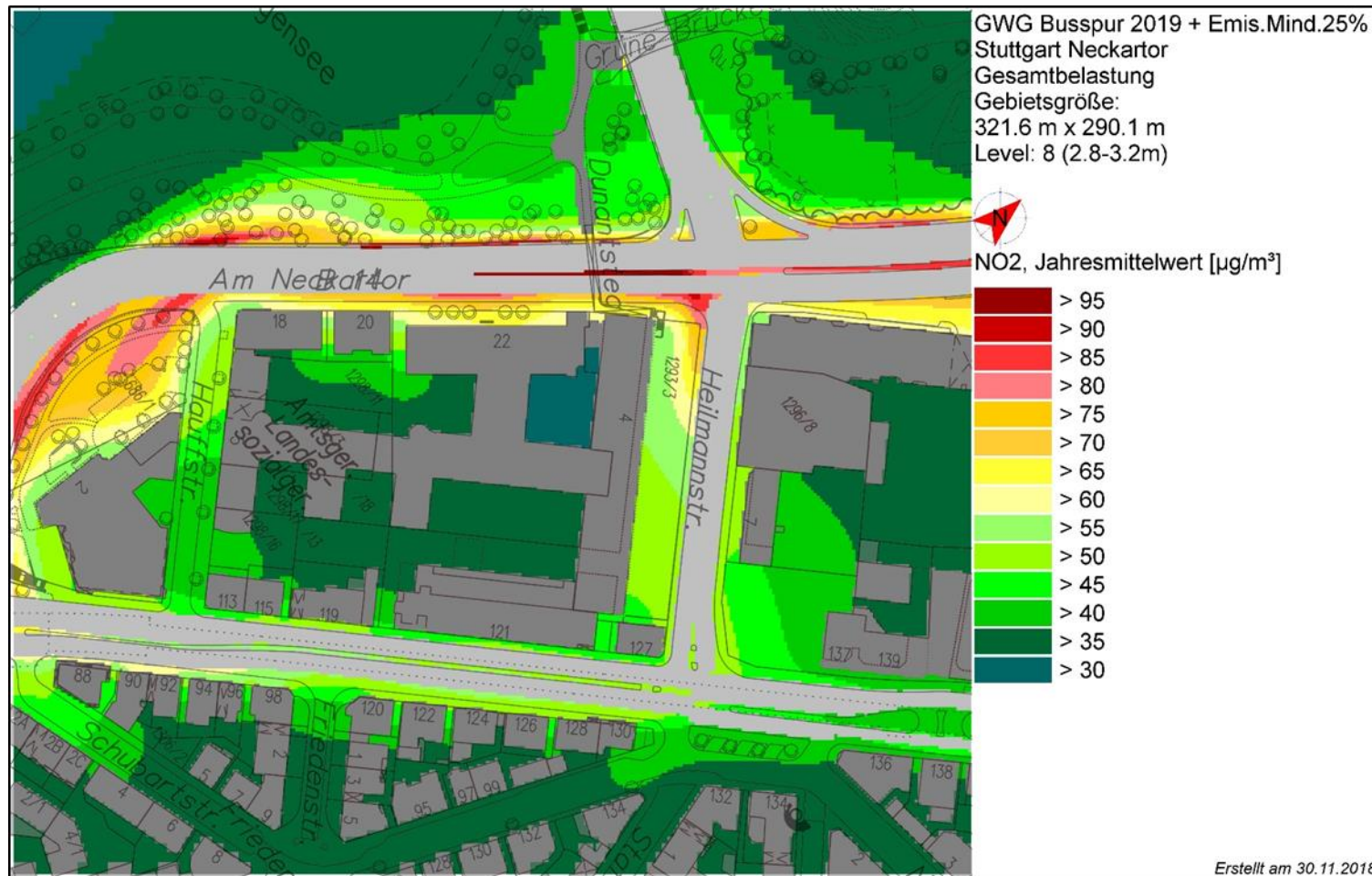


Bild 4.12: Flächendeckend ermittelte NO₂-Jahresmittelwerte in Messfühlerhöhe für den Maßnahmenfall Busspur 2019 + Minderung der Emissionen auf den Spuren stadtauswärts um 25%

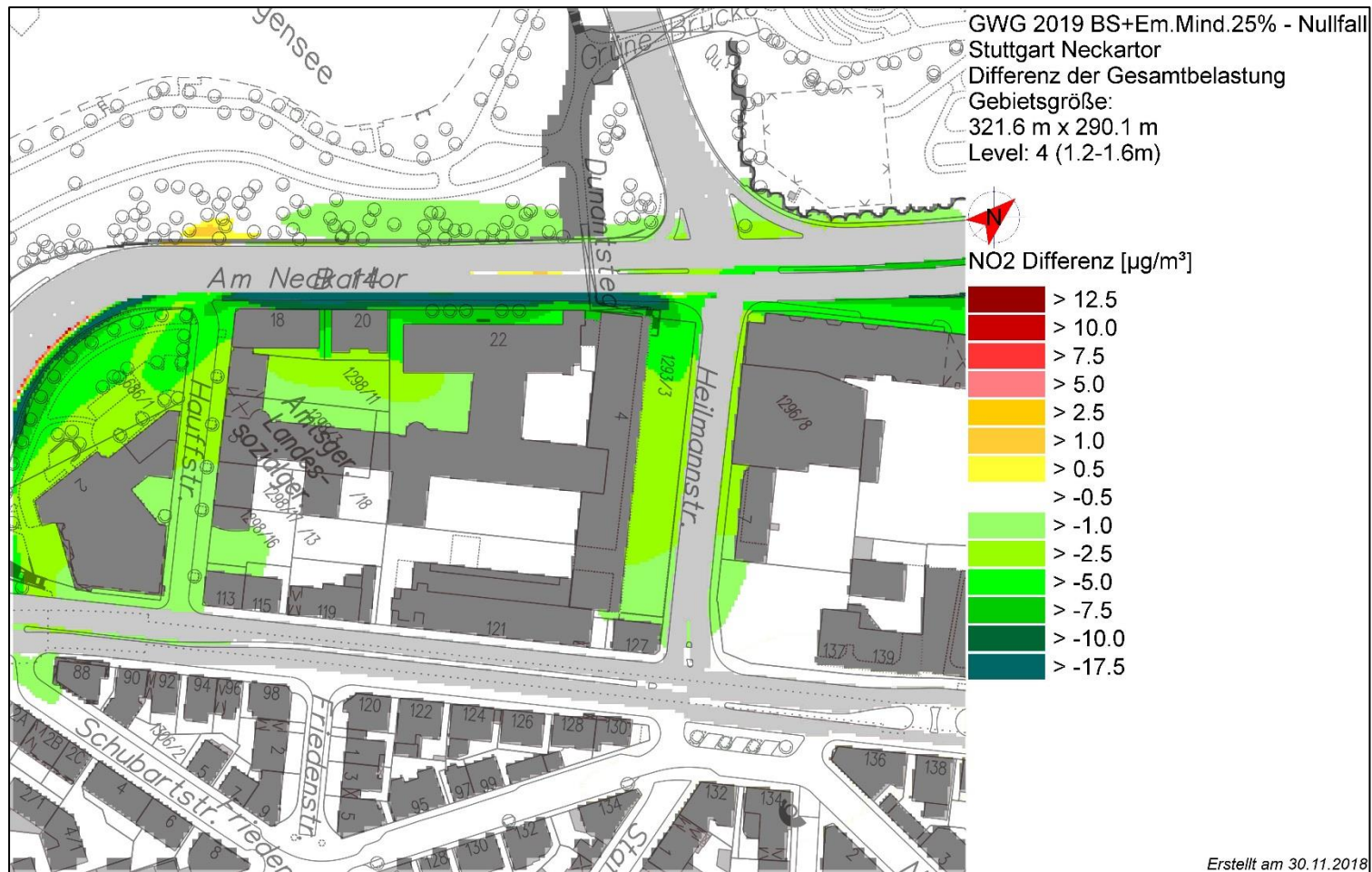


Bild 4.13: Differenzdarstellung NO₂-Jahresmittelwerte Busspur 2019 +Minderung der Emissionen auf den Spuren stadtauswärts um 25%– Nullfall 2019 in 1,4 m über Grund

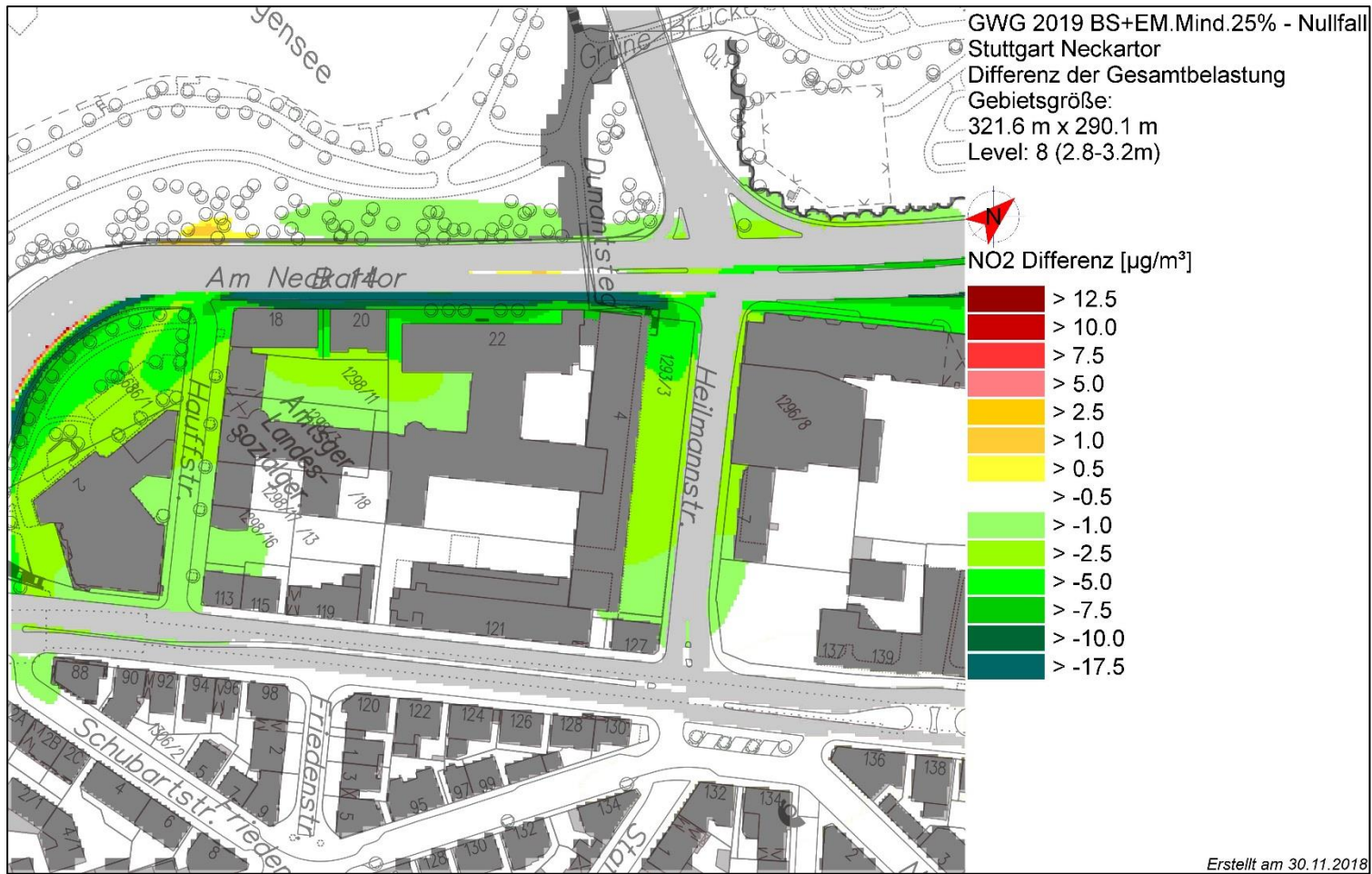


Bild 4.14: Differenzdarstellung NO₂-Jahresmittelwerte Busspur 2019 +Minderung der Emissionen auf den Spuren stadtauswärts um 25%–Nullfall 2019 in Messfühlerhöhe

5 Zusammenfassung

5.1 Verkehrsmodellierung

Es wurden verschiedene Varianten zur Einrichtung einer Busspur an der B14 in Stuttgart stadtauswärts untersucht.

Unter Ansatz der mittleren abendlichen Spitzenstundenbelastung kommt es zu teilweise massiven Rückstaubildungen in den Simulationen für die Busspur.

Lediglich unter Annahme des Eintretens einer zusätzlichen Belastungsreduktion im Simulationsnetz um mindestens 10% neben den modellseitig berechneten Verlagerungen infolge der Busspur erscheint die Rückstauproblematik bewältigbar. Eine solche Verkehrsabnahme ist aber eher als mittel- bis langfristiger Prozess zu sehen, der durch entsprechende Maßnahmen zu unterstützen ist, was bei den Überlegungen hinsichtlich einer Realisierung der Busspur in einer der untersuchten Formen beachtet werden sollte.

5.2 Immissionsmodellierung

Immissionsseitig untersucht wurde die Auswirkung einer Busspur in zwei Ausprägungen:

Sperrung der südlichsten Fahrspur stadtauswärts für den MIV; Verkehrsstärke und auch Verkehrsablauf bleiben gleich zum Nullfall 2019. Es findet lediglich eine Verlagerung der Emissionen von drei auf zwei Fahrspuren statt;

Sperrung der südlichsten Fahrspur stadtauswärts für den MIV; die Verkehrsstärke wird um 25% stadtauswärts reduziert. Der Verkehrsablauf bleibt unverändert. Somit entspricht diese Maßnahme einer Emissionsminderung von 25% für den Verkehr stadtauswärts.

Die beiden Fälle wurden mit dem Detailmodell MISKAM in der Fläche untersucht und die Ergebnisse ausführlich graphisch aufbereitet.

An der Stelle des Messcontainers und entlang der Gebäudefronten der Hausnummern 18, 20 und 22 ergeben sich die in der folgenden Tabelle zusammengestellten NO₂-Jahresmittelwerte, die Werte entlang der Gebäudefronten wurden über die Gebäudelänge gemittelt:

Tab. 5.1: mit MISKAM berechnete NO₂-Jahresmittelwerte für den Nullfall und die zwei untersuchten theoretischen Berechnungsfälle mit Berücksichtigung einer Busspur stadtauswärts

		Nullfall 2019	mit Busspur 2019	mit Busspur 2019 >Minderung der Emissionen aus den Stadtauswärtsspuren um 25%
1,4m Höhe	Messcontainer	69,2 µg/m ³	69,8 µg/m ³	64,5 µg/m ³
	Gebäude Nr. 18	71,5 µg/m ³	68,5 µg/m ³	63,3 µg/m ³
	Gebäude Nr. 20	76,9 µg/m ³	75,2 µg/m ³	68,6 µg/m ³
	Gebäude Nr. 22	70,1 µg/m ³	70,6 µg/m ³	65,0 µg/m ³
Messfühlerhöhe	Messcontainer	68,4 µg/m ³	69,2 µg/m ³	64,0 µg/m ³
	Gebäude Nr. 18	69,2 µg/m ³	67,6 µg/m ³	62,6 µg/m ³
	Gebäude Nr. 20	74,5 µg/m ³	74,1 µg/m ³	67,7 µg/m ³
	Gebäude Nr. 22	69,4 µg/m ³	70,0 µg/m ³	64,6 µg/m ³

Literatur

- /39. BImSchV/ „39. Verordnung zur Durchführung des Bundesimmissionschutzgesetzes,“ BGBl.I S. 1065, 02.08.2010
- /AVISO 2017/ Gesamtwirkungsgutachten zur immissionsseitigen Wirkungsermittlung der Maßnahmen der 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans Stuttgart, AVISO GmbH, IB Rau, PTV TC GmbH, im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart, 2017
- /AVISO 2018/ Ergänzung zum Gesamtwirkungsgutachten zur immissionsseitigen Wirkungsermittlung der Maßnahmen der 3. Fortschreibung des Luftreinhalteplans Stuttgart, weitere Berechnungen, Verkehrsbeschränkungen Variante 1 – 4, AVISO GmbH, IB Rau, PTV TC GmbH, im Auftrag des Regierungspräsidiums Stuttgart, 2018
- /BIGALKE, K., AHRENS; D, RAU, M, 2008/ „Synthetische Ausbreitungsklassenstatistiken zur Verwendung in Immissionsprognosen - Eine Alternative zu "klassischen" Übertragungsverfahren,“ Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft 68. Jahrgang, 2008
- /BIGALKE, K., RAU, M. ET AL, 2013/ Dokumentation - Synthetische Ausbreitungsklassenstatistiken - SynAKS für Deutschland - Berechnung - Qualitätssicherung - Anwendung (Version 1.1), Pinneberg, Heilbronn: www.metsoft.de, 2013
- /DÜRING, I. ET AL 2011/ „A new simplified NO/NO₂ conversion model under consideration of direct NO₂-emissions,“ Meteorologische Zeitschrift, Vol. 20, No. 1, 067-073 © by Gebrüder Borntraeger 2011 (published online), Stuttgart, 2011.
- /Eichhorn, J., 2011/ MISKAM Handbuch zu Version 6, Wackernheim: giese-eichhorn umweltmeteorologische software, 2011
- /Eichhorn, J., 1989/ Entwicklung und Anwendung eines dreidimensionalen, mikroskaligen Stadtklimamodells. Diss. Meteorol. Inst. Univ. Mainz, Mainz, 1989
- /LUBW 2014/ Flächendeckende Ermittlung der Immissions-Vorbelastung für Baden-Württemberg 2010, im Auftrag der LUBW, IVU 2014
- /LUBW 2016/ Verkehrsstärken an ausgewählten verkehrs- und Spotmessstellen, Auswertungen 2014, LUBW, September 2016
- /VDI-RICHTLINIE 3783, BLATT 9, 2005/ VDI-Fachbereich Umweltmeteorologie: „Prognostische mikroskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für Gebäude- und Hindernisumströmung,“ Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdI, 2005