Endbericht

Untersuchungen von Maßnahmen im Rahmen der Aufstellung eines Luftreinhalteplans für Balingen

für das

Regierungspräsidium Tübingen
Postfach 2666
72016 Tübingen

von

IVU Umwelt GmbH
Emmy-Noether-Str. 2
79110 Freiburg

und als Unterauftragnehmer

Planungsgruppe Kölz GmbH
Hoferstraße 9A
71636 Ludwigsburg

Endbericht

Untersuchungen von Maßnahmen im Rahmen der Aufstellung eines Luftreinhalteplans für Balingen

für das

Regierungspräsidium Tübingen
Postfach 2666
72016 Tübingen

Bearbeitet von:

Volker Diegmann
Anna Mahlau
Florian Pfäfflin
Heike Wursthorn

IVU Umwelt GmbH
Emmy-Noether-Str. 2
D-79110 Freiburg
Tel: +49 (0) 761 / 88 85 12 - 0
Fax: +49 (0) 761 / 88 85 12 - 12
info@ivu-umwelt.de
www.ivu-umwelt.de

und

Andreas Weber

Planungsgruppe Kölz GmbH
Hoferstraße 9A
71636 Ludwigsburg

Vorgelegt am 15.03.2016

INHALTSVERZEICHNIS

1	**Einführung**	**7**
2	**Untersuchungsgebiet**	**9**
3	**Methoden**	**11**
3.1	Allgemeines	11
3.2	Kfz-Emissionen mit IMMIS^{em}	11
3.3	Hotspot-Analyse mit IMMIS^{luft}	12
3.4	Bestimmung des NO_2-Jahresmittelwerts	12
4	**Erhebung des Ist-Zustands**	**15**
4.1	Einführung	15
4.2	Netzdaten aus der Verkehrsplanung	15
4.3	Verkehrsqualität (LOS)	16
4.4	Regionalisierte Kfz Flotte	16
4.5	Abschnittsbildung und Geometrie	19
4.6	Längsneigung der Straßenabschnitte	20
4.7	Meteorologie	21
4.8	Bildung der Gesamtbelastung	23
5	**Ist-Situation**	**25**
5.1	Ergebnisse	25
5.2	Betroffenheit	29
5.3	Validierung	29
6	**Prognose 2016**	**31**
7	**Maßnahmen**	**33**
7.1	Umweltzone	33
7.2	Pförtnerung B27 - Endingen	36
7.2.1	Verkehrliche Prüfung	36
7.2.2	Prüfung der lufthygienischen Wirkung	40
7.3	Tempo 30	41
7.3.1	Verkehrliche Prüfung	41
7.3.2	Bestimmung der emissionsseitigen Auswirkungen von Tempo 30 mittels Messfahrten und PHEM-Modellierung	42
7.3.3	Prüfung der lufthygienischen Wirkung	46
7.4	Übersicht Maßnahmenwirkung	47
8	**Zusammenfassung**	**49**

9 Literatur 51

A Anhang A 53

A.1 Kartographische Darstellung der Verkehrsqualität (LOS 3 und LOS 4) 53

A.2 Abschnittsbildung mit IMMIS^{build} 56

A.2.1 Übernahme der Gebäudedaten und Aufbau des Datenmodells 56

A.2.2 Abschnittsbildung mit IMMIS^{build} 56

A.3 Meteorologie 58

B Anhang B Hotspots im Ist-Fall 63

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 2-1:	Gemeindegebiet Balingen mit untersuchtem Straßennetz	9
Abbildung 3-1:	Schema der Zusammensetzung der städtischen Gesamtbelastung (LENSCHOW ET AL. 2001)	11
Abbildung 4-1:	Pkw-Flottenaufteilung getrennt für Benzin (P_*, oben) und Diesel (D_*, unten) für verschiedene Bezugsjahre regionalisiert für Balingen und aus dem HBEFA (HB)	18
Abbildung 4-2:	Ergebnis der Abschnittsbildung für IMMIS^{luft}	19
Abbildung 4-3:	Neigung der IMMIS^{luft}-Abschnitte	20
Abbildung 4-4:	Screenshot des Internetangebots zu Synthetischen Wind- und Ausbreitungsklassenstatistiken (SynAKS) der LUBW	21
Abbildung 4-5:	Festlegung der Zuordnung der IMMIS^{luft}-Abschnitte zu den meteorologischen Daten vor einem Höhenrelief	22
Abbildung 4-6:	Jahresmittelwert der NO_2-Vorbelastung an IMMIS^{luft}-Abschnitten	23
Abbildung 5-1:	NO_2-Jahresmittelwert an IMMIS^{luft}-Abschnitten im Untersuchungsgebiet	26
Abbildung 5-2:	NO_2-Jahresmittelwert an IMMIS^{luft}-Abschnitten im Ausschnitt für Hotspots mit NO_2-Jahresmittelwerten > 36 µg/m³ für die eine Identifikationsnummer (ID) angegeben ist	27
Abbildung 5-3:	Gemessene NO_2-Jahresmittelwerte an den drei Standorten in Balingen-Endingen im Jahr 2013 (LUBW 2014A)	30
Abbildung 7-1:	Jahresmittelwert der NO_2-Belastung an IMMIS^{luft}-Abschnitten mit der Maßnahme Umweltzone	35
Abbildung 7-2:	Wirkung einer Pförtnerung auf den DTV für die Schömberger Straße und den entsprechenden Ausweichrouten	39
Abbildung 7-3:	Lage der Messstrecke	42
Abbildung 7-4:	Profile der Geschwindigkeit über die Strecke für die Fahrten in Richtung Nord (oben) und Süd (unten)	44
Abbildung A-1:	Anteile LOS 4 an den untersuchten IMMIS^{luft}-Abschnitten	54
Abbildung A-2:	Anteile LOS 3 an den untersuchten IMMIS^{luft}-Abschnitten	55
Abbildung A-3:	Abschnittsbildung mit IMMIS^{build} am Beispiel der Schömberger Straße (Näheres siehe Text).	57
Abbildung A-4:	SynAKS vor topografischer Karte	58
Abbildung A-5:	Festlegung der Meteorologie-Gebiete nach Windrosen	59
Abbildung A-6:	Statistik zum Meteo-Standort 1	60
Abbildung A-7:	Statistik zum Meteo-Standort 2	61
Abbildung A-8:	Statistik zum Meteo-Standort 3	62

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 5-1:	Liste der Straßenabschnitte mit einem berechneten NO_2-Jahresmittelwert größer als 36 µg/m³	28
Tabelle 5-2:	Angaben zu Anwohnern an Abschnitten mit NO_2-Grenzwertüberschreitungen	29
Tabelle 5-3:	Vergleich der gemessenen und modellierten NO_2-Konzentra tionen	30
Tabelle 6-1:	NO_2-Belastungsniveaus im Ist-Zustand und in der Prognose 2016 für Abschnitte mit einem NO_2-Jahresmittelwert im Ist-Zustand größer als 36 µg/m³	31
Tabelle 7-1:	Schadstoffgruppen und Anforderungen für die einzelnen Plaketten gemäß Kennzeichnungsverordnung (35. BIMSCHV 2015)	33
Tabelle 7-2:	NO_2-Belastungsniveaus in der Prognose 2016 und für die Maßnahme Umweltzone für Abschnitte mit einem NO_2-Jahresmittelwert im Ist-Zustand größer als 36 µg/m³	34
Tabelle 7-3:	Auflistung der NO_2-Jahresmittelwerte in Abschnitten der Schömberger Straße für die Prognose 2016 und die Pförtnerung	40
Tabelle 7-4:	Anzahl der Profile nach Fahrtrichtung und Verkehrssituation	43
Tabelle 7-5:	Ergebnisse der PHEM-Modellierung und Auswirkung auf die NO_X-Emissionen in der Schömberger Straße in der Prognose 2016	46
Tabelle 7-6:	NO_2-Jahresmittelwert im Abschnitt am Ort der Messstelle MP1 berechnet auf der Basis von IMMIS^{em} und von PHEM für die Prognose 2016 und allein auf Basis PHEM für den Fall T30	46
Tabelle B-1:	Hotspots im Ist-Fall	63

1 Einführung

Im Bereich der Schömberger Straße (B27) in Balingen haben Messungen im Jahr 2013 ergeben, dass der Grenzwert für den NO_2-Jahresmittelwert in Höhe von 40 µg/m³ an zwei von drei Messstellen überschritten wurde (LUBW 2014A). Als Folge der Unterrichtung der Stadt Balingen ist das Regierungspräsidium Tübingen verpflichtet, ein Luftreinhalteplanverfahren für Balingen zu beginnen.

Nach derzeitigem Kenntnisstand wird davon ausgegangen, dass in erster Linie verkehrliche Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität in Frage kommen. Das Regierungspräsidium Tübingen hat deshalb „Untersuchungen von Maßnahmen im Rahmen der Aufstellung eines Luftreinhalteplans für Balingen“ in Auftrag gegeben. Die Aufgabenstellung an das Gutachten wird darin folgendermaßen definiert:

1. Erhebung des Ist-Zustands für die Verkehrslage und die Immissionssituation im Gemeindegebiet Balingen
2. Untersuchung zur Wirkung einer Umweltzone im Gemeindegebiet Balingen
3. Untersuchung zur Wirkung einer Pförtnerung im Bereich der Schömberger Straße
4. Untersuchung zur Wirkung eines Tempolimits von 30 km/h im Bereich der Schömberger Straße

Im folgenden Abschnitt 2 wird das Untersuchnungsgebiet und in Abschnitt 3 die eingesetzten Methoden beschrieben. Es folgt in Abschnitt 4 die Beschreibung zur Erhebung des Ist-Zustands, für den in Abschnitt 5 die Ergebnisse der Belastungssituation dargestellt und diskutiert werden. In Abschnitt 6 wird prognostiziert, welche NO_2-Belastung im Jahr 2016 auf Grund der sich erneuernden Fahrzeugflotte zu erwarten ist. Anschließend folgt in Abschnitt 7 die Analyse der drei untersuchten Maßnahmen.

Anmerkung:

Im Text wird der Punkt als Dezimaltrennzeichen verwendet.

2 Untersuchungsgebiet

Die Kreisstadt Balingen liegt im Zollernalbkreis in Baden-Württemberg. Die Stadt liegt am Rand der Schwäbischen Alb im Tal der Eyach, einem Nebenfluss des Neckars. Die Stadt ist umgeben von den so genannten Balinger Bergen (Abbildung 2-1).

Die Gemarkungsfläche von Balingen beträgt ca. 90 km². Im Jahr 2013 waren 33’270 Einwohner gemeldet, pro tausend Einwohner waren 637 Pkw zugelassen (STALA BW 2015).

Durch Balingen führt die B 27 von Südwesten kommend aus Richtung Rottweil und der A 81 (Anschlussstelle Rottweil) in Richtung Nordosten das Gemeindegebiet verlassend nach Hechingen und weiter nach Tübingen. Die B 463 verläuft innerhalb des Gemeindegebiets von Balingen ein Stück auf der B 27. Die B 463 führt in Richtung Nordwesten über Haigerloch zur 81 (Anschlussstelle Empfingen) und in Richtung Südosten über Albstadt bis nach Sigmaringen.

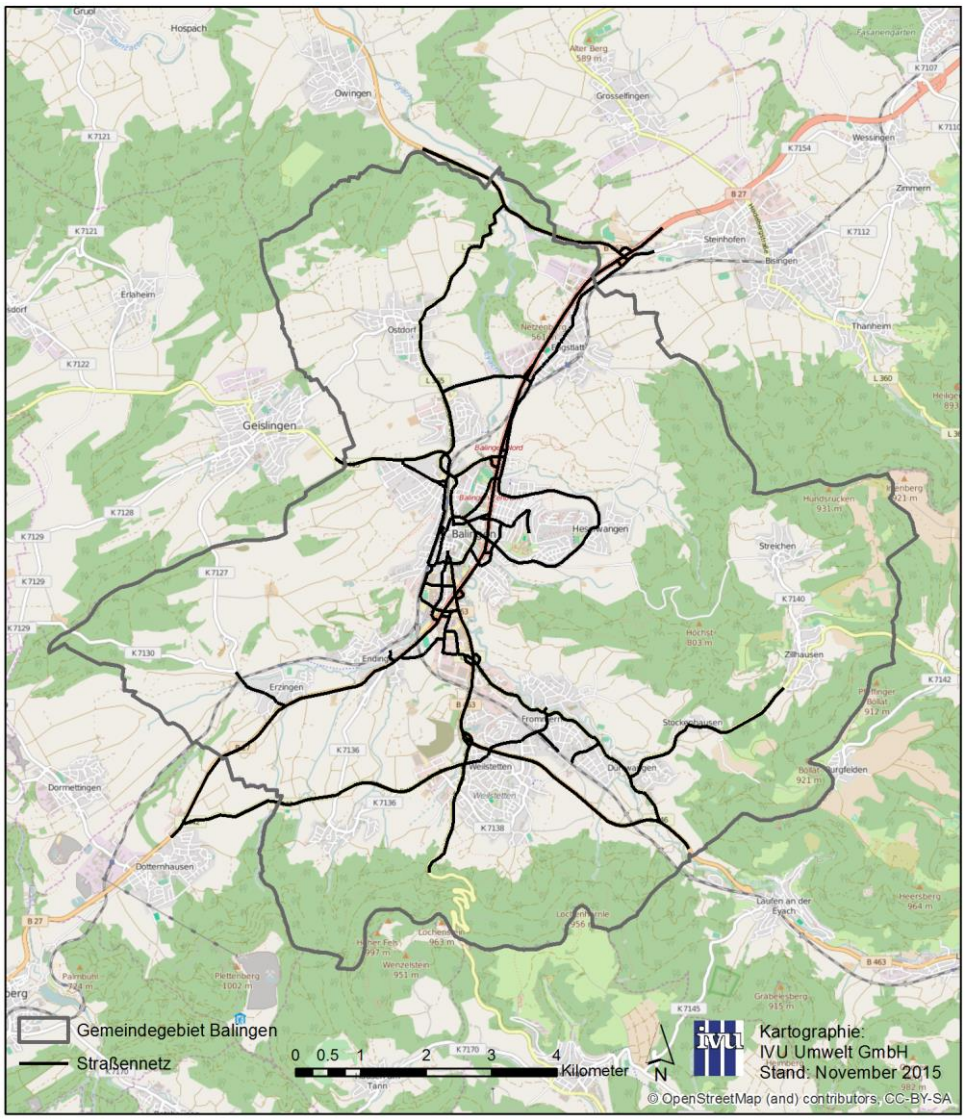

Abbildung 2-1: Gemeindegebiet Balingen mit untersuchtem Straßennetz

3 Methoden

Die Bearbeitung der Untersuchungen wurde in enger Kooperation zwischen der IVU Umwelt GmbH als Luftschadstoffgutachter und der Planungsgruppe Kölz GmbH als Verkehrsgutachter durchgeführt.

Der verkehrliche Ist-Zustand und die Wirkungen der Maßnahmen auf den Kfz-Verkehr wurden mit einem bei der Planungsgruppe Kölz aus Vorgängeruntersuchungen vorhandenen Verkehrsmodell untersucht.

Die Wirkungen der Maßnahmen bezogen auf die Luftqualität wurden mit dem Screeningmodell IMMIS$^{em/luft}$ Version 6 (IVU UMWELT 2015A) berechnet. Die Arbeiten wurden dabei entsprechend dem „Leitfaden Modellierung verkehrsbedingter Immissionen“ (IVU UMWELT 2015B) durchgeführt. Bei der Berechnung der Kfz-Emissionen mit IMMIS^{em} wird nach VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7 (KRDL 2003) und bei der Screeningberechnung mit IMMIS^{luft} nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 14 (KRDL 2013) vorgegangen.

3.1 Allgemeines

Eine schematische Darstellung, wie sich die Luftbelastung innerhalb einer Stadt zusammensetzt, zeigt Abbildung 3-1. An den verkehrlichen Hotspots ist die Gesamtbelastung die Summe aus regionalem Hintergrund, urbanem Hintergrund und Zusatzbelastung.

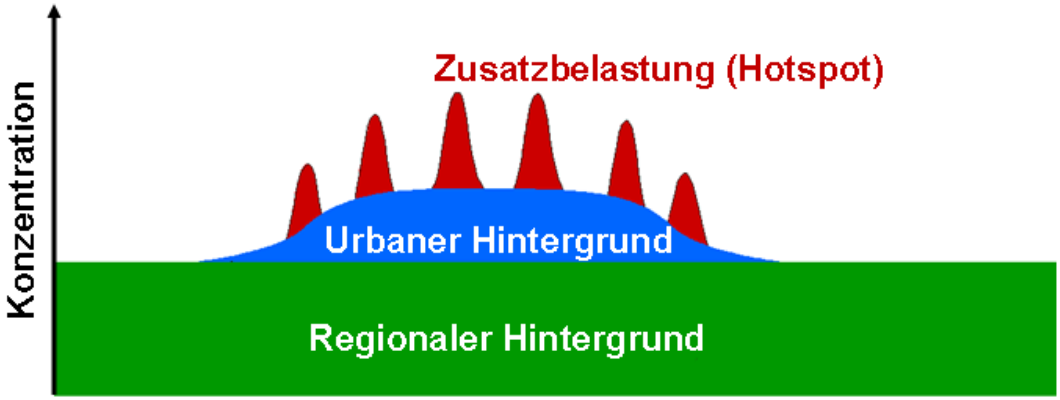

Abbildung 3-1: Schema der Zusammensetzung der städtischen Gesamtbelastung (LENSCHOW ET AL. 2001)

3.2 Kfz-Emissionen mit IMMIS^{em}

Für das relevante Straßennetz in den Untersuchungsgebieten wurden abschnittsweise Emissionen des Kfz-Verkehrs berechnet. Zum Einsatz kommt das von IVU Umwelt kontinuierlich weiterentwickelte Modell IMMIS^{em}.

Das Modell berechnet, basierend auf dem aktuellen Handbuch für Emissionsfaktoren HBEFA 3.2 (INFRAS 2014) und der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (KRDL 2003), die Emissionen des Straßenverkehrs. Dazu nötige Eingangsdaten, wie die Verkehrsbelastung durch die verschiedenen Kfz-Arten und die Festlegung der Verkehrssituation als Kombinationen aus Gebiet, Straßentyp, Tempolimit und Level of Services (LOS), wurden, so weit vorhanden, aus den bestehenden Daten der Verkehrsuntersuchung übernommen bzw. aus den vorhandenen Informationen abgeleitet. In IMMIS^{em} ist ein Modell zur Be-

stimmung der Verkehrsqualität enthalten, das unter Zuhilfenahme von Kapazitäten die Aufteilung des Verkehrs auf die LOS berechnet.

Ergänzt wird die Emissionsberechnung in IMMIS^{em} um ein Modell zur Abbildung von Kaltstartzuschlägen entsprechend der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7 (KRDL 2003).

IMMIS^{em} ist als IMMIS^{arc} in das geographische Informationssystem ArcGIS integriert und erlaubt damit eine direkte Bearbeitung und Modellierung der Verkehrsemissionen im GIS. Dies ist zum einen durch die dadurch gewährleistete unmittelbare Kombination mit Basisdaten aller Art und der Visualisierung im Bezug zu diesen ein wichtiger Baustein zur Qualitätssicherung und erlaubt zum anderen eine sehr effektive Arbeitsweise, da die Daten so direkt für die Verwendung in Ausbreitungsmodellen und für die statistische und kartographische Auswertung und Darstellung zur Verfügung stehen.

Für die Bestimmung der Kfz-Emissionen ist der dynamische Fahrzeugbestand ausschlaggebend, der als sogenannte Flottenzusammensetzung dem Emissionsmodell IMMIS^{em} zur Verfügung gestellt werden kann.

3.3 Hotspot-Analyse mit IMMIS^{luft}

Die Zusatz- und Gesamtbelastung in Straßenschluchten wurden mit Hilfe des Screeningmodells IMMIS^{luft} ermittelt. Das Modell berechnet für bebauungs- und verkehrshomogene Straßenabschnitte jeweils einen Wert der Zusatzbelastung auf Basis von sogenannten Kopplungswerten und den verkehrsbedingten Emissionen des jeweiligen Straßenabschnitts unter Berücksichtigung des Jahresmittelwerts der Windgeschwindigkeit. Die Kopplungswerte stellen den Zusammenhang zwischen den Emissionen im Straßenraum und der zu berechnenden Zusatzbelastung her. Sie werden auf der Basis einer meteorologischen Zeitreihe oder Statistik für verschiedene Straßenraumgeometrien mit dem Modell CPB vorprozessiert (WIEGAND, G.; DIEGMANN, V. 1994).

Die Zusatzbelastung wird pro Straßenabschnitt für zwei fest definierte Aufpunkte im Straßenquerschnitt, d. h. beidseits der Straße in 1.5 m Höhe und im Abstand von 15 % des Bebauungsabstandes (quer zur Straße) von der Bebauung, berechnet. Ausgegeben wird der größere der beiden berechneten Werte. Ein Straßenabschnitt wird als in sich homogen bezeichnet, wenn er auf beiden Seiten homogen, d. h. mit einer Höhendifferenz von bis zu ± 10 % der durchschnittlichen Höhe, und durchgehend bebaut und mindestens doppelt so lang wie breit ist. Um Baulücken in einem Straßenabschnitt zu berücksichtigen, kann eine Porosität vorgegeben werden, die sich aus Länge und Breite des Straßenabschnitts sowie der bebauten Länge berechnet. Für Porositäten > 90 % wird von einem Straßenabschnitt ohne Bebauung ausgegangen, für den der Einsatz von IMMIS^{luft} nicht gültig ist. Bei Abschnitten ohne Randbebauung ist von einer deutlich niedrigeren Luftschadstoffbelastung auszugehen als bei Abschnitten mit vergleichbarem Verkehrsaufkommen und einer vorhandenen Randbebauung. Außerdem liegt bei fehlender Bebauung auch keine direkte Betroffenheit vor. Straßenabschnitte ohne Randbebauung werden in der vorliegenden Untersuchung nicht betrachtet.

3.4 Bestimmung des NO_2-Jahresmittelwerts

NO_2 ist ein chemisch aktiver Stoff, der in der Atmosphäre einer Reihe von Reaktionen mit unterschiedlichen Stoffen unterliegt. Die NO_2-Konzentration in der Straßenschlucht setzt sich daher zusammen aus der NO_2-Vorbelastung, dem durch den Kfz-Verkehr direkt emittierten NO_2 und dem durch chemische Umwandlungen produzierten oder

eliminierten NO_2. Die chemischen Reaktionen, an denen NO_2 beteiligt ist, unterscheiden sich dabei in ihrer Geschwindigkeit und ihrer Komplexität.

In der vorliegenden Untersuchung wurde für die Berechnung des NO_2-Jahresmittelwerts der Ansatz nach DÜRING & BÄCHLIN (2009) verwendet. Er beruht auf dem Ansatz nach HERTEL & BERKOWICZ (1989), arbeitet aber mit Jahresmittelwerten. Die Übertragbarkeit der Gleichungen aus HERTEL & BERKOWICZ (1989) auf Jahresmittelwerte wurde dabei nicht theoretisch abgeleitet, sondern empirisch durch den Vergleich mit Messdaten überprüft. Die bei HERTEL & BERKOWICZ zeitabhängigen Größen J, k und τ werden in DÜRING & BÄCHLIN (2009) als konstante Parameter wie folgt festgelegt:

$J = 0.0045\ s^{-1}$

$k = 0.00039\ (ppb\ s)^{-1}$

$\tau = 100\ s$

Als Eingangsdaten gehen die NO_X-Gesamtbelastung in der Straßenschlucht, die Hintergrundkonzentrationen von NO_X, NO_2 und O_3 sowie der Anteil der primären NO_2-Emissionen an den NO_X-Emissionen als Jahresmittelwerte in die Berechnung ein. Als Ergebnis werden Jahresmittelwerte der NO_2-Gesamtbelastung berechnet.

4 Erhebung des Ist-Zustands

4.1 Einführung

Der Ist-Zustand beschreibt das reale Verkehrsgeschehen und die verkehrsbezogene Luftschadstoffbelastung im Gemeindegebiet von Balingen und insbesondere die Situation an den Orten der Grenzwertüberschreitungen. Durch die Erhebung des Ist-Zustands wurde die Datengrundlage entsprechend der Untersuchungsmethoden nach Abschnitt 3 aufgebaut. Der Ist-Zustand dient insbesondere auch als Vergleichsfall für die Ermittlung von Wirkungen der Maßnahmen. Als Bezugsjahr wird mit 2013 das Jahr der gemessenen Grenzwertüberschreitung angesetzt. Für dieses Jahr gilt auch die Verursacheranalyse gemäß Abschnitt **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und die angesetzte Kfz-Flotte gemäß Abschnitt 4.4. Die Daten zur stadtweiten Verkehrsbelastung stammen aus unterschiedlichen Bezugsjahren und können auch für 2013 als repräsentativ angenommen werden. Die meteorologischen Eingangsdaten gemäß Abschnitt 4.7 sind repräsentativ für einen Zeitraum von 10 Jahren und können nicht einem einzelnen Jahr zugeordnet werden.

Entsprechend der Aufgabenstellung gliedert sich die Bearbeitung in einen verkehrlichen Teil und eine lufthygienische Modellierung.

Um die relevanten Verkehrsdaten für das Gemeindegebiet Balingen zu ermitteln, wurde das Verkehrsnetz für den Ist-Zustand fortgeschrieben, indem auf Basis der Daten sowohl der Lärmaktionsplanung als auch der aktuellen Verkehrsmonitoringwerte 2013 des Landes Baden-Württemberg die vorliegenden umfangreichen Erhebungen der Stadt Balingen (2006 - 2010) auf Plausibilität überprüft und entsprechend abgeglichen wurden.

Die weiteren erforderlichen Grundlagendaten zur Beurteilung der Luftqualität wurden für das vorliegende Gutachten komplett neu aufgebaut.

4.2 Netzdaten aus der Verkehrsplanung

Da die Planungsgruppe Kölz im Rahmen der Verkehrsentwicklungsplanung der Stadt Balingen in den Jahren 2005 – 2015 umfassende Verkehrserhebungen im Gemeindegebiet durchgeführt hat, die im Wesentlichen alle relevanten örtlichen und überörtlichen Hauptverkehrsstraßen beinhalten, ist es auf der Grundlage gezielter Verkehrserhebungen möglich, diese Verkehrsdaten für den Ist-Zustand 2015 für das Gesamtnetz mit relativ begrenztem Aufwand fortzuschreiben.

Vor diesem Hintergrund wurden in Abstimmung mit dem Regierungspräsidium Tübingen und der Stadt Balingen im Zuge der Ortsdurchfahrt B 27 – Schömberger Straße in Balingen-Endingen ergänzende Verkehrserhebungen durchgeführt, die zum einen konkrete Rückschlüsse über die Verkehrsentwicklung in Endingen im Zeitraum 2005–2010–2015 erlauben und die es zum anderen in Verbindung mit den vorliegenden aktuellen Erhebungen 2014/2015 (Bereiche Bahnhofstraße / Wilhelmstraße / Südwesttangente - Auf Stetten) ermöglichen, die Analysebelastungen für das gesamtstädtische Hauptverkehrsnetz abzubilden.

Die ergänzenden Verkehrszählungen wurden an einem sog. Regelwerktag (Dienstag, 28. April 2015) an den Knotenpunkten B 27 / Lehrstraße, B 27 / Alte Balinger Straße und Alte Balinger Straße / Lange Straße (GE Gehrn) im Zeitbereich 15.00-19.00 Uhr durchgeführt. Dabei wurden die einzelnen Verkehrsströme in 15-minütigen Intervallen

differenziert in die Verkehrsarten des Kfz-Verkehrs (Pkw, Leichte und Schwere Nutzfahrzeuge, Busse, Krafträder) erfasst.

Darüber hinaus wurde über ganzwöchige automatische Verkehrszählungen vom 15.04. – 21.04.2015 und vom 23.04. – 29.04.2015 der Wochenganglinienverlauf differenziert nach Kfz-Verkehren und Lkw-Verkehren im Zuge der B 27 zwischen Balingen Süd und Balingen-Endingen gemessen. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Knotenpunktzählungen vom Dienstag, 28.04.2015 in vollem Umfang als repräsentativ eingestuft werden können und daher auch zur Beurteilung der Verkehrsentwicklung der zurückliegenden Jahre geeignet sind.

In Verbindung mit den aktuellen Erhebungen im Bereich der Bahnhofstraße sowie der Wilhelmstraße / Südwesttangente kann im Ergebnis festgehalten werden, dass sich die Zu- und Abnahmen des Verkehrs in einem ohnehin täglichen Schwankungsbereich von +/- 5% bewegen.

Die Umrechnung der werktäglichen Werte auf die durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke über das Gesamtjahr (DTV) erfolgte im Weiteren über Referenzquerschnitte im relevanten Untersuchungsgebiet, die im Rahmen des Verkehrsmonitoring des Landes Baden-Württemberg aus den Jahren 2012/2013 zur Verfügung stehen und entsprechende Analogieschlüsse zulassen.

Darüber hinaus wurde die Differenzierung der Verkehrsmengen in leichte und schwere Nutzfahrzeuge (LNfz/SNfz) sowie in Busse und Krafträder auf der Grundlage konkreter Knotenstromerhebungen ermittelt und anschließend in Jahresmittelwerte transformiert.

Die fortgeschriebenen aktuellen Verkehrsdaten für das gesamtstädtische Hauptverkehrsnetz bilden die Grundlage für die nachfolgenden Berechnungen der Immissionssituation im Stadtgebiet und die darauf aufbauende Überprüfung von möglichen Maßnahmen zur Luftreinhaltung.

4.3 Verkehrsqualität (LOS)

Die Verkehrsqualität (Aufteilung nach LOS) wurde netzweit mit einem Auslastungsansatz (Verhältnis aus Verkehrsmenge und Kapazität des Abschnitts) berechnet. In den durchgeführten ergänzenden Verkehrszählungen wurde bei der Vorort-Erhebung an den jeweiligen Knoten die Verkehrsqualität mit beobachtet und damit konnte die berechneten Verkehrsqualitäten nochmals plausibilisiert werden.

Eine kartographische Darstellungen der Anteile der LOS-Klasse 3, für einen gesättigten Verkehrszustand, und LOS-Klasse 4, für den Zustand Stop&Go, finden sich für das Untersuchungsgebiet in Anhang A.1 und für die ermittelten Hotspots in der Tabelle in Anhang B.

4.4 Regionalisierte Kfz Flotte

Um ein möglichst realistisches Bild der durch den Kfz-Verkehr verursachten Luftbelastungssituation in Balingen zu erhalten, wurde die in der Berechnung der Kfz-Emissionen verwendete Pkw-Flotte auf Basis der Zulassungsdaten des Kraftfahrtbundesamtes (KBA) angepasst. Mit dieser angepassten Flotte wurde dann sowohl eine Prognose der Entwicklung der Kfz-Emissionen als auch eine lokal angepasste Abschätzung der Wirkung einer Umweltzone möglich. Die Flottenaufteilung der anderen Kfz-Arten, wie Lkw, Busse und Kräder, wurde aus dem HBEFA entnommen.

Die sogenannte Regionalisierung der Pkw-Flotte wurde mit den Zulassungsdaten getrennt nach Kraftstoffart und Euro-Norm für das Stichdatum 1.1.2014 durchgeführt (KBA 2014). Die Zulassungsdaten liegen dabei nur für den gesamten Zollernalbkreis vor. Die Angaben aus den Zulassungsdaten (Bestandszahlen) wurden mit Korrekturfaktoren zur Fahrleistung je Fahrzeugschicht aus dem HBEFA in fahrleistungsgewichtete Flottenanteile umgerechnet.

Für die Prognose der NO_2-Belastung für das Bezugsjahr 2016 (Abschnitt 6) wurde die regionalisierte Pkw-Flotte mit den Fortschreibungen des HBEFA auf das Jahr 2016 hochgerechnet. Um die Qualität dieser Prognose zu verbessern, wurde die Prognose nicht vom Bezugsjahr 2013 aus hochgerechnet, sondern zusätzlich eine regionalisierte Flotte auf Basis der KBA-Daten mit Stichdatum 1.1.2015 (KBA 2015) erstellt und diese dann auf 2016 fortgeschrieben. Die Flottenaufteilungen der Diesel-Pkw (D_*) und Benzin-Pkw (P_*) für die Bezugsjahre 2013 – 2016 regionalisiert für Balingen und die Standardwerte aus dem HBEFA für 2013 und 2016 sind in Abbildung 4-1 dargestellt.

Bei der Prognose der Pkw-Flotte fällt auf, dass 2016 im Vergleich zum HBEFA sowohl für Diesel- als auch für Benzin-Fahrzeuge ein höherer Anteil an E6-Fahrzeugen berechnet wird. Die Ursache dafür ist, dass bereits im Ausgangsjahr 2014 der Bestand an E6-Fahrzeugen in der Zulassung für Balingen deutlich höher ist als im HBEFA. Da die Fortschreibung auf den relativen Veränderungen je Fahrzeugkonzept des HBEFA basieren, setzt sich dieser höhere Anteil in der Prognose für Balingen fort.

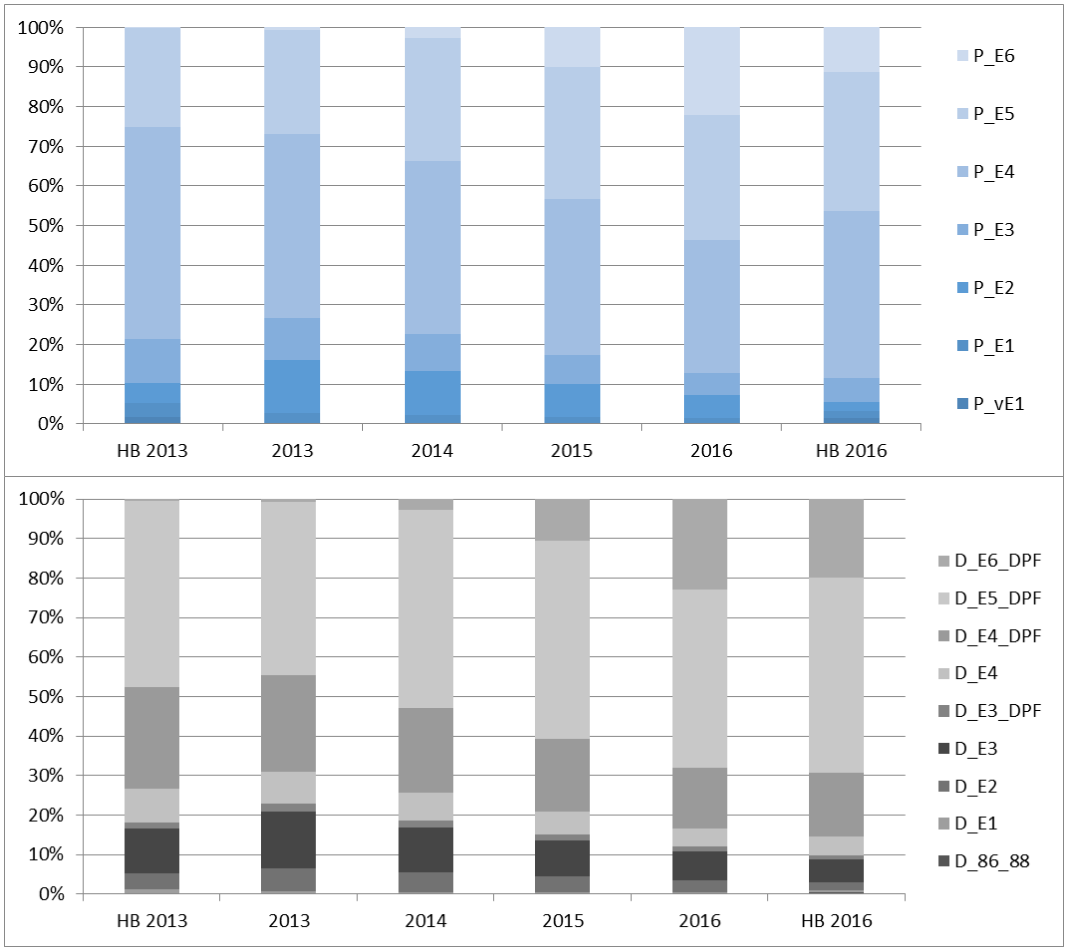

Abbildung 4-1: Pkw-Flottenaufteilung getrennt für Benzin (P_*, oben) und Diesel (D_*, unten) für verschiedene Bezugsjahre regionalisiert für Balingen und aus dem HBEFA (HB)

4.5 Abschnittsbildung und Geometrie

Die Berechnungen der Immissionsbelastung mit dem Screeningverfahren IMMIS^{luft} erfolgt für verkehrs- und bebauungshomogene Straßenabschnitte. Die Bildung dieser Abschnitte wurde auf der Basis des lageangepassten Netzmodells und der dreidimensionalen Gebäudedaten, in Form eines LOD1-Modells abgeleitet. Eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens findet sich in Anhang A.2. Es wurden 225 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 18.5 km abgeleitet, die in Abbildung 4-2 dargestellt sind.

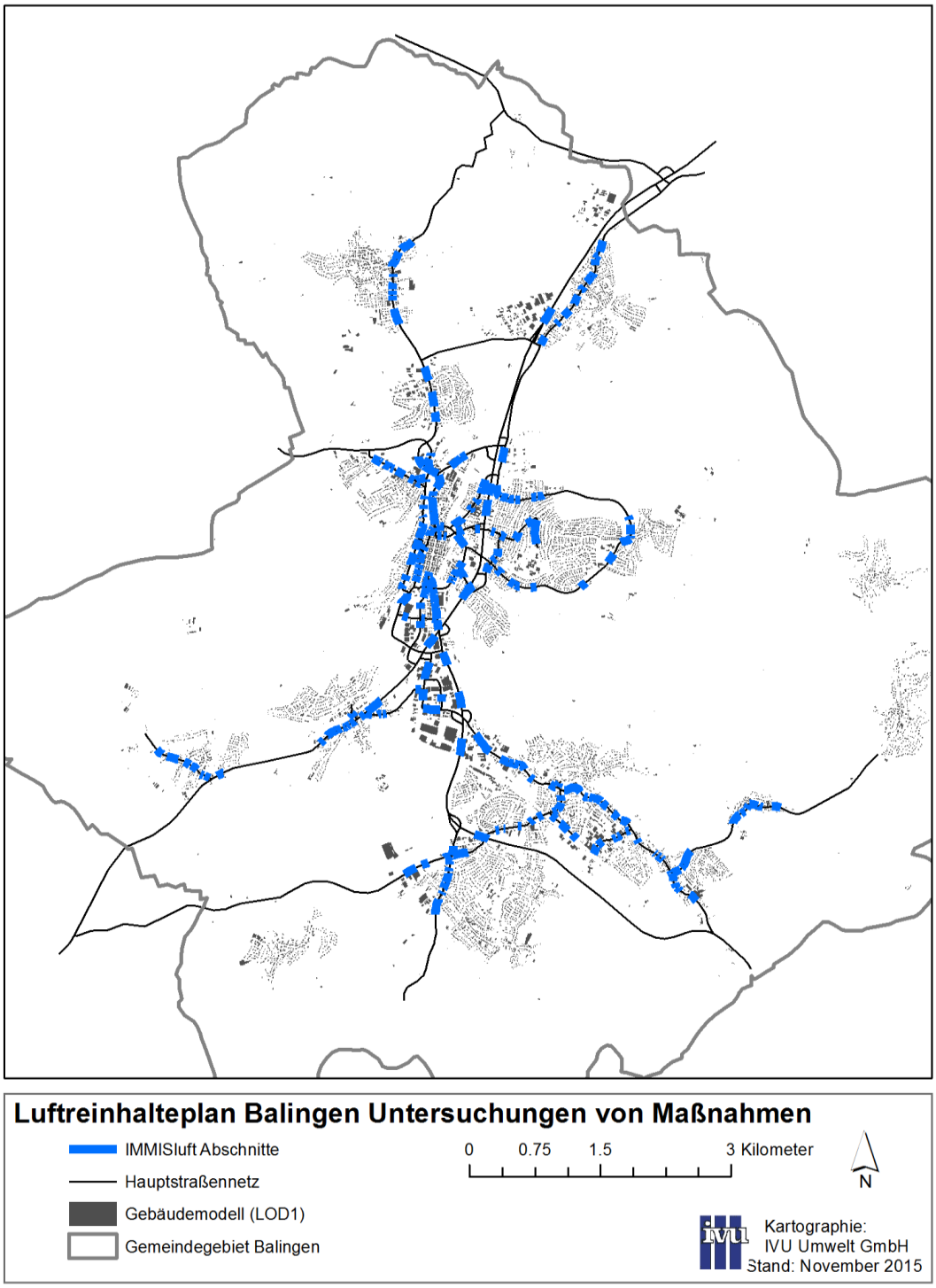

Abbildung 4-2: Ergebnis der Abschnittsbildung für IMMIS^{luft}

4.6 Längsneigung der Straßenabschnitte

Die Emissionen des Kfz-Verkehrs hängen von der Längsneigung der zu untersuchenden Straße ab. Zur Bestimmung dieser Neigung wurde auf das DGM der Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) (CGIAR 2008) aus dem Jahr 2000 zurückgegriffen, das hier in einer horizontalen Auflösung von 20 m verwendet werden konnte.

Auf Grund von Geländesprüngen wurden die geometrisch ermittelten Neigungen geglättet und teilweise angepasst. Die Längsneigungen der IMMIS^{luft}-Abschnitte sind vor einem geschummerten Höhenrelief in Abbildung 4-3 dargestellt.

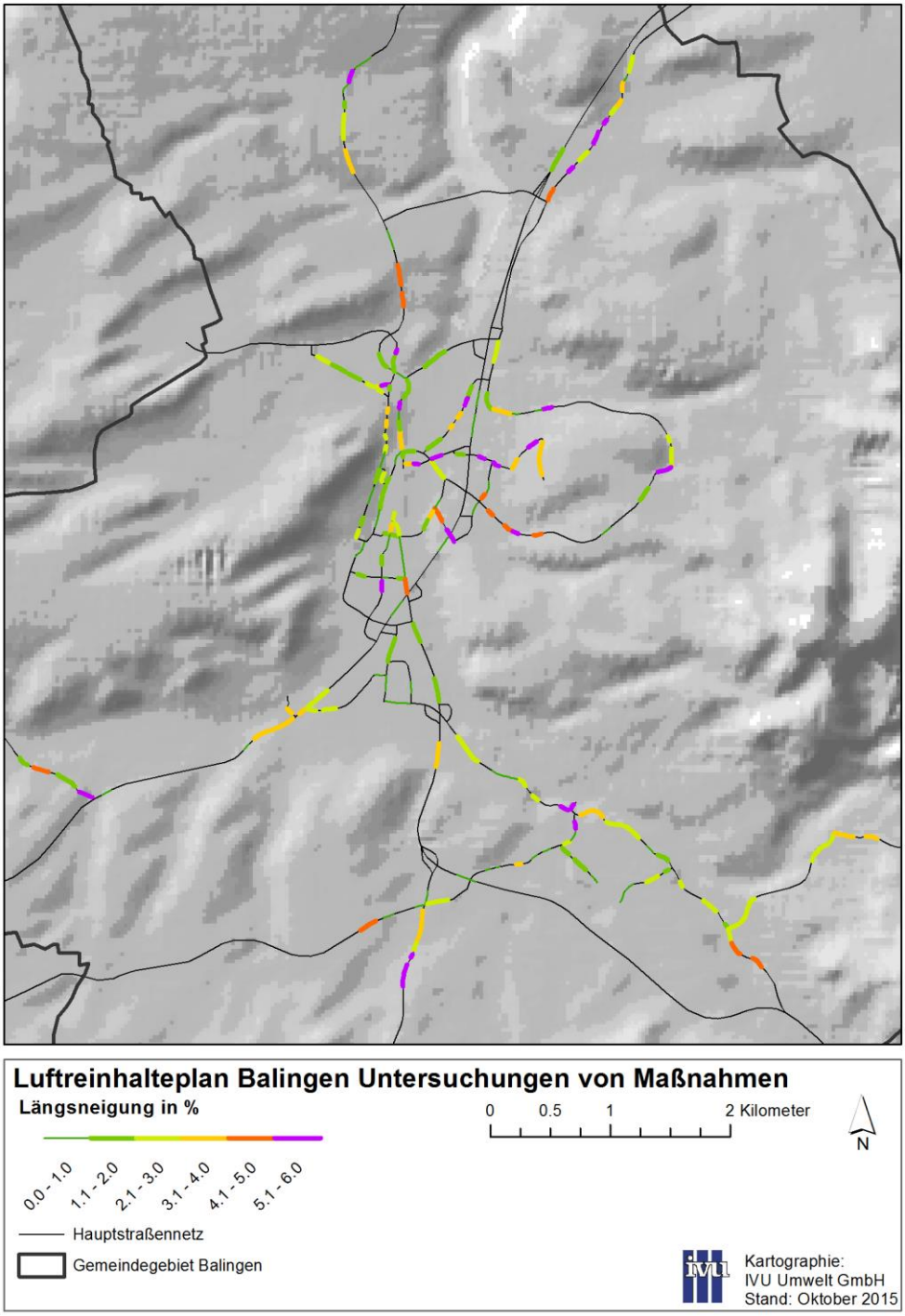

Abbildung 4-3: Neigung der IMMIS^{luft}-Abschnitte

4.7 Meteorologie

Im Screening-Verfahren von IMMIS^{luft} werden meteorologische Information auf zwei Arten verwendet. Die eine ist eine Häufigkeitsverteilung von stündlichen Daten zur Windrichtung und Windgeschwindigkeit sowie der Stabilität der Atmosphäre in Form einer Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) und die andere der Jahresmittelwert der Windgeschwindigkeit in Überdachhöhe.

Grundlage der Auswahl von Datensätzen zur Meteorologie waren die von der LUBW veröffentlichten Synthetischen Wind- und Ausbreitungsklassenstatistiken (RAU, M.; METCON 2007), welche auf den Seiten der LUBW für ein Raster über Baden-Württemberg in der Auflösung 500 x 500 m² zur Verfügung gestellt werden (Abbildung 4-4).

Aus diesen Informationen wurden drei Standorte ausgewählt, für die die entsprechenden meteorologischen Datensätze in Form einer synthetischen AKS erworben wurden. Die Straßenabschnitte des Screenings wurden über eine räumliche Zuordnung mit den Standorten der Meteorologien verknüpft (Abbildung 4-5).

Eine detaillierte Beschreibung der Auswahl der meteorlogischen Datensätze und deren Eigenschaften findet sich im Anhang A.3.

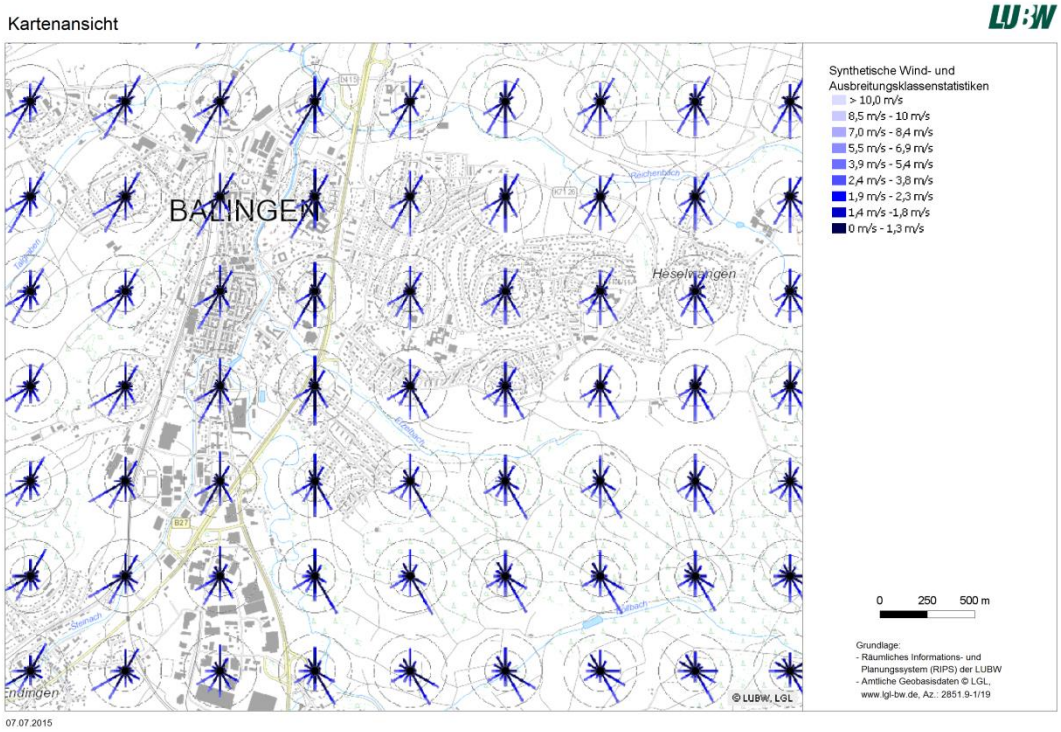

Abbildung 4-4: Screenshot des Internetangebots zu Synthetischen Wind- und Ausbreitungsklassenstatistiken (SynAKS) der LUBW[1]

[1] http://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/pages/map/default/index.xhtml

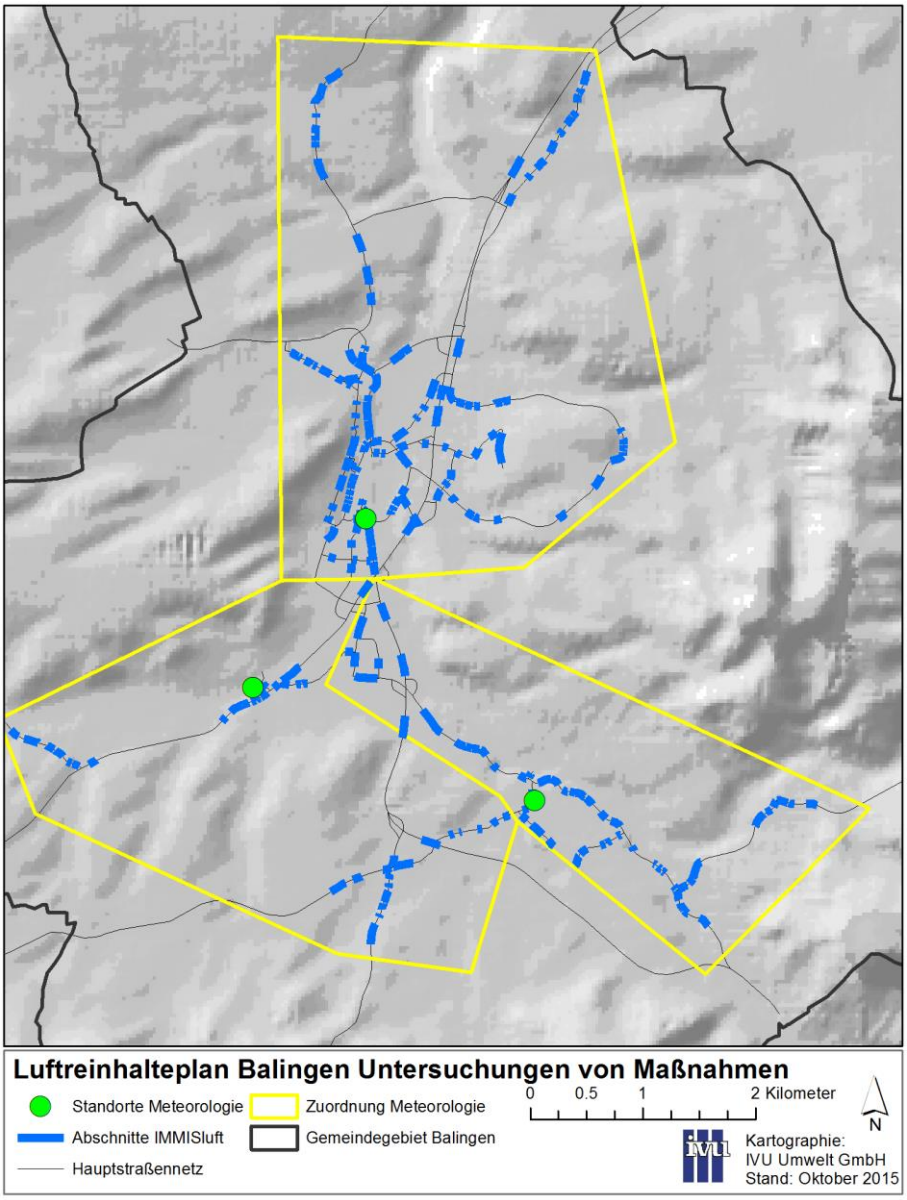

Abbildung 4-5: Festlegung der Zuordnung der IMMIS^{luft}-Abschnitte zu den meteorologischen Daten vor einem Höhenrelief

4.8 Bildung der Gesamtbelastung

Das angewendete Screeningverfahren IMMIS^{luft} berechnet für die betreffenden Straßenabschnitte nur die Zusatzbelastung durch den lokalen Straßenverkehr (siehe Abbildung 3-1). Für die Ermittlung der Gesamtbelastung ist zusätzlich die Kenntnis über die Schadstoffbelastung erforderlich, die durch alle anderen Quellen, die im Screeningverfahren nicht explizit berücksichtigt werden, verursacht wird. In LUBW (2014B) in Abschnitt 3.4.1 wird eine Ursachenanalyse für die NO_2-Belastung am MP 1 in der Schömberger Straße in Endingen angegeben, aus der ein Belastungsanteil für die in der hier durchgeführten Modellierung nicht betrachteten Quellen in Höhe von 25.7 µg/m³ abgeleitet wird[2]. Die räumliche Variation dieses Belastungsanteils im gesamten Untersuchungsgebiet wurde aus IVU UMWELT (2014) übernommen. In Abbildung 4-6 ist dieser Belastungsanteil abschnittsbezogen als Karte dargestellt.

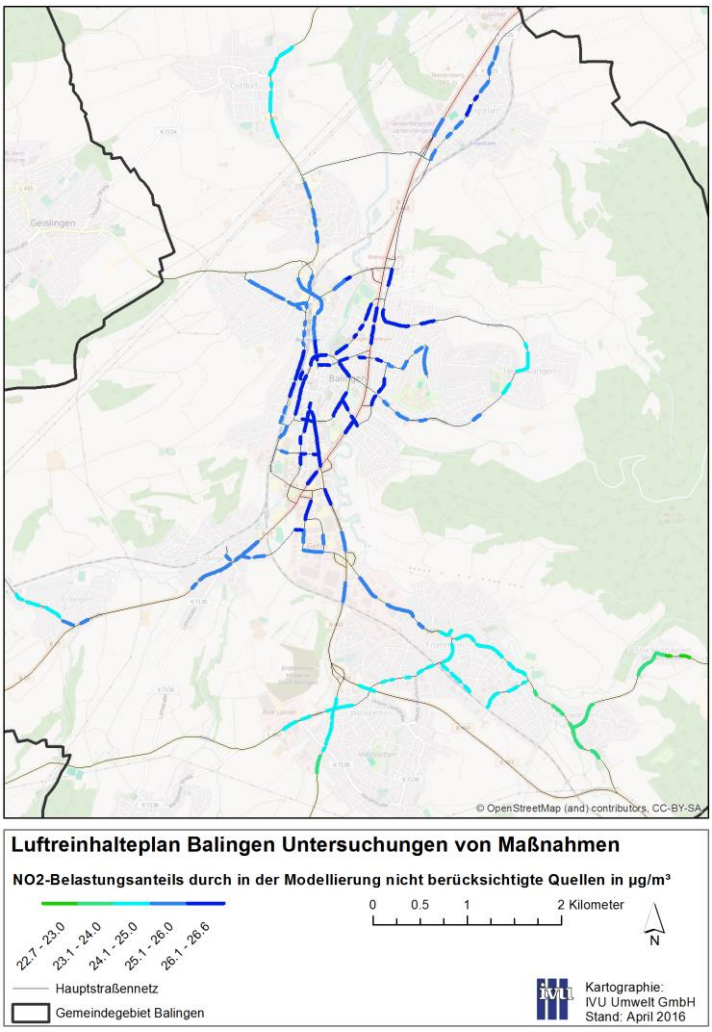

Abbildung 4-6: Jahresmittelwert des NO_2-Belastungsanteils durch in der Modellierung nicht berücksichtigte Quellen an IMMIS^{luft}-Abschnitten

[2] In der Ursachenanalyse der LUBW werden unter lokalen Verursachern Quellen aus der nahen Umgebung der Messstation von Feuerungsanlagen, Industrie, Sonstigen und Straßenverkehr verstanden. Im Screeningverfahren wird als lokale Quelle nur der direkt im Abschnitt vorhandene Kfz-Verkehr berücksichtigt. Um den Unterschied zwischen diesen Betrachtungen auszugleichen werden 10% der lokalen Quellgruppe Straßenverkehr aus der Verursacheranalyse dem urbanen Hintergrund zugeordnet.

5 Ist-Situation

5.1 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen für den NO_2-Jahresmittelwert an bebauten Straßenabschnitten in Balingen sind für das gesamte Untersuchungsgebiet in Abbildung 5-1 und für ein Teilgebiet mit Abschnitten, die einen NO_2-Jahresmittelwert über 36 µg/m³ aufweisen, in Abbildung 5-2 dargestellt. Die Gesamtlänge der 14 errechneten Abschnitte mit Überschreiten des NO_2-Jahresmittlwerts in Höhe von 40 µg/m³ beträgt 870 m. Berücksichtigt man eine Fehlertoleranz des Modells von 10 %, müssen auch Abschnitte mit einem modellierten NO_2-Wert über 36 µg/m³ betrachtet werden. Davon sind insgesamt 26 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von knapp 1’500 m betroffen.

Die Liste der Abschnitte mit einem berechneten NO_2-Jahresmittelwert über 36 µg/m³ ist in Tabelle 5-1 angegeben.

In der Karte aus Abbildung 5-2 können die Abschnitte der Tabelle 5-1 über die jeweils dargestellte ID zugeordnet werden.

Die meisten Abschnitte mit Grenzwertüberschreitungen liegen im erweiterten Innenstadtbereich von Balingen. In Übereinstimmung mit den Messungen werden auch an der Schömberger Straße in Endingen NO_2-Jahresmittelwerte über 40 µg/m³ berechnet. Ein weiterer potenzieller Hotspot ist ein Bereich der Balinger Straße in Frommern.

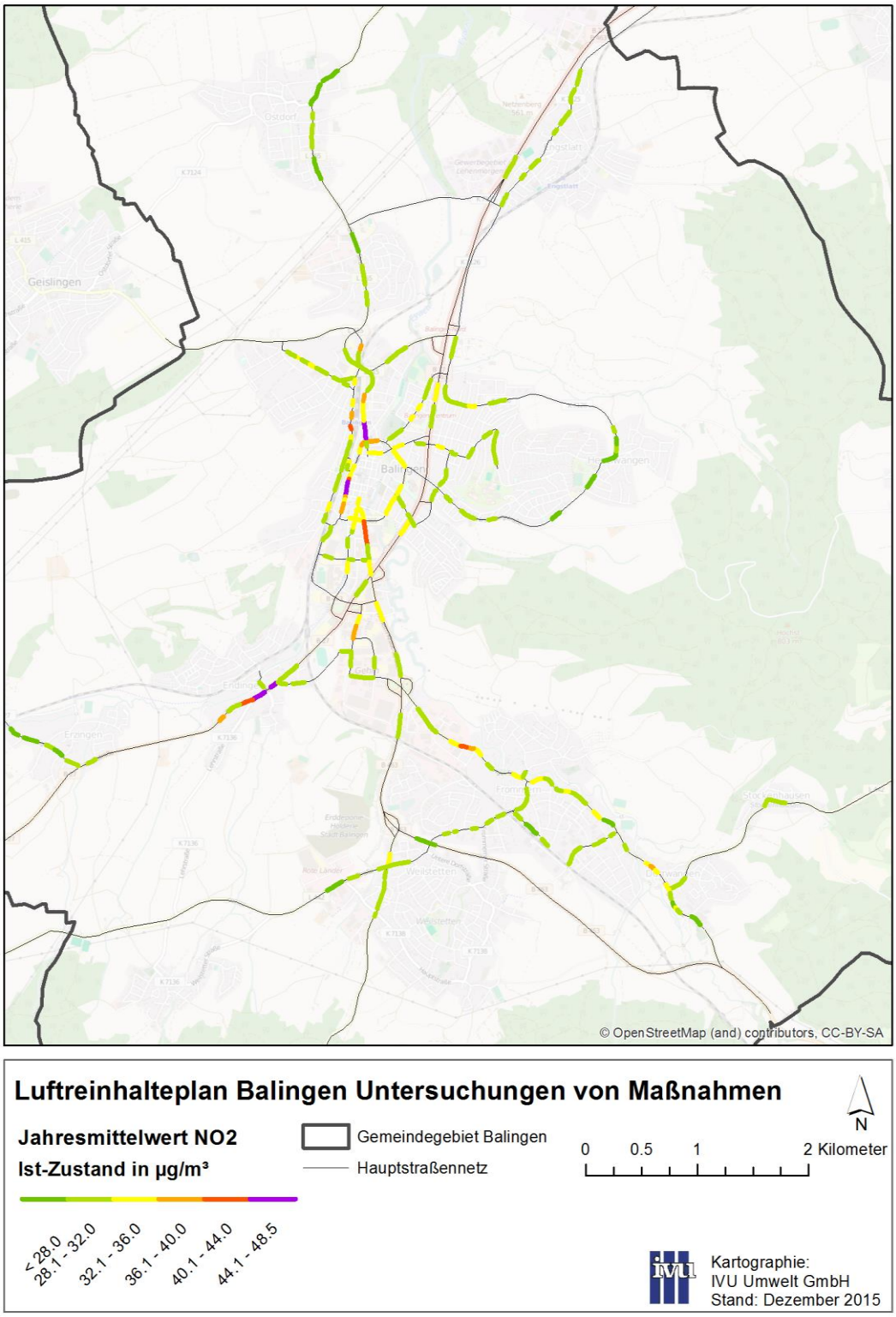

Abbildung 5-1: NO_2-Jahresmittelwert an IMMIS^{luft}-Abschnitten im Untersuchungsgebiet

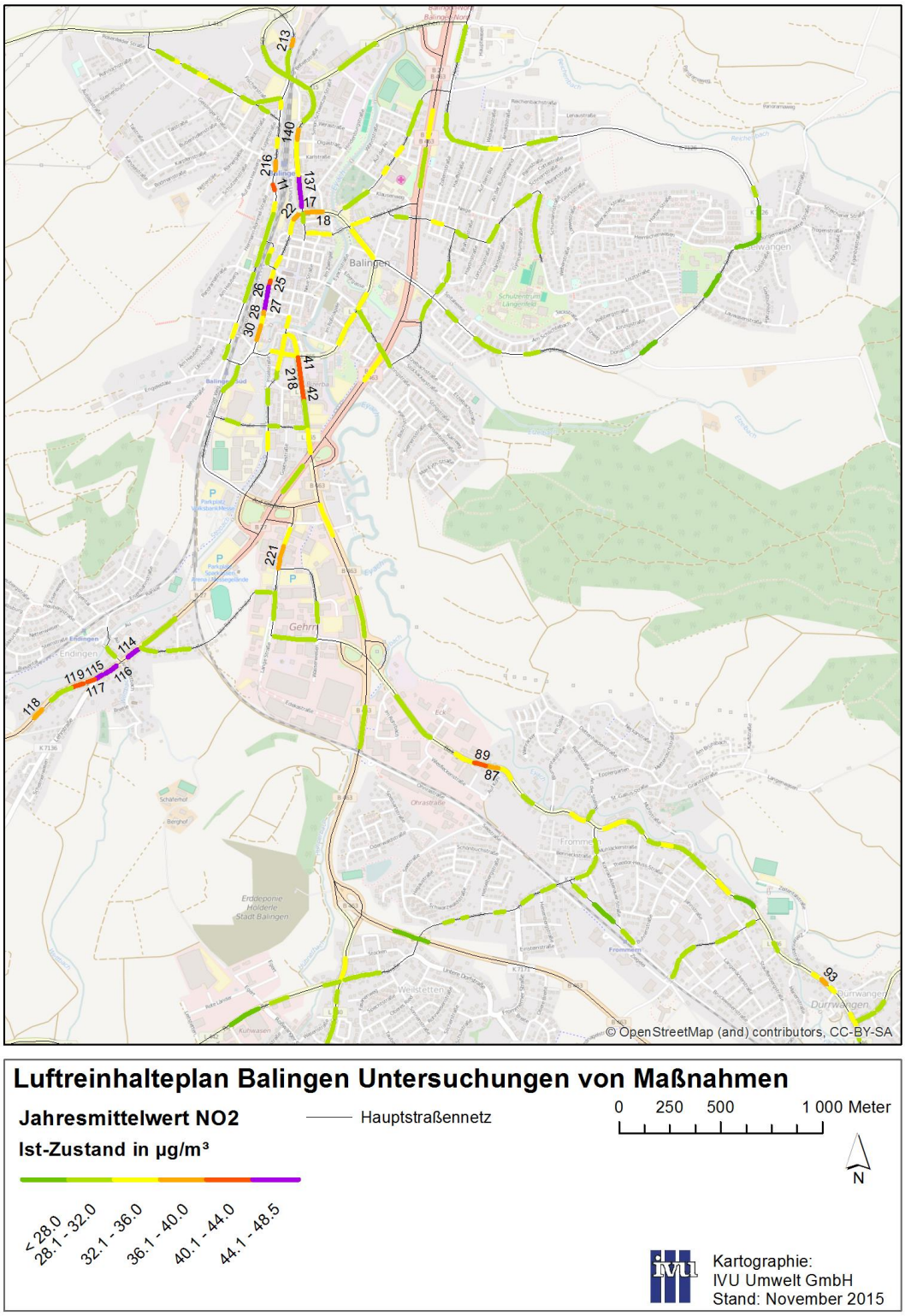

Abbildung 5-2: NO_2-Jahresmittelwert an IMMIS^{luft}-Abschnitten im Ausschnitt für Hotspots mit NO_2-Jahresmittelwerten > 36 µg/m³ für die eine Identifikationsnummer (ID) angegeben ist

Tabelle 5-1: Liste der Straßenabschnitte mit einem berechneten NO_2-Jahresmittelwert größer als 36 µg/m³

ID	Straßenname	Jahresmittelwert NO_2 (µg/m³)	Länge (m)	DTV (Kfz/Tag)	Anteil sNfz (%)
27	Wilhelmstraße	**48.5**	48.3	9292	1.3
115	Schömberger Straße (MP1)	**47.2**	39.6	17578	6.2
114	Schömberger Straße	**46.3**	64.6	20088	5.5
116	Schömberger Straße (MP2 + MP3)	**45.5**	66.9	17578	6.2
137	Bahnhofstraße	**45.0**	155.2	12420	0.8
26	Wilhelmstraße	**44.7**	53.6	9292	1.3
42	Wilhelm-Kraut-Straße	**43.6**	58.9	15180	3.1
218	Wilhelm-Kraut-Straße	**43.2**	89.8	13340	2.7
89	Balinger Straße	**42.0**	59.0	14602	6.4
119	Schömberger Straße	**41.7**	64.4	15996	6.6
11	Behrstraße	**41.0**	28.5	12420	2.5
117	Schömberger Straße	**40.8**	39.6	15996	6.6
25	Wilhelmstraße	**40.8**	29.0	9292	1.3
41	Wilhelm-Kraut-Straße	**40.1**	68.8	13340	2.7
18	Paulinenstraße	39.7	39.0	9660	1.4
22	Wilhelmstraße	39.5	32.4	6532	1.0
28	Wilhelmstraße	38.5	24.8	6808	1.4
216	Albrechtstraße	38.1	44.8	11040	1.8
87	Balinger Straße	37.5	56.5	14602	6.4
93	Ebinger Straße	37.2	34.3	8556	2.7
140	Bahnhofstraße	37.1	51.8	11684	0.7
17	Paulinenstraße	36.9	46.0	9660	1.4
213	Albrechtstraße	36.3	33.6	9292	1.9
118	Schömberger Straße	36.2	58.4	15996	6.6
30	Wilhelmstraße	36.2	74.3	6808	1.4
221	Lange Straße	36.1	114.5	15834	5.2

Der höchste NO_2-Jahresmittelwert wurde für einen Abschnitt der Wilhelmstraße (ID 27) mit 48.5 µg/m³ ermittelt. Der Abschnitt selbst hat nur eine Länge von knapp 50 m, aber entlang des Straßenzugs treten an zwei zusätzlichen Abschnitten (ID 26 und ID 25) Grenzwertüberschreitungen auf, was einer summierten Abschnittslänge von 130 m entspricht. Es wurden für drei weitere Abschnitte der Wilhelmstraße NO_2-Jahresmittelwerte über 36 µg/m³ berechnet.

Für drei Abschnitte der Schömberger Straße wurden die nächst höchsten NO_2-Werte nach dem Abschnitt der Wilhelmstraße ermittelt. Die Gesamtlänge der 5 Abschnitte der Schömberger Straße mit NO_2-Grenzwertüberschreitungen liegt bei 275 m. Weitere Belastungsschwerpunkte sind Abschnitte auf der Bahnhofstraße, der Wilhelm-Krautstraße und der Balinger Straße. Der Abschnitt der Behrstraße (ID 11) mit einer berechneten NO_2-Überschreitung hat nur eine Länge von knapp 30 m. Da sich dieser Abschnitt im Bereich einer komplexen Kreuzungs- und Bebauungssituation befindet, kann anhand

des Screenings nicht beurteilt werden, ob an dieser Stelle eine Konzentration über 40 µg/m³ als repräsentativ für 100 m angenommen oder ausgeschlossen werden kann.

5.2 Betroffenheit

Die Stadt Balingen hat für die Abschnitte, für die eine Überschreitung des NO_2-Jahresgrenzwerts prognostiziert wird, die aktuellen Anwohnerdaten ermittelt. Die Abschnittsbezogenen Anwohnerzahlen sind in Tabelle 5-2 aufgeführt. Insgesamt sind damit 283 Anwohner von der Verletzung des NO_2-Grenzwerts betroffen.

Tabelle 5-2: Angaben zu Anwohnern an Abschnitten mit NO_2-Grenzwertüberschreitungen

ID	Straßenname	Jahresmittelwert NO_2 (µg/m³)	Länge (m)	Anwohner
27	Wilhelmstraße	48.5	48.3	22
115	Schömberger Straße (MP1)	47.2	39.6	11
114	Schömberger Straße	46.3	64.6	35
116	Schömberger Straße (MP2 + MP3)	45.5	66.9	35
137	Bahnhofstraße	45.0	155.2	90
26	Wilhelmstraße	44.7	53.6	5
42	Wilhelm-Kraut-Straße	43.6	58.9	7
218	Wilhelm-Kraut-Straße	43.2	89.8	16
89	Balinger Straße	42.0	59.0	11
119	Schömberger Straße	41.7	64.4	18
11	Behrstraße	41.0	28.5	3
117	Schömberger Straße	40.8	39.6	8
25	Wilhelmstraße	40.8	29.0	10
41	Wilhelm-Kraut-Straße	40.1	68.8	12
		Summe	**866.2**	**283**

5.3 Validierung

Um die Qualität der Modellergebnisse abschätzen zu können, wurde ein Vergleich der mit IMMIS^{luft} berechneten abschnittsbezogenen NO_2-Jahresmittelwerten mit punktbezogenen Messungen der LUBW durchgeführt. Die Lage der Messpunkte und die Messwerte der LUBW sind in Abbildung 5-3 dargestellt. Für den Vergleich wird dem Messpunkt 1 der IMMIS^{luft}-Abschnitt mit der ID 115 zugeordnet. Den Messpunkten 2 und 3 wird der Abschnitt mit der ID 116 zugeordnet. Der Vergleich der Werte und die Abweichungen des Modellwerts zum Messwert sind in Tabelle 5-3 aufgelistet.

Für alle drei Messpunkte werden vom Modell NO_2-Jahresmittewerte über 40 µg/m³ ermittelt. Dabei liegen die Modellwerte über den Messwerten. Die Abweichung ist beim MP 1, an dem die höchste Konzentration gemessen wurde, mit 5 % gering. Bei den MP 2 und MP 3 liegt die Abweichung bei 11 % bzw. 14 % und damit deutlich innerhalb der durch die EU vorgegebenen Datenqualitätsziele von 30 % (EU 2008). Das Modell überschätzt die Konzentrationen, womit von einer konservativen Betrachtung ausgegangen werden kann.

Bei dem Vergleich muss beachtet werden, dass die Bezugsgröße der Messung der Ort des Messeinlasses ist, während beim Screening ein repräsentativer Wert für den Ab-

schnitt angegeben wird. Bei der Betrachtung der relativen Abweichung muss berücksichtigt werden, dass die Messwerte gerundet auf ganze Zahlen angegeben sind und die errechneten Modellwerte auf 0.1 µg/m³.

Tabelle 5-3: Vergleich der gemessenen und modellierten NO_2-Konzentrationen

Messpunkt	Messung	Modell	Abweichung
MP 1	45 µg/m³	47.2 µg/m³	+5 %
MP 2	41 µg/m³	45.5 µg/m³	+11 %
MP 3	40 µg/m³	45.5 µg/m³	+14 %

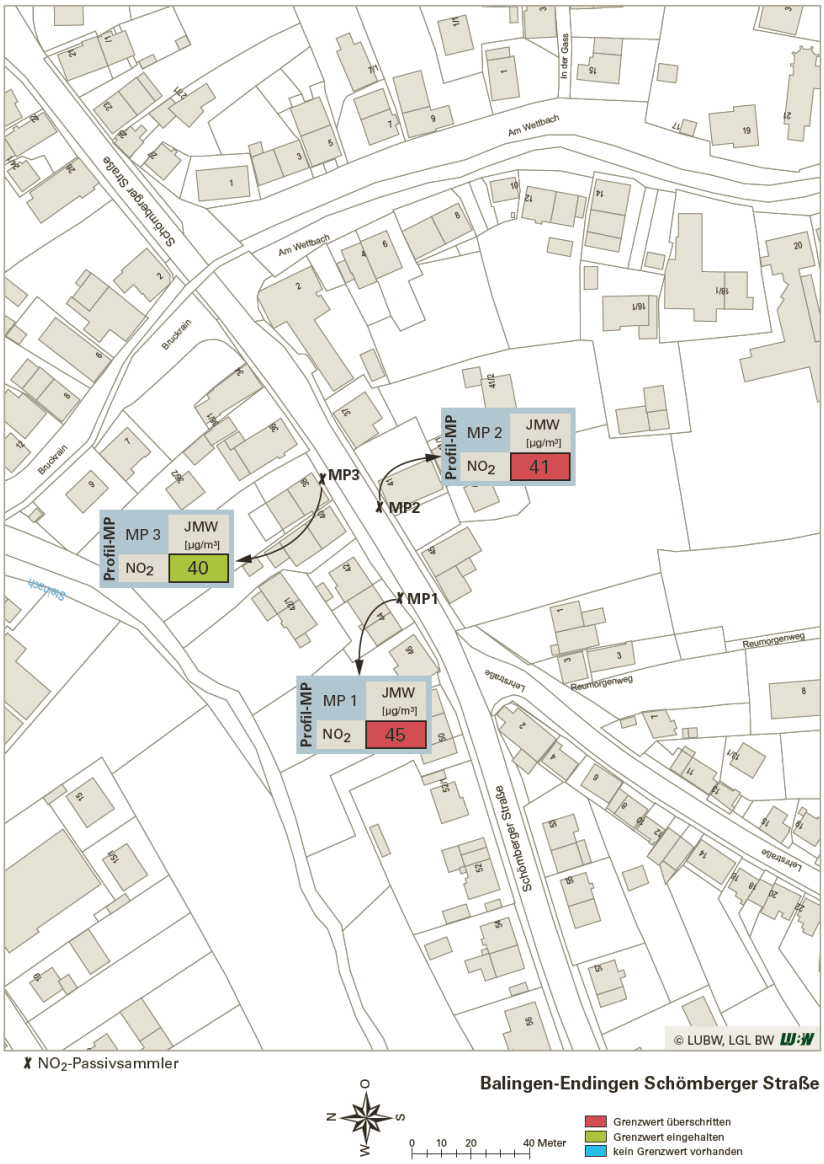

Abbildung 5-3: Gemessene NO_2-Jahresmittelwerte an den drei Standorten in Balingen-Endingen im Jahr 2013 (LUBW 2014A)

6 Prognose 2016

Die Prognose der NO_2-Belastung erfolgt allein auf Basis der Änderung der Kfz-Flotte bis zum Bezugsjahr 2016. Die Beschreibung dieser prognostizierten Kfz-Flotte befindet sich in Abschnitt 4.4.

Unter sonst gleichen Randbedingungen ergeben sich die in der Tabelle 6-1 aufgelisteten NO_2-Belastungsniveaus für die Abschnitte mit einem NO_2-Jahresmittelwert im Ist-Zustand größer als 36 µg/m³. Durch die verstärkte Einführung von Euro 6-Fahrzeugen wird ein Rückgang der NO_X-Emissionen erwartet. Dieser Rückgang schlägt sich in einem deutlichen Rückgang der NO_2-Belastungen in den Spitzen um fast 4 µg/m³ nieder. Insgesamt bleiben nach dieser Prognose von den 14 Abschnitten noch 8 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 580 m mit NO_2-Jahresmittelwerten über 40 µg/m³ übrig. In der Prognose geht die Betroffenenzahl von 283 in der Ist-Situation auf 221 Anwohner zurück.

Tabelle 6-1: NO_2-Belastungsniveaus im Ist-Zustand und in der Prognose 2016 für Abschnitte mit einem NO_2-Jahresmittelwert im Ist-Zustand größer als 36 µg/m³

		Jahresmittelwert NO_2 in µg/m³	
ID	**Name**	**Ist-Zustand**	**Prognose 2016**
27	Wilhelmstraße	**48.5**	**44.7**
115	Schömberger Straße (MP1)	**47.2**	**43.3**
114	Schömberger Straße	**46.3**	**42.7**
116	Schömberger Straße (MP2+MP3)	**45.5**	**41.9**
137	Bahnhofstraße	**45.0**	**41.7**
26	Wilhelmstraße	**44.7**	**41.5**
42	Wilhelm-Kraut-Straße	**43.6**	**40.6**
218	Wilhelm-Kraut-Straße	**43.2**	**40.3**
89	Balinger Straße	**42.0**	38.7
119	Schömberger Straße	**41.7**	38.8
11	Behrstraße	**41.0**	38.6
117	Schömberger Straße	**40.8**	38.1
25	Wilhelmstraße	**40.8**	38.4
41	Wilhelm-Kraut-Straße	**40.1**	37.8
18	Paulinenstraße	39.7	37.4
22	Wilhelmstraße	39.5	37.2
28	Wilhelmstraße	38.5	36.5
216	Albrechtstraße	38.1	36.3
87	Balinger Straße	37.5	35.1
93	Ebinger Straße	37.2	34.9
140	Bahnhofstraße	37.1	35.2
17	Paulinenstraße	36.9	35.2
213	Albrechtstraße	36.3	34.8
118	Schömberger Straße	36.2	34.2
30	Wilhelmstraße	36.2	34.7
221	Lange Straße	36.1	34.4

7 Maßnahmen

7.1 Umweltzone

Die Idee der Umweltzone besteht darin, Kraftfahrzeuge mit einem höheren Schadstoffausstoß aus einem hoch belasteten Gebiet auszuschließen bzw. das Befahren eines definierten innerstädtischen Gebietes, der „Umweltzone“, nur bestimmten Fahrzeuggruppen zu gestatten. Die Zufahrt zur Umweltzone wird bezüglich der Schadstoffgruppen bundeseinheitlich über sogenannte „Plaketten“ reglementiert. Diese Regelung basiert auf der seit dem 1. März 2007 gültigen Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung (35. BImSchV 2015) zum Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG 2015).

Wie aus Tabelle 7-1 ersichtlich, wird bei der Zuweisung der einzelnen Farbplaketten, welche zum Zugang zur Umweltzone berechtigen, nach Dieselfahrzeugen und „Benzinern“ (Fahrzeuge mit Otto-Motor) unterschieden. Die Kennzeichnungspflicht gilt sowohl für Personenkraftwagen als auch für Nutzfahrzeuge. Zwei- und dreirädrige Kraftfahrzeuge sind generell von der Kennzeichnungspflicht ausgenommen.

Tabelle 7-1: Schadstoffgruppen und Anforderungen für die einzelnen Plaketten gemäß Kennzeichnungsverordnung (35. BImSchV 2015)

Schadstoffgruppe	**1**	**2**	**3**	**4**
Plakette	keine Plakette	2	3	4
Anforderungen für **Diesel**	Euro 1 oder schlechter	Euro 2 oder Euro 1 + Partikelfilter	Euro 3 oder Euro 2 + Partikelfilter	ab Euro 4 oder Euro 3 + Partikelfilter
Anforderungen für **Benziner**	vor Euro 1			ab Euro 1

Als Größe der Umweltzone wurde für die Modellierung das Gemarkungsgebiet der Stadt Balingen festgelegt. Es wurde davon ausgegangen, dass sofort die grüne Plakette als Einfahrtskriterium zur Anwendung kommt.

Die Wirkung einer Umweltzone wird modelltechnisch abgebildet, indem die Fahrzeuge aus einer Schadstoffklasse, die keine grüne Plakette haben, durch die Fahrzeuge aus der verbleibenden Flotte entsprechend deren Anteilen ersetzt werden. Es wird davon ausgegangen, dass eine Umweltzone nach einer kurzen Einführungsphase zu keinen nennenswerten Veränderungen von Verkehrsstärken im Gebiet der Umweltzone führen. Damit ergibt sich die Wirkung allein aus der geänderten Fahrzeugflotte.

Die Wirkung der Umweltzone auf die NO_2-Jahresmittelwerte an den Hotspots der Ist-Situation ist zusammen mit der Prognose 2016 in Tabelle 7-2 aufgeführt. Eine kartographische Darstellung erfolgt in Abbildung 7-1. Unter den Flottenbedingungen von 2016 ergibt sich ein Reduktionpotenzial in den Spitzen von 1 µg/m³, was einer relativen Minderung des Jahresmittelwerts von 2 % entspricht. Durch die Einführung einer Umweltzone überschreiten in 2016 noch 6 Abschnitte den NO_2-Jahresmittelwert von 40 µg/m³ und die Betroffenenzahl geht von 221 in der Prognose 2016 auf 198 Anwohner zurück.

Tabelle 7-2: NO_2-Belastungsniveaus in der Prognose 2016 und für die Maßnahme Umweltzone für Abschnitte mit einem NO_2-Jahresmittelwert im Ist-Zustand größer als 36 µg/m³

		Jahresmittelwert NO_2 in µg/m³	
ID	**Name**	**Prognose 2016**	**Umweltzone 2016**
27	Wilhelmstraße	**44.7**	**43.7**
115	Schömberger Straße (MP1)	**43.3**	**42.4**
114	Schömberger Straße	**42.7**	**42.0**
116	Schömberger Straße (MP2+MP3)	**41.9**	**41.1**
137	Bahnhofstraße	**41.7**	**40.8**
26	Wilhelmstraße	**41.5**	**40.7**
42	Wilhelm-Kraut-Straße	**40.6**	40.0
218	Wilhelm-Kraut-Straße	**40.3**	39.7
89	Balinger Straße	38.7	38.0
119	Schömberger Straße	38.8	37.9
11	Behrstraße	38.6	37.9
117	Schömberger Straße	38.1	37.3
25	Wilhelmstraße	38.4	37.7
41	Wilhelm-Kraut-Straße	37.8	37.4
18	Paulinenstraße	37.4	36.9
22	Wilhelmstraße	37.2	36.6
28	Wilhelmstraße	36.5	36.0
216	Albrechtstraße	36.3	35.8
87	Balinger Straße	35.1	34.7
93	Ebinger Straße	34.9	34.4
140	Bahnhofstraße	35.2	34.6
17	Paulinenstraße	35.2	34.8
213	Albrechtstraße	34.8	34.4
118	Schömberger Straße	34.2	33.8
30	Wilhelmstraße	34.7	34.3
221	Lange Straße	34.4	34.1

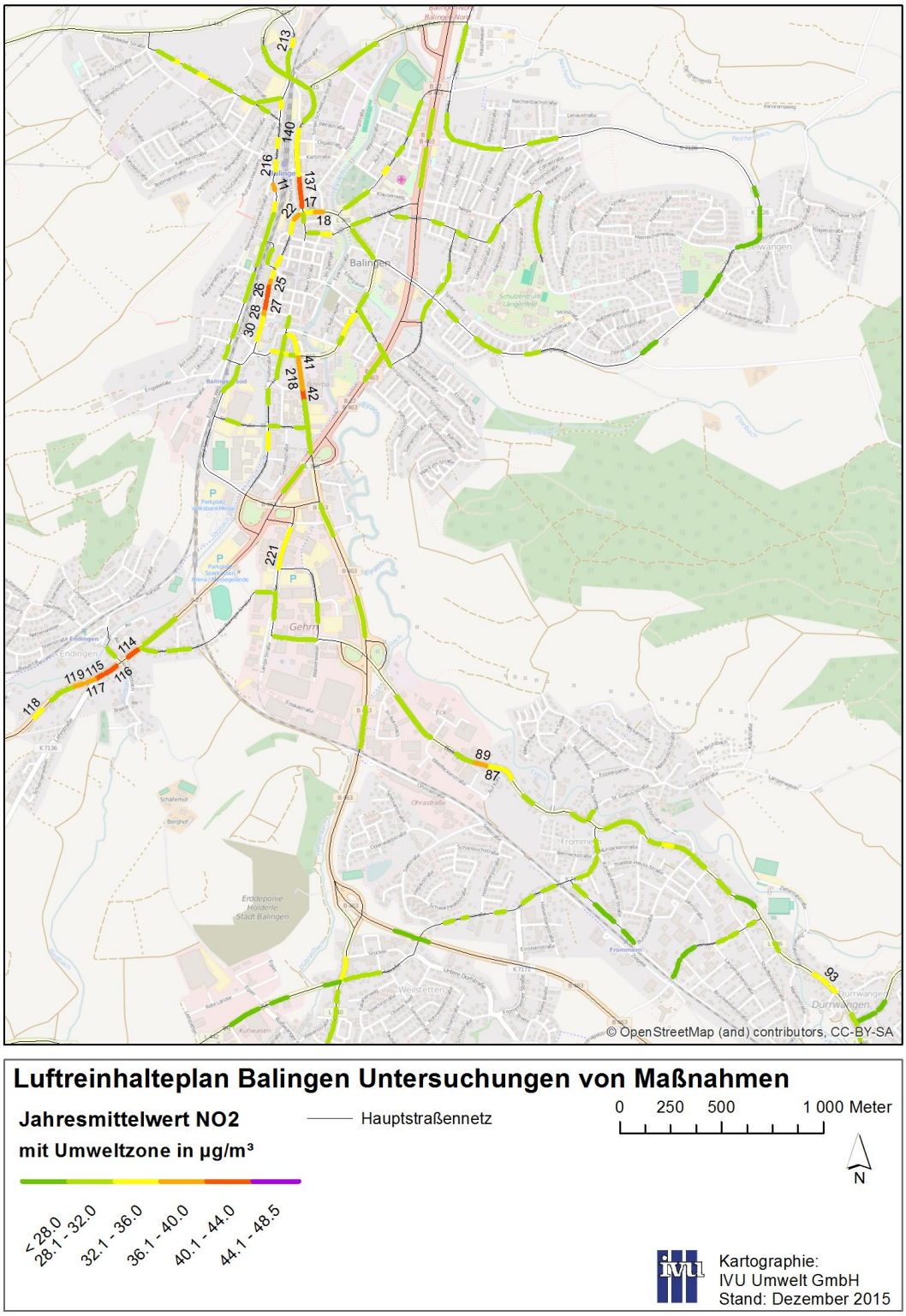

Abbildung 7-1: Jahresmittelwert der NO_2-Belastung an IMMIS^{luft}-Abschnitten mit der Maßnahme Umweltzone (Ausschnitt wie Abbildung 5-2)

7.2 Pförtnerung B27 - Endingen

7.2.1 Verkehrliche Prüfung

Die Überprüfung der verkehrlichen Machbarkeit und der Konsequenzen einer Pförtnerung zur Steuerung des Straßenverkehrs in der Ortsdurchfahrt der B 27 – Endingen hat zu folgenden Ergebnissen geführt:

- Das Ziel einer so genannten Pförtnerung ist darin zu sehen, dass die Stausituation in unmittelbarer Ortslage aufgelöst und der Verkehrsfluss innerorts möglichst gleichmäßig und homogen gestaltet werden kann.
- Der Verkehrsfluss im Stadtteil Endingen wird im Wesentlichen bestimmt durch die bestehende Signalregelung des Knotenpunkts der B 27 / Bruckrain / Am Wettbach in zentraler Ortsmitte:
  - Die überschlägige Überprüfung der Leistungsfähigkeit des Knotenpunktes auf Grundlage des bestehenden Signalprogrammes hat gezeigt, dass der Knoten sowohl in der Frühspitze als auch der Abendspitze an Regelwerktagen rechnerisch überlastet ist. Dabei wird von einer ständigen Fußgänger-Anforderung ausgegangen. Da die Verkehrsnachfrage größer ist als die Kapazität der Verkehrsanlage, entsteht ein stetig wachsender Stau in Abhängigkeit der morgendlichen und abendlichen Richtungsübergewichte. Für die jeweiligen Zeitbereiche wurden folgende Leistungsdefizite (mit Fußgängereinfluss) ermittelt:
    - Frühspitze H_{max} im Zeitbereich ca. 07:15 – 08:15 Uhr
      Leistungsdefizit bei Fußgängereinfluss ca. –12 % LR
    - Abendspitze H_{max} im Zeitbereich ca. 16:30 – 17:30 Uhr
      Leistungsdefizit bei Fußgängereinfluss ebenfalls ca. –12 % LR
  - Maßgebend für die Leistungsfähigkeit des Knotenpunktes sind dabei die dominanten Verkehrsströme im Zuge der B 27, die in Abhängigkeit der Tageszeit folgende Richtungsübergewichte während den Spitzenstunden erkennen lassen:
    - Frühspitze (100 %): Richtung Balingen 63 % zu Richtung Dotternhausen 37 %
    - Abendspitze (100 %): Richtung Balingen 53 % zu Richtung Dotternhausen 47 %
- Aufgrund der Lage im Stadtgebiet ist eine Pförtnerung bzw. Zuflussdosierung der Verkehrsmengen in Richtung des überlasteten Knotenpunkts nur aus Richtung der B 27 – Dotternhausen am Ortseingang außerhalb bebauter Ortslage denkbar. Aus Fahrtrichtung Balingen kann eine Pförtnerung aufgrund der Nähe des Südknotens B 27 / Auf Stetten / B 463 nicht erfolgen.
- Dagegen ist eine zeitliche Begrenzung der Zuflussmenge aus Fahrtrichtung B 27 – Dotternhausen im Grundsatz durchaus denkbar. Voraussetzung ist jedoch, dass die Staulängen im Zufahrtsbereich des Knotenpunkts aus Richtung Dotternhausen durch z. B. Induktionsschleifen erfasst und mit einer Pförtnerampel am Ortseingang des Stadtteiles Endingen koordiniert werden. Darüber hinaus sind folgende Aspekte zu bedenken:
  - Damit ein weitgehend flüssiger Verkehrsablauf im Knotenbereich erzielt werden kann, müsste die Zuflussmenge in der morgendlichen Spitzenstunde aus Fahrtrichtung B 27 – Dotternhausen um ca. –20 % reduziert werden. Dies bedeutet eine Abnahme der Zuflussmenge von ca. 1’000 Pkw-Einheiten/H_{max} auf ca.

800 Pkw Einheiten/H_{max} (–200 Pkw-Einheiten). Aufgrund des Ganglinienverlaufs betrifft dies einen Zeitbereich von 06:45 – 08:30 Uhr (1,75 Std.) während der morgendlichen Hauptverkehrszeit. Vor 06:45 Uhr und nach 08:30 Uhr ist die Verkehrsbelastung so gering, dass zumindest rechnerisch keine Überlastung des Knotenbereiches besteht.

- In der abendlichen Hauptverkehrszeit besteht ein – im Vergleich zur Frühspitze – eher geringes Fahrtrichtungsübergewicht in Richtung B 27 – Balingen. Jedoch ist die Gesamtzuflussmenge des Knotenpunktes während der Abendspitze sowohl etwas höher als auch breiter angelegt. Damit Rückstauerscheinungen in der Knotenzufahrt aus Richtung B 27 – Dotternhausen vermieden werden können, müsste der Zufluss aus dieser Richtung um ca. –16 % bzw. von ca. 950 Pkw-Einheiten/H_{max} auf ca. 800 Pkw-Einheiten/H_{max} (–150 Pkw-E/H_{max}) reduziert werden. Entsprechend dem Ganglinienverlauf betrifft dies einen Zeitbereich von ca. 15:30 Uhr – 18:30 Uhr (3 Std.) während der nachmittäglichen / abendlichen Hauptverkehrszeit. Vor 15:30 Uhr und nach 18:30 Uhr ist die Belastung so gering, dass keine rechnerische Überlastung besteht. Da zu diesen Zeiten zudem auch der Fußgängerbedarf deutlich geringer ist, können den Hauptströmen im Zuge der B 27 bereits heute ausreichende Grünzeiten zur Verfügung gestellt werden.
- Damit der Zufluss des signalisierten Knotenpunkts in Fahrtrichtung Balingen während den relevanten Hauptverkehrszeiten dosiert und reduziert werden kann, muss in Abhängigkeit der Umlaufzeit der Signalanlage die Grünzeit für die ortseinfahrenden Verkehrsströme entsprechend festgelegt und verkehrsabhängig koordiniert werden. Bei einer Umlaufzeit (t_u) der Signalanlage am zentrale Knoten von t_u = 90 Sekunden ergibt sich für eine Pförtnerampel eine Grünzeit von ca. 30–35 Sekunden und eine Rotphase von ca. 55–60 Sekunden für ortseinfahrende Fahrzeugströme am Ortsrand aus Richtung B 27 – Dotternhausen.
- Unter der rein theoretischen Annahme, dass sich durch diese Maßnahme keine Verkehrsverlagerungen ergeben, würde sich am Ende der Spitzenstunde folgender Rückstau ergeben:
  - Frühspitze: ca. 200 Pkw-E bzw. ca. 1’200 m Staulänge
  - Abendspitze: ca. 150 Pkw-E bzw. ca. 900 m Staulänge
- Da jedoch aus Fahrtrichtung B 27 – Dotternhausen in Fahrtrichtung Balingen durchaus alternative Fahrtrouten über die L 442 / B 463 und die L 442 / K 7136 – Lehrstraße bestehen, muss bei einer Pförtnerung der Verkehre am Ortseingang B 27 – Endingen von entsprechenden Verkehrsverlagerungen ausgegangen werden, die sich je nach Szenario
  - Planfall 1A – ausschließlich Pförtnerung B 27 aus Richtung Dotternhausen
  - Planfall 1B – Pförtnerung B 27 aus Richtung Dotternhausen und aus Richtung Rosswangen - K 7136 / Lehrstraße

  unterschiedlich auswirken. Die durchgeführte Überprüfung der verkehrlichen Be- und Entlastungswirkungen auf Grundlage der aktuellen Analyseergebnisse 2015 lässt dabei für das bestehende Verkehrsnetz (ohne Nordwestumfahrung Weilstetten) Folgendes erkennen:
- Bei einer Pförtnerung entsprechend Planfall 1A ausschließlich der B 27 aus Richtung Dotternhausen besteht die Problematik einer Verkehrsverlagerung von Fahrzeugströmen über die K 7136 / Lehrstraße zur B 27, so dass diese Verkehre

dann wieder unkoordiniert auf den Knotenpunkt B 27 / Bruckrain / Am Wettbach treffen und zu entsprechenden Stauerscheinungen führen, die sich für die Ortslage sogar nachteiliger auswirken können, als die Status-Quo-Situation.

- Vor diesem Hintergrund kann ein Lösungsansatz entsprechend Planfall 1A aus verkehrlicher Sicht nicht empfohlen werden.
- Wenn eine Pförtnerung der Verkehrsströme aus Richtung B 27 Dotternhausen zur Verbesserung der Verkehrsverhältnisse im Ort beitragen soll, muss zwingend sowohl die Zufahrt aus Richtung B 27 – Dotternhausen als auch die Zufahrt der Lehrstraße aus Richtung K 7136 / Rosswangen durch eine Pförtnerung dosiert werden.
- Da die Pförtneranlagen an den Ortseingängen zum signalisierten Knoten in der Ortsmitte einen Abstand von ca. 650 – 800 m haben, führt eine Koordinierung der Anlagen auch zu Leistungseinbußen im Gesamtsystem (Pulkdehnung; Störungen durch abbiegende Fahrzeuge; Hofeinfahrten; Einmündung Lehrstraße / B 27; etc. …), die sich auch auf die durchschnittliche Reisezeit verlängernd auswirken.
- Berücksichtigt man, dass sich eine Pförtnerung auf die Hauptverkehrszeiten Früh und Abend beschränkt, muss von einer Verkehrsverlagerung von ca. 600 Pkw-Einheiten pro Regelwerktag (Zeitbereich 06:45 – 08:30 Uhr, 15:30 – 18:30 Uhr) ausgegangen werden.
- Der Reisezeitverlust in der morgendlichen Spitzenstunde erhöht sich durch eine Pförtnerung in Fahrtrichtung Balingen im Vergleich zur bestehenden innerörtlichen Stausituation um ca. 40 bis 60 Sekunden. Dabei wurde idealtypisch angenommen, dass die Verkehrsströme nach Passieren der Pförtneranlage in einem Zuge auch den signalisierten Knoten B 27 / Bruckrain / Am Wettbach bei Grün queren können. In der abendlichen Spitzenstunde beträgt der Reisezeitverlust aufgrund der etwas geringeren Verkehrsmengen in Fahrtrichtung Balingen im Idealfall ca. 20 bis 30 Sekunden.
- Die Reisezeitverluste betreffen auch den öffentlichen Personennahverkehr, auch wenn die durchschnittliche Reisezeit von Bussen aufgrund der geringeren mittleren Geschwindigkeit eher höher ist als bei Pkw-Verkehren. Durch eine signaltechnische Anmeldung von Busverkehren wäre es zwar grundsätzlich möglich, Reisezeitverluste für den ÖPNV zu minimieren, jedoch können etwaige Nachteile für den Busverkehr nicht ausgeschlossen werden.
- Um zu verhindern, dass von den Verkehrsteilnehmern versucht wird, innerhalb der Ortslage „Zeitverluste“ aufzuholen, sind dynamische Geschwindigkeitsanzeigen sinnvoll, die angeben, bei welcher Geschwindigkeit die koordinierte zentrale Signalanlage bei „Grün“ überfahren werden kann. Zudem müsste die zulässige Geschwindigkeit entsprechend überwacht werden.

- Da bei der Koordinierung der Pförtneranlage mit dem signalisierten Knotenpunkt B 27 / Bruckrain / Am Wettbach während den Hauptverkehrszeiten auch von einer ständigen Fußgängeranforderung ausgegangen werden muss, kann sich dies wiederum nachteilig auf die Gesamtleistungsfähigkeit des signalisierten Knotenpunktes auswirken. Dies bedeutet, dass vor allem während der nachmittäglichen / abendlichen Hauptverkehrszeit die Verkehrsströme aus Richtung Balingen in Richtung Dotternhausen durch die gezielte Verflüssigung der Verkehre in der Gegenrichtung negativ beeinflusst werden können. Ein Rückstau aus Richtung Balingen bis zum Südknoten B 27 / Auf Stetten / B 463 kann dann nicht ausgeschlossen werden.

Zusammenfassend wird daher festgestellt, dass die Chancen und Risiken einer Pförtnerung der Verkehre aus Richtung B 27 – Dotternhausen aus verkehrskonzeptioneller Sicht kritisch abgewogen werden müssen. Sollte sich zeigen, dass diese Maßnahme zu einer relevanten Verringerung der Schadstoffbelastung beitragen kann, muss vertiefend über entsprechende makroskopische Simulationen nachgewiesen werden, ob die idealtypischen Annahmen im konkreten Fall umsetzbar sind.

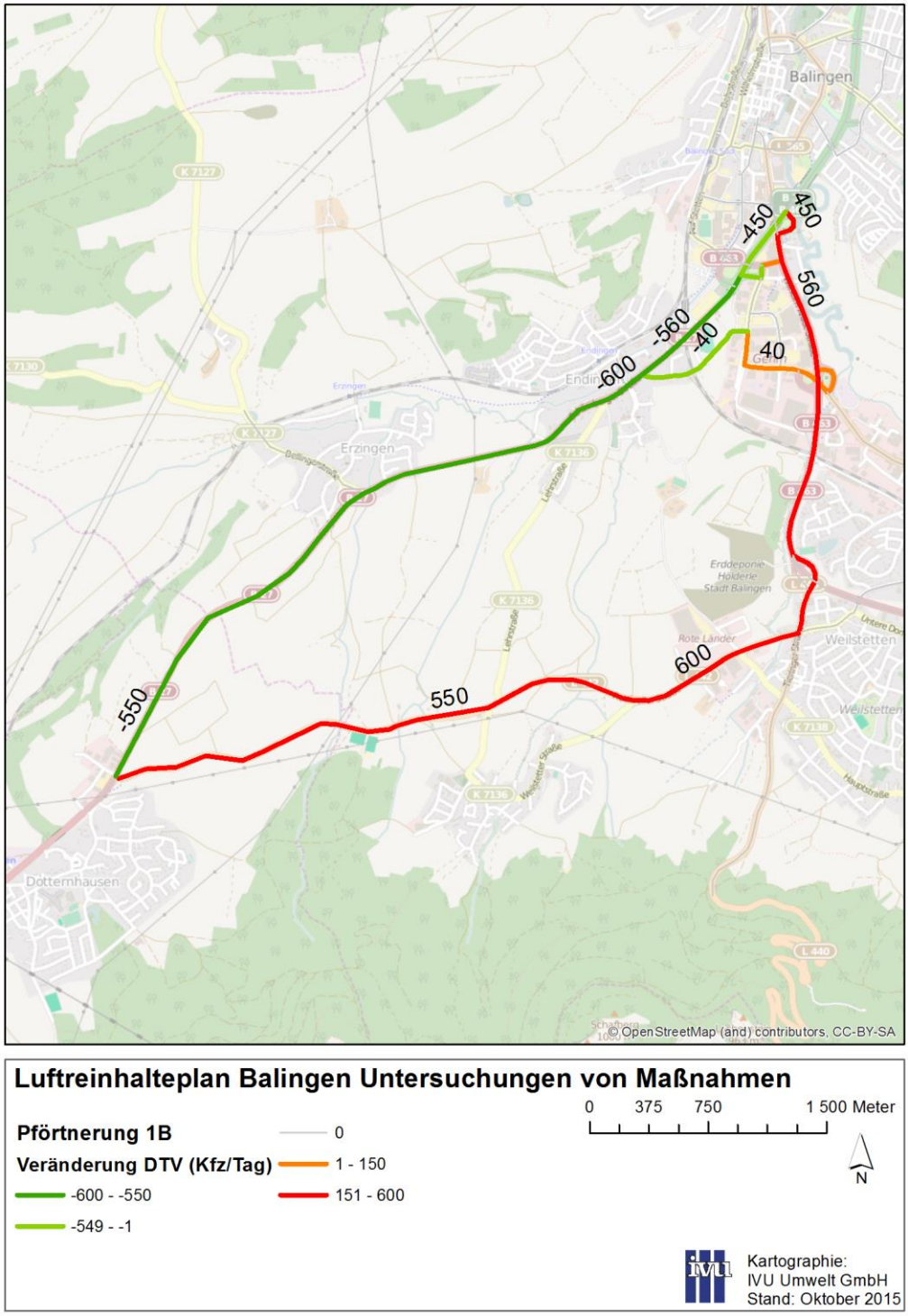

Abbildung 7-2: Wirkung einer Pförtnerung auf den DTV für die Schömberger Straße und den entsprechenden Ausweichrouten

7.2.2 Prüfung der lufthygienischen Wirkung

Die Wirkung der Pförtnerung wurde nur für die Variante 1B untersucht, da nach der verkehrlichen Prüfung die Variante 1A als nicht empfehlenswert eingestuft wurde.

Die Wirkung der Pförtnerung liegt zum einen in den Veränderungen der Verkehrsmengen auf den betreffenden Streckenabschnitten und den potenziellen Ausweichrouten (siehe Abbildung 7-2) und zum anderen an der beabsichtigen Verbesserung des Verkehrsflusses auf der Schömberger Straße. Die Verbesserung des Verkehrsflusses in der Schömberger Straße wird modelltechnisch abgebildet, indem der Anteil Stop&Go (LOS4) um 25 % des Ist-Zustands reduziert wird und diese Anteile zu einem Drittel dem Anteil Gesättigt (LOS3) und zu zwei Drittel dem Anteil Dicht (LOS2) zugeschlagen werden. Eine Verschlechterung des Verkehrsflusses auf Grund des Ausweichverkehrs wird nur für einen Abschnitt der Tieringer Straße angenommen, bei dem im Ist-Zustand die LOS3 und LOS4-Stufen unbesetzt waren. Für diesen Abschnitt wird angenommen, dass sich der Anteil des LOS3 von 0 % auf 31 % erhöht. Auf den anderen Abschnitten wird keine Verschlechterung des Verkehrsflusses auf Grund der Pförtnerung erwartet.

Die Wirkung der Pförtnerung auf die NO_2-Jahresmittelwerte an den Hotspots der Schömberger Straße auf Basis der Prognose 2016 ist in Tabelle 7-3 aufgeführt. Die berechneten Minderungen liegen je nach Abschnitt zwischen 1.2 µ/m³ und 0.1 µg/m³.

Auf den Ausweichstrecken kommt es als Folge der Erhöhung der Verkehrsstärke an einem Abschnitt der Tieringer Straße zwischen Rottweiler Straße und Stocken zu einer Erhöhung des NO_2-Jahresmittelwerts von 33.4 µg/m³ auf 34 µg/m³. Ansonsten liegen die NO_2-Konzentrationen maximal um 0.1 µg/m³ über den Werten des Ist-Zustands. Eine Überschreitung des NO_2-Jahresgrenzwerts wird auf den Ausweichstrecken nicht prognostiziert.

Tabelle 7-3: Auflistung der NO_2-Jahresmittelwerte in Abschnitten der Schömberger Straße für die Prognose 2016 und die Pförtnerung

			Jahresmittelwert (µg/m³)	
ID	**Name**	**Länge (m)**	**Prognose 2016**	**Pförtnerung 2016**
115	Schömberger Straße (MP1)	39.6	**43.3**	**42.3**
114	Schömberger Straße	64.6	**42.7**	**41.5**
116	Schömberger Straße (MP2 + MP3)	66.9	**41.9**	**40.9**
119	Schömberger Straße	64.4	38.8	38.4
117	Schömberger Straße	39.6	38.1	37.8
118	Schömberger Straße	58.4	34.2	34.0
120	Schömberger Straße	117.7	30.5	30.4

7.3 Tempo 30

7.3.1 Verkehrliche Prüfung

Die Überprüfung der verkehrlichen Auswirkungen einer Tempolimitierung in der Ortsdurchfahrt der B 27 – Endingen auf 30 km/h im Tageszeitbereich hat zu folgenden Ergebnissen geführt:

- Unter der rein theoretischen Annahme eines ungestörten und kontinuierlichen Verkehrsflusses in der Ortsdurchfahrt der B 27 erhöht sich die Reisezeit bei einer Verminderung der Geschwindigkeit von 50 km/h auf 30 km/h und einer Wegstrecke von ca. 850 m um ca. +40 Sekunden.
- Da jedoch die tatsächliche durchschnittliche Geschwindigkeit aufgrund der Beeinflussung des Verkehrsablaufes u. a. durch den hohen Lkw-Anteil und die Überlastung des Verkehrssystems zu den Hauptverkehrszeiten geringer ist als die zulässige Höchstgeschwindigkeit, wurden die Reisezeitverluste differenziert nach Fahrtrichtungen und Verkehrszeiten überschlägig abgeschätzt (Reisezeitverlust 50 km/h zu 30 km/h):
  - Fahrtrichtung Balingen
    - bei geringer Verkehrsbelastung ca. 29 Sek. Verlustzeit pro Fahrzeug
    - während Hauptverkehrszeiten ca. 22 Sek. Verlustzeit pro Fahrzeug
  - Fahrtrichtung Dotternhausen
    - bei geringer Verkehrsbelastung ca. 37 Sek. Verlustzeit pro Fahrzeug
    - während Hauptverkehrszeiten ca. 30 Sek. Verlustzeit pro Fahrzeug
- Eine Verstetigung der Verkehrsabläufe durch eine Geschwindigkeitsreduktion ergibt sich vor allem durch eine Anpassung der unterschiedlichen Geschwindigkeitsniveaus / Beschleunigungsvorgänge von Pkw und Lkw-Verkehren.
  - Aufgrund der innerörtlichen Lage des signalisierten Knotenpunktes B 27 / Bruckrain / Am Wettbach und der topographischen Rahmenbedingungen kann davon ausgegangen werden, dass ein weitgehend gleichmäßiger Verkehrsfluss in Fahrtrichtung Dotternhausen nach der Ampelanlage sowohl während den geringer belasteten Verkehrszeiten als auch den Hauptverkehrszeiten möglich ist. Störungen des Verkehrsflusses durch die unmittelbare Erschließungsfunktion der B 27 – Schömberger Straße für angrenzende Nutzungen können jedoch nicht ausgeschlossen werden.
  - In der Fahrtrichtung Balingen ist dagegen eine Verstetigung der Verkehre im Zuge der Ortsdurchfahrt B 27 vor der Ampelanlage während den Hauptverkehrszeiten nur eingeschränkt möglich.
- Die Leistungsfähigkeit des Knotenpunktes B 27 / Bruckrain / Am Wettbach ändert sich durch die Geschwindigkeitsreduktion von 50 km/h auf 30 km/h im Grundsatz nicht. Die Leistungsfähigkeit wird nicht erhöht.
- Die insgesamt geringen Reisezeitverluste zwischen 20–40 Sekunden pro Fahrzeug führen zu keinen relevanten Verkehrsverlagerungen im Gesamtsystem.

Zusammenfassend wird aus verkehrskonzeptioneller Sicht festgestellt, dass eine Tempolimitierung auf 30 km/h vor allem während den geringer belasteten Verkehrszeiten zu einem gleichmäßigeren Verkehrsablauf in der Ortsdurchfahrt beitragen kann. Während den Hauptverkehrszeiten ist aufgrund der Überlastung des Knotenpunktes B 27 / Bruck-

rain / Am Wettbach (Stop&Go-Verkehre im Zufahrtsbereich) eine Verstetigung des Verkehrs vor allem in Fahrtrichtung Balingen nur eingeschränkt möglich.

7.3.2 Bestimmung der emissionsseitigen Auswirkungen von Tempo 30 mittels Messfahrten und PHEM-Modellierung

Die Bestimmung der emissionsseitigen Auswirkungen von Tempo 30 im Vergleich zu Tempo 50 mittels Messfahrten und PHEM-Modellierung ist eine in Baden-Württemberg bereits mehrfach durchgeführte Methode (u.a. RAU 2014).

Für die vorliegende Untersuchung wurden dazu

- Messfahrten zur Aufnahme von Fahrprofilen für den aktuellen Verkehrszustand
- sowie für fiktive Fälle mit einem Tempolimit von 30 km/h durchgeführt und
- für die aufgenommen Fahrprofile Emissionsfaktoren mit PHEM von der FVT/ TU-Graz[3] berechnet.

Für den in Abbildung 7-3 dargestellten Abschnitt der Schömberger Straße wurden Messfahrten mit einem entsprechend ausgestatteten Pkw zur Aufnahme von Fahrprofilen durchgeführt. Die Messtrecke verläuft von der Ginkgo Apotheke am südlichen Ortseingang von Endingen bis zum nördlichen Ortsschild. Die Streckenlänge beträgt knapp 770 m.

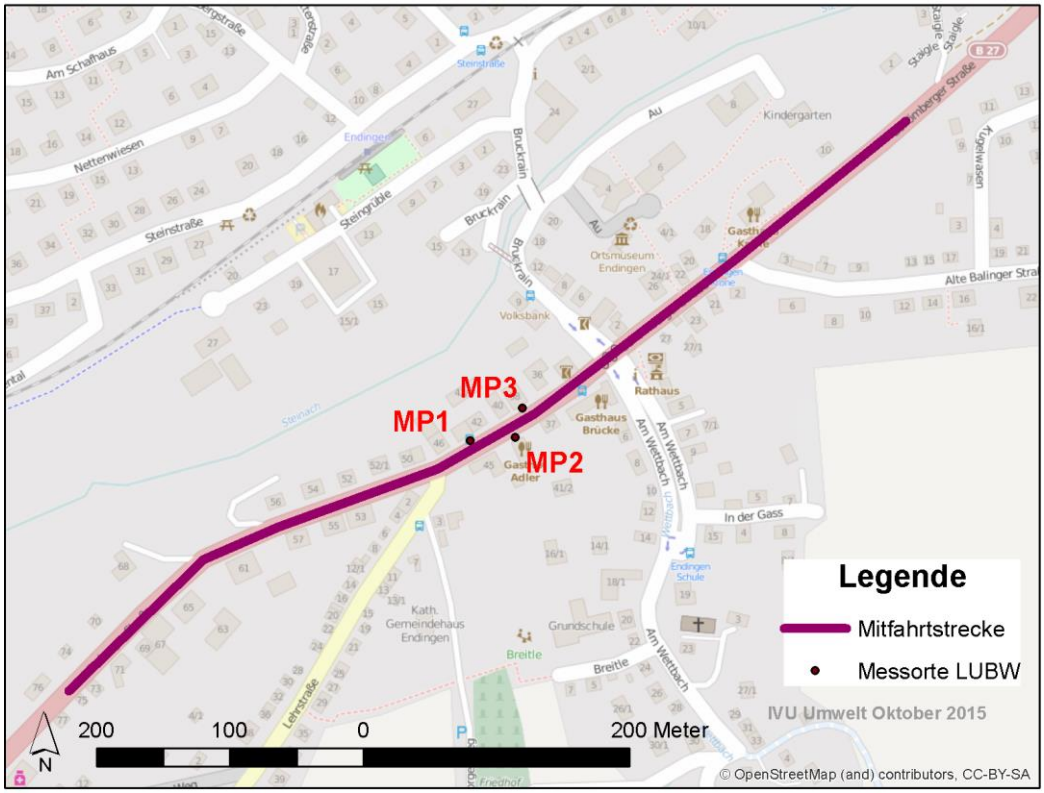

Abbildung 7-3: Lage der Messstrecke

[3] FVT: Forschungsgesellschaft für Verbrennungskraftmaschinen und Thermodynamik der Technischen Universität Graz, Entwickler und Betreiber des Modells PHEM

Die Aufnahme von Fahrprofilen erfolgte vom Montag, den 27.04.2015 bis zum Mittwoch, den 29.04.2015. Es wurde der Zeitraum von 6:00 Uhr morgens bis 20:30 Uhr abends abgedeckt.

Insgesamt wurden 185 Fahrprofile aufgenommen. Bei den Fahrten wurde protokolliert, welche Fahrtrichtung vorlag, ob die Lichtsignalanlage in der Ortsmitte rot oder grün in der Anfahrt war, ob ein Lkw verfolgt wurde oder ob eine Fahrt für ein fiktives Tempolimit 30 km/h durchgeführt wurde. Die Häufigkeiten der einzelnen Fahrten sind in Tabelle 7-4 aufgelistet. Es wurden insgesamt 28 Fahrten mit Tempo 30 durchgeführt und 14 Verfolgungsfahrten von Lkw.

Tabelle 7-4: Anzahl der Profile nach Fahrtrichtung und Verkehrssituation

Profil	Anzahl
Fahrrichtung Nord	92
davon T50	76
davon Ampel grün	30
davon Ampel rot	46
davon Lkw-Verfolgungsfahrten	4
davon Tempo 30	16
davon Ampel grün	9
davon Ampel rot	7
Fahrrichtung Süd	93
davon T50	81
davon Ampel grün	30
davon Ampel rot	51
davon Lkw-Verfolgungsfahrten	10
davon Tempo 30	12
davon Ampel grün	3
davon Ampel rot	9
Gesamtzahl	185

Die Fahrprofile wurden mit einem GPS-Gerät aufgenommen und gleichzeitig wurden die Daten der OBD2-Schnittstelle des Fahrzeugs ausgelesen. Die einzelnen Datensätze wurden über die Uhrzeit synchronisiert. Als Ergebnis der weiteren Datenaufbereitung wurden Profildateien erstellt, die in sekündlicher Auflösung die Geschwindigkeiten beinhalten. Als zusätzliche Information lagen für Teilabschnitte mittlere Neigungswerte der Straße vor. Eine Darstellung dieser Profile als Geschwindigkeits-Weg-Diagramm befindet sich in Abbildung 7-4. Bei den Profilen in Richtung Nord ist deutlich der Einfluss der Lichtsignalanlage bei einer Streckenlänge von ca. 480 m zu erkennen. Die verkehrliche Morgenspitze ist in Form von häufigeren Brems- und Beschleunigungsvorgängen sichtbar. Ebenso deutlich ist die Beschleunigung nach der Lichtsignalanlage erkennbar. Das Verkehrsgeschehen in Richtung Süd wird ebenfalls durch die Lichtsignalanlage dominiert, wobei hier die Nachmittagsspitze des Verkehrs erkennbar ist. In Richtung Süden kommt es aber immer wieder zu Verzögerungen auch nach der Lichtsignalanlage. Das ist zum einen eine Folge von Störungen durch Linksabbieger in die Lehrstraße und in zwei Profilen eine Folge von Lkw-Rangierfahrten bei einem Gewerbebetrieb auf der linken Seite ca. 150 m vor der Ortsausfahrt. In Abbildung 7-4 sind auch die Profile für ein

fiktives Tempolimit von 30 km/h dargestellt. Es ist zu erkennen, dass diese Profile deutlich gleichmäßiger und einander ähnlich sind.

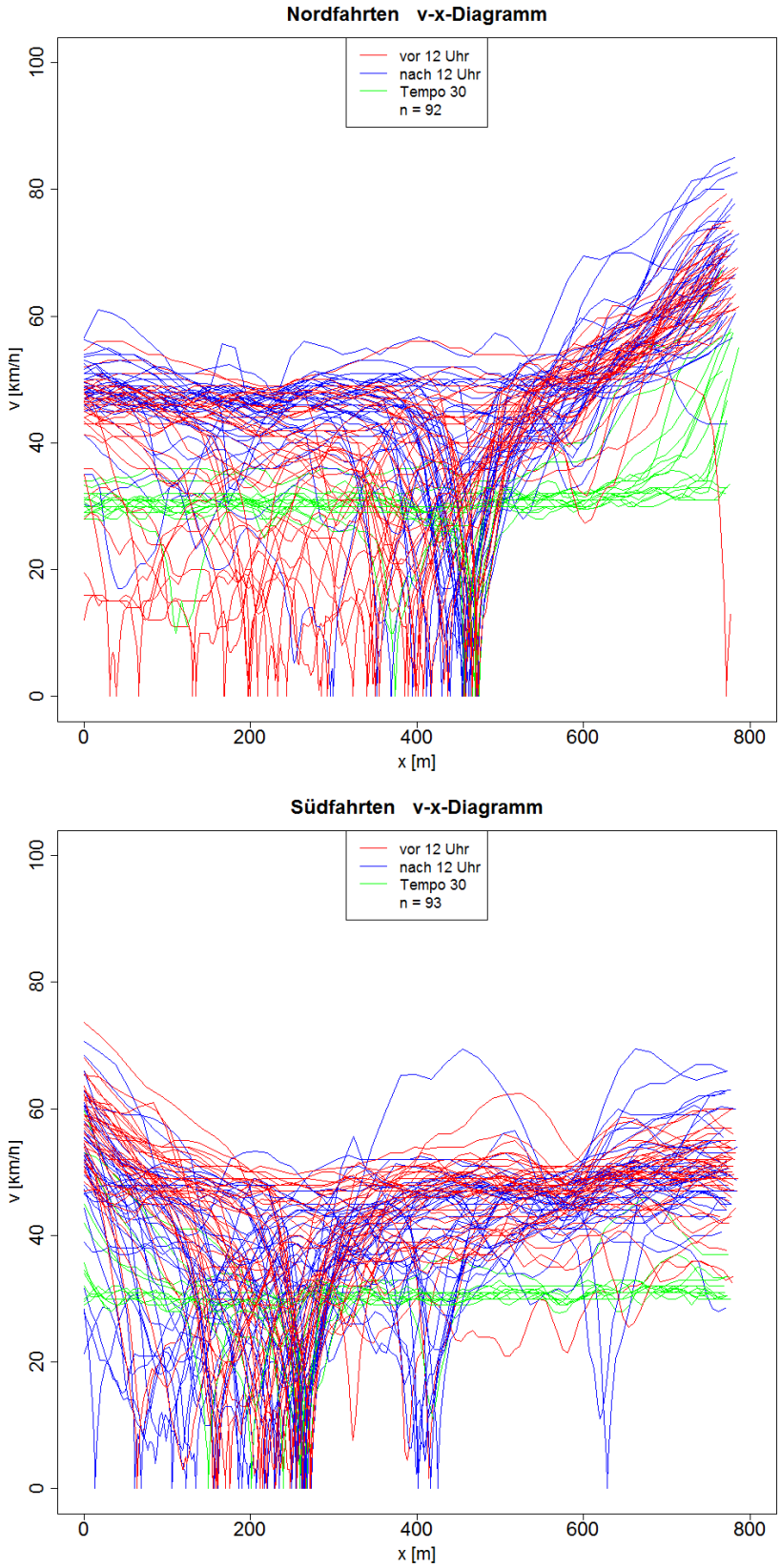

Abbildung 7-4: Profile der Geschwindigkeit über die Strecke für die Fahrten in Richtung Nord (oben) und Süd (unten)

Auf Basis der Fahrprofildaten wurden von der FVT mit PHEM Kfz-Emissionen als sekündliche Emissionszeitreihen, getrennt für die Kfz-Arten Pkw, leichte Nutzfahrzeuge (LNfz) und schwere Nutzfahrzeuge (SNfz) berechnet. Je Kfz-Art wurden die Emissionen bei Pkw differenziert nach Kraftstoff und Euro-Norm, bei LNfz nach Kraftstoff und Euro-Norm und drei Größenklassen (N1-I bis N1-III), und bei SNfz getrennt nach Gewichtsklassen und Euro-Norm ausgegeben. Die in dieser schichtfeinen Auflösung gelieferten Daten wurden mit den Informationen zur Kfz-Flotte für das Bezugsjahr 2016 (Abschnitt 4.4) je Kfz-Art aggregiert.

Die Auswertung der sekündlichen PHEM-Ergebnisse zu mittleren Emissionsfaktoren in g/km erfolgte für drei Bereiche. Zum einen wurde über den gesamten Abschnitt der Emissionsfaktor bestimmt und zum anderen für zwei Teilabschnitte, die durch Teilung der Strecke an der Lichtsignalanlage entstehen. Dabei wurde der gesamte Kreuzungsbereich jeweils beiden Abschnitten zugeordnet. Die so ermittelten NO_X-Emissionsfaktoren sind getrennt für die drei Kfz-Arten Pkw, LNfz und SNfz in Tabelle 7-5 aufgeführt.

In der Tabelle 7-5 sind neben den NO_X-Emissionsfaktoren noch die Verkehrsstärken der einzelnen Kfz-Arten für den jeweiligen Abschnitt und die sich damit ergebenden NO_X-Emissionen des Abschnitts in g(m*Tag) angegeben. Die Tabelle erlaubt einen Vergleich der NO_X-Emissionen für die Abschnitte und zwischen der realen Situation mit Tempo 50 und der fiktiven Situation mit Tempo 30.

Allgemein liegen die Emissionsfaktoren für Pkw ungefähr bei einem 1/10 der Emissionsfaktoren für SNfz. Bezogen auf einen Abschnitt haben die Pkw auf Grund der höheren Verkehrsstärke tendenziell einen höheren Anteil an den NO_X-Gesamtemission als die SNfz.

Bei den Pkw sind die Emissionsfaktoren für beide Abschnitte annährend gleich, während bei den LNfz der südliche Abschnitt leicht und bei den SNfz deutlich höhere Emissionsfaktoren aufweist.

Die größte Minderungswirkung durch Einführung von Tempo 30 wurde bei den LNfz mit fast 1/3 berechnet. Bei den Pkw beträgt die Minderung zwischen 12.5 % für den Gesamtabschnitt und 14 % bei beiden Abschnitten. Bei den SNfz wurden auf dem südlichen Abschnitt für Tempo 30 gleichbleibende NO_X-Emissionsfaktoren errechnet. Auf dem nördlichen Abschnitt liegt die Reduktion bei den SNfz mit 14.4 % auf einem ähnlichen Wert wie bei den Pkw.

Bezogen auf den Gesamtabschnitt wurde für die Einführung eines Tempolimits von 30 km/h eine Reduktion der NO_X-Emissionen um 10.6 % berechnet. Diese Minderung fällt auf Grund der gleichbleibenden Emissionen bei den SNfz auf dem südlichen Abschnitt der Schömberger Straße mit 9.7 % leicht geringer und auf dem nördlichen Abschnitt mit 15.0 % entsprechend höher aus.

Tabelle 7-5: Ergebnisse der PHEM-Modellierung und Auswirkung auf die NO_X-Emissionen in der Schömberger Straße in der Prognose 2016

	DTV in Kfz/Tag			Emissionsfaktoren in g/km			Abschnittsemissionen in g/(m*Tag)			
	Pkw	LNfz	SNfz	Pkw	LNfz	SNfz	Gesamt	Pkw	LNfz	SNfz
Gesamtabschnitt										
Tempo 50	15258	1037	1090	0.24	0.97	2.83	8.46	3.72	1.01	3.09
Tempo 30				0.21	0.66	2.74	7.57	3.25	0.68	2.99
Änderung				-12.5%	-32.2%	-3.3%	-10.6%	-12.5%	-32.2%	-3.3%
Abschnitt Süd										
Tempo 50	15258	1037	1090	0.25	1.05	3.34	9.23	3.86	1.09	3.64
Tempo 30				0.22	0.71	3.34	8.33	3.32	0.73	3.64
Änderung				-14.0%	-32.9%	0%	-9.7%	-14.0%	-32.9%	0%
Abschnitt Nord										
Tempo 50	17878	924	1105	0.27	1.01	2.40	9.05	4.82	0.94	2.65
Tempo 30				0.23	0.69	2.05	7.70	4.15	0.64	2.27
Änderung				-14.0%	-31.7%	-14.4%	-15.0%	-14.0%	-31.7%	-14.4%

Bei den Angaben für die Teilabschnitte ist zu beachten, dass beiden Abschnitten die gesamten Emissionen der Kreuzung zugeordnet wurden. Damit entspricht die Summe aus Nord und Süd nicht den Emissionen des Gesamtabschnitts.
In der Spalte Abschnittsemissionen/Gesamt sind zusätzlich zu den Emissionen für Pkw, LNfz und SNfz auch Emissionen für Busse und Kräder enthalten, die im Rahmen der PHEM-Modellierungen nicht betrachtet wurden und deshalb gleichbleibend für Tempo 50 und Tempo 30 aus dem Modellierung mit $IMMIS^{em}$ angesetzt wurden.

7.3.3 Prüfung der lufthygienischen Wirkung

Für die Prüfung der lufthygienischen Wirkung bei einer Änderung des Tempolimits von 50 km/h auf 30 km/h wurden die über die PHEM-Modellierung und gemäß Abschnitt 7.3.2 aufbereiteten Emissionsfaktoren für NO_X als Grundlage der Berechnung der Zusatzbelastung mit $IMMIS^{luft}$ verwendet und die NO_2-Gesamtbelastung erneut berechnet.

Das Ergebnis dieser Berechnung für den NO_2-Jahresmittelwert ist in Tabelle 7-6 dargestellt. Zusätzlich ist noch der Modellwert aus dem Screening auf Basis des Emissionsmodells $IMMIS^{em}$ eingetragen. Unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus PHEM wird für 2016 ein NO_2-Jahresmittelwert von 40.9 µg/m³ berechnet. Im Vergleich zum Screening-Ergebnis mit $IMMIS^{em}$ liegt das Modellergebnis um 2.4 µg/m³ niedriger. Die Minderungswirkung eines Tempolimits von 30 km/h beträgt nach den Modellberechnungen 1.3 µg/m³ bzw. 3.2 %. Damit läge der modellierte NO_2-Jahresmittelwert unter 40 µg/m³.

Tabelle 7-6: NO_2-Jahresmittelwert im Abschnitt am Ort der Messstelle MP1 berechnet auf der Basis von $IMMIS^{em}$ und von PHEM für die Prognose 2016 und allein auf Basis PHEM für den Fall T30

		NO_2-Jahresmittelwert in µg/m³		
ID	Name	Prognose 2016 berechnet mit $IMMIS^{em}$	Prognose 2016 auf Basis PHEM	T30 auf Basis PHEM
115	Schömberger Straße (MP1)	43.3	40.9	39.6

7.4 Übersicht Maßnahmenwirkung

All drei Maßnahmen haben bezogen auf die Prognose 2016 ein ähnliches Minderungspotenzial für die Abschnitte der Schömberger Straße, an denen Überschreitungen des NO_2-Jahregrenzwerts festgestellt wurden. Die Umweltzone und die Pförtnerung mindern nach den Modellrechnungen den NO_2-Jahresmittelwert jeweils um 1 µg/m³, für die Verminderung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 30 km/h in der Schömberger Straße wird ein Minderungspotenzial von 1.3 µg/m³ berechnet.

Eine Umweltzone ist eine in Baden-Württemberg bereits häufig eingesetzte Maßnahme zur Minderung der Kfz-bedingten Luftschadstoffbelastung. Die Einführung ist damit möglich und bereits häufig erprobt. Ursprünglich wurde das Konzept der Umweltzone aber zur Minderung der PM10-Belastung entwickelt (Stichwort „Feinstaubplakette“). Auf Grund der auf hohem Niveau verbleibenden NO_X-Emissionen der Diesel-Pkw bis zur Euro-Norm 5 ist die Wirkung der Umweltzone auf die Minderung der NO_2-Belastung nicht sehr hoch. Nach derzeitigem Kenntnisstand wird erst die verstärkte Einführung von Euro 6 und ab 2017 Euro 6c zu einer signifikanten Verringerung der NO_X-Emissionen aus Diesel-Pkw führen. Die Umweltzone wirkt im Unterschied zu den beiden anderen Maßnahmen aber flächendeckend für das gesamte Gebiet der Umweltzone.

Ein Pförtnerung der Verkehre aus Richtung B 27 – Dotternhausen auf dem Abschnitt der Schömberger Straße in Endingen hat auf Grund der gegebenen Umstände ein vergleichbares Minderungspotenzial wie eine Umweltzone. Auf Grund von Verlagerungseffekten durch die Pförtnerung kann es zu einer signifikanten Erhöhung der NO_2-Belastung kommen, ohne dass dadurch aber eine Grenzwertverletzung prognostiziert wird. Die Chancen und Risiken einer Pförtnerung aus verkehrskonzeptioneller Sicht müssen kritisch abgewogen werden. Vor Einführung einer entsprechenden Pförtnerung muss vertiefend über entsprechende makroskopische Simulationen nachgewiesen werden, ob die hier verwendeten idealtypischen Annahmen im konkreten Fall umsetzbar sind.

Die Maßnahme der Verminderung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit ganztägig auf 30 km/h anstatt der bisher geltenden Regelung von 50 km/h am Tag führt nach den vorliegenden Berechnungen zum höchsten Minderungspotenzial, wobei negative Effekte durch Ausweichverkehre nicht zu erwarten sind. Eine Umsetzung der Maßnahme wäre technisch leicht möglich.

Keine der drei Maßnahmen alleine hat das Potenzial, den NO_2-Jahresmittelwert, der in der Prognose bei 43.3 µg/m³ liegt, unter den Grenzwert von 40 µg/m³ zu bringen. Ausgehend von der Annahme, dass sich die Wirkungen der drei Maßnahmen bei einer gleichzeitigen Aktivierung addieren würden, wäre eine Grenzwerteinhaltung theoretisch knapp möglich. Eine solche Addition der Wirkungen kann für eine Umweltzone in Kombination mit den anderen Maßnahmen realistisch angenommen werden. Bei der Kombination von Tempo 30 mit einer Pförtnerung darf die mögliche verkehrliche Wirkung der Verstetigung nur einmalig berücksichtigt werden.

8 Zusammenfassung

Im Bereich der Schömberger Straße (B27) in Balingen haben Messungen im Jahr 2013 ergeben, dass der Grenzwert für den NO_2-Jahresmittelwert in Höhe von 40 µg/m³ an zwei von drei Messstellen überschritten wurde (LUBW 2014A). Somit ist das Regierungspräsidium Tübingen verpflichtet, ein Luftreinhalteplanverfahren für Balingen zu beginnen.

Mit den hiermit vorgelegten „Untersuchungen von Maßnahmen im Rahmen der Aufstellung eines Luftreinhalteplans für Balingen“ wurden ausgewählte verkehrliche Maßnahmen zur Verbesserung der Luftqualität untersucht. Dazu wurde zu Beginn der Ist-Zustand für die Verkehrslage und die Immissionssituation im Gemeindegebiet Balingen erhoben und anschließend die Immissionssituation für 2016 prognostiziert. Ausgehend von der Prognose 2016 wurde die Wirkung einer Umweltzone im Gemeindegebiet Balingen, einer Pförtnerung und eines Tempolimits auf 30 km/h im Bereich der Schömberger Straße untersucht.

Für die Ermittlung des Ist-Zustands wurde das Verkehrsnetz von Balingen fortgeschrieben, indem auf Basis der Daten, sowohl der Lärmaktionsplanung als auch der aktuellen Verkehrsmonitoringwerte 2013 des Landes Baden-Württemberg, die umfangreichen Erhebungen der Stadt Balingen (2006 - 2010) auf Plausibilität überprüft und entsprechend abgeglichen wurden. Zusätzlich wurden ergänzende Verkehrserhebungen durchgeführt, die zum einen konkrete Rückschlüsse auf die Verkehrsentwicklung in Endingen im Zeitraum 2005–2010–2015 erlauben und die es zum anderen, in Verbindung mit den vorliegenden aktuellen Erhebungen 2014/2015, ermöglichen, die Analysebelastungen für das gesamtstädtische Hauptverkehrsnetz abzubilden.

Für die Beurteilung der Luftschadstoffbelastung wurden auf der Basis des lageangepassten Verkehrsnetzes und eines dreidimensionalen Gebäudemodells Abschnitte gebildet, für die mit dem Screeningmodell IMMIS^{luft} NO_2-Jahresmittelwerte berechnet wurden. Weitere Eingangsdaten der Berechnung sind, neben den Verkehrsdaten, meteorologische Daten in Form einer Ausbreitungsklassenstatistik und die NO_2-Vorbelastung im Untersuchungsgebiet.

Die Analyse der Ist-Situation liefert, neben den Abschnitten der Schömberger Straße, für insgesamt 14 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von 870 m NO_2-Jahresmittelwerte über 40 µg/m³. Unter Berücksichtigung einer Fehlertoleranz des Modells sind 26 Abschnitte mit einer Gesamtlänge von knapp 1500 m potenziell von NO_2-Jahresgrenzwertverletzungen betroffen.

Ein Vergleich von berechneten NO_2-Jahresmittelwerten mit den in der Schömberger Straße gemessenen Werten zeigt eine gute Übereinstimmung. Nach diesem Vergleich überschätzt das Modell die Messwerte um 5 % bis 14 %.

Unter der Annahme einer Erneuerung der Kfz-Flotten hin zu derzeit zu erwartenden saubereren Fahrzeugen gemäß der Euro 6-Norm wird prognostiziert, dass sich 2016 die Anzahl der Abschnitte mit modellierten NO_2-Jahresmittelwerten über dem Grenzwert auf acht reduziert.

Für die Abschätzung der Wirkung der Einführung einer grünen Umweltzone wird angenommen, dass die 2016 vorhandenen Fahrzeuge ohne eine grüne Plakette in der Kfz-Flotte durch erlaubte Fahrzeuge ersetzt werden, ohne dass die Verkehrsmengen sich

ändern. Unter diesen Voraussetzungen geht die NO_2-Belastung an den Abschnitten mit der höchsten Belastung um maximal 1 µg/m³ bzw. um 2 % zurück.

Als weitere Maßnahme wurde eine Pförtnerung zur Steuerung des Straßenverkehrs in der Ortsdurchfahrt der B 27 – Endingen untersucht. Dazu wurden zunächst die verkehrliche Machbarkeit und dann die daraus folgenden Konsequenzen analysiert. Die Machbarkeitsanalyse zeigt, dass der sogenannte Planfall 1A (ausschließlich Pförtnerung B 27 aus Richtung Dotternhausen) aus verkehrlicher Sicht nicht empfohlen werden kann, weshalb er auch lufthygienisch nicht weiter untersucht wurde. Im Planfall 1B (Pförtnerung B 27 aus Richtung Dotternhausen und aus Richtung Rosswangen – K 7136 / Lehrstraße) kommt es neben den erwünschten Effekten der Verkehrsverflüssigung auch zu entsprechenden Ausweichverkehren. Mit entsprechenden Annahmen zur Verringerung der Verkehrsstörungen und daraus resultierenden Verminderungen der Kfz-Emissionen ergeben sich Minderungen der NO_2-Jahresmittelwerte auf der Schömberger Straße in Höhe von bis zu 1.2 µg/m³. Auf der Ausweichroute kommt es überwiegend zu leichten Erhöhungen um maximal 0.1 µg/m³. Nur für einen Abschnitt der Tieringer Straße wird eine Erhöhung des NO_2-Jahresmittelwerts von 33.4 µg/m³ auf 34.0 µg/m³ ermittelt.

Als dritte Maßnahme wurde die Einführung eines Tempolimits in der Ortsdurchfahrt der B 27 – Endingen auf 30 km/h untersucht. Aus verkehrskonzeptioneller Sicht wird festgestellt, dass ein Tempolimit auf 30 km/h, vor allem während den geringer belasteten Verkehrszeiten, zu einem gleichmäßigeren Verkehrsablauf in der Ortsdurchfahrt beitragen kann. Während den Hauptverkehrszeiten ist aufgrund der Überlastung des Knotenpunktes B 27 / Bruckrain / Am Wettbach eine Verstetigung des Verkehrs vor allem in Fahrtrichtung Balingen nur eingeschränkt möglich. Die lufthygienische Wirkung wurde detailliert durch die Aufnahme von Fahrprofilen für die vorhandene Situation und von Tempo 30-Fahrten untersucht. Für diese Fahrprofile wurden mit dem hochauflösenden Emissionsmodell PHEM Berechnungen der Kfz-Emissionen für verschiedene Kfz-Arten durchgeführt.

Die Ergebnisse der PHEM-Modellierungen zeigen bei Änderung des Tempolimits von 50 km/h auf 30 km/h eine deutliche Minderung der NO_X-Emissionen für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge, wohingegen bei schweren Nutzfahrzeugen auf dem südlichen Abschnitt der Schömberger Straße die NO_X-Emissionen gleich bleiben. In der Gesamtbetrachtung führt die Einführung eines Tempolimits von 30 km/h zu einer Reduktion des NO_2-Jahresmittelwerts um 1.3 µg/m³ in der Schömberger Straße.

Keine der drei Maßnahmen alleine hat das Potenzial, den NO_2-Jahresmittelwert, der in der Prognose bei 43.3 µg/m³ liegt, unter den Grenzwert von 40 µg/m³ zu bringen. Ausgehend von der Annahme, dass sich die Wirkungen der drei Maßnahmen bei einer gleichzeitigen Aktivierung addieren würden, wäre eine Grenzwerteinhaltung theoretisch knapp möglich. Eine solche Addition der Wirkungen kann für eine Umweltzone in Kombination mit den anderen Maßnahmen realistisch angenommen werden. Bei der Kombination von Tempo 30 mit einer Pförtnerung darf die mögliche verkehrliche Wirkung der Verstetigung nur einmalig berücksichtigt werden.

Auf Grund des relativ hohen Verkehrsanteils der schweren Nutzfahrzeuge auf der betreffenden Schömberger Straße und der deutlich höheren NO_X-Emissionsfaktoren dieser Fahrzeuge hätte ein entsprechendes Lkw-Fahrverbot ein hohes Minderungspotenzial auf die NO_2-Belastung. Ob ein solches Fahrverbot unter den aktuellen gegebenen Umständen aber umsetzbar ist, wurde im vorliegenden Gutachten nicht geprüft.

9 Literatur

35. BIMSCHV 2015: Fünfunddreißigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung zur Kennzeichnung der Kraftfahrzeuge mit geringem Beitrag zur Schadstoffbelastung - 35. BImSchV). In der Fassung vom 31.8.2015. BGBl. I S. 1474. 2015.

BIMSCHG 2015: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG). In der Fassung vom 31.8.2015. BGBl. I S. 1474. 2015.

CGIAR 2008: Jarvis A.; Reuter, H.I.; Nelson, A.; Guevara, E.: Hole-filled seamless SRTMdata V4, International Centre for Tropical Agriculture (CIAT), available from http://srtm.csi.cgiar.org. 2008.

DÜRING, I.; BÄCHLIN, W. 2009: Tendenzen der NO_2-Belastung im Land Brandenburg. Auftraggeber: Ministerium für Ländliche Entwicklung, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg. Unter Mitarbeit von IFEU GmbH, Heidelberg, Planungsbüro Dr. Hunger, Dresden und National Environmental Research Institute (NERI), Roskilde, Dänemark. 2009.

EU 2008: Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union Nr. L 152, S. 1. 2008.

HERTEL, O.; BERKOWICZ, R. 1989: Modelling NO_2 concentrations in a street canyon. DMU Luft A-131. National Environmental Research Institute, Division of Emissions and Air pollution, Denmark. 1989.

INFRAS 2014: Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. HBEFA Version 3.2. INFRAS AG, Bern. Auftraggeber: Umweltbundesamt, Berlin (Deutschland); Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern (Schweiz); Umweltbundesamt, Lebensministerium und Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien (Österreich); Trafikverket (Schweden); ADEME (Frankreich); SFT (Norwegen) und JRC (Joint Research Center der Europäischen Kommission). 2014.

IVU UMWELT 2007: IMMISbuild. GIS-gestützte Abschnittsbildung für IMMIS^{luft}. IVU Umwelt GmbH, Freiburg. 2007.

IVU UMWELT 2014: Flächendeckende Ermittlung der Immissions-Vorbelastung für Baden-Württemberg 2010. Ausbreitungsrechnungen unter Verwendung des landesweiten Emissionskatasters und unter Berücksichtigung von gemessenen Immissionsdaten. Auftraggeber: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) Baden-Württemberg. Veröffentlichung durch den Auftraggeber. 2014.

IVU UMWELT 2015A: IMMIS$^{em/luft/lärm}$ - Handbuch zur Version 6.0. IVU Umwelt GmbH, Freiburg. 2015.

IVU UMWELT 2015B: Leitfaden Modellierung verkehrsbedingter Immissionen - Anforderungen an die Eingangsdaten. Aktualisierung des Kapitels Sensitivitäten unter Beachtung des aktualisierten HBEFA Version 3.2. Auftraggeber: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW). 2015.

KBA 2014: Fahrzeugzulassungen (FZ). Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken. 1. Januar 2014. FZ 1. Kraftfahrt-Bundesamt. 2014.

KBA 2015: Fahrzeugzulassungen (FZ). Bestand an Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeuganhängern nach Zulassungsbezirken. 1. Januar 2015. FZ 1. Kraftfahrt-Bundesamt. 2015.

KRdL 2003: Umweltmeteorologie - Kfz-Emissionsbestimmung - Luftbeimengungen. VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL. Düsseldorf, 2003.

KRdL 2013: Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsberechnung - Kraftfahrzeugbedingte Immissionen. VDI-Richtlinie 3783 Blatt 14. Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN - Normenausschuss KRdL. 2013.

LENSCHOW, P.; ABRAHAM, H. J.; KUTZNER, K.; LUTZ, M.; PREUSS, J. - D.; REICHENBÄCHER, W. 2001: Some ideas about the sources of PM10. Atmospheric Environment 35 Nr. Supplement 1, S. 23-33. 2001.

LUBW 2014A: Messungen von Stickstoffdioxid mit Passivsammlern entlang der Schömberger Straße in Balingen-Endingen. Messjahr 2013. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) Baden-Württemberg. 2014.

LUBW 2014B: Grundlagenband 2013. Luftreinhaltepläne für Baden-Württemberg. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) Baden-Württemberg. 2014.

RAU, M.; METCON 2007: Synthetische Windstatistiken Baden-Württemberg. Hinweise für Anwender. Auftraggeber: Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW). 2007.

RAU, M. 2014: Bestimmung der emissionsseitigen Auswirkungen von Tempo 30 auf der Ortsdurchfahrt in Hirschau. Auftraggeber: Regierungspräsidium Tübingen. 2014.

STALA BW 2015: Struktur- und Regionaldatenbank (SRDB) des Statistischen Landesamtes Baden-Württemberg. Datentabellen für die Stadt Balingen im Jahr 2013 unter http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de/SRDB/. Abgerufen am 12.10.2015.

WIEGAND, G.; DIEGMANN, V. 1994: Modellierung der Immissionsbelastung inerter Schadstoffe in Innenstädten durch den Kfz-Verkehr auf der Basis von Häufigkeitsverteilungen. In: Ossing, F. (Hrsg.): EDV für Verkehrskonzepte in Stadt und Region. Praxis der Umweltinformatik, Band 3. Metropolis Verlag, Marburg, 1994.

A Anhang A

A.1 Kartographische Darstellung der Verkehrsqualität (LOS 3 und LOS 4)

Die LOS-Anteile sind wie folgt definiert (vgl. HBEFA):

LOS 1 (flüssig): frei und stetig fließender Verkehr (wird i. A. nur für Nachstunden angenommen)

LOS 2 (dicht): dichter, aber noch flüssiger Verkehrsfluss bei starkem Verkehrsvolumen

LOS 3 (gesättigt): unsteter Verkehrsfluss bei starken Geschwindigkeitsschwankungen bei gesättigten/gebundenen Verkehrsfluss, erzwungene Zwischenstopps möglich

LOS 4 (stop&go): Stop&go-Verkehr, starke Stauerscheinungen des Verkehrs bis zu Verkehrszusammenbruch, Geschwindigkeitsschwankungen bei geringen Geschwindigkeiten

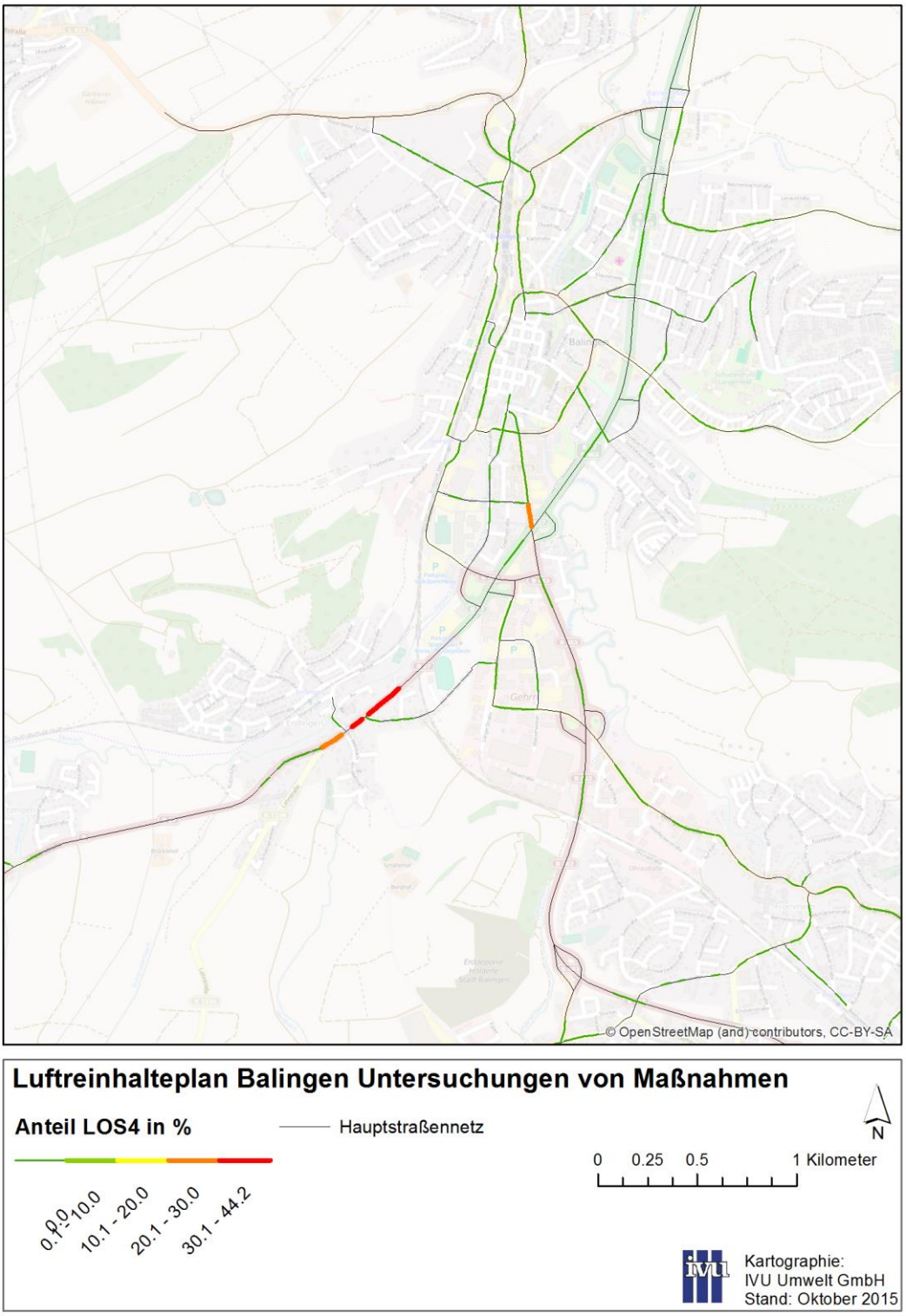

Abbildung A-1: Anteile LOS 4 an den untersuchten IMMIS^{luft}-Abschnitten

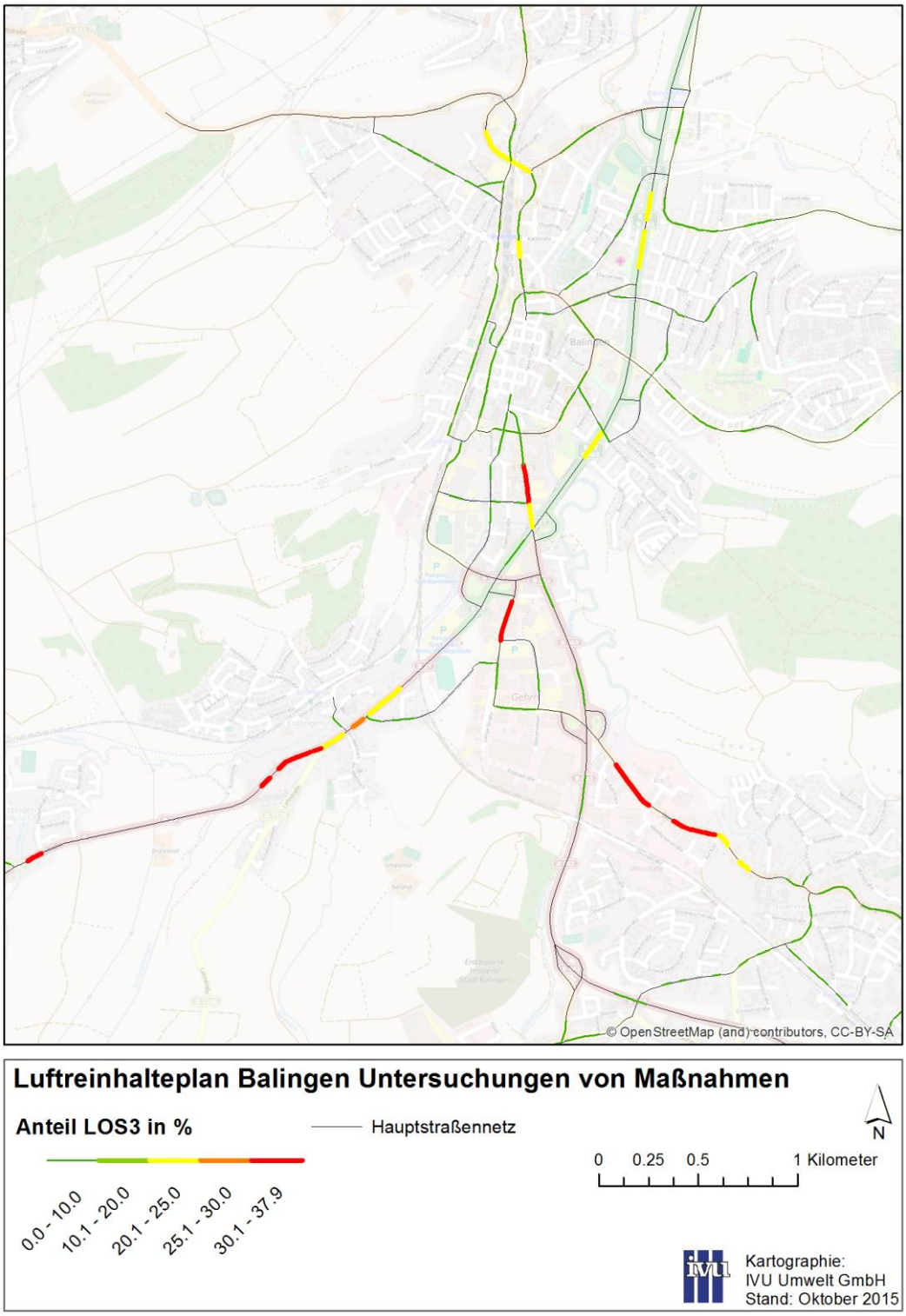

Abbildung A-2: Anteile LOS 3 an den untersuchten IMMIS^{luft}-Abschnitten

A.2 Abschnittsbildung mit IMMIS^{build}

Die Berechnung mit IMMIS^{luft} setzt Informationen zur Bebauungsgeometrie der zu untersuchenden Abschnitte voraus. Die Methode zur Bestimmung dieser Daten wird im Folgenden beschrieben.

A.2.1 Übernahme der Gebäudedaten und Aufbau des Datenmodells

Das digitale Gebäudemodell wurde von der Stadt Balingen als Shape-Datei übernommen. Dieses besteht je Einzelgebäude aus Gebäudegrundrissen und -höhen („LoD1“-Modell). Das lagegenaue Hauptstraßennetz wurde beidseitig mit 100 m gepuffert und Gebäude, die außerhalb dieser Flächen liegen, gelöscht, um die Datenmenge für die Weiterverarbeitung zu reduzieren.

A.2.2 Abschnittsbildung mit IMMIS^{build}

Die Berechnungen der Gesamtbelastung wurden für Abschnitte des Hauptverkehrsstraßennetzes, die eine Randbebauung aufweisen, durchgeführt. Die für die Berechnung mit IMMIS^{luft} notwendigen Geometriedaten wurden aus Daten zur Lage der Straßenmittelachsen und den Gebäudedaten abgeleitet.

Die Abschnittsbildung wurde mit IMMIS^{build} (IVU UMWELT 2007) durchgeführt. Das Ziel dieser Abschnittsbildung für eine Screening-Untersuchung ist es, die für die Immissionsverhältnisse ungünstigsten Abschnitte zu identifizieren. Diese Bereiche sind durch stark reduzierte Austauschbedingungen der Straßenschlucht mit der Umgebung gekennzeichnet, die im Wesentlichen ungünstiger werden, je höher und schmäler die Straßenschlucht ist. Weiter ist der Anteil der Bebauungslücken bzw. die Porosität maßgeblich. Da bei der Berechnung der Porosität neben der Bebauungslänge auch die Länge und Breite des Abschnitts eingehen, wird die Porosität bei gleichbleibender Bebauungsstruktur immer kleiner, je länger ein Abschnitt wird. Dem gegenüber steht eine maximale Länge, über die ein Abschnitt gebildet werden kann. Sie wird bestimmt durch die Einteilung in verkehrlich homogene Bereiche.

In Abbildung A-3 ist ein Beispiel der Abschnittsbildung mit IMMIS^{build} für den Bereich der Schömberger Straße dargestellt. Zu erkennen ist das lagetreue Straßennetz und die Gebäude aus dem LOD im Nahbereich der Straßen. In den bebauten Bereichen des Straßennetzes werden gebildete IMMIS^{luft}-Abschnitte als schraffierte Polygone dargestellt, deren Breite dem ermittelten Bebauungsabstand entspricht. Die Einfärbung dieser Abschnitte erfolgt gemäß dem Anteil an Baulücken (Porosität). Abschnitte mit einer Porosität kleiner als 20 % werden als geschlossenen Straßenschluchten in IMMIS^{luft} behandelt.

Die Routinen von IMMIS^{build} ermitteln automatisch immer den Abschnitt mit der bezüglich der Immissionen ungünstigsten Bebauungssituation. Hierbei können sich geringere Abschnittslängen als 100 m ergeben. Zu beachten ist dabei, dass daraus noch nicht abgeleitet werden kann, ob eine Grenzwertüberschreitung nach 39. BImSchV vorliegt. Die 39. BImSchV verlangt, dass das ermittelte Konzentrationsniveau repräsentativ für einen Straßenabschnitt mit einer Länge von mindestens 100 m sein muss. Dieses Kriterium lässt sich durch dieses Screening-Verfahren nicht prüfen. Es muss im Nachgang durch eine manuelle Abschnittsbildung und Nachberechnung eine Überprüfung der ermittelten Hotspots durchgeführt werden.

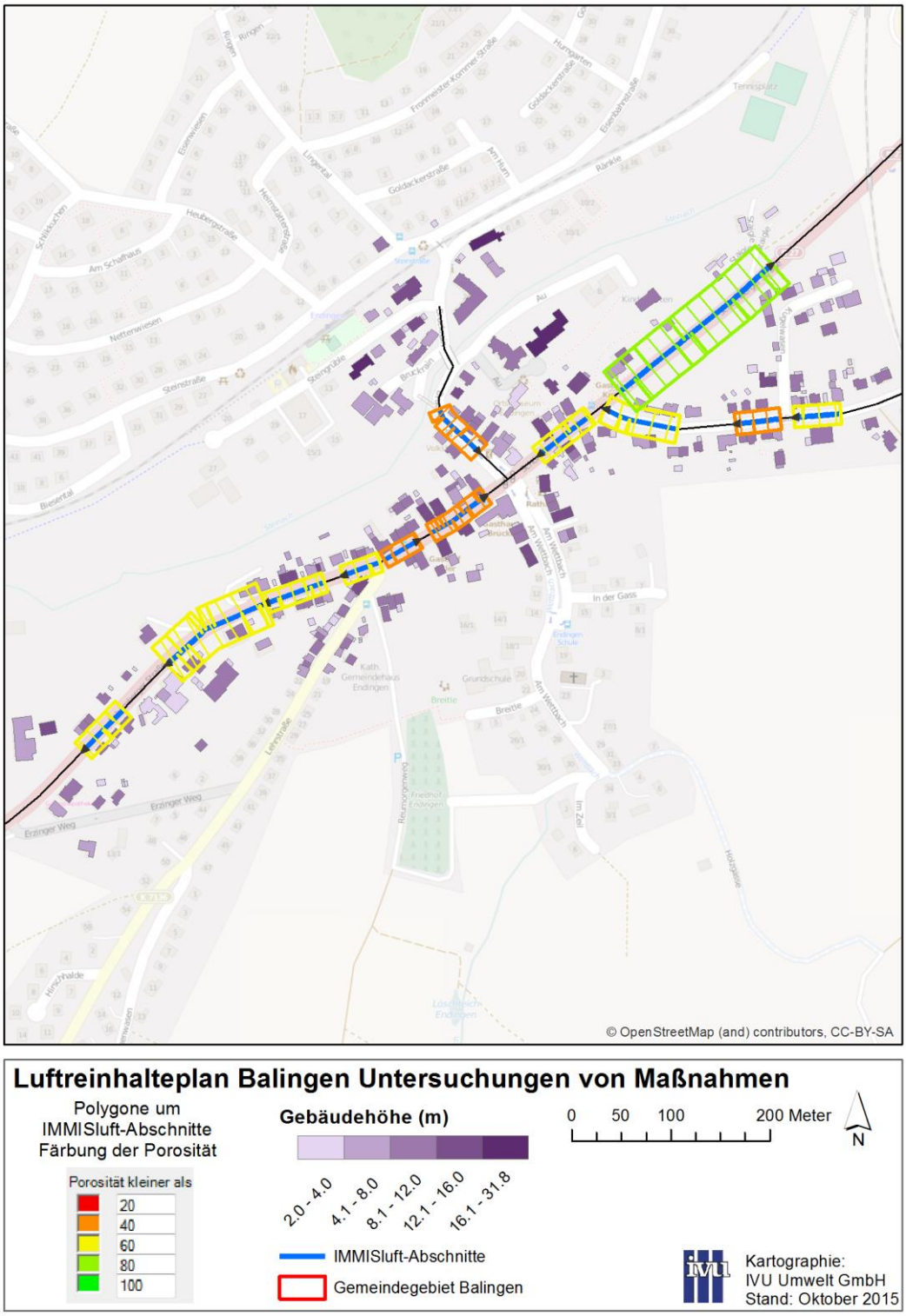

Abbildung A-3: Abschnittsbildung mit IMMIS^{build} am Beispiel der Schömberger Straße (Näheres siehe Text).

A.3 Meteorologie

Die Windrosen für das bewohnte Gemeindegebiet von Balingen vor einer topografischen Karte sind in Abbildung A-4 dargestellt. Im Süd-Osten des besiedelten Bereichs von Balingen entlang der Balinger Straße und der B463 treten auf Grund der Lage im Taleinschnitt häufig Süd-Ost-Anströmungen auf. Im westlichen Teil von Balingen entlang der B27 herrschen Windrichtungen aus Süd-West und in der Häufigkeit folgend aus Nord-Ost vor. Dabei dreht die Hauptwindrichtung in der Windrose von Süden kommend in Richtung Nord.

Unter Berücksichtigung der Bebauungsdichte und der Verkehrsstärke wurden drei Standorte ausgewählt, die als repräsentativ für das besiedelte und mit höherem Verkehr betroffene Gebiet von Balingen beurteilt werden. Diese drei Standorte wurden entsprechend der Abbildung A-5 den einzelnen IMMIS^{luft}-Abschnitten zugeordnet.

Im Gebiet zwischen Endingen und Frommern liegen einige IMMIS^{luft}-Abschnitte auf einer Anhöhe zwischen den beiden Tälern, für die Meteo-Daten 1 und 2 verwendet werden sollen. Mit beiden auf die Windgeschwindigkeit angepassten Meteo-Daten wurden Berechnungen mit IMMIS^{luft} durchgeführt. Die Abschnitte auf dieser Anhöhe wurden konservativ dem Meteo-Daten 1 zugeordnet, da damit im Vergleich zu den anderen Daten höhere NO_2-Jahresmittelwerte berechnet wurden.

In den Abbildung A-6 bis Abbildung A-8 sind die Datenblätter der 3 SynAKS-Datensätze dargestellt, wie sie vom Lieferanten den Daten beigelegt wurden.

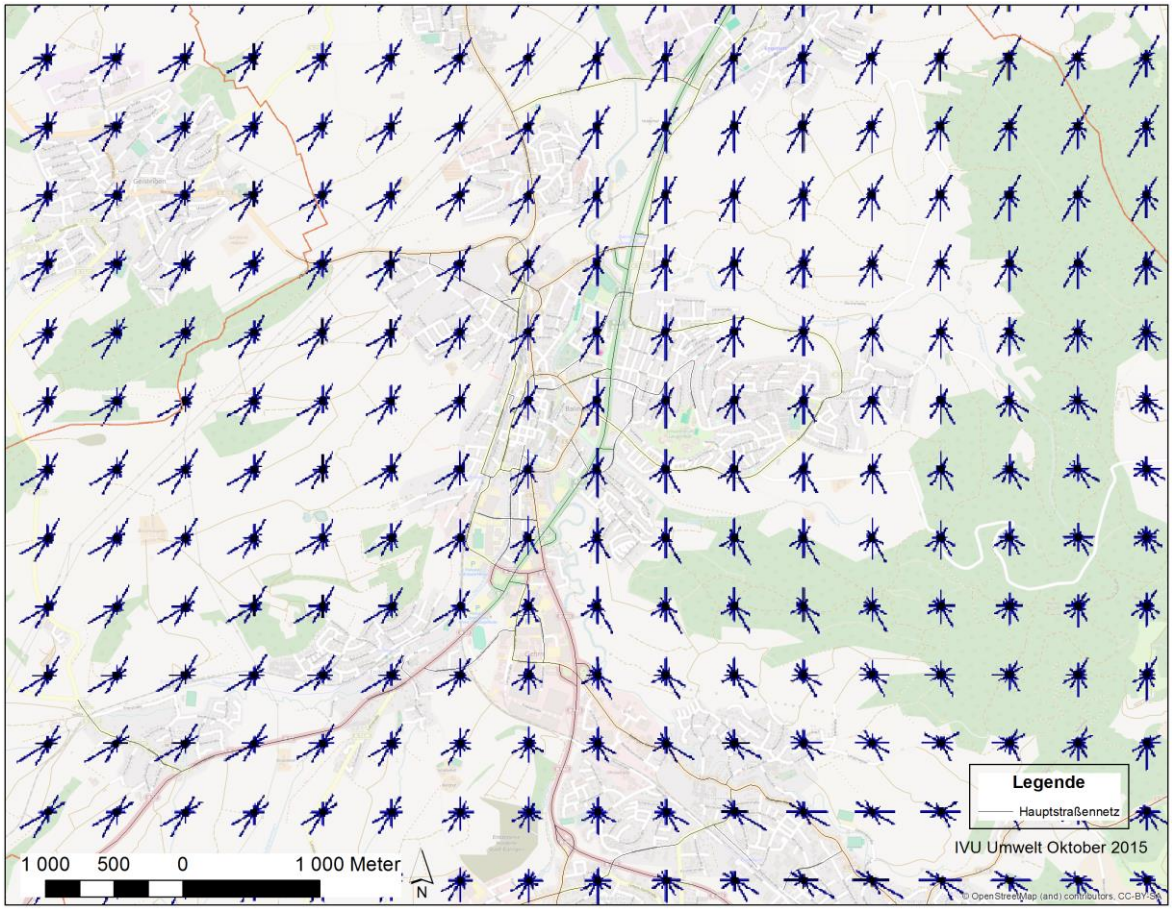

Abbildung A-4: SynAKS vor topografischer Karte

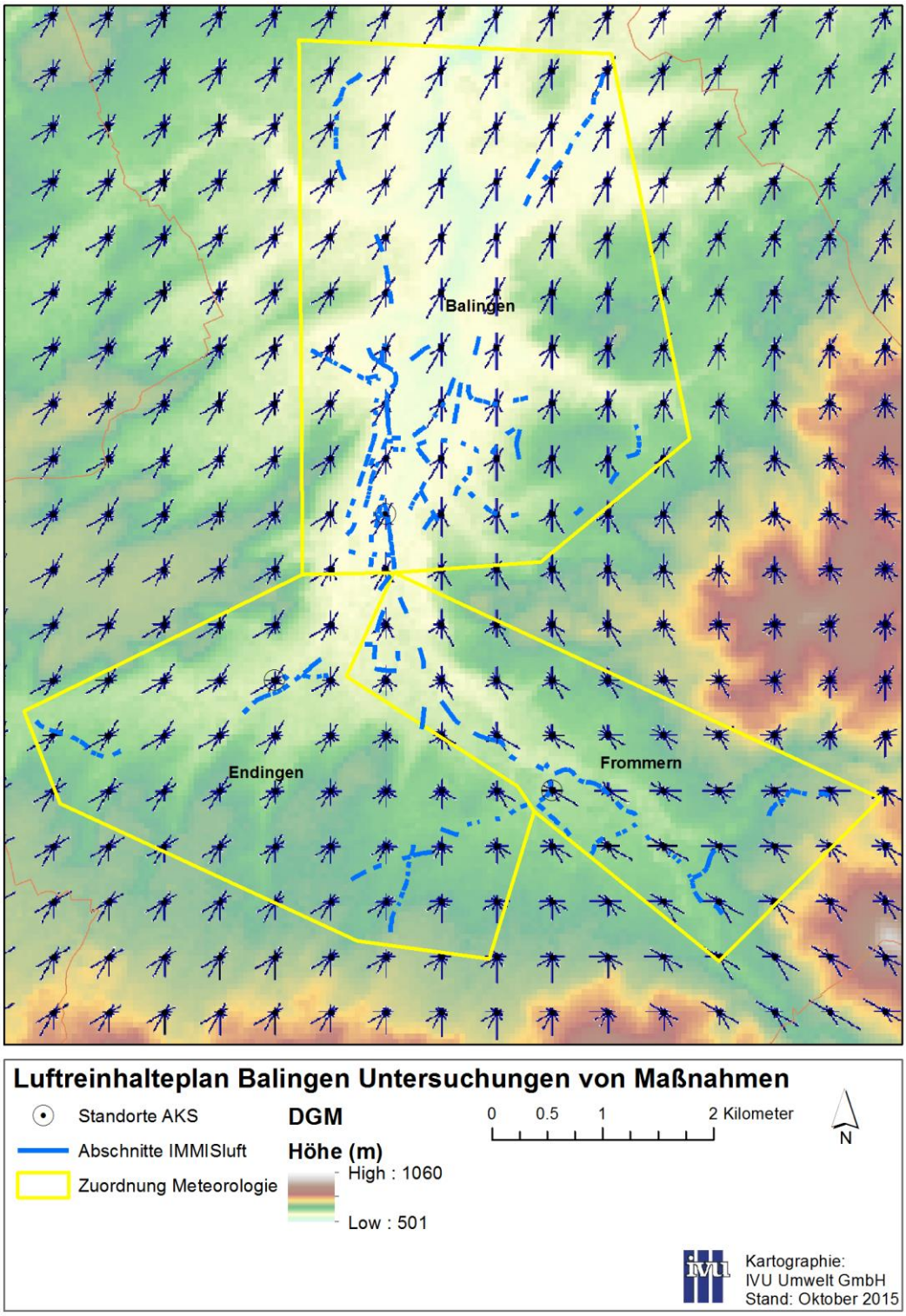

Abbildung A-5: Festlegung der Meteorologie-Gebiete nach Windrosen

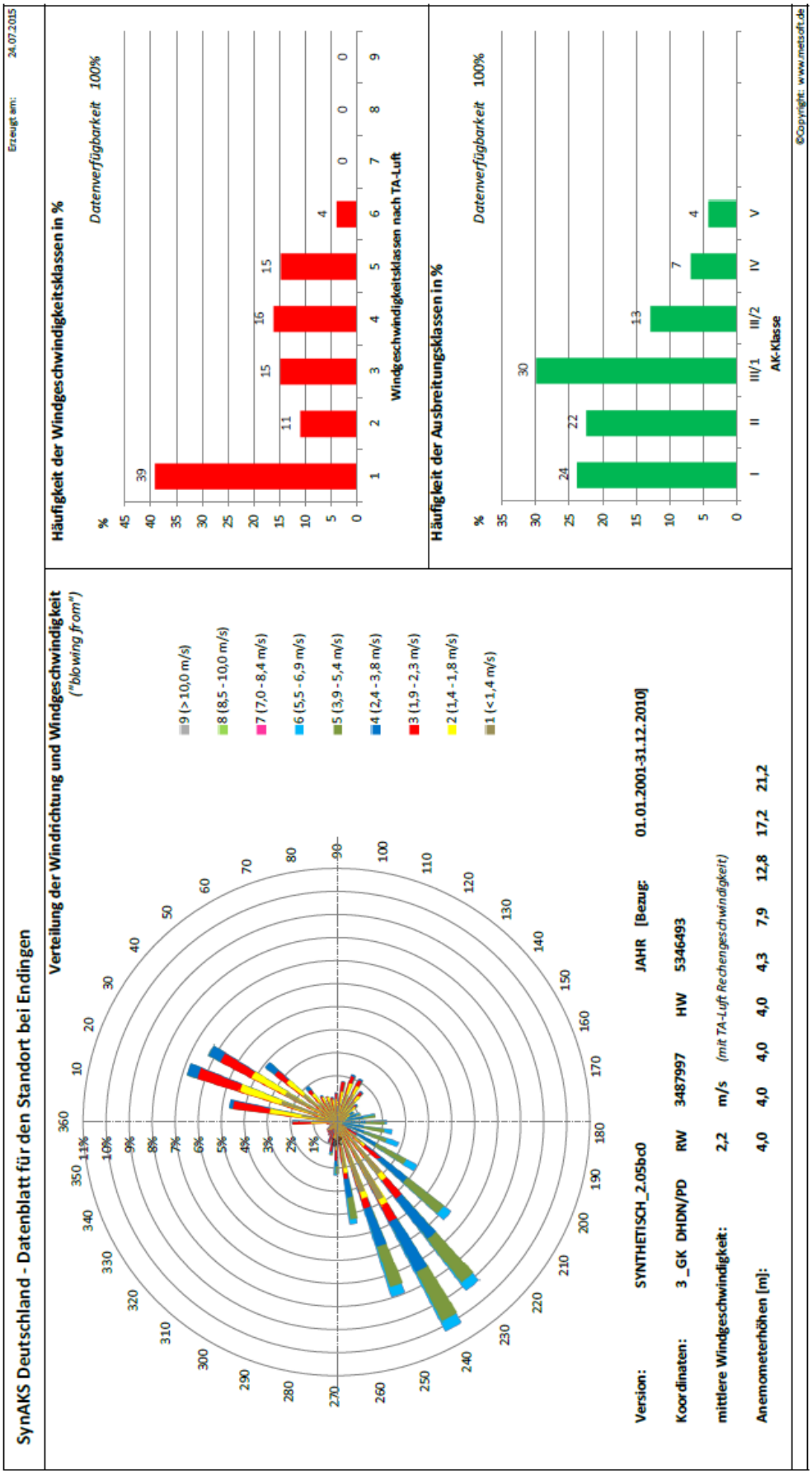

Abbildung A-6: Statistik zum Meteo-Standort 1

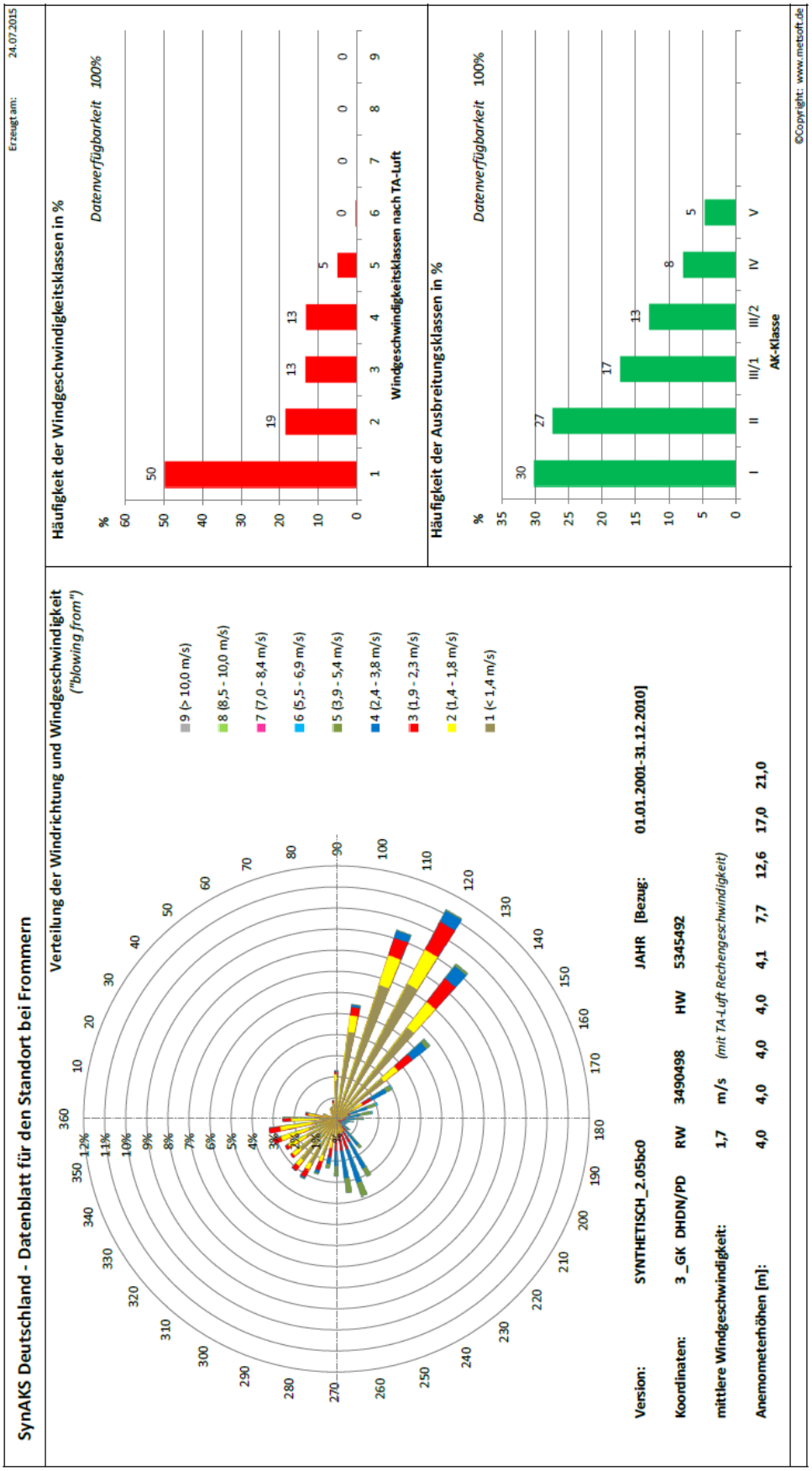

Abbildung A-7: Statistik zum Meteo-Standort 2

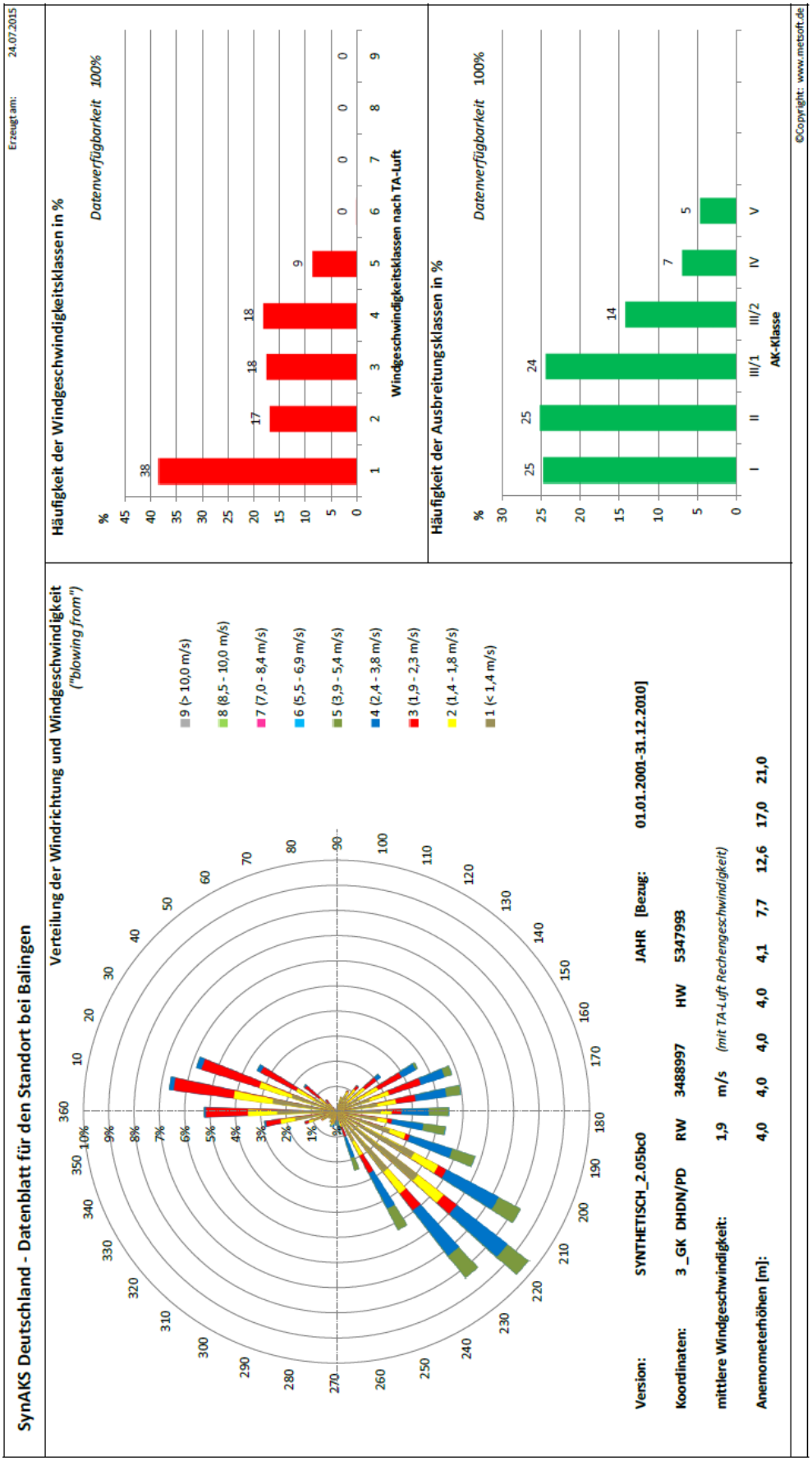

Abbildung A-8: Statistik zum Meteo-Standort 3

B Anhang B Hotspots im Ist-Fall

Tabelle B-1: Hotspots im Ist-Fall

ID	Straßenname	NO_2	Länge	DTV	SNfz	Emis. NO_X	LOS3	LOS4	Breite	Höhe	Porosität	Vorb. NO_2
		µg/m³	m	Kfz/Tag	%	g/(m*d)	%	%	m	m	%	µg/m³
27	Wilhelmstraße	48.5	48.3	9292.0	1.3	5.6	0.0	0.0	10.8	13.5	28.0	26.4
115	Schömberger Straße (MP1)	47.2	39.6	17578.0	6.2	14.6	20.3	23.9	17.6	11.2	38.0	25.7
114	Schömberger Straße	46.3	64.6	20088.0	5.5	17.4	28.9	37.9	20.2	10.9	43.0	25.7
116	Schömberger Straße (MP2 + MP3)	45.5	66.9	17578.0	6.2	14.6	20.3	23.9	19.7	10.4	34.0	25.7
137	Bahnhofstraße	45.0	155.2	12420.0	0.8	8.2	0.0	0.0	18.5	11.3	10.0	26.3
26	Wilhelmstraße	44.7	53.6	9292.0	1.3	5.6	0.0	0.0	10.5	10.6	40.0	26.3
42	Wilhelm-Kraut-Straße	43.6	58.9	15180.0	3.1	8.7	31.1	0.0	20.0	14.7	27.0	26.4
218	Wilhelm-Kraut-Straße	43.2	89.8	13340.0	2.7	7.1	0.0	0.0	16.0	11.4	26.0	26.4
89	Balinger Straße	42.0	59.0	14602.0	6.4	10.4	31.1	0.0	20.7	6.0	25.0	25.2
119	Schömberger Straße	41.7	64.4	15996.0	6.6	11.4	37.9	0.0	20.2	9.6	40.0	25.7
11	Behrstraße	41.0	28.5	12420.0	2.5	6.8	0.0	0.0	13.6	9.0	39.0	26.0
117	Schömberger Straße	40.8	39.6	15996.0	6.6	11.4	37.9	0.0	19.7	9.7	44.0	25.7
25	Wilhelmstraße	40.8	29.0	9292.0	1.3	5.6	0.0	0.0	11.9	10.1	42.0	26.3
41	Wilhelm-Kraut-Straße	40.1	68.8	13340.0	2.7	7.1	0.0	0.0	15.5	12.9	49.0	26.4
18	Paulinenstraße	39.7	39.0	9660.0	1.4	5.8	0.0	0.0	14.0	8.3	39.0	26.3
22	Wilhelmstraße	39.5	32.4	6532.0	1.0	4.3	0.0	0.0	11.6	8.4	26.0	26.3
28	Wilhelmstraße	38.5	24.8	6808.0	1.4	3.9	0.0	0.0	8.3	6.0	52.0	26.4
216	Albrechtstraße	38.1	44.8	11040.0	1.8	5.5	0.0	0.0	13.8	10.0	47.0	26.0
87	Balinger Straße	37.5	56.5	14602.0	6.4	10.4	31.1	0.0	25.4	7.5	47.0	25.2
93	Ebinger Straße	37.2	34.3	8556.0	2.7	4.3	0.0	0.0	13.9	11.3	28.0	23.7
140	Bahnhofstraße	37.1	51.8	11684.0	0.7	9.0	0.0	0.0	23.0	15.1	55.0	26.0
17	Paulinenstraße	36.9	46.0	9660.0	1.4	5.8	0.0	0.0	22.1	8.9	32.0	26.3
213	Albrechtstraße	36.3	33.6	9292.0	1.9	5.5	0.0	0.0	14.0	9.0	54.0	26.0
118	Schömberger Straße	36.2	58.4	15996.0	6.6	11.8	37.9	0.0	23.2	9.6	57.0	25.5
30	Wilhelmstraße	36.2	74.3	6808.0	1.4	3.9	0.0	0.0	16.5	11.7	35.0	26.4
221	Lange Straße	36.1	114.5	15834.0	5.2	10.7	37.9	0.0	36.5	6.0	31.0	26.2