„Modellstadt Reutlingen”

Ergänzungsbericht 5

Juni 2020

AVISO

Ingenieurbüro Matthias Rau
Wind . Wasser . Umwelt

brenner BERNARD
ingenieure GmbH

Juni 2020

„Modellstadt Reutlingen”

Ergänzungsbericht 5

(rpt0419)

Bearbeitung:
AVISO GmbH
(Federführung, Emissionsmodellierung):
Dr.-Ing. Christiane Schneider
Dr. rer. nat. Nicola Toenges-Schuller

IB Rau
(Immissionsmodellierung):
Dipl.-Ing. Matthias Rau
Fabian Hüftle

brenner BERNARD Ingenieure GmbH
(Verkehrsmodellierung):
Dipl.-Ing. (FH) Claudia Zimmermann
Dipl.-Ing. Ulrich Noßwitz

Aachen, Juni 2020

Im Auftrag des Regierungspräsidiums Tübingen

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

Abbildungsverzeichnis 2

Tabellenverzeichnis 3

1 Aufgabenstellung 4

2 Definition der Randbedingungen 6

2.1 Basisfall 2019 und Trendprognose 2020 6

2.2 Maßnahmen 2020 9

3 Ergebnisse Verkehr 10

3.1 Basisfall 2019 und Trendprognose 2020 10

3.2 Maßnahmen 2020 11

3.2.1 Maßnahme T40/30 11

3.2.2 Maßnahmenkombination T40/30 und Kontrolle Lkw-Durchfahrtsverbot (Lkw-DV) 13

3.2.3 Maßnahmenkombination mit zusätzlicher temporärer Sperrung um einen Fahrstreifen 15

4 Ergebnisse Emissionen 17

4.1 Vorbemerkung 17

4.2 Maßnahmenkombinationen 18

5 Ergebnisse Immissionen 22

5.1 Grundlagen 22

5.2 Maßnahmenkombinationen 23

5.3 Ergänzende Betrachtung der Einzelmaßnahme T30/40 im Stadtgebiet 26

5.4 Ergänzung MISKAM-Berechnung für die B28 im Bereich des Streckenabschnitts ID 927 28

5.4.1 Vorbemerkung 28

5.4.2 Detailberechnung 29

6 Zusammenfassung 33

Literatur 34

Anhang 35

Abbildungsverzeichnis

Bild 2.1: Umsetzung der Maßnahmen des Luftreinhalteplans Reutlingen (Stand 01.03.2019) /RPT 2019, aktualisiert Juni 2019/ 7
Bild 3.1: Verkehrsbelastungen Basisfall 2019 [Pkw/24h, sNfz/24h] 10
Bild 3.2: Verkehrsbelastungen Maßnahme T40/30 [Pkw/24h, sNfz/24h] 11
Bild 4.1: Flottenzusammensetzung (dynamischer Bestand) für Reutlingen für die Jahre 2019 und 2020, mit Berücksichtigung grüne Umweltzone 19
Bild 4.2: NO_X-Emissionsdichten auf der Lederstraße auf Höhe der Messstation für den Trend 2020 und die Maßnahmenkombinationen 2020 im Vergleich mit dem Basisfall 2019, jeweils differenziert nach Pkw, leichten Nutzfahrzeugen < 3,5 t zul. Gesamtmasse (lNfz), schweren Nutzfahrzeugen ohne Busse (sNoB), Bussen und Krafträdern (Krad) 20
Bild 4.3: NO_X-Emissionen im Stadtgebiet von Reutlingen für den Trend 2020 und die Maßnahmenkombinationen 2020 im Vergleich mit dem Basisfall 2018, jeweils differenziert nach Pkw, leichten Nutzfahrzeugen < 3,5 t zul. Gesamtmasse (lNfz), schweren Nutzfahrzeugen ohne Busse (sNoB), Bussen und Krafträdern (Krad) 21
Bild 5.1: NO_2-Jahresmittelwerte auf der Lederstraße auf Höhe der Messstation für den Basisfall 2019, den Trendfall 2020 und die betrachteten Maßnahmenkombinationen für das Jahr 2020; Emissionsberechnungen mit HBEFA3.3 26
Bild 5.2: NO_2-Jahresmittelwerte auf der Lederstraße auf Höhe der Messstation für den Basisfall 2019, den Trendfall 2020 und die betrachteten Maßnahmenkombinationen für das Jahr 2020; Emissionsberechnungen mit HBEFA4.1 26
Bild 5.3: Ausschnitt des Katasterplans im Bereich der B28 ID927 mit Umriss des Modellgebietes (blau) sowie des MISKAM-Auswertegebietes (rot) 30
Bild 5.4: NO_2-Jahresmittelwerte; im Bereich der B28 (ID927) für die Maßnahmenkombination mit zusätzlicher temporärer Sperrung einer FS in der Lederstraße für das Prognosejahr 2020 32
Bild 0.1: vorhandene und geplante Tempolimits (T40/30) im Stadtgebiet Reutlingen /RT 2020/ 36
Bild 0.2: NO_2-Jahresmittelwerte für das Stadtgebiet von Reutlingen Basisfall 2019 37
Bild 0.3: NO_2-Jahresmittelwerte für das Stadtgebiet von Reutlingen Trendprognose 2020 38
Bild 0.4: NO_2-Jahresmittelwerte für das Stadtgebiet von Reutlingen Maßnahmenkombination T40/30 im Stadtgebiet und Kontrolle Lkw-DV 2020 39
Bild 0.5: NO_2-Jahresmittelwerte für das Stadtgebiet von Reutlingen Maßnahmenkombination mit zusätzlicher temporärer Sperrung eines Fahrstreifens auf einem Abschnitt der Lederstraße 2020 40

Tabellenverzeichnis

Tab. 4.1 Entwicklung des Pkw-Bestandes Reutlingen 01.01.2016 bis 31.12.2019 (Datenquelle: KBA und Landratsamt Reutlingen) 18
Tab. 5.1 Anzahl der Überschreitungen des Grenz- bzw. Schwellenwertes für den NO_2-Jahresmittelwert im Hauptstraßennetz der Stadt Reutlingen für die Trend-Prognose 2020 sowie die betrachteten Maßnahmenkombinationen 24
Tab. 5.2 NO_2-Jahresmittelwerte für die Streckenabschnitte mit Überschreitung des Grenzwertes und Anzahl der betroffenen Personen für den Basisfall, die Trendprognose und die beiden Maßnahmenkombinationen 25

1 Aufgabenstellung

Im Fachgutachten „Modellstadt Reutlingen“ /AVISO, IBRau, ifeu, brenner Bernard, 2017/ wurde untersucht, wie das Ziel „schnellstmögliche Einhaltung der Luftqualitätsgrenzwerte in Reutlingen“ erreicht werden kann. Dazu wurde im Vergleich zur Trend-Entwicklung (Basis-Szenario) eine Vielzahl geeigneter Maßnahmen untersucht und zu Szenarien zusammengefasst, in denen jeweils der Luftqualitätsgrenzwert für das Jahresmittel von NO_2 im Jahr 2020 an der Messstelle in Lederstraße eingehalten werden kann, ohne dass es zu signifikanten Verschlechterungen im restlichen Stadtgebiet von Reutlingen kommt. Dabei kamen verschiedene Modelle (Verkehrsmodell, Emissionsmodell, Immissionsmodell) zum Einsatz.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung wurden bisher in den folgenden Berichten dokumentiert:

- Fachgutachten „Modellstadt Reutlingen“ /AVISO, IBRau, ifeu, brenner Bernard, 2017/
- 1. Ergänzungsbericht /AVISO, IBRau, brenner Bernard, 2018 1/
    - Emissionsberechnung auf Basis HBEFA3.3,
    - Abschätzung der Auswirkungen der beim ersten Diesel-Gipfel im August 2017 beschlossenen Software-Nachrüstungen für Euro 5 und 6 Diesel Pkw (Maximalabschätzung) auf den Trend 2018,
    - Modellierung zweier zusätzlicher Maßnahmen („Veränderung der Signalsteuerung am *Dreispitz*“, „Diesel-Verkehrsverbot (DVV), flächig“),
    - Modellierung des „Szenario Reutlingen“
- 2. Ergänzungsbericht /AVISO, IBRau, brenner Bernard, 2018 2/
    - Auswirkungen einer Software-Nachrüstung für die Maßnahme „Diesel-Verkehrsverbot (DVV), flächig“ sowie für das „Szenario Reutlingen“
- 3. Ergänzungsbericht /AVISO, IBRau, brenner Bernard, 2018 3/
    - Kombination aus dem „Szenario Reutlingen“ und der im Szenario noch nicht enthaltenen Maßnahme „Diesel-Verkehrsverbot (DVV), flächig“. Wie in der zweiten Ergänzung wurde dabei eine Software-Nachrüstung für Euro 5 und 6 Diesel Pkw unterstellt.
- 4. Ergänzungsbericht /AVISO, IBRAU, brenner Bernard, 2019/
    - Aktualisierung der verkehrlichen Randbedingungen für den Basisfall 2018 und die Trendprognose 2019 und 2020, um den aktuellen Stand der Teilumsetzung von Maßnahmen zu berücksichtigen
    - Maßnahme A: Bus-/Umweltspur an der Lederstraße
    - Maßnahme B1: streckenbezogenes Fahrverbot für Diesel-Fahrzeuge Euro 4/IV und schlechter für den Streckenzug Lederstraße / Am Echazufer und ggfs. noch weiteren Streckenabschnitten
    - Maßnahme B2: streckenbezogenes Fahrverbot für Diesel-Fahrzeuge Euro 5/V und schlechter für den Streckenzug Lederstraße / Am Echazufer und ggfs. noch weiteren Streckenabschnitten (zwei Iterationsschritte)

Für die hier vorliegende fünfte Ergänzung wurden neue aktuelle Daten zum Pkw-Bestand (Stand 31.12.2019) berücksichtigt, um die Pkw-Flottenzusammensetzung zu aktualisieren. Außerdem wurde im Gegensatz zu den letzten Berechnungen bei den Emissionsberechnungen auf Basis HBEFA3.3 keine Wirkung für ein Software-Update bei Diesel Pkw Euro 5 und 6 unterstellt.

Die Emissionsberechnungen wurden sowohl auf Basis des HBEFA3.3 als auch auf Basis des HBEFA4.1 durchgeführt (vgl. hierzu die Ausführungen in Kap. 4.1). Die Immissionsberechnungen erfolgten analog zum bisherigen Vorgehen.

Es wurden die folgenden Berechnungen durchgeführt:

- **Basisfall 2019** (mit Umsetzung von Teilmaßnahmen aus dem Szenario Reutlingen)
- **Trendprognose 2020** (Trendprognose ohne Umsetzung weiterer zusätzlichen Maßnahmen gegenüber Basisfall 2019)
- **Maßnahme T40/30 im Stadtgebiet**
- **Maßnahme T40/30 im Stadtgebiet und Kontrolle Lkw-Durchfahrtsverbot 2020**
- **Maßnahme T40/30 im Stadtgebiet und Kontrolle Lkw-Durchfahrtsverbot 2020 und zusätzliche temporäre Sperrung des rechten Fahrstreifens** (in der Lederstraße in Fahrtrichtung Pfullingen für einen Teilabschnitt der Lederstraße) 2020

2 Definition der Randbedingungen

2.1 Basisfall 2019 und Trendprognose 2020

Für den **Basisfall 2019** wurde die Umsetzung der folgenden Maßnahmen (vgl. Bild 2.1) berücksichtigt:

Maßnahmen die bereits 2018 umgesetzt waren:

M1.1: Zufluss-Optimierung (Dreispitz)

M1.2: Tempo 40 km/h auf Streckenzug Lederstraße / Am Echazufer

M1.3.4: Optimierung Ampelschaltung AOK-Knoten, Wegnahme Linksabbiegerspur von der B 28 aus Richtung Metzingen kommend in die Silberburgstraße

M1.3.5: Optimierung des Verkehrsflusses auf der Stadttangente (B28)

M2: Lkw-Durchfahrtsverbot auf innerstädtischen Strecken (Lkw-Verbot Lieferverkehr Innenstadt frei)

M3: Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 50 km/h auf den Streckenzügen „Am Echazufer“, Konrad-Adenauer-Straße und Rommelsbacher Straße.

Maßnahmen deren Umsetzung für 2019 zusätzlich berücksichtigt wurden:

M1.3.1: Wegnahme einer Fahrspur auf der Konrad-Adenauer-Straße

M.1.3.6: Durchgängige Busspur von der Marktstraße in die Albstraße

M.1.3.7: Optimierung Ampelschaltung „Südknoten“

M4.1: Stadtbuskonzept (nur die geänderte Linienführung, keine Verlagerungen im Modal Split), Umsetzung erfolgte am 09.09.2019

Weiterhin wurde für die Entwicklung der Busflotte angenommen, dass das Ziel 100% E VI Busse in 2020 (für die Lederstraße entspricht dies der Maßnahme M5) nicht erreicht wird, sondern dass in 2019/2020 ca. 1/3 der Busflotte noch aus Euro V und 2/3 aus Euro VI Bussen besteht.

Für alle Berechnungen wurde keine Software-Nachrüstung für Euro 5 und 6 Diesel Pkw bei den Berechnungen auf Basis HBEFA3.3 unterstellt. Bei den Berechnungen nach HBEFA4.1 ist implizit ein Software-Update für Pkw mit dem vom Pflicht-Update betroffenen VW-Motor EA 189 implizit enthalten.

Die Prognose der Fahrzeugflottenentwicklung (d.h. die kontinuierliche Veränderung aufgrund der Fahrzeugerneuerung) wurde für die Pkw auf der Basis aktueller Daten zum Pkw-Bestand aktualisiert.

Umsetzung der Maßnahmen des Luftreinhalteplans (Stand: 01.03.2019)

Maßnahme				Frist zur vollständigen Umsetzung laut "Szenario Reutlingen"	Wirksam ab
Bez.	Titel		Kurzbeschreibung		
M1	Iterative Verkehrsreduzierung Lederstraße / Streckenzug B 312 alt			01.01.2019	
	darunter	M1.1	Zufluss-Optimierung (Dreispitz)		März 2018
		M1.2	Tempo 40km/h auf Streckenzug Lederstraße / Am Echazufer		April 2018
		M1.3.1	Wegnahme einer Fahrspur auf der Konrad-Adenauer-Straße		Dezember 2018
		M1.3.4	Optimierung Ampelschaltung an AOK-Knoten, Wegnahme Linksabbiegerspur von der B 28 aus Richtung Metzingen kommend in die Silberburgstraße		Juni 2018
		M1.3.5	Optimierung des Verkehrsflusses auf der Stadttangente (B 28)		Juni 2018
		M1.3.6	Durchgängige Busspur von der Marktstraße (B 312 alt) in die Albstraße		Frühjahr 2019
		M1.3.7	Optimierung Ampelschaltung am "Südknoten"		4. Quartal 2018
			Kombination der Umsetzungsschritte		
M2	Lkw-Durchfahrtsverbot auf innerstädtischen Strecken (Lkw-Verbot Lieferverkehr Innenstadt frei)			01.01.2019	April 2018
M3	Reduzierung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 50 km/h			01.01.2019	April 2018
M4	Förderung Umweltverbund gesamt (Umsetzungsintensität 2)			01.01.2020	siehe Teilmaßnahmen
	davon	M4.1	Stadtbuskonzept (UI 2)		09.09.2019
		M4.2	Förderung Radverkehr (UI 2)		kontinuierliche Umsetzung
		M4.3	Förderung Fußverkehr (UI 2)		kontinuierliche Umsetzung
		M4	Mobilitätszentrale, Mobilitätsberatung		01.05.2019
M5	Abgasnorm Euro VI für Linienbusse			01.01.2020	kontinuierliche Umsetzung
	Elektrifizierung der Stadtbusse in der Lederstraße				-
M6	Parkraumbewirtschaftung / -management (UI 2)			01.01.2019	kontinuierliche Umsetzung
M7	Förderung Elektromobilität			01.01.2020	kontinuierliche Umsetzung
M8	Carsharing und multimodale Mobilitätspunkte			01.01.2020	kontinuierliche Umsetzung
M9	Betriebliches Mobilitätsmanagement			01.01.2020	kontinuierliche Umsetzung
M10	Regional-Stadtbahn Neckar-Alb - Teilstrecke Innenstadtstrecke mit Gomaringer Spange			nach 2020	nach 2020

Bild 2.1: Umsetzung der Maßnahmen des Luftreinhalteplans Reutlingen (Stand 01.03.2019) /RPT 2019, aktualisiert Juni 2019/

Mögliche Auswirkungen der von der Stadt Reutlingen zusätzlich im Jahr 2019 umgesetzten planunabhängigen Maßnahmen (z.B. photokatalytisch wirksame Fassaden-Beschichtung oder Einführung des Umwelt-Ticket-Pakets) auf die Luftqualität sind verkehrlich durch den Abgleich der Verkehrsdatenbasis mit aktuellen Verkehrszahlen und immissionsseitig durch den Abgleich mit den Messwerten 2019 implizit berücksichtigt.

2.2 Maßnahmen 2020

Insgesamt wurden drei Maßnahmen betrachtet, die aufeinander aufbauen und deren Wirkungen in Form von Maßnahmenkombinationen ermittelt wurden. Es wurden die verkehrlichen, emissions- und immissionsseitigen Wirkungen für das Jahr 2020 berechnet und dabei davon ausgegangen, dass die Maßnahmen ganzjährig umgesetzt werden, d.h. ab Anfang 2020.

Maßnahme T40/30 im Stadtgebiet

Einführung von T40/30 auf weiteren Streckenabschnitten im Stadtgebiet, keine zusätzlichen Kontrollen des Lkw-Durchfahrtsverbotes. Diese Einzelmaßnahme stellt die Ausgangsbasis der betrachteten Maßnahmenkombinationen dar.

Maßnahme T40/30 im Stadtgebiet und Kontrolle Lkw-Durchfahrtsverbot 2020:

Einführung von T40/30 auf weiteren Streckenabschnitten im Stadtgebiet und Kontrolle des Lkw-Durchfahrtsverbots (verkehrliche Wirkung mit dem Verkehrsmodell berechnet).

Maßnahme temporäre Sperrung des rechten Fahrstreifens 2020 (zusätzlich zu Maßnahme T40/30 im Stadtgebiet und Kontrolle Lkw-Durchfahrtsverbot 2020):

Temporäre (außer Spitzenstunden) Sperrung des rechten Fahrstreifens in der Lederstraße in Fahrtrichtung Pfullingen für einen Teilabschnitt der Lederstraße (verkehrliche Wirkung mit dem Verkehrsmodell berechnet).

3 Ergebnisse Verkehr

3.1 Basisfall 2019 und Trendprognose 2020

Für den Basisfall 2019 und die Trendprognose 2020 wurden die Verkehrsdaten der Trendprognose 2019 aus der 4. Ergänzung unverändert übernommen, da eine erneute Plausibilitätskontrolle zeigte, dass weiterhin eine gute Übereinstimmung mit aktuellen Zähldaten besteht.

Es wurde dabei von der Umsetzung aller in Kap. 2.1 aufgeführten Maßnahmen ausgegangen. Zusätzlich wurde von der Umsetzung des Stadtbuskonzeptes ausgegangen. Weitere verkehrliche Entwicklungen im Stadtgebiet wurden nicht angenommen.

Die Verkehrsbelastungen sind für den Basisfall 2019 im Werktagsverkehr in Bild 3.1 dargestellt. Im Schwerverkehr sind die Nutzfahrzeuge enthalten, die Busse sind in den Summen nicht aufgenommen.

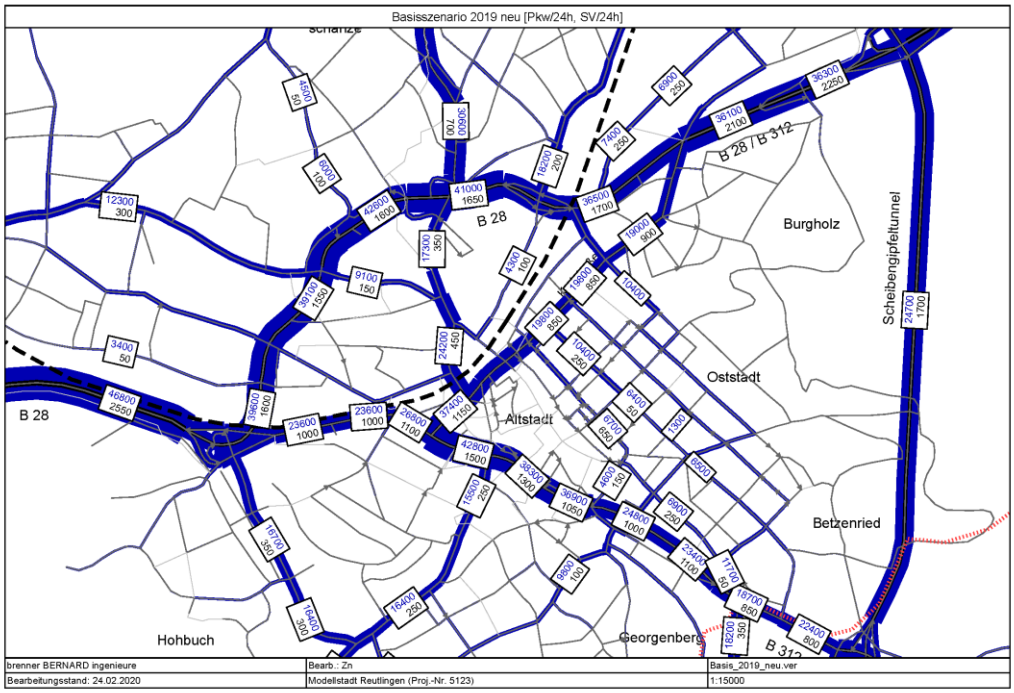

Bild 3.1: Verkehrsbelastungen Basisfall 2019 [Pkw/24h, sNfz/24h]

Es zeigt sich aufgrund der umgesetzten Maßnahmen im Basisfall 2019 ein Rückgang der Verkehrsmengen insgesamt. Im Schwerverkehr wurde das Lkw-Durchfahrtsverbot bisher sehr wenig kontrolliert, sodass hier noch hohe Verkehrsmengen auf der Lederstraße ermittelt werden.

Für die Trendprognose 2020 wurden die gleichen Verkehrsdaten verwendet wie für den Basisfall 2019, da keine konkret berechenbaren Entwicklungen im Untersuchungsraum vorliegen.

3.2 Maßnahmen 2020

Für drei Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen wurden die verkehrlichen Wirkungen auf Basis der Trendprognose 2020 ermittelt.

3.2.1 Maßnahme T40/30

In einem ersten Schritt wurden zusätzliche Geschwindigkeitsreduzierungen im Stadtgebiet aufgenommen. Dies sind vor allem Geschwindigkeitsreduzierungen, die aus Lärmschutzgründen auf hochbelasteten Streckenabschnitten in der Kernstadt und den Stadtteilen umgesetzt werden (vgl. Bild 0.1 im Anhang). Diese Maßnahmen beinhaltet eine Reduzierung auf Tempo 40 auf den folgenden Streckenabschnitten:

- Eberhard- und Karlstraße zwischen AOK-Knoten und Einmündung der Ludwigstraße
- Gutenbergstraße zwischen Eberhardstraße und der B 28
- Konrad-Adenauer-Straße nach der Einmündung der Keplerstraße bis zum AOK-Knoten

Die Verkehrsmengen in dieser Maßnahme sowie die Differenzen zum Basisszenario können den folgenden Bildern entnommen werden. Die Verkehrsbelastung in der Lederstraße geht um bis 1.400 Pkw/24h und um bis 100 SV/24h zurück.

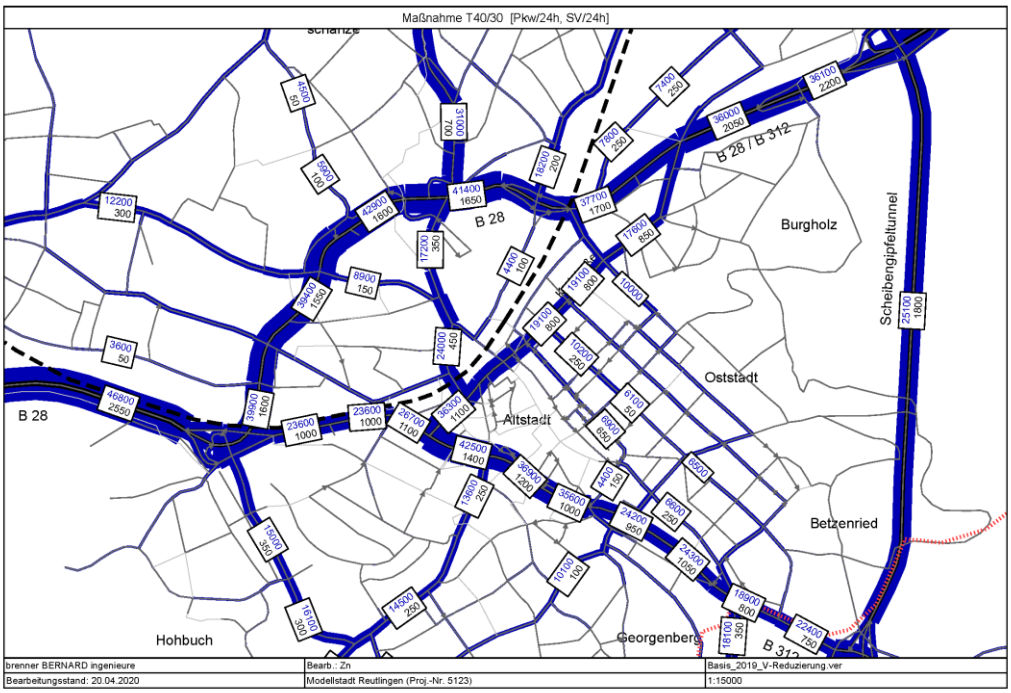

Bild 3.2: Verkehrsbelastungen Maßnahme T40/30 [Pkw/24h, sNfz/24h]

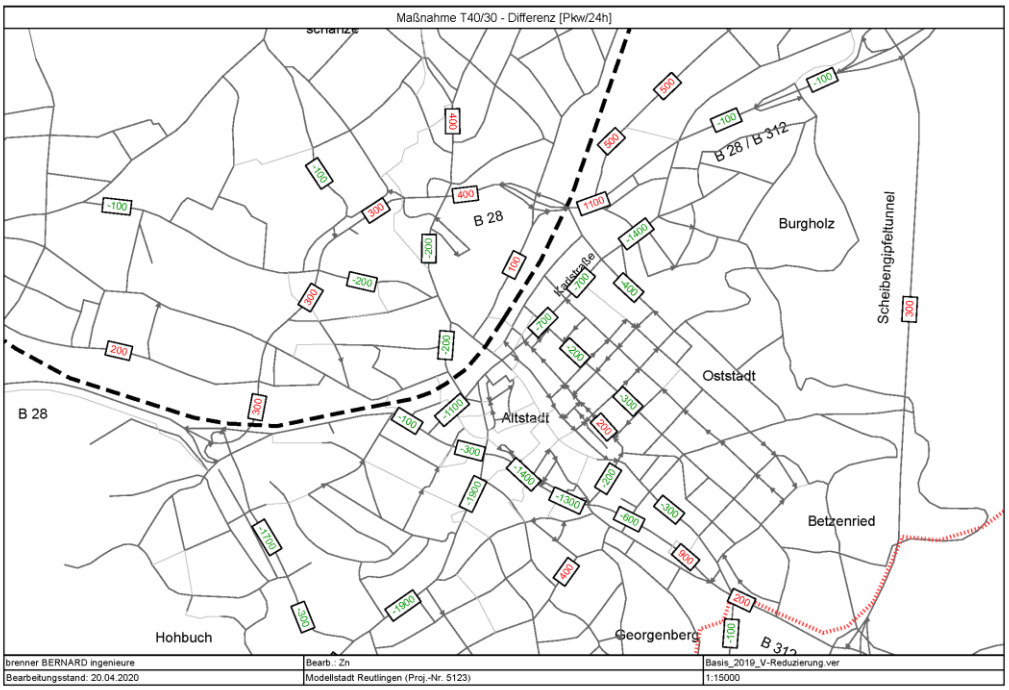

Bild 3.3: Verkehrsbelastungen Maßnahme T40/30 - Differenz [Pkw/24h]

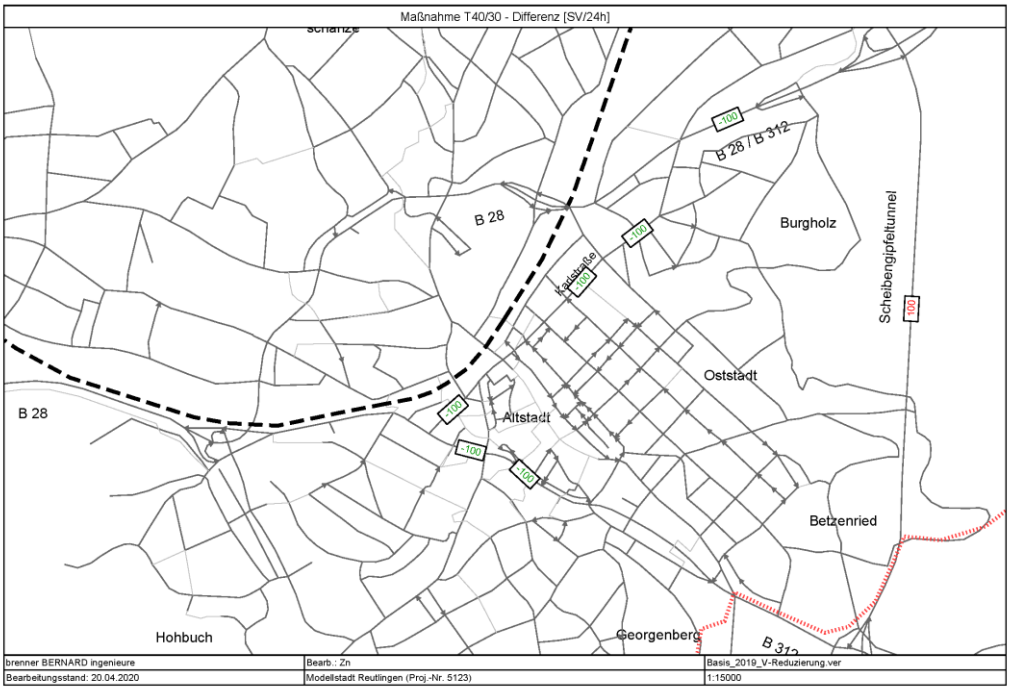

Bild 3.4: Verkehrsbelastungen Maßnahme T40/30 - Differenz [sNfz/24h]

3.2.2 Maßnahmenkombination T40/30 und Kontrolle Lkw-Durchfahrtsverbot (Lkw-DV)

Bei dieser Maßnahme wird neben Einführung von T40/30 zusätzlich eine Kontrolle des Lkw-Durchfahrtsverbotes berücksichtigt.

Im Schwerverkehr wird von einer deutlichen Verstärkung der Kontrolle des Lkw-Durchfahrtsverbotes ausgegangen, sodass auf der Lederstraße sowie auch auf der Achse Eberhardstraße - Karlstraße nur noch Anlieferverkehre zur Innenstadt verbleiben.

Die Verkehrsmengen für diese Maßnahmenkombination sowie die Differenzen zum Basisszenario können den folgenden Bildern entnommen werden. Die Verkehrsbelastung in der Lederstraße geht um bis 700 Pkw/24h und um bis 1.100 SV/24h zurück.

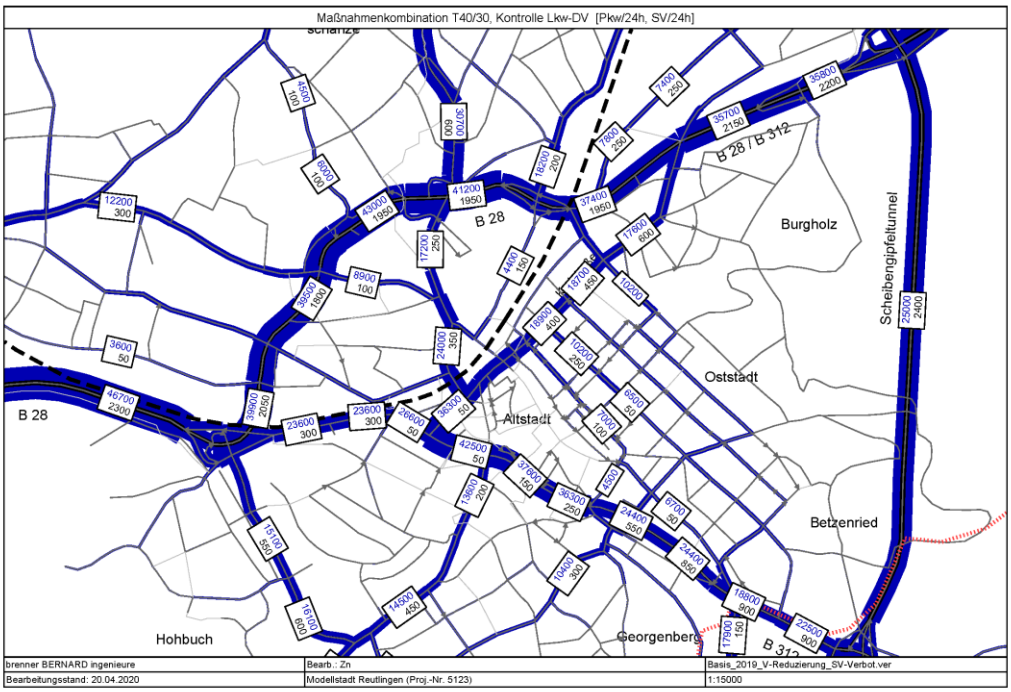

Bild 3.5: Verkehrsbelastungen Maßnahmenkombination T40/30 und Kontrolle Lkw-DV 2020, [Pkw/24h, sNfz/24h]

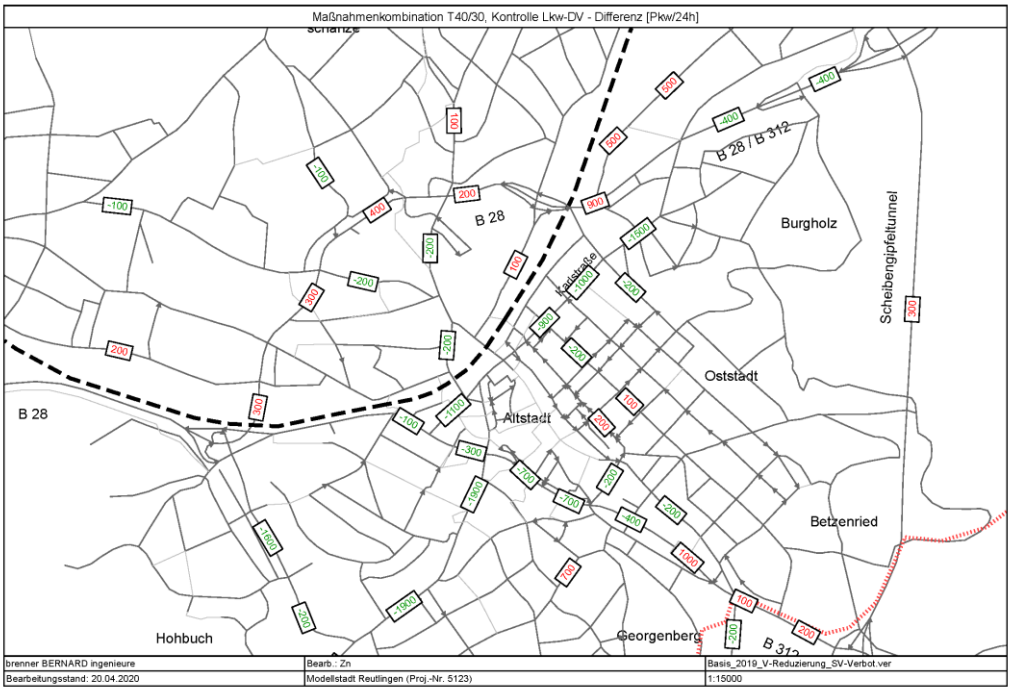

Bild 3.6: Verkehrsbelastungen Maßnahmenkombination T40/30 und Kontrolle Lkw-DV 2020 - Differenz [Pkw/24h]

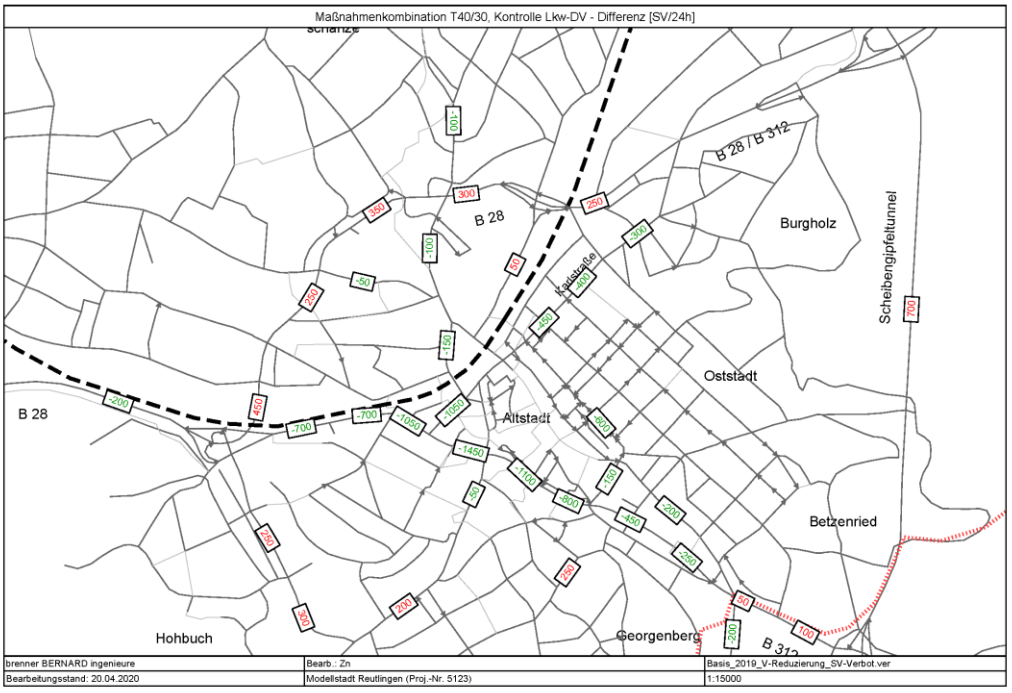

Bild 3.7: Verkehrsbelastungen Maßnahmenkombination T40/30 und Kontrolle Lkw-DV 2020 - Differenz [sNfz/24h]

3.2.3 Maßnahmenkombination mit zusätzlicher temporärer Sperrung um einen Fahrstreifen

Bei dieser Maßnahme sind die Geschwindigkeitsreduzierungen sowie die umfangreichen Kontrollen des LKW-Durchfahrtsverbotes ebenso aufgenommen. Zusätzlich wird die rechte Fahrspur in der Lederstraße (auf einem Abschnitt ca. von der Alteburgstraße bis ca. Klosterstraße) in Fahrtrichtung Pfullingen für den Kfz-Verkehr zu den folgenden Zeiten gesperrt:

- Montag – Freitag: 8:30 – 15:30 Uhr und 19:00 – 6:00 Uhr
- Samstag / Sonntag / Feiertage: ganztags (0:00 – 24:00 Uhr)

Die Verkehrsbelastungen in der Lederstraße reduzieren sich dadurch um bis zu 2.000 Pkw/24h. Verkehrszunahmen werden dagegen auf der B 28 sowie z.T. in der Oststadt und der Südstadt (z.B. Ringelbachstraße) ermittelt. Im Schwerverkehr werden nur noch die Lieferverkehre der Innenstadt die Lederstraße befahren.

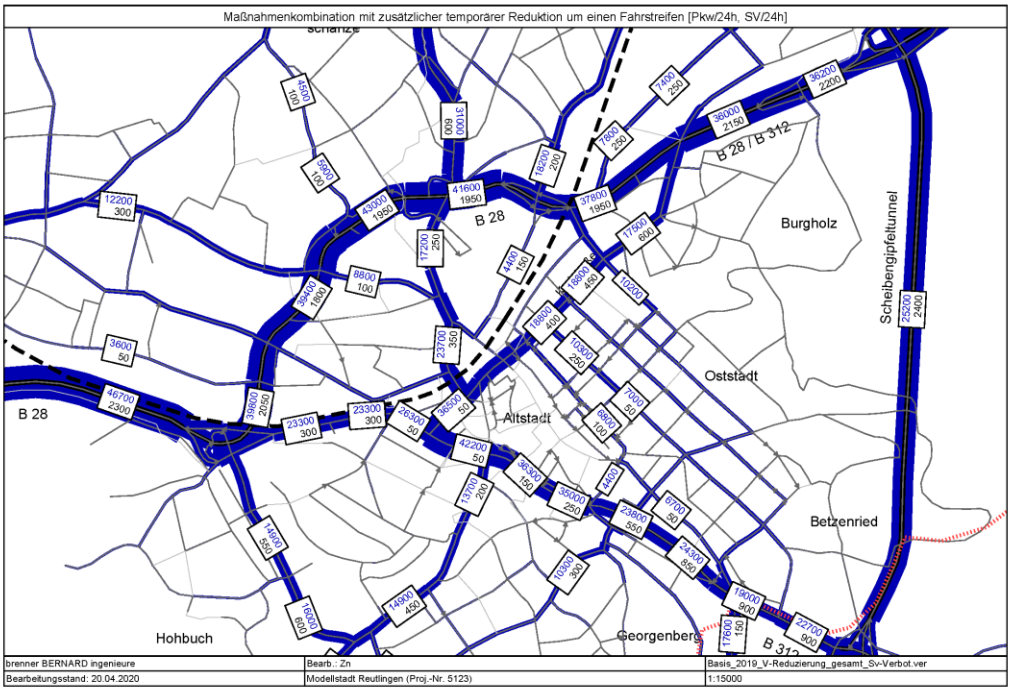

Bild 3.8: Verkehrsbelastungen Maßnahmenkombination mit zusätzlicher temporärer Reduktion um einen Fahrstreifen 2020, [Pkw/24h, sNfz/24h]

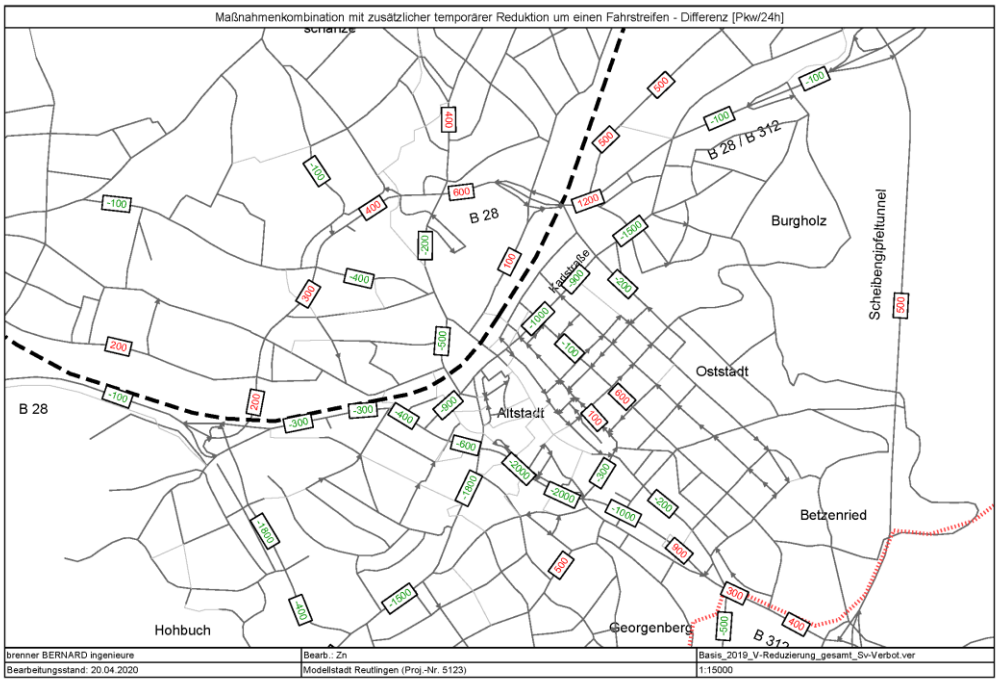

Bild 3.9: Verkehrsbelastungen Maßnahmenkombination mit zusätzlicher temporärer Reduktion um einen Fahrstreifen 2020 - Differenz [Pkw/24h]

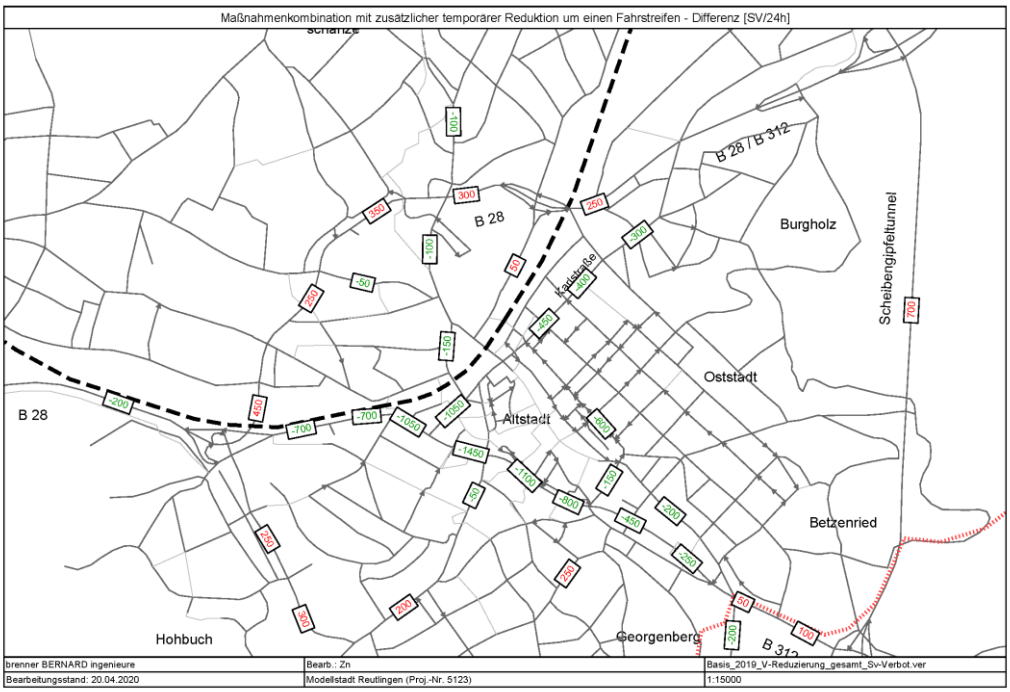

Bild 3.10: Verkehrsbelastungen Maßnahmenkombination mit zusätzlicher temporärer Reduktion um einen Fahrstreifen 2020 - Differenz [sNfz/24h]

4 Ergebnisse Emissionen

4.1 Vorbemerkung

Eine wesentliche Datengrundlage zur Berechnung der Emissionen stellt das Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs dar. In den bisherigen Berechnungen wurde seit April 2017 die Version HBEFA3.3 verwendet. Die im Sept. 2019 veröffentlichte Version des Handbuchs für Emissionsfaktoren HBEFA4.1 (HBEFA 2019) enthält umfassende Neuerungen, die alle Fahrzeugkategorien und fast alle Fahrzeugschichten betreffen.

Bei typischen innerörtlichen Verhältnissen ergeben sich mit dem neuen HBEFA4.1 gegenüber der Vorgängerversion HBEFA3.3 für die gleichen Verkehrssituationen deutlich höhere NO_X-Emissionen. Die Zunahme liegt je nach Flottenzusammensetzung für das Bezugsjahr 2020 in der Größenordnung von 30% bis 50%.

Die Reduktion der NO_X-Emissionen in der zeitlichen Entwicklung 2015 bis 2030 zeigt für HBEFA4.1 im Vergleich zu HBEFA3.3 einen ähnlichen Verlauf mit deutlichen Abnahmen, die in der gleichen Größenordnung liegen. D.h. die relative zeitliche Entwicklung wird mit beiden Versionen sehr ähnlich / vergleichbar wiedergegeben.

Werden mittels Ausbreitungsberechnungen NO_2-Immissionen berechnet, ergeben sich aufgrund der deutlich höheren NO_X-Emissionen durch HBEFA4.1 bei ansonsten unveränderten Modell-Randbedingungen auch deutlich erhöhte NO_2-Immissionswerte. Da aber der Vergleich von Modellwerten auf Basis HBEFA3.3 zu Messwerten in den letzten Jahren keine systematische Unterschätzung für die Modellwerte zeigte, werden sich jetzt tendenziell Überschätzungen mit HBEFA4.1 ergeben. Ein Fachgespräch zur Diskussion der Problematik der Anwendung von HBEFA4.1 für die Ausbreitungsmodellierung ist für Juni 2020 vom Umweltbundesamt geplant.

Für Belastungsschwerpunkte, für die NO_2-Messungen vorliegen, kann eine Anpassung der Immissionen der Screening-Berechnungen oder Detailberechnungen an die Messungen durchgeführt werden. Wird solch eine Anpassung durchgeführt, ergeben sich geringe Auswirkungen durch die Verwendung von HBEFA4.1 im Vergleich zu HBEFA3.3, da dann nur die relativen Änderungen der Emissionen bei der Berechnung der Trendprognose oder von Maßnahmenwirkungen eingehen und diese unterscheiden sich zwischen HBEFA3.3 und HBEFA4.1 nicht wesentlich.

Daher wurde hier eine zweigleisige Vorgehensweise angewendet. Es wurden für die Hotspots Emissionsberechnungen sowohl auf Basis HBEFA3.3 als auch auf Basis HBEFA4.1 durchgeführt. Ziel hierbei ist es, die relativen Änderungen für die Trendprognose 2020 und die Maßnahmenwirkungen nach beiden Varianten auszuweisen und aufzuzeigen, dass diese sich nicht wesentlich unterscheiden.

4.2 Maßnahmenkombinationen

Die Emissionsberechnungen wurden für folgende Fälle durchgeführt:

- Basisfall 2019
- Trendprognose 2020
- Maßnahmenkombination T40/30 im Stadtgebiet und Kontrolle Lkw-DV Lederstraße 2020
- Maßnahmenkombination T40/30 im Stadtgebiet und Kontrolle Lkw-DV Lederstraße 2020 und zusätzliche temporäre Reduktion um einen Fahrstreifen für einen Abschnitt der Lederstraße 2020

Für die die Emissionsberechnungen 2020 wurde bezüglich der Busbelastungen die Variante „Stadtbuskonzept“ berücksichtigt, da das Stadtbuskonzept zum 09.09.2019 eingeführt wurde.

Die Emissionsberechnungen erfolgten grundsätzlich analog zu den bisherig durchgeführten Berechnungen, wobei für die Pkw die Flottenzusammensetzung auf Basis von Daten zur Bestandsentwicklung mit Stand 31.1.2019 aktualisiert wurde. Die Entwicklung des gemeldeten Pkw-Bestands in Reutlingen seit 2016 zeigt die nachfolgende Tab. 4.1. Zu erkennen ist, dass seit 2018 der Anteil der Diesel-Pkw am Bestand kontinuierlich gesunken ist.

Datenquelle	KBA	KBA	KBA	KBA	LRA RT	LRA RT
Stand	01.01.2016	01.01.2017	01.01.2018	01.01.2019	31.06.2019	31.12.2019
Pkw (Anzahl)	169.015	172.232	175.075	177.579	175.814	178.685
davon:						
Diesel < E5	17,8%	15,9%	13,8%	11,4%	9,8%	8,7%
Diesel E5	14,8%	14,3%	13,4%	12,5%	12,0%	11,3%
Diesel E6	2,8%	5,5%	7,9%	9,8%	11,0%	11,7%
Diesel gesamt	35,4%	35,7%	35,1%	33,8%	32,8%	31,7%
Elektro		0,1%	0,1%	0,2%	0,3%	0,3%
Otto u. sonst., incl. Hybrid	64,6%	64,2%	64,8%	66,0%	66,9%	68,0%

Tab. 4.1 Entwicklung des Pkw-Bestandes Reutlingen 01.01.2016 bis 31.12.2019 (Datenquelle: KBA und Landratsamt Reutlingen)

Unter Berücksichtigung einer Fahrleistungsgewichtung wurde, in Anlehnung an HBEFA, ausgehend vom gemeldeten Pkw-Bestand die sogenannte dynamische Flottenzusammensetzung, d.h. die Flottenzusammensetzung wie sie im Verkehr auftritt, ermittelt. Dabei wurde zusätzlich berücksichtigt, dass in Reutlingen eine grüne Umweltzone existiert.

Die aktuell verwendete Flottenzusammensetzung der Pkw, leichten und schweren Nutzfahrzeuge (Lkw und Last-/Sattelzug (LzSz)) ist für die Jahre 2019 und 2020 (grüne Umweltzone) in Bild 4.1 dargestellt.

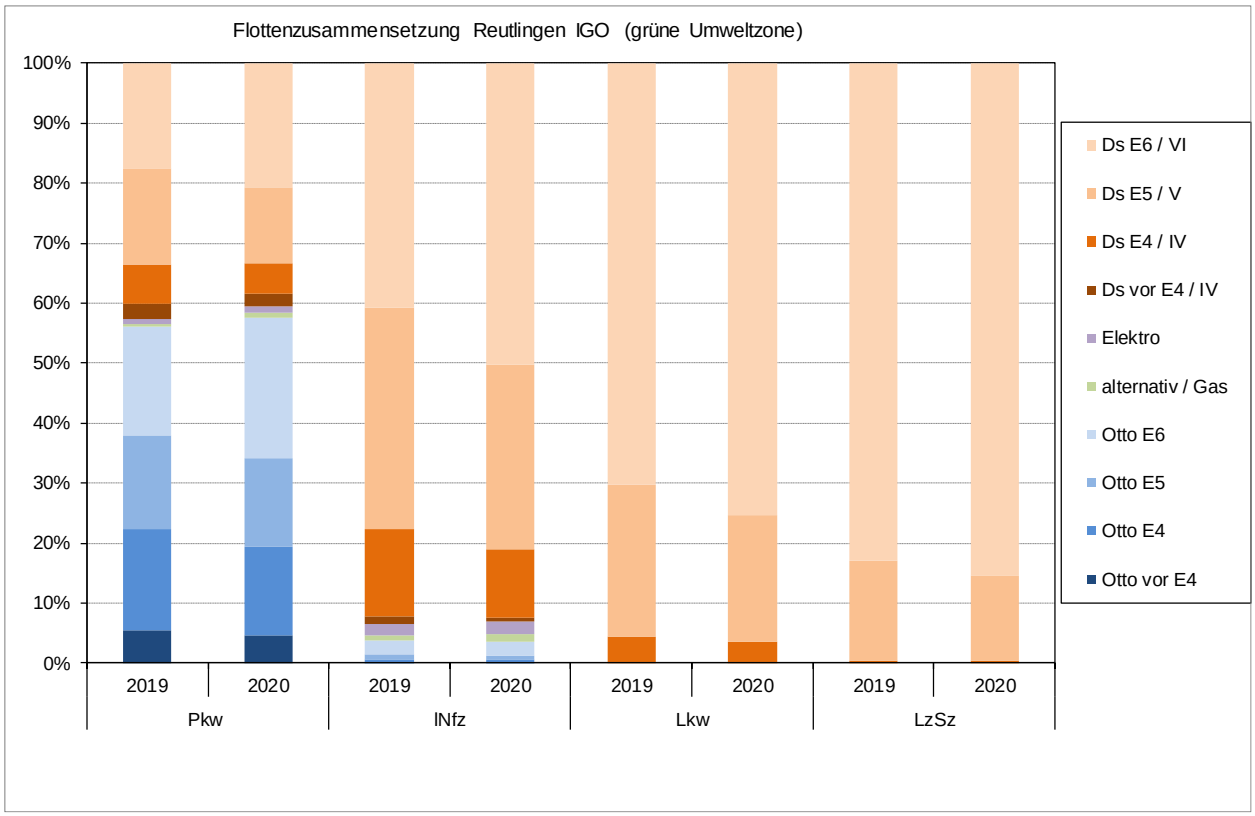

Bild 4.1: Flottenzusammensetzung (dynamischer Bestand) für Reutlingen für die Jahre 2019 und 2020, mit Berücksichtigung grüne Umweltzone

Für die Zusammensetzung der Linienbusflotte wurde davon ausgegangen, dass diese 2019/2020 zu ca. 1/3 noch aus Euro V Bussen und 2/3 aus Euro VI Bussen besteht.

In Bild 4.2 sind die berechneten NO_X-Emissionsdichten auf der Lederstraße auf Höhe der Messstation für die Trendprognose 2020 und die Maßnahmenkombinationen 2020 im Vergleich mit dem Basisfall 2019 dargestellt. Es sind sowohl die Ergebnisse ermittelt auf Basis HBEFA3.3 als auch die Ergebnisse ermittelt auf Basis HBEFA4.1 dargestellt.

Es zeigt sich, dass die Emissionen auf Basis HBEFA4.1 deutlich höher liegen als die auf Basis HBEFA3.3. Aber es zeigt sich auch, dass die relativen Änderungen im Vergleich zum Basisfall 2019 in beiden Varianten sehr ähnlich ausfallen, tendenziell für die Variante auf Basis HBEFA4.1 etwas höher.

Die Ergebnisse auf Basis HBEFA3.3 zeigen, dass die erwartete Trendentwicklung für die NO_X-Emissionen an der Lederstraße von 2019 bis 2020 eine Reduktion von -14% prognostiziert wird. Ursachen hierfür sind vor allem die allgemeine Flottenentwicklung hin zu emissionsärmeren Fahrzeugen, die verbesserte Busflotte (mehr Euro VI Busse) und die Umsetzung des Stadtbuskonzepts (dadurch fahren weniger Busse über die Lederstraße).

Für die Maßnahme T40/30 im Stadtgebiet und Kontrolle Lkw-DV 2020 wird im Vergleich zu 2019 eine Reduktion von -24% für die Lederstraße prognostiziert. Die Reduktion der NO_X-Emissionen für die Maßnahme mit zusätzlicher temporärer Sperrung eines Fahrstreifens 2020 fällt mit -27% an der Lederstraße noch etwas größer aus.

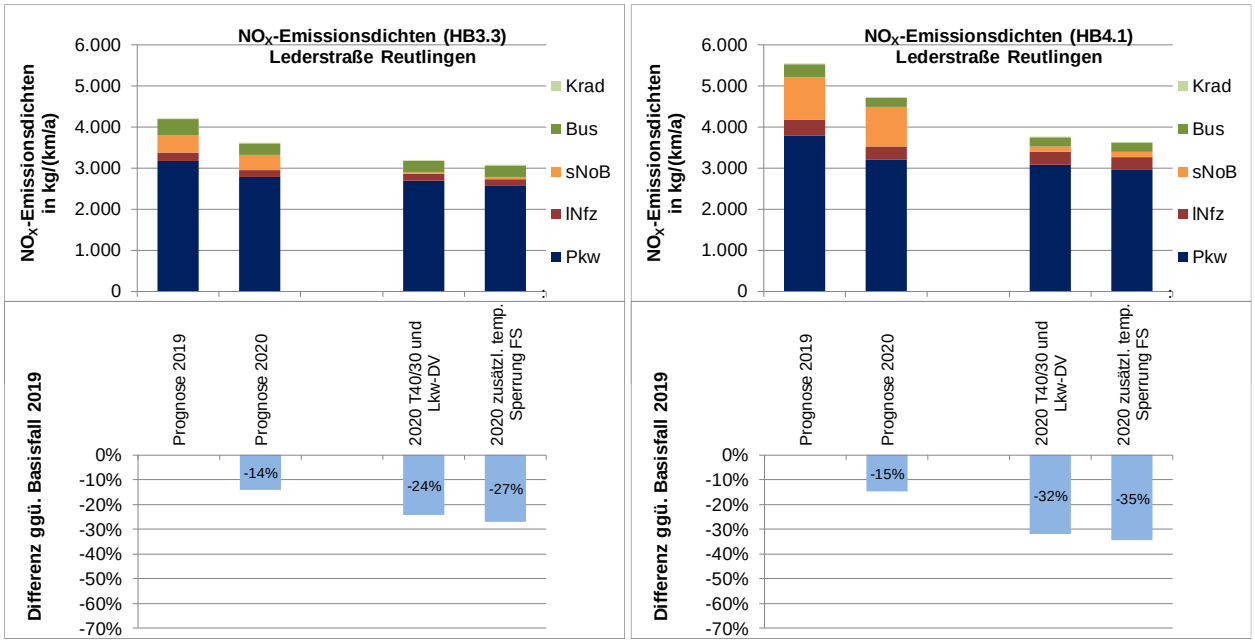

Bild 4.2: NO_X-Emissionsdichten auf der Lederstraße auf Höhe der Messstation für den Trend 2020 und die Maßnahmenkombinationen 2020 im Vergleich mit dem Basisfall 2019, jeweils differenziert nach Pkw, leichten Nutzfahrzeugen < 3,5 t zul. Gesamtmasse (lNfz), schweren Nutzfahrzeugen ohne Busse (sNoB), Bussen und Krafträdern (Krad)

In Bild 4.3 sind diese Ergebnisse für das Stadtgebiet von Reutlingen in Summe dargestellt. Für das Stadtgebiet wird prognostiziert, dass die Reduktion der NO_X-Emissionen für die Trendentwicklung von 2019 bis 2020 gesamtstädtisch mit -11% etwas geringer ausfällt als an der Lederstraße. Auch hier ist überwiegend die Wirkung der allgemeinen Flottenentwicklung als Hauptursache für die Minderung zu sehen.

Gesamtstädtisch bilanziert zeigt sich durch die Maßnahme T40/30 und Kontrolle Lkw-DV 2020 keine zusätzliche Wirkung. Die Minderung bezogen auf 2019 ist genauso groß wie für den Trend 2020. D.h. die positiven lokalen Effekte an der Lederstraße sind gesamtstädtisch betrachtet kaum sichtbar. Für die Maßnahmenkombination mit zusätzlicher temporärer Sperrung eines Fahrstreifens 2020 ergibt sich das gleiche Bild, die Reduktion liegt gesamtstädtisch bilanziert ebenfalls bei -11%,

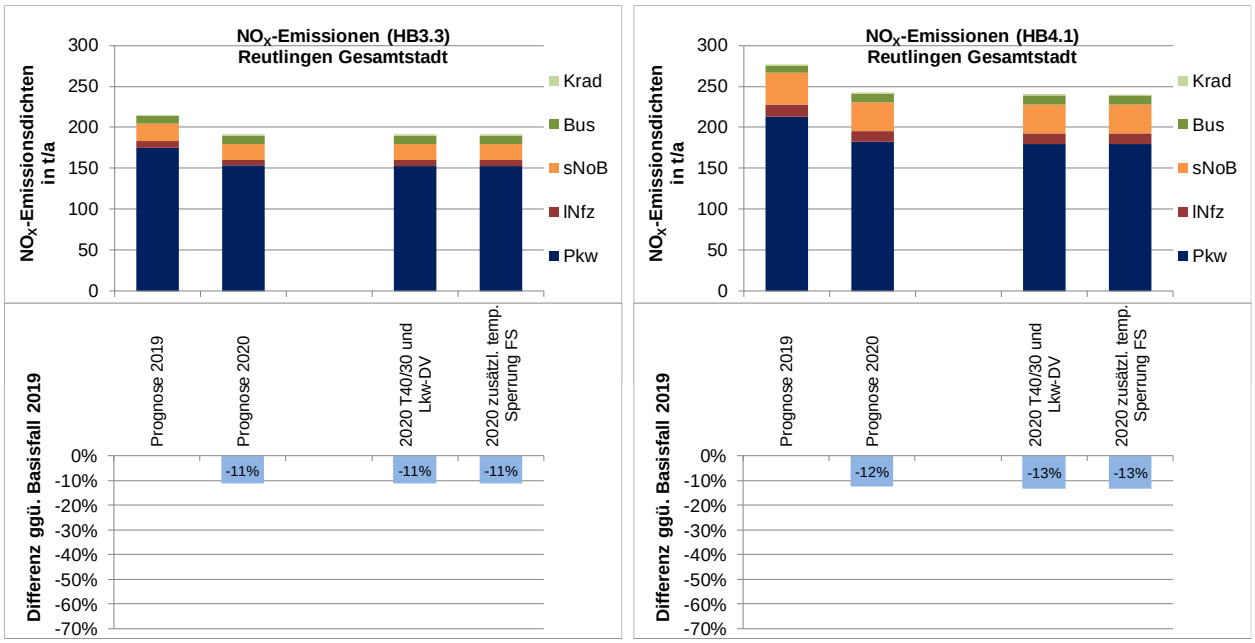

Bild 4.3: NO_X-Emissionen im <u>Stadtgebiet</u> von Reutlingen für den Trend 2020 und die Maßnahmenkombinationen 2020 im Vergleich mit dem Basisfall 2018, jeweils differenziert nach Pkw, leichten Nutzfahrzeugen < 3,5 t zul. Gesamtmasse (lNfz), schweren Nutzfahrzeugen ohne Busse (sNoB), Bussen und Krafträdern (Krad)

5 Ergebnisse Immissionen

5.1 Grundlagen

Die Grundlagen der Immissionsberechnung sind ausführlich in dem Fachgutachten vom 25.05.2017 /AVISO, IBRau, ifeu, brenner Bernard, 2017/ und in dem 1. Ergänzungsgutachten vom März 2018 /AVISO, IBRau, brenner Bernard, 2018 1/ beschrieben.

Die Darstellung der Ergebnisse im hier vorliegenden 5. Ergänzungsbericht erfolgt identisch zum Fachgutachten bzw. zu den Ergänzungen 1, 2, 3 und 4. Zum einen werden für das Stadtgebiet von Reutlingen die für die einzelnen Streckenabschnitte berechneten NO_2-Jahresmittelwerte graphisch dargestellt. An den höher belasteten Strecken ist zusätzlich noch die ID-Nummer der jeweiligen Strecke mit aufgeführt (s. Anhang). Die Berechnungen für das gesamte Stadtgebiet erfolgte, wie in Kapitel 4.1 bereits erläutert, auf Basis der Emissionen nach HBEFA3.3.

Um die Ergebnisse gesamthaft einer Bewertung zugänglich zu machen und um eine Basis für den Vergleich der Ergebnisse für die einzelnen Maßnahmen untereinander zu haben, wird tabellarisch jeweils die Anzahl der Streckenabschnitte ausgewiesen, bei denen der 90%-Wert des Grenzwertes (36 µg/m³) bzw. der Grenzwert von 40 µg/m³ überschritten werden. Die Entwicklung der Immissionssituation im Stadtgebiet Reutlingen spiegelt sich somit in der Änderung der Anzahl der Streckenabschnitte mit einer Überschreitung des Grenzwertes bzw. Schwellenwertes wider. Für die Strecken mit Grenzwertüberschreitung ist zudem die Anzahl der betroffenen Anwohner angegeben. Diese Daten wurden von der Stadt Reutlingen abgerufen und zur Verfügung gestellt.

Schließlich werden die mit dem Detailmodell an der Messstelle Lederstraße berechneten NO_2-Immissionskonzentrationen für die untersuchten Fälle graphisch dargestellt. Diese Detailberechnungen wurden auf Basis des HBEFA3.3 und des neuen HBEFA4.1 durchgeführt, wobei in beiden Fällen das Berechnungsergebnis an der Messstelle in Messfühlerhöhe an den im Jahr 2019 gemessenen NO2-Jahresmittelwert angepasst wurde.

Hinweis:

Für die Berechnungen für das Hauptstraßennetz von Reutlingen wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber für die einzelnen Streckenabschnitte die Bebauungsstrukturen, die den früheren Screening-Untersuchungen /Lohmeyer 2013/ im Rahmen der Luftreinhalteplanung zugrunde gelegt wurden, verwendet. Ebenfalls auf Basis dieser Screening-Untersuchungen wurden aus den zur Verfügung gestellten Immissionskonzentrationen sowie Emissionsdichten die Transmissionskoeffizienten für die einzelnen Straßenabschnitte des Hauptstraßennetzes abgeleitet. In den damaligen Screening-Untersuchungen wurde für die Streckenabschnitte, die entweder nur locker bebaut sind bzw. bei denen die nächstgelegene Bebauung deutlich vom Fahrbahnrand entfernt liegt, die Immissionskonzentration einheitlich ca. 10 m von der jeweiligen Straßenachse bestimmt. Diese Festlegung wurde im Rahmen des Fachgutachtens und des ersten Ergänzungsgutachtens beibehalten. Im Zuge der Diskussion der Ergebnisse für die Maßnahme Diesel-Verkehrsverbot bzw. das Szenario Reutlingen (dokumentiert im ersten Ergänzungsgutachten) wurde beschlossen, die Streckenabschnitte, für die mit dem Screening-Verfahren eine Grenzwertüber-

schreitung ermittelt wurde, einer genaueren Analyse zu unterziehen. Es wurde dabei 2-stufig vorgegangen. Für die Strecken mit Randbebauung wurde die Anzahl der Betroffenen ermittelt. Hierfür wurden von der Stadt Reutlingen für die entsprechenden Streckenabschnitte die Einwohnerzahlen übermittelt. Für die Streckenabschnitte mit lockerer bzw. von der Straße zurückgesetzten Bebauung wurde die Immissionskonzentration für das nächstgelegene Wohngebäude mit einer Abklingfunktion nach dem Screening-Modell RLuS abgeschätzt und bei einer Grenzwertüberschreitung die Anzahl der betroffenen Einwohner ermittelt.

5.2 Maßnahmenkombinationen

In Bild 0.2 (Anhang) sind für den Basisfall 2019 die NO_2-Immissionskonzentrationen für das gesamte Hauptstraßennetz dargestellt. Für den Basisfall wurden bereits Umsetzungen von Maßnahmen, wie in Kapitel 2.1 beschrieben, berücksichtigt. Die Abbildung zeigt, dass im Jahr 2019 an mehreren Streckenabschnitten des Hauptstraßennetzes noch Grenzwertüberschreitungen (rot eingefärbte Streckenabschnitte) im gebäudenahen Bereich auftreten. Bis zum Jahr 2020 (Trendfall 2020; Bild 0.3) nimmt die Anzahl der Strecken mit einer Überschreitung des Grenzwertes deutlich ab, was ausschließlich auf die allgemeine Flottenentwicklung hin zu emissionsärmeren Fahrzeugen, die verbesserte Busflotte und die Umsetzung des Stadtbuskonzeptes zurückzuführen ist.

Die Bilder Bild 0.4 und Bild 0.5 zeigen die Auswirkungen der zwei untersuchten Maßnahmenkombinationen für das Prognosejahr 2020. Bei der Maßnahmenkombination T40/T30 und kontrolliertes Lkw-DV ist gesamtstädtisch sowohl emissions- als auch immissionsseitig nahezu keine Änderung zu erwarten. Auf einem Streckenabschnitt ist für diesen Maßnahmenfall gegenüber dem Trendfall eine etwas höhere Immission zu erwarten, die allerdings deutlich unter1 µg/m³ liegt (Rundungseffekt).

Durch eine zusätzliche temporäre Sperrung eine FS in der Lederstraße wird lediglich dort ein lokaler Effekt erzielt. Gesamtstädtisch hat dies keine Auswirkung.

In Tab. 5.1 ist die Anzahl der Streckenabschnitte, bei denen im Basisfall 2019, in der Trendprognose 2020 sowie bei den zwei untersuchten Maßnahmenkombinationen mit Überschreitung des 90%-Wert des Grenzwertes (36 µg/m³) bzw. des Grenzwerts (40 µg/m³) zu rechnen ist, zusammengestellt.

Im Basisjahr 2019 wird der Grenzwert auf 17 Strecken, der Schwellenwert auf insgesamt 41 Streckenabschnitten überschritten. Im Prognosejahr 2020 (Trend) reduziert sich die Anzahl von Grenzwertüberschreitungen auf 3 Strecken, die Anzahl von Schwellenwertüberschreitungen auf 19 Strecken.

Gegenüber der Trendprognose 2020 erhöht sich die Anzahl der Strecken mit Grenzwertüberschreitungen für die Maßnahmenkombination T40/30 und Kontrolle Lkw-DV auf 4, die Anzahl der Strecken mit Schwellenwertüberschreitungen bleibt unverändert.

Bei zusätzlicher Berücksichtigung der lokal wirkenden Maßnahme temporäre Reduzierung Fahrspur in der Lederstraße wird in der Lederstraße der Grenzwert eingehalten. Dadurch entfallen

zwei Überschreitungsstrecken. Die Überschreitungen des Schwellenwertes bleiben dagegen unverändert.

	Stickstoffdioxid NO_2	
Maßnahmen	Anzahl der Strecken [n] > 40µg/m³	Anzahl der Strecken [n] > 36µg/m³
Prognose 2019	17	41
Prognose 2020	3	19
2020 T40/30, LKW-DV	4	19
2020 und temp. Sperrung FS	2	19

Tab. 5.1 Anzahl der Überschreitungen des Grenz- bzw. Schwellenwertes für den NO_2-Jahresmittelwert im Hauptstraßennetz der Stadt Reutlingen für die Trend-Prognose 2020 sowie die betrachteten Maßnahmenkombinationen

In Tab. 5.2 ist aufgeführt, wie viele Personen an den Strecken, an denen der Grenzwert für den Basisfall, die Trendprognose und die beiden Maßnahmenfälle überschritten wird, jeweils betroffen sind.

Die mit dem Detailmodell MISKAM im Bereich der Messstelle Lederstraße sowohl auf Basis von HBEFA3.3 als auch HBEFA4.1 berechneten jahresmittleren NO_2-Immissionskonzentrationen sind in den Bildern Bild 5.1 und Bild 5.2 dargestellt. Ausgehend vom Messwert im Jahr 2019 in beiden Fällen wird mit HBEFA3.3 für das Trendjahr 2020 ein Jahresmittel von 42 µg/m³ prognostiziert. Mit Maßnahmenkombination T40/T30 und zusätzlicher verschärfter Kontrolle des Lkw-DV ist mit 40 µg/m³ eine Einhaltung des Messwertes in Messfühlerhöhe möglich. Durch die die zusätzliche temporäre Sperrung einer Fahrspur im Bereich der Messstelle kann eine weitere Reduzierung der Immissionskonzentration auf 38 µg/m³ erzielt werden.

Die Berechnungen auf Basis von HBEFA4.1 zeigen für die beiden Maßnahmenkombinationen etwas stärkere Minderungen als die Berechnungen mit HBEFA3.3, wie aus Bild 4.2 deutlich wird. Dies schlägt sich auch in einer stärkeren Minderung des NO_2-Jahresmittelwertes mit 39 µg/m³ für die Maßnahme /40/T30 und 36 µg/m³ für die temporäre zusätzliche Sperrung nieder.

	Strecken abschnitt ID	Strecken-länge in [m]	Abstand des Immissionsortes von der Fahrbahnmitte [m]	Betroffenheit: Wohnbebauung mit von NO_2-Überschreitungen betroffenen Personen* [Anzahl Personen]	Basisfall 2019 NO_2 in [µg/m³]	Prognose 2020 NO_2 in [µg/m³]	T40/30 im Stadtgebiet und DV LKW Lederstraße (kontroll.) NO_2 in [µg/m³]	zusätzl. temporäre Sperrung rechter FS in Lederstraße
Anzahl Überschreit-ungsstrecken					**17**	**3**	**4**	**2**
Länge der Überschreitungsstrecken [m]					**1809**	**321**	**80**	**1524**
	1083	80	16,5	keine Angaben	42	38	38	39
Rommelsbacher Straße	1084	80	16,5	Büro-/Geschäftsgebäude	41	38	38	38
	1035	123	14	- (Parkhaus)	44	40	41	41
	923	100	15	19	43	39	40	40
	924	100	15	Büro- /Geschäftsgebäude	41	38	39	39
B 28	925	100	15	6	41	38	38	39
	926	100	15	Büro- /Geschäftsgebäude	41	38	39	39
	927	100	15	3	46	42	43	43
	1040	144	13,5		41	38	38	38
Lederstraße	1119	100	12	26	47	43	41	38
	1121	121	15	16	47	43	41	38
B312/B313	1125	132	21	15	42	38	36	36
Gutenbergstr.	1038	94	15	60	43	40	40	40
Silberburgstr.	429	115	6	11	41	38	38	38
Gartenstraße	688	73	7,5	14	41	39	39	39
	690	106	9	57	41	40	40	40
Karlstraße	1101	140	13	83	41	39	38	38

* Bei der hier angegebenen Anzahl der betroffenen Personen handelt es sich um beim Einwohnermeldeamt gemeldet Personen. Personen die sich in Büro- oder Geschäftsgebäuden aufhalten sind hier nicht aufgeführt.

Tab. 5.2 NO_2-Jahresmittelwerte für die Streckenabschnitte mit Überschreitung des Grenzwertes und Anzahl der betroffenen Personen für den Basisfall, die Trendprognose und die beiden Maßnahmenkombinationen

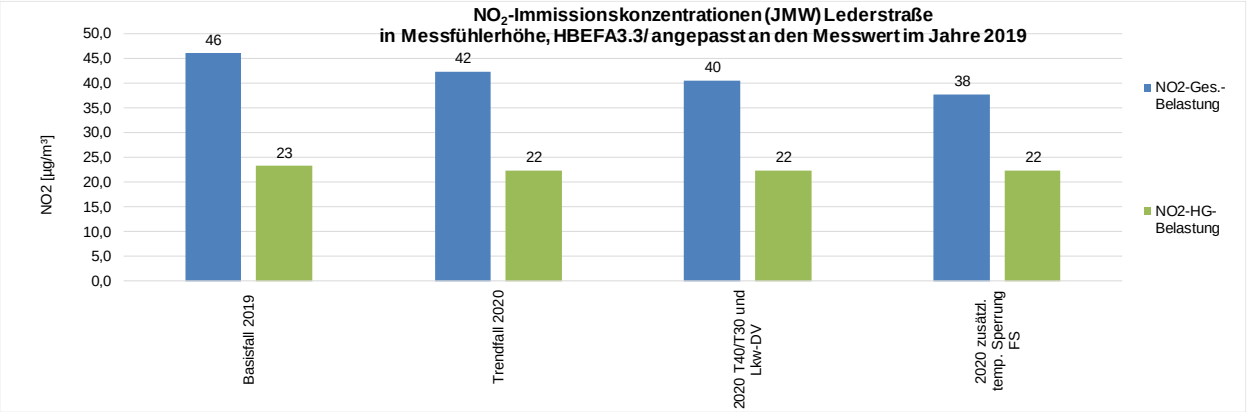

Bild 5.1: NO_2-Jahresmittelwerte auf der Lederstraße auf Höhe der Messstation für den Basisfall 2019, den Trendfall 2020 und die betrachteten Maßnahmenkombinationen für das Jahr 2020; Emissionsberechnungen mit HBEFA3.3

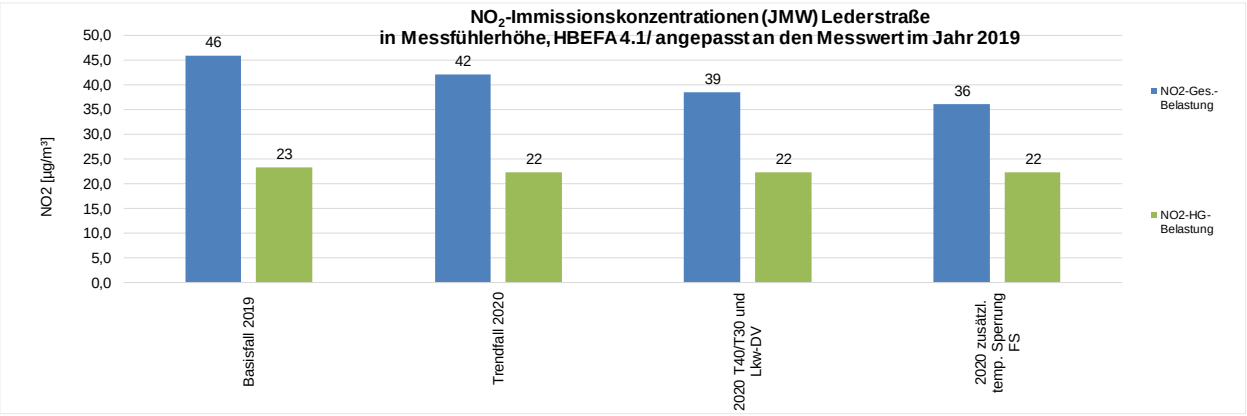

Bild 5.2: NO_2-Jahresmittelwerte auf der Lederstraße auf Höhe der Messstation für den Basisfall 2019, den Trendfall 2020 und die betrachteten Maßnahmenkombinationen für das Jahr 2020; Emissionsberechnungen mit HBEFA4.1

5.3 Ergänzende Betrachtung der Einzelmaßnahme T30/40 im Stadtgebiet

Es wurde zusätzlich eine Abschätzung der immissionsseitigen Wirkung für die Einzelmaßnahme T40/30 im Stadtgebiet durchgeführt. Hierzu wurden die verkehrlichen Wirkungen des Falls T40/30 im Stadtgebiet ohne strenge Kontrollen des Lkw-Durchfahrtverbots herangezogen (vgl. Kap. 3.2.1).

Die verkehrliche Wirkung der Maßnahmenkombination T40/30 und Kontrolle Lkw-DV setzt sich im Vergleich zum Prognose-Nullfall (Trend 2020) aus einer Minderung der Pkw-Belastungen (-700 Pkw/24h) und des SV (-1.150 SV/24h) für die Lederstraße zusammen. Für die Einzelmaßnahme nur T40/30 im Stadtgebiet ergibt sich eine höhere Reduktion der Pkw (-1.400 Pkw/24h) und eine deutlich geringere für den SV (- 100 SV/24h), wie in Kap. 3.2.1 beschrieben.

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Ergebnisse der Emissions- und Immissionsberechnungen für die Maßnahmenkombination T40/30 und Kontrolle Lkw-DV ergibt sich ein Beitrag der SV-Reduktion an der NO_X-Emissionsminderung von ca. 73% und der Pkw (und Rest)-Reduktion von ca. 27%. Das entspricht bei einer gesamten NO_2-Reduktion von 1,9 µg/m³ für die Pkw (und Rest)-Reduktion einer Reduktion der NO_2-Immissionen von ca. 0,5 µg/m³ und für die SV-Reduktion von ca. 1,4 µg/m³.

Wird nur die Einzelmaßnahme T40/30 im Stadtgebiet betrachtet, dann ergibt sich aufgrund der verkehrlichen Verlagerungen eine ca. doppelt so hohe Reduktion der Pkw (-1.400 Pkw/24h), während die Lkw sich nur geringfügig um 100 SV/24h im Vergleich zum Prognose-Nullfall reduzieren. Damit lässt sich grob abschätzen, dass dies dann einer Reduktion der jahresmittleren NO_2-Konzentration von ca. 1 µg/m³ entspricht.

5.4 Ergänzung MISKAM-Berechnung für die B28 im Bereich des Streckenabschnitts ID 927

5.4.1 Vorbemerkung

Ausgangssituation und Untersuchungsauftrag

Die Screening Berechnungen für das Hauptstraßennetz zeigen für die Maßnahmenkombination mit zusätzlicher temporärer Sperrung einer FS in der Lederstraße für das Prognosejahr 2020 zwei Streckenabschnitte mit Überschreitungen des Jahresgrenzwertes für das NO_2-Jahresmittel von 40 µg/m³. Es handelt sich dabei um die Streckenabschnitte mit der ID927 und ID1035 im Bereich der B28. Dabei sind entsprechend den Angaben in Tab. 5.2 lediglich bei ID 927 drei gemeldete Anwohner betroffen.

Das RPT beauftragte die Arbeitsgemeinschaft zusätzlich mit dem Detailmodell MISKAM diesen genannten Streckenabschnitt zu untersuchen. Im Folgenden werden nach kurzer Diskussion der wesentlichen Merkmale eines Screening-Modells die Ergebnisse der Detailberechnung vorgestellt, mit den Ergebnissen des Screenings verglichen und bewertet.

Ausgangslage Screening

Screening-Modelle werden in aller Regel für größere Straßennetze eingesetzt, um mit beherrschbarem Aufwand ein möglichst flächenabdeckendes Ergebnis zu erhalten. Untersucht werden Streckenabschnitte (durch eine Strecken-ID gekennzeichnet) mit gleichbleibenden Verkehrs- und damit Emissionswerten sowie ähnlicher Bebauungsstruktur oder Straßengeometrie. Für jeden Streckenabschnitt werden eine mittlere Gebäudehöhe, eine mittlere Straßenbreite (Abstand zwischen zwei gegenüberliegenden Gebäudefronten) sowie eine charakteristische „Lückigkeit“ festgelegt. Der Ansatz eines Screening-Verfahrens bringt aufgrund der standardisierten Bebauungsstrukturen eine Vereinfachung mit sich. Da die in dem Screening-Modell bereitgestellten Bebauungsstrukturen die in der Realität gegebenen Bebauungsstrukturen fast nie exakt wiedergeben, handelt es sich bei den mit Screening-Modellen ermittelten Konzentrationen grundsätzlich immer um Abschätzungen. Je genauer dabei die reale Bebauung mit der in dem Screening-Modell gegebenen standardisierten Bebauungsstruktur übereinstimmt, desto besser stimmen die berechneten Werte mit der Realität überein. Dies ist vor allem in innerstädtischen Kernbereichen mit dichter Straßenrandbebauung (Straßenschlucht Charakter) und häufig nur leicht variierenden Gebäudehöhen recht gut gegeben. Da zudem in Straßenschluchten aufgrund des reduzierten Luftaustausches mit der Atmosphäre über Dach mit hohen Immissionsbelastungen zu rechnen ist, kann man davon ausgehen, dass mit den Screening-Modellen für die lufthygienisch kritischen Straßenzüge in dichter bebauten Bereichen verlässliche Aussagen erzielt werden können.

Es obliegt der Erfahrung des Anwenders, die Randbedingungen bzgl. der Bebauung so zu wählen, dass das Ergebnis auf Basis der Screening-Berechnung konservativ ist.

Im Rahmen der Untersuchungen zur Modellstadt Reutlingen wurden in Abstimmung mit dem Auftraggeber für die einzelnen Streckenabschnitte die Bebauungsstrukturen, die den früheren Screening-Untersuchungen /Lohmeyer 2013/ im Rahmen der Luftreinhalteplanung zugrunde gelegt wurden, übernommen. Allerdings wurden neben der Geometrie der einzelnen Streckenabschnitte

nicht die Transmissionskoeffizienten, sondern die für die einzelnen Straßenabschnitte des Hauptstraßennetzes in diesem Gutachten ermittelten Immissionsbelastungen und die dazu gehörigen Emissionsmengen zur Verfügung gestellt. Aus diesen Informationen wurden die für die aktuellen Arbeiten benötigten Transmissionskoeffizienten durch ein Reprozessing abgeleitet.

Den Screening-Berechnungen aus dem Jahr 2013 lagen meteorologischen Daten der Jahre 2000 bis 2004 der in der Reutlinger Innenstadt gelegenen LUBW-Station Pomologie zugrunde.

5.4.2 Detailberechnung

Randbedingungen für die Berechnung

Für die Prognose der Immissionsbelastung für den genannten Straßenabschnitt im Bereich der B28 (ID 927) wurden die Immissionsberechnungen mit dem mikroskaligen, prognostischen Strömungsmodell MISKAM durchgeführt. Details zu diesem Modell sind dem Fachgutachten /AVISO, IB Rau, ifeu, brenner Bernard 2017/ zu entnehmen.

Das für die Berechnungen mit MISKAM gewählte Modellgebiet (s. Bild 5.3) hat eine Größe von ca. 600 m (Südwest-Nordost) und 400 m (Nordwest-Südost).

Das Modellgebiet hat im Bereich der Straßenräume eine horizontale Gitterauflösung von 1,0 m quer zur Straßenachse und in Längsrichtung. In beiden Raumrichtungen nehmen die Maschenweiten bis zum Rand des Gebietes kontinuierlich zu. In der Vertikalen beträgt die Gittermaschenweite bis in 4,4 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 1,4 m 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 innerhalb des Modellgebiets weitgehend auszuschließen, erfolgt eine kontinuierliche Spreizung des Gitters. Die für die Modellrechnungen benötigten Gebäudestrukturen, Geländestrukturen und Gebäudehöhen wurden auf der Basis von Katasterplänen, Luftbildaufnahmen und LOD1-Daten ermittelt. Das Modellgebiet umschließt das Auswertegebiet und berücksichtigt neben den Emissionen des interessierenden Straßenabschnitts auch die Emissionen der angrenzenden, einmündenden und kreuzenden Straßenabschnitte, sowie die zur Ausbildung der Strömungsstrukturen relevanten umgebende Gebäude.

Die Kfz-Emissionen wurden im Bereich des zu untersuchenden Straßenabschnitts spurfein, für die anderen Straßen innerhalb des Modellgebiets querschnittsfein als Linienquellen vorgegeben. Die Emissionsfreisetzung erfolgte in einer mittleren Höhe von 0,6 m.

Das Auswertegebiet ist aus den genannten Gründen kleiner als das Modellgebiet (s. Bild 5.3) und hat eine Größe von ca. 180 m (Südwest-Nordost) und 65 m (Nordwest-Südost). Es erstreckt sich zur besseren Orientierung lediglich über die zu betrachtende ID 927 im Bereich der B28.

Das Modellgebiet (blaue Umrandung) und Auswertegebiet (rote Umrandung) ist in Bild 5.3 dargestellt

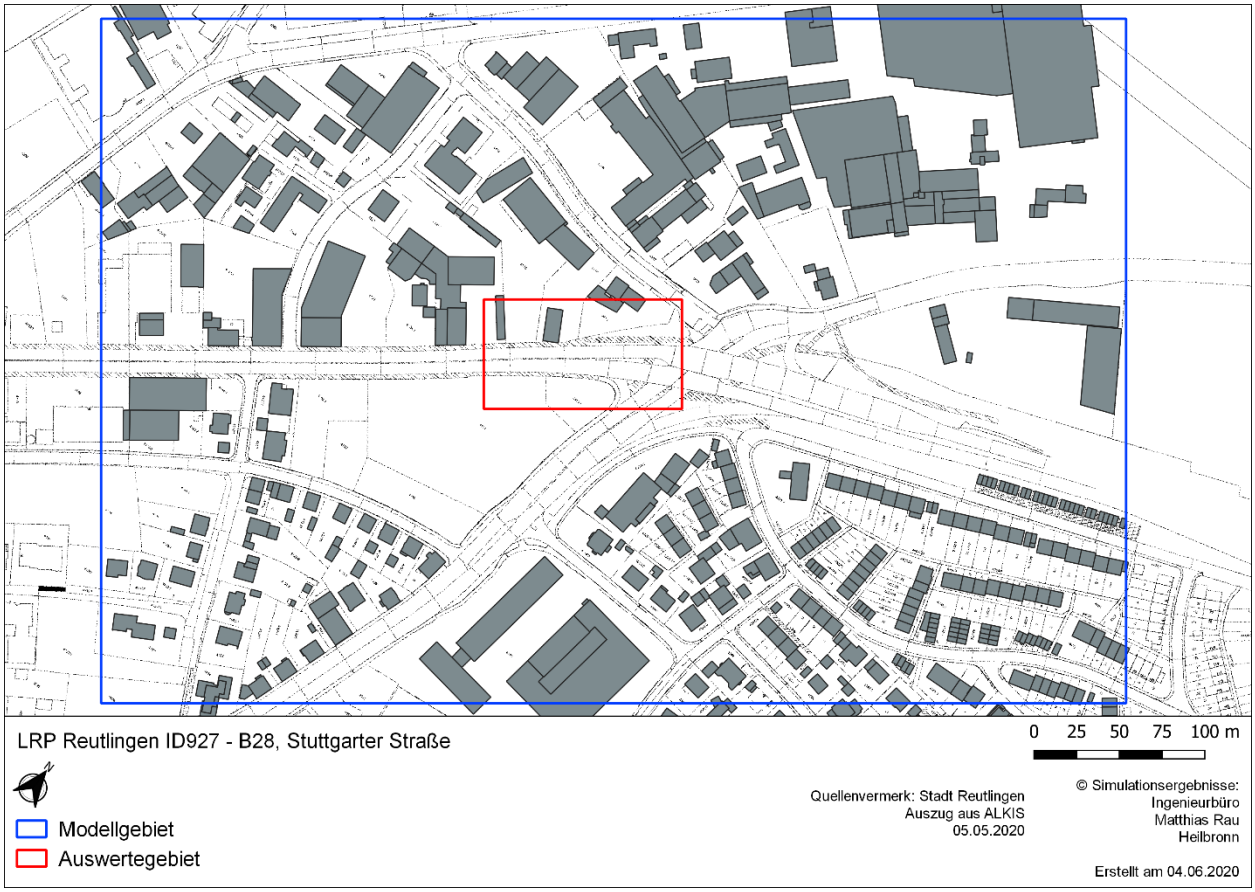

Bild 5.3: Ausschnitt des Katasterplans im Bereich der B28 ID927 mit Umriss des Modellgebietes (blau) sowie des MISKAM-Auswertegebietes (rot)

Bestimmung statistischer Kenngrößen für NO_2

Die NO_2-Jahresmittelwerte wurden analog dem Fachgutachten ermittelt. Die gewählte Windstatistik basiert auf den meteorologischen Daten der SynAKS[1] im Bereich des zu untersuchenden Streckenabschnitts (Koordinaten des Datensatzes GK [EPSG 31467] E3516504/N5374003).

Die Hintergrundbelastung basierte ursprünglich auf den Informationen der Verursacheranalyse 2013, wurde jedoch mit der Verursacheranalyse 2018 für die Messstelle Lederstraße überprüft und aktualisiert. Die zeitliche Entwicklung der Hintergrundbelastung bis zum hier zu betrachtenden Bezugsjahr 2020 sowie die Variation der räumlichen Verteilung der Hintergrundbelastung

[1] Für den Standort direkt sind keine langjährigen Windmessdaten verfügbar. Aus diesem Grund wird hier auf eine berechnete Ausbreitungsklassenstatistik (synthetische AKS), die flächendeckend in einem Raster von 500 x 500 m² für ganz Deutschland vorliegen, zurückgegriffen. / Bigalke, K.; Rau, M., *Synthetische Ausbreitungsklassenstatistiken für Baden-Württemberg - Hinweise für Anwender,* Pinneberg, Heilbronn: Auftraggeber: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 2013 /

zwischen Lederstraße und dem betrachteten Straßenabschnitt wurde auf Basis der in der Studie der IVU Umwelt prognostizierten zeitlichen Entwicklung und der räumlichen Verteilung abgeleitet. Mit den abgeleiteten charakteristischen Werten für die Hintergrundbelastung wurden durch Überlagerung mit den für die Strecken berechneten Zusatzbelastungswerten die Jahresmittelwerte für NO_2 der Gesamtbelastung berechnet. Bei der Überlagerung der Hintergrundbelastung mit den Zusatzbelastungswerten muss bei Stickoxiden die NO-NO_2-Konversion berücksichtigt werden. Die chemische Umwandlung von NO_X nach NO_2 ist äußerst komplex und von einer Reihe von Parametern wie z.B. UV-Strahlung, Ozonwert, Temperatur abhängig. Im Rahmen der vorliegenden Berechnung wurde für die Umwandlung der empirische Modellansatz nach /Düring et al., 2011/ herangezogen, der den NO-NO_2-Umwandlungsgrad als Funktion der NO_X-Gesamtimmission und der O_3-Hintergrundkonzentration beschreibt.

Diskussion der Ergebnisse

Das Berechnungsergebnis mit dem Detailmodell MISKAM ist in Bild 5.4 flächendeckend in einer Höhe von 1,4 m über Grund dargestellt.

Der ID927 liegt im Screening-Modell (entspr. den Eingangsdaten aus /Lohmeyer 2013/) der Bebauungstyp „beidseitig durchbrochene Bebauung“ mit einer Straßenbreite von 30 m und einer durchschnittlichen Bebauungshöhe von 15 m zugrunde. Für diesen Bebauungstyp wurden mit dem Screening-Modell ein maximaler NO_2-Jahresmittelwert von 43 µg/m³ (ID 927) prognostiziert. In dem Screening-Modell sind die Fahrstreifen und somit die Emission mittig in der Straße definiert. Der Immissionswert wird am Straßenrand, also in etwa 15 m von der Straßenmitte entfernt, angegeben. In Realität entspricht der Bebauungstyp im Bereich der ID 927 nicht einer beidseitig durchbrochenen Bebauung, sondern einer beidseitig offenen Struktur mit Solitärgebäude (Vgl. roter Kreis in Bild 5.4). Der mit dem Screening-Modell auf Grund der damaligen Einstufung der Bebauungsstruktur ermittelte Immissionswert (beidseitig durchbrochene Bebauung) ist somit an dieser ID zu hoch prognostiziert.

MISKAM (Bild 5.4) berechnet an dem Solitärgebäude mit betroffenen Personen entlang der ID 927 Immissionskonzentrationen im Jahresmittel zwischen 34 µg/m³ und 36 µg/m³.

Fazit

Im Bereich der nördlichen, einseitigen Bebauung (Solitärgebäude) entlang der ID 927 liegen die mit MISKAM berechneten maximalen Immissionskonzentrationen unter den mit dem Screening-Modell abgeschätzten Wert. Dies ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass die in dem Screening-Modell gewählte Bebauungsstruktur zu einem zu konservativen Ergebnis führt. Die detaillierte Berechnung mit MISKAM zeigt, dass an dem beurteilungsrelevanten Streckenabschnitt im Bereich der B28 der NO_2-Immissionswert bei der Maßnahmenkombination mit zusätzlicher temporärer Sperrung einer Fahrspur in der Lederstraße für das Prognosejahr 2020 eingehalten wird.

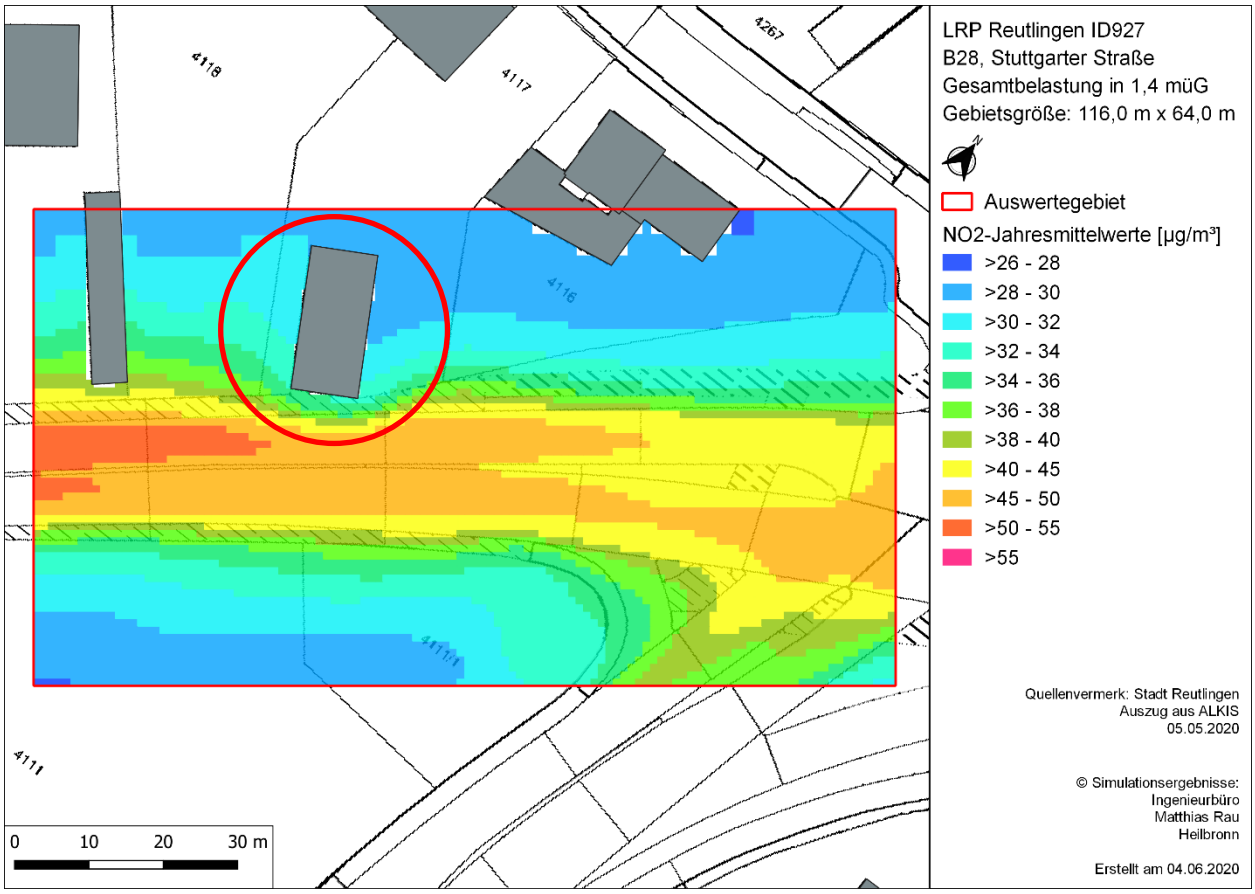

Bild 5.4: NO_2-Jahresmittelwerte; im Bereich der B28 (ID927) für die Maßnahmenkombination mit zusätzlicher temporärer Sperrung einer FS in der Lederstraße für das Prognosejahr 2020

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurden unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungen weitere ergänzende Berechnungen zur Prognose der NO_2-Immissionsbelastungen in Reutlingen durchgeführt.

Es wurde der Basisfall 2019 unter Berücksichtigung der mittlerweile umgesetzten Teilmaßnahmen aus dem Szenario Reutlingen aus der 4. Ergänzung bezüglich der Verkehrsdaten unverändert übernommen, ebenso die weitere Trendentwicklung bis 2020.

Zusätzlich wurden die verkehrlichen Wirkungen der folgenden zwei Maßnahmenkombinationen für das Prognosejahr 2020 ermittelt:

- T40/30 im Stadtgebiet und Kontrolle Lkw-Durchfahrtsverbot
- zusätzliche temporäre Sperrung (außer Spitzenstunden) des rechten Fahrstreifens auf einem Abschnitt der Lederstraße

Auf Basis der verkehrlichen Ergebnisse und unter Berücksichtigung der allgemeinen Entwicklung der Flottenzusammensetzung wurden die emissions- und immissionsseitigen Wirkungen für das relevante Straßennetz in Reutlingen berechnet. Es wurde dazu die gleiche Methodik angewandt wie in den bisherigen Untersuchungen. Bezüglich der Entwicklung des Pkw-Bestand konnten dabei aktuelle Daten zum Stand 31.12.2019 zur Aktualisierung der Pkw-Flottenzusammensetzung berücksichtigt werden. Außerdem wurde keine Wirkung durch Software-Updates bei Diesel-Pkw berücksichtigt (Emissionsberechnung auf Basis HBEFA3.3).

Im Ergebnis zeigt sich, dass im Hauptstraßennetz bei Umsetzung der Maßnahmenkombination T40/T30 im Stadtgebiet und Kontrolle Lkw-DV auf 4 Streckenabschnitten und bei der zusätzlichen temporären Sperrung eines Fahrstreifens in der Lederstraße, im Jahr 2020 auf zwei Streckenabschnitten in Reutlingen mit Grenzwertüberschreitungen gerechnet werden muss. An der ID 1035 (B28) gibt es keine betroffenen Personen (Parkhaus). Für die ID 927 (B28) konnte durch Berechnungen mit dem Detailmodell MISKAM gezeigt werden, dass der Grenzwert im Bereich des Gebäudes mit betroffenen Personen sicher eingehalten wird.

Für die Lederstraße zeigen sich auf Höhe der Messstation bei beiden Maßnahmenkombinationen gegenüber dem Prognosefall 2020 deutliche Reduktionen. Bei der Maßnahmenkombination T40/T30 im Stadtgebiet und Kontrolle Lkw-DV, berechnet mit HBEFA3.3, wird im Jahr 2020 der Grenzwert knapp eingehalten, mit zusätzlicher temporärer Sperrung eines Fahrstreifens in der Lederstraße mit jahresmittleren 38 µg/m³ bereits sicher eingehalten. Mit HBEFA4.1 sind die Minderungen sogar noch etwas stärker ausgeprägt.

Literatur

AVISO, IBRau, ifeu, brenner Bernard, 2017,
Fachgutachten „Modellstadt Reutlingen“, 2017

AVISO, IBRau, brenner Bernard, 2018 1
„Modellstadt Reutlingen”, Ergänzungsbericht HBEFA3.3, März 2018

AVISO, IBRau, brenner Bernard, 2018 2
„Modellstadt Reutlingen”, Ergänzungsbericht 2 (Software-Updates), Juli 2018

AVISO, IBRau, brenner Bernard, 2018 2
„Modellstadt Reutlingen”, Ergänzungsbericht 3, Oktober 2018

AVISO, IBRau, brenner Bernard, 2019
„Modellstadt Reutlingen”, Ergänzungsbericht 4, Juni 2019

HBEFA 2019
https://www.hbefa.net/d/

RT 2020
Kartendarstellung der Stadt Reutlingen zu den vorhandenen und geplanten Tempolimits (T40/30) im Stadtgebiet Reutlingen, per Email erhalten am 24.01.2020

Anhang

Kartendarstellung der Stadt Reutlingen zu den vorhandenen und geplanten Tempolimits (T40/30) im Stadtgebiet Reutlingen

Ergebnisse der Immissionsberechnungen für das Hauptstraßennetz Reutlingen

Basisfall 2019

Trendprognose 2020

Maßnahmenkombination T40/30 im Stadtgebiet und Kontrolle Lkw-DV 2020

Maßnahmenkombination T40/30 im Stadtgebiet und Kontrolle Lkw-DV 2020 und zusätzliche temporäre Sperrung eines Fahrstreifens auf einem Abschnitt der Lederstraße 2020

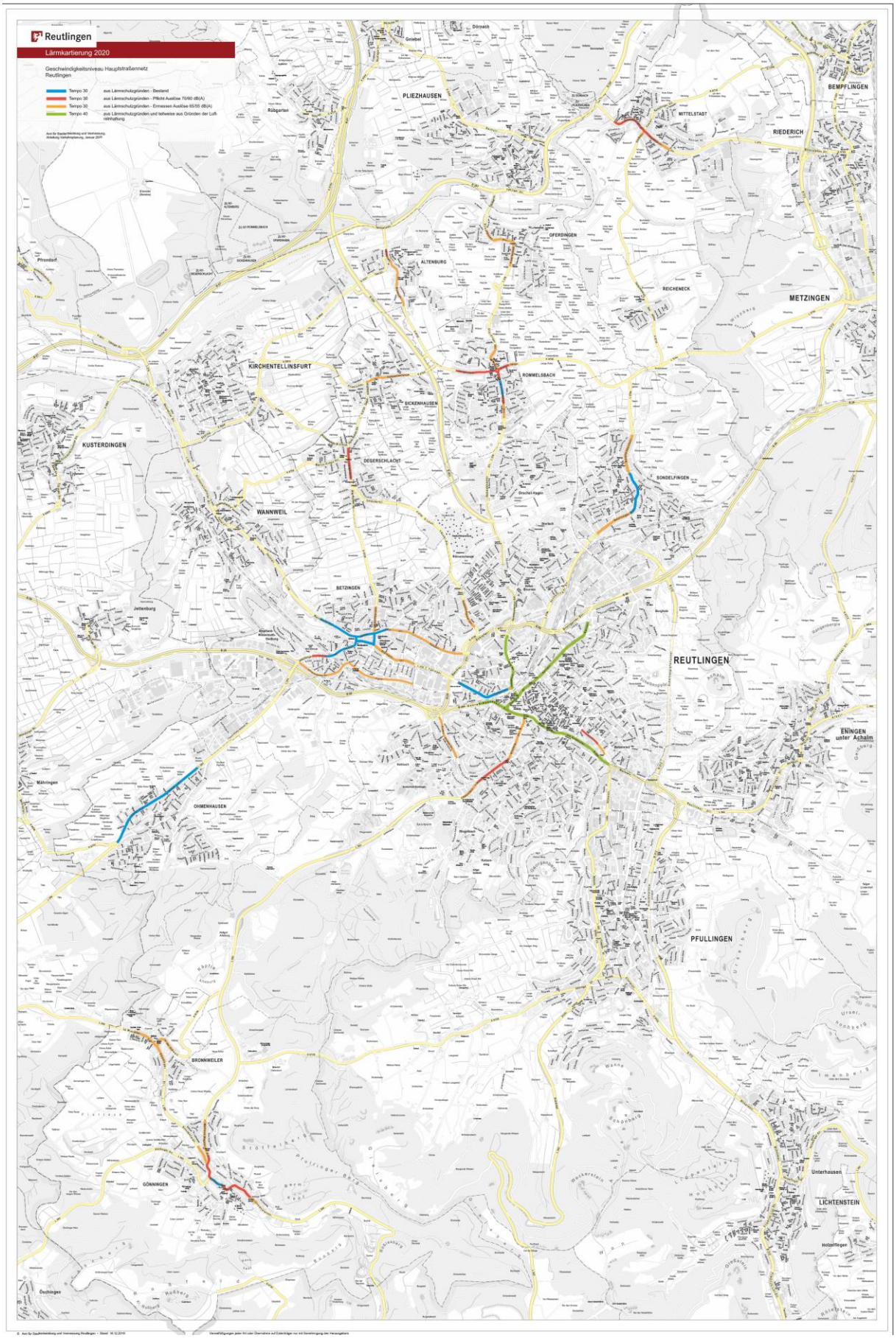

Bild 0.1: vorhandene und geplante Tempolimits (T40/30) im Stadtgebiet Reutlingen /RT 2020/

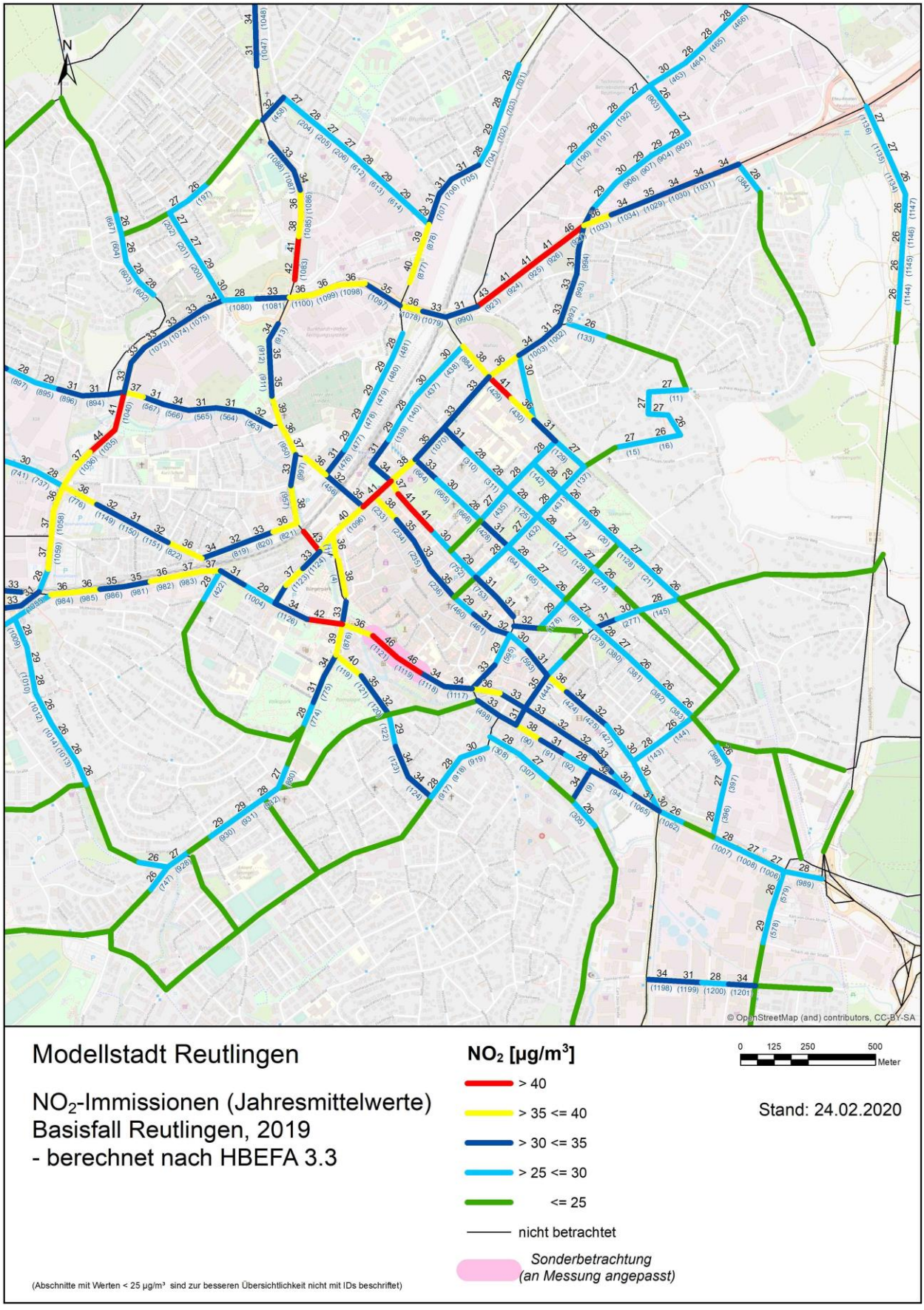

Bild 0.2: NO_2-Jahresmittelwerte für das Stadtgebiet von Reutlingen Basisfall 2019

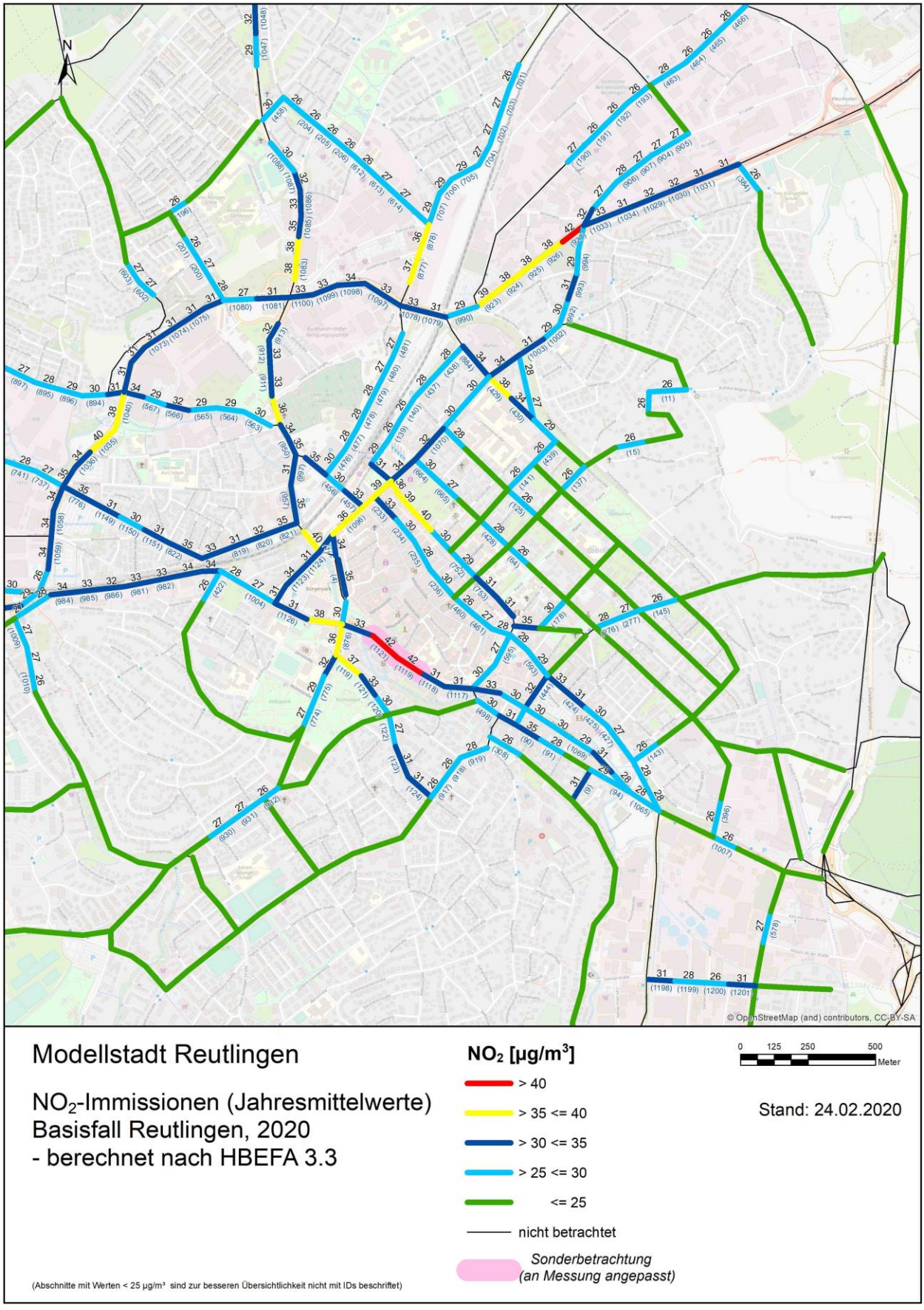

Bild 0.3: NO_2-Jahresmittelwerte für das Stadtgebiet von Reutlingen Trendprognose 2020

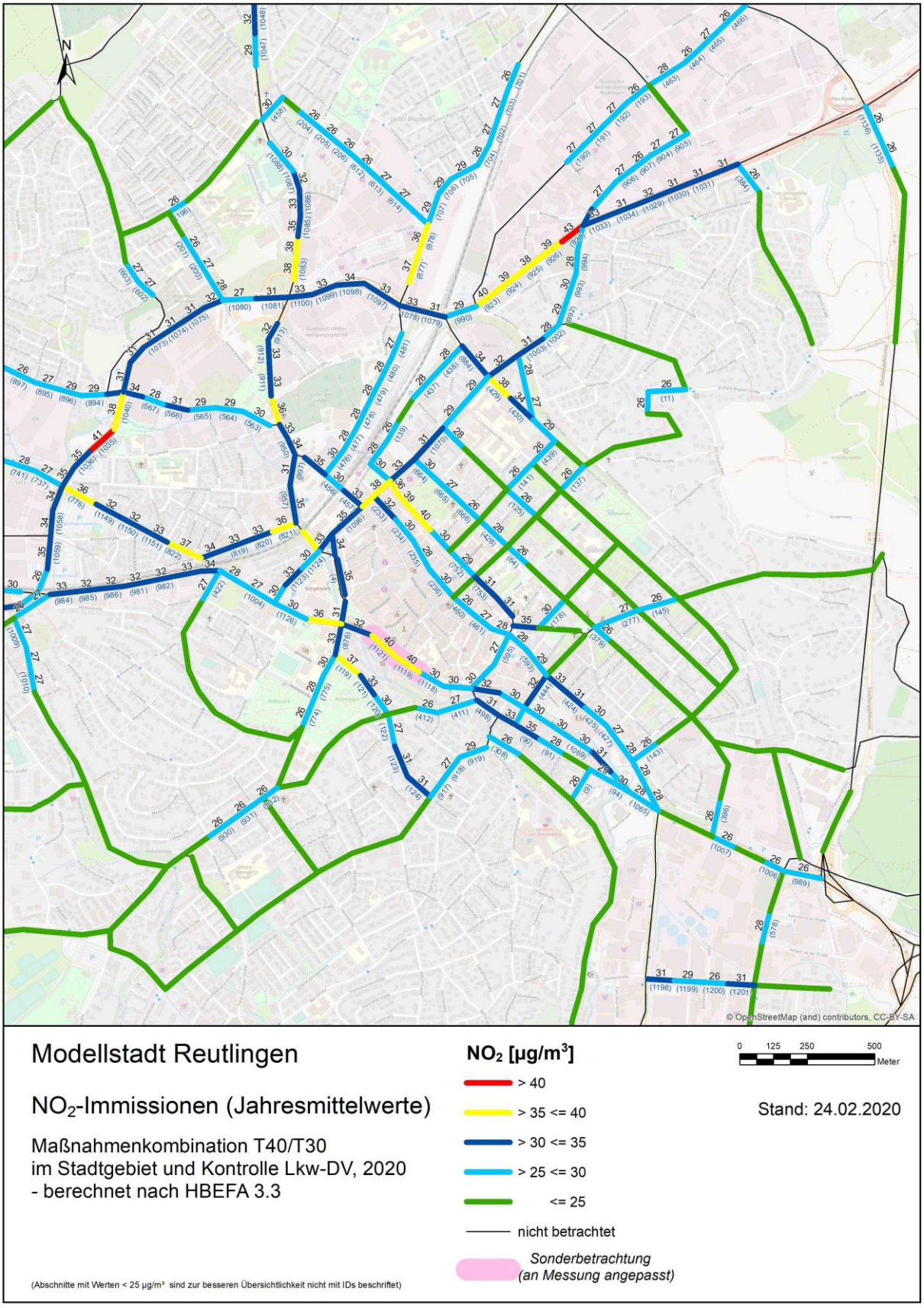

Bild 0.4: NO_2-Jahresmittelwerte für das Stadtgebiet von Reutlingen Maßnahmenkombination T40/30 im Stadtgebiet und Kontrolle Lkw-DV 2020

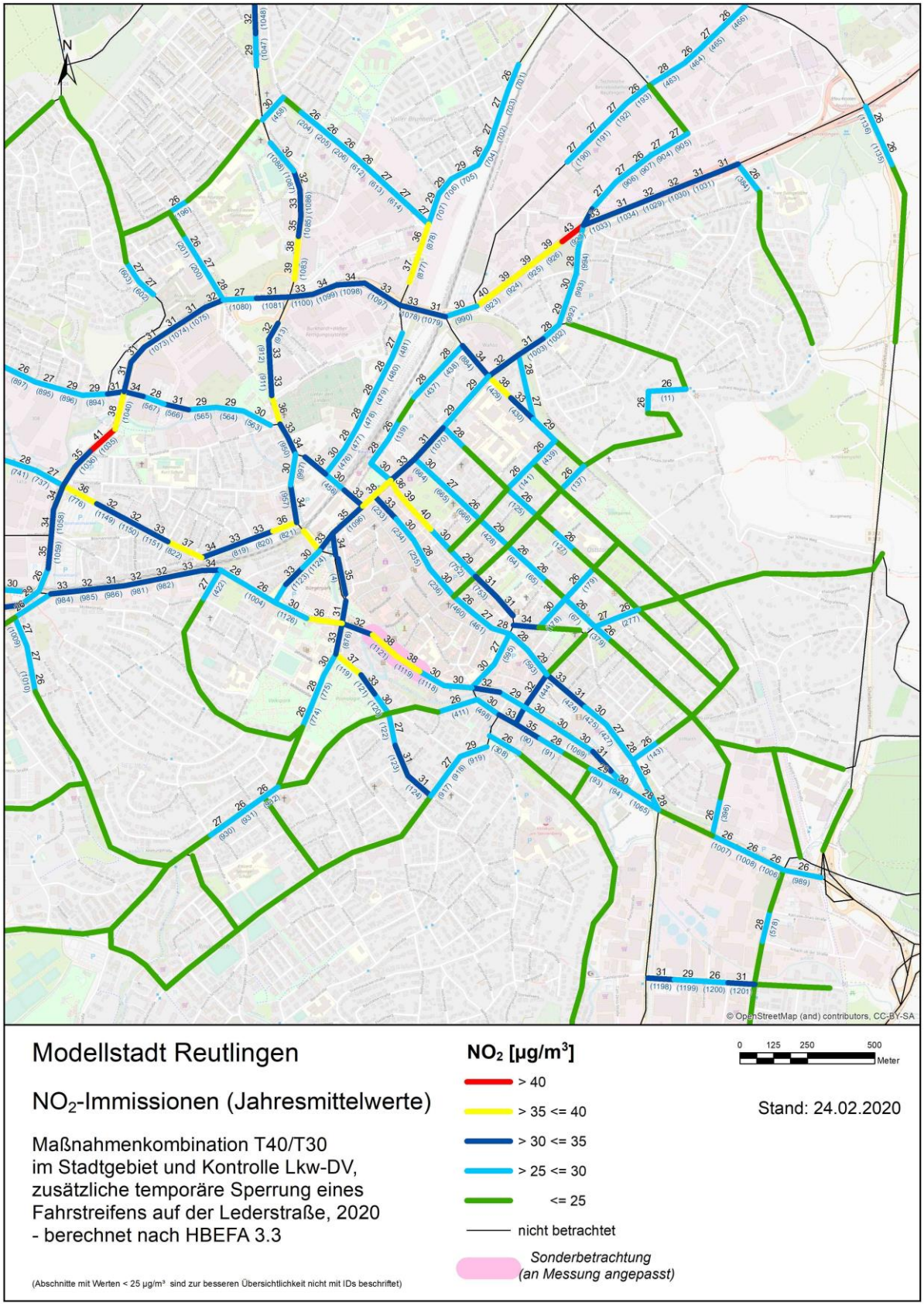

Bild 0.5: NO_2-Jahresmittelwerte für das Stadtgebiet von Reutlingen Maßnahmenkombination mit zusätzlicher temporärer Sperrung eines Fahrstreifens auf einem Abschnitt der Lederstraße 2020