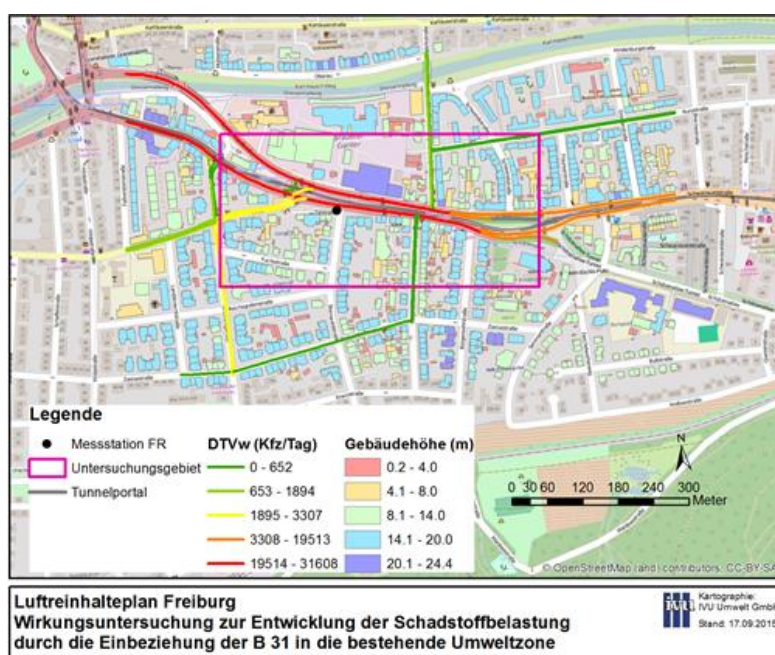


# Endbericht

## Luftreinhalteplan Freiburg Wirkungsuntersuchung zur Entwicklung der Schadstoffbelastung durch die Einbeziehung der B 31 in die bestehende Umweltzone

AZ 54.1-8826.12/07



für das  
Regierungspräsidium Freiburg  
Abteilung 5  
79083 Freiburg i. Br.

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



# Endbericht

## Luftreinhalteplan Freiburg Wirkungsuntersuchung zur Entwicklung der Schadstoffbelastung durch die Einbeziehung der B 31 in die bestehende Umweltzone

AZ 54.1-8826.12/07

für das

Regierungspräsidium Freiburg  
Abteilung 5  
79083 Freiburg i. Br.

Bearbeitet von:

Volker Diegmann  
Dr. Lina Neunhäuserer

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

Vorgelegt am 07.12.2015

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Untersuchungsgebiete</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Methodik</b>	<b>13</b>
3.1	Emissionsmodellierung	14
3.2	Abschätzung der Luftschadstoffbelastung	15
<b>4</b>	<b>Daten</b>	<b>17</b>
4.1	Verkehr	17
4.2	Bebauung	18
4.3	Meteorologie	18
4.4	Vorbelastung	19
4.5	Immissionsmessungen an der B 31 in Freiburg	22
<b>5</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>23</b>
5.1	Emissionen	23
5.2	Immissionen	25
5.2.1	Nullfall	25
5.2.2	Planfälle	30
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>Glossar und Abkürzungen</b>	<b>35</b>
<b>A</b>	<b>Anhang: Datenblätter Meteorologie</b>	<b>39</b>
A.1	Freiburg	40
A.2	Glottertal	41
A.3	St. Märgen	42

**ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Abbildung 2-1:	Untersuchungsgebiete	9
Abbildung 2-2:	Datengrundlage Freiburg	10
Abbildung 2-3:	Datengrundlage Glottertal	10
Abbildung 2-4:	Datengrundlage St. Märgen	11
Abbildung 3-1:	Schema der Zusammensetzung der städtischen Gesamtbelastung	13
Abbildung 3-2:	Fahrleistungsgewichtete Aufteilung der Kfz-Flotte nach Vorhandensein einer grünen Plakette (Fortschreibung auf das Bezugsjahr 2015)	15
Abbildung 4-1:	Kartendienst der LUBW zu Windstatistiken (SynAKS) im Bereich der Untersuchungsgebiete	19
Abbildung 4-2:	Jahresmittelwerte in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ der Messungen an den Hintergrundstationen in der Umgebung der Untersuchungsgebiete	20
Abbildung 4-3:	Verursacher der $\text{NO}_2$ -Immissionsbelastung an der Verkehrsmessstation Freiburg Schwarzwaldstraße für 2013 aus LUBW (2014)	21
Abbildung 5-1:	Karte des $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerts für Glottertal im Nullfall	26
Abbildung 5-2:	Karte des $\text{PM}_{10}$ -Jahresmittelwerts für Glottertal im Nullfall	27
Abbildung 5-3:	Karte des $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerts für St. Märgen im Nullfall	28
Abbildung 5-4:	Karte des $\text{PM}_{10}$ -Jahresmittelwerts für St. Märgen im Nullfall	29
Abbildung 5-5:	Karte der Minderung des $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerts für den Planfall Basis zum Nullfall für das Untersuchungsgebiet in Freiburg	30

## TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 4-1:	Verkehrszahlen auf der Schwarzwaldstraße im Nullfall	17
Tabelle 4-2:	Verkehrszahlen in Glottertal und St. Märgen	18
Tabelle 4-3:	Jahresmittelwerte der Vorbelastung für die drei Gebiete	21
Tabelle 4-4:	Messergebnisse der Luftschadstoffbelastung an der Schwarzwaldstraße in Freiburg aus LUBW (2014)	22
Tabelle 5-1:	Liste der abschnittsbezogenen spezifischen NO <sub>x</sub> -Emissionen im Gebiet Freiburg	23
Tabelle 5-2:	Liste der abschnittsbezogenen spezifischen NO <sub>x</sub> -Emissionen im Gebiet Glottertal und St. Märgen	24
Tabelle 5-3:	Liste der abschnittsbezogenen spezifischen PM <sub>10</sub> -Emissionen im Gebiet Glottertal und St. Märgen	24
Tabelle 5-4:	Vergleich der Veränderung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerts für die Planfälle mit dem Nullfall für Freiburg	31
Tabelle 5-5:	Vergleich der Veränderung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerts für die Planfälle mit dem Nullfall für Glottertal	31
Tabelle 5-6:	Vergleich der Veränderung des NO <sub>2</sub> -Jahresmittelwerts für die Planfälle mit dem Nullfall für St. Märgen	32
Tabelle 5-7:	Vergleich der Veränderung des PM <sub>10</sub> -Jahresmittelwerts für die Planfälle mit dem Nullfall für Glottertal	32
Tabelle 5-8:	Vergleich der Veränderung des PM <sub>10</sub> -Jahresmittelwerts für die Planfälle mit dem Nullfall für St. Märgen	32



# 1 Einführung

In Freiburg im Breisgau werden an der B 31 im Bereich der Verkehrsmessstation Schwarzwaldstraße hohe Belastungen durch Stickstoffdioxid gemessen, die deutlich über dem Grenzwert der EU für den Jahresmittelwert in Höhe von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen. Der Kurzzeitgrenzwert für  $\text{NO}_2$  wurde allerdings seit der Einführung in 2010 nicht überschritten. Das Regierungspräsidium Freiburg prüft jetzt, ob die B 31 in Freiburg in die bestehende Umweltzone einbezogen werden kann.

Gegenstand der hier vorliegenden Untersuchungen sind die Auswirkungen verkehrlicher Effekte auf die Schadstoffbelastung sowohl in Freiburg als auch im Umland. Grundlage der Untersuchungen ist die Verkehrsuntersuchung<sup>1</sup> der PTV TC GmbH, die im folgenden Text als „Verkehrsuntersuchung“ bezeichnet wird.

Auf Basis der ermittelten verkehrlichen Wirkungen wurde in der vorliegenden Untersuchung die Entwicklung der Schadstoffbelastung im Falle einer Einbeziehung der B 31 in die Umweltzone prognostiziert. Dabei ist eine Entlastung in Freiburg und Erhöhung der Belastung im Glottertal bzw. in St. Märgen zu erwarten.

Gemäß der Leistungsbeschreibung sind die durch den Kfz-Verkehr erzeugten  $\text{NO}_x$ -Emissionen und die  $\text{NO}_2$ -Immissionen für drei Orte in den Untersuchungsbereichen

- Freiburg, Verkehrsmessstation Schwarzwaldstraße (Abbildung 2-2),
- Glottertal, Einmündung Friedhofweg in Talstraße (L 112) (Abbildung 2-3) und
- St. Märgen, Einmündung L 127 in L 128 (Abbildung 2-4)

in je

- einen Nullfall sowie
- drei verschiedene Planfälle untersucht worden.

Die drei Planfälle beziehen sich auf die Höhe des Ausweichverkehrs, der durch die Einführung der Umweltzone auf der B 31 erzeugt wird. Der Planfall der Verkehrsuntersuchung geht von 50 % Ausweichverkehr aus und wird im Folgenden als Planfall Basis bezeichnet. Die beiden Varianten zu diesem Planfall Basis legen einen Ausweichverkehr von 30 % (im Folgenden als Planfall A30 bezeichnet) und 70 % (im Folgenden als Planfall A70 bezeichnet) fest. Für die Untersuchungsbereiche in Glottertal und in St. Märgen wurde zusätzlich die  $\text{PM}_{10}$ -Belastung für den Nullfall und den Planfall A70 bestimmt.

In Abschnitt 2 werden die drei Untersuchungsgebiete beschrieben. In Abschnitt 3 werden die Methoden und in Abschnitt 4 die Eingangsdaten der Berechnungen beschrieben. In Abschnitt 5 werden schließlich die Ergebnisse für die Emissionen und Luftschadstoffkonzentrationen aufgeführt.

## **Anmerkung:**

Im Text wird der Punkt als Dezimaltrennzeichen verwendet.

---

<sup>1</sup> PTV 2015: Verkehrsuntersuchung Umweltzone B31 Freiburg. PTV Transport Consult GmbH, Karlsruhe. Auftraggeber: Regierungspräsidium Freiburg. Februar 2015.





## 2 Untersuchungsgebiete

Die Lage der drei zu untersuchenden Gebiete ist in Abbildung 2-1 vor einer topografischen Karte dargestellt.

In Abbildung 2-2 bis Abbildung 2-4 sind die einzelnen Untersuchungsgebiete in separaten detaillierten Karten dargestellt. Dabei sind die in der Modellierung berücksichtigten Verkehrswege (Abschnitt 4.1) und Gebäude (Abschnitt 4.2) eingezeichnet. Zusätzlich ist das jeweilige Untersuchungsgebiet der Ausbreitungsrechnungen gemäß Abschnitt 3.2 dargestellt.

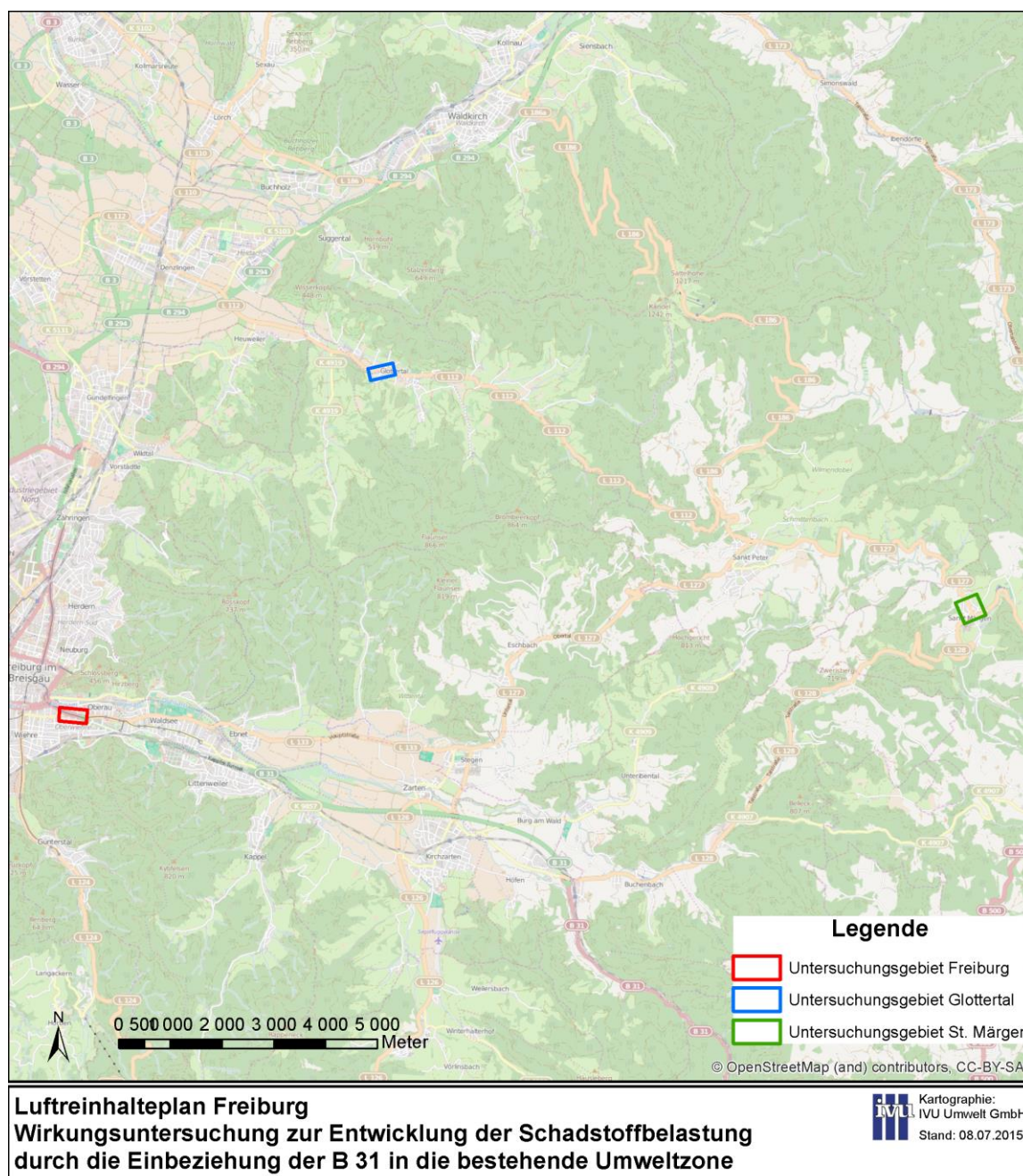


Abbildung 2-1: Untersuchungsgebiete



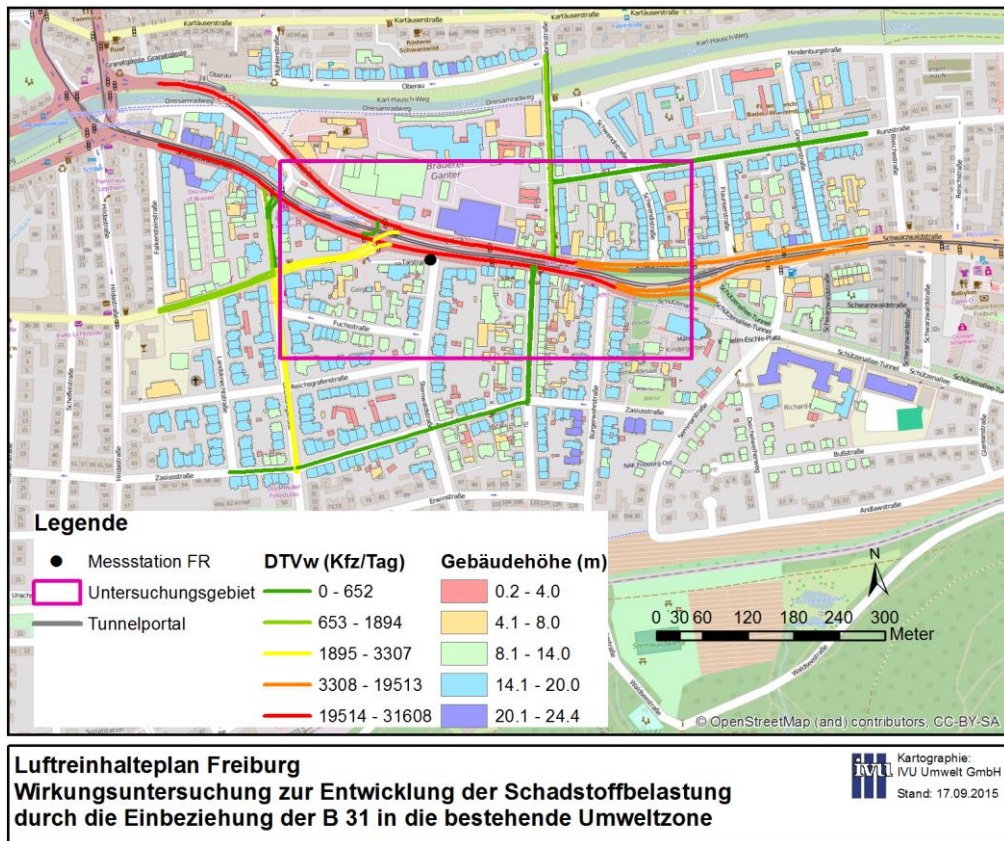


Abbildung 2-2: Datengrundlage Freiburg

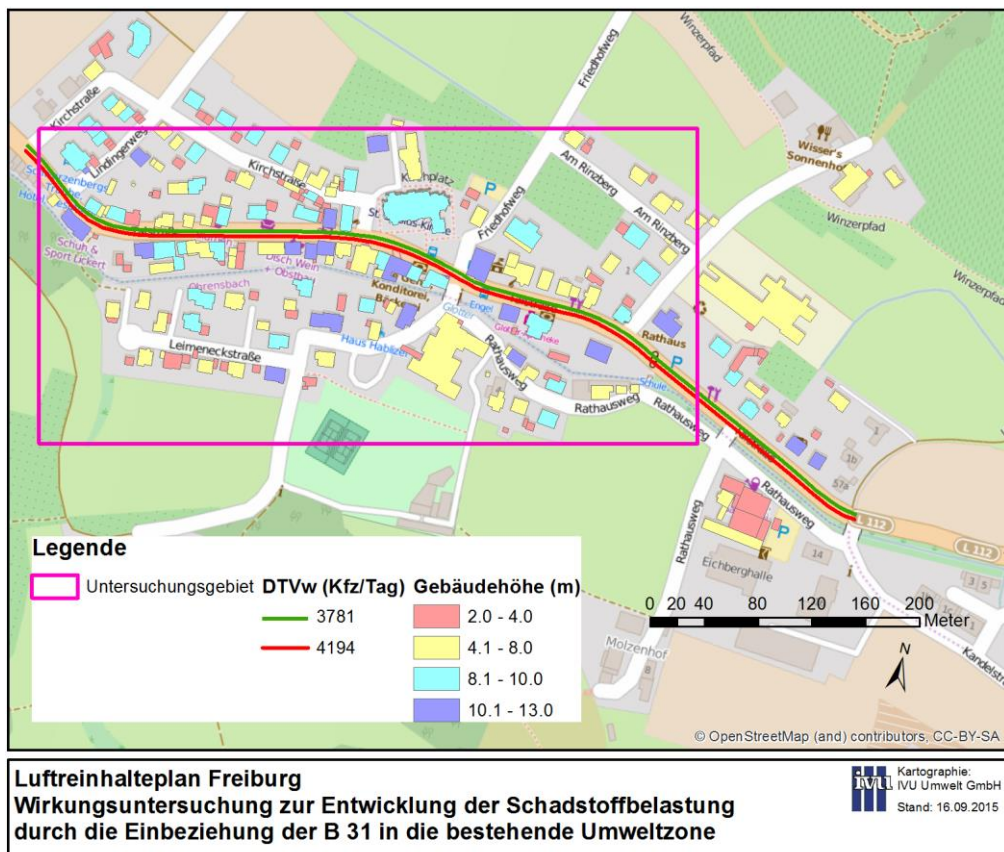


Abbildung 2-3: Datengrundlage Glottertal

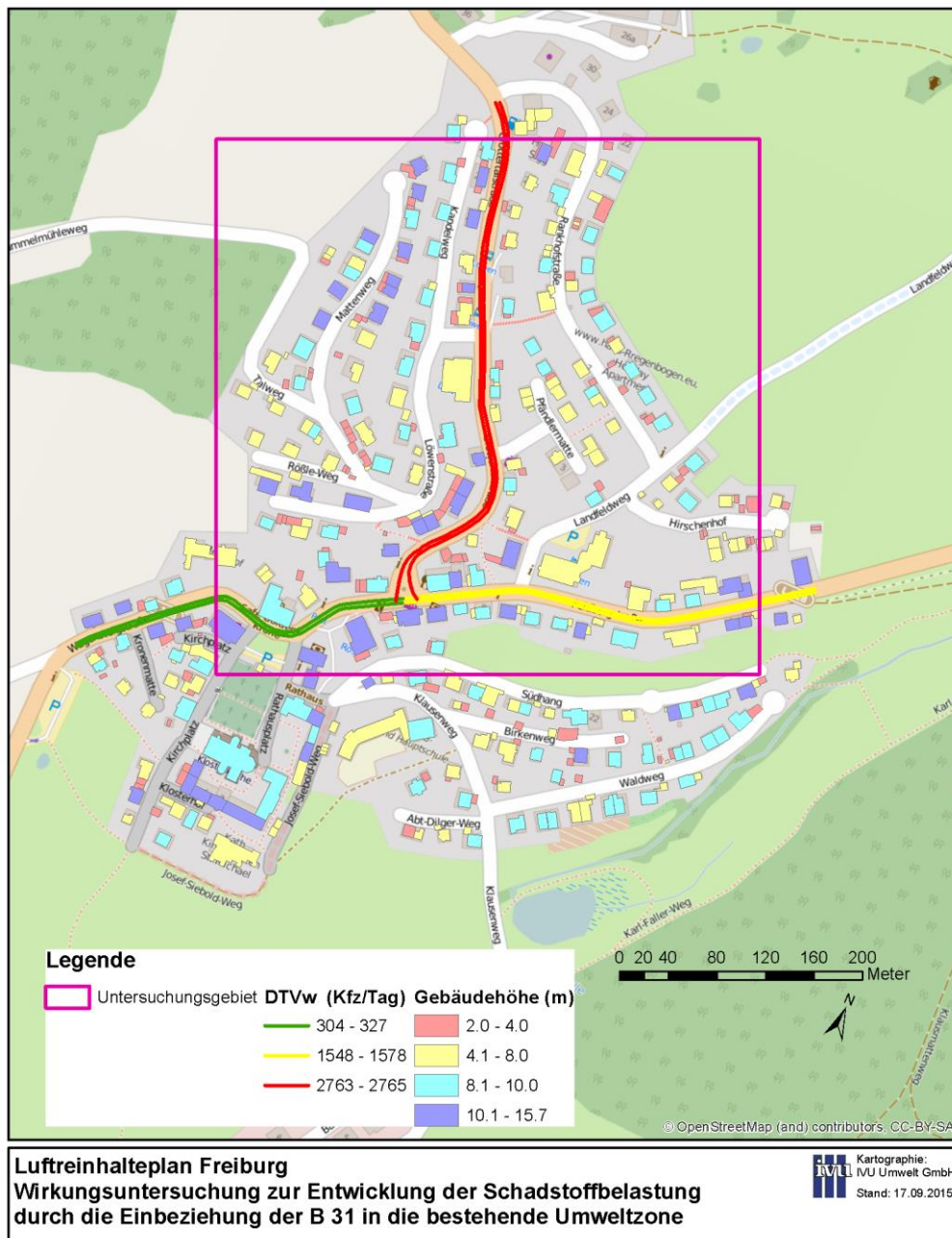


Abbildung 2-4: Datengrundlage St. Märgen



### 3 Methodik

Die Ermittlung der Luftqualität erfolgt mit Hilfe von Modellrechnungen mit einem sogenannten Detailmodell. Dabei wurde nach dem „Leitfaden Modellierung verkehrsbedingter Immissionen - Anforderungen an die Eingangsdaten“<sup>2</sup> der LUBW vorgegangen. Zusätzlich wurde im Rahmen der Qualitätssicherung die Richtlinie VDI 3783 Blatt 14<sup>3</sup> angewendet.

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. Aus der Sicht des Hotspots wird die Summe aus urbanem und regionalem Hintergrund als Vorbelastung bezeichnet.

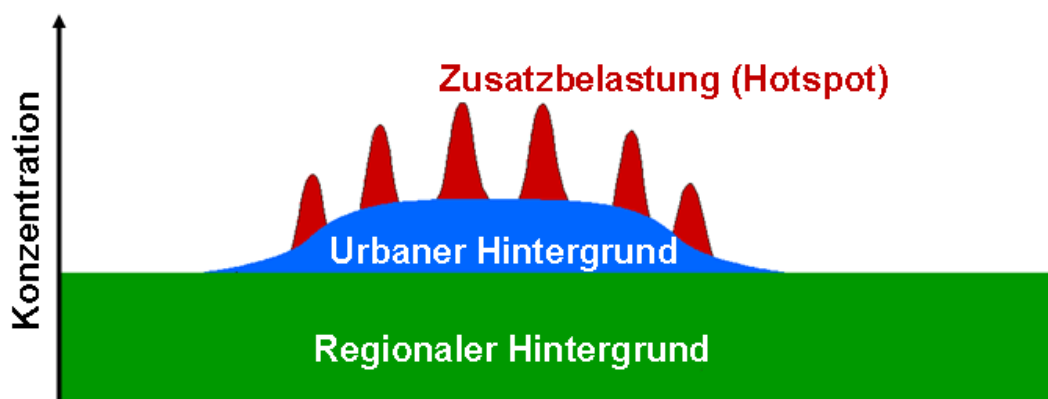


Abbildung 3-1: Schema der Zusammensetzung der städtischen Gesamtbelastung<sup>4</sup>

Wichtige Eingangsdaten der Modellrechnungen sind die Kfz-Verkehrsdaten, die Bebauungsgeometrie, Informationen zur Meteorologie sowie Daten zur Vorbelastung.

Die Methode der Modellierung der Kfz-bedingten Emissionen ist in Abschnitt 3.1 kurz dargestellt. Die Abschätzung der Luftschadstoffbelastung ist in Abschnitt 3.2 zusammengefasst.

Als Ergebnis der Wirkungsuntersuchungen werden abschnittsspezifische und absolute Emissionen sowie Luftschadstoffbelastungen als Jahresmittelwerte für den Nullfall und die drei Planfälle sowie die Änderungen der Planfälle im Vergleich zum Nullfall angegeben.

<sup>2</sup> IVU Umwelt 2015: 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.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> Lenschow, P.; Abraham, H. J.; Kutzner, K.; Lutz, M.; Preuss, J. - D.; Reichenbacher, W. 2001: Some ideas about the sources of PM10. Atmospheric Environment 35 Nr. Supplement 1, S. 23-33. 2001.



### 3.1 Emissionsmodellierung

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<sup>em</sup> 5.

Das Modell berechnet, basierend auf dem aktuellen Handbuch für Emissionsfaktoren (HBEFA 3.2)<sup>6</sup> und der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7<sup>7</sup>, 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<sup>em</sup> ist ein Modell zur Bestimmung der Verkehrsqualität enthalten, das unter Zuhilfenahme von Kapazitäten die Aufteilung des Verkehrs auf die LOS berechnet.

Ergänzt wird die Emissionsberechnung in IMMIS<sup>em</sup> um ein Modell zur Abbildung von Kaltstartzuschlägen entsprechend der Richtlinie VDI 3782 Blatt 7.

Die Modellierung der nicht-motorbedingten Partikel-Emissionen durch Aufwirbelung von auf der Straßenoberfläche liegenden Partikeln und von Reifen- und Bremsabrieb (AWAR) ist in IMMIS<sup>em</sup> für PM10 entsprechend den aktuellen Erkenntnissen auf Basis der Verkehrssituationen nach Düring et al. (2011)<sup>8</sup> integriert.

IMMIS<sup>em</sup> ist als IMMIS<sup>arc</sup> 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 und Visualisierung im Bezug zu Basisdaten aller Art 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<sup>em</sup> zur Verfügung gestellt werden kann. Die Emissionen des Kfz-Verkehrs wurden mit einer Zusammensetzung der Kfz-Flotte für das Bezugsjahr 2015 bestimmt.

Für das Bezugsjahr 2012 wurde von der LUBW eine fahrleistungsgewichtete Flottenverteilung getrennt nach Kfz-Typ, Kraftstoffart und EURO-Norm für den Stadtkreis Freiburg bereitgestellt. Für die vorliegende Wirkungsuntersuchungen wurde der dynamische

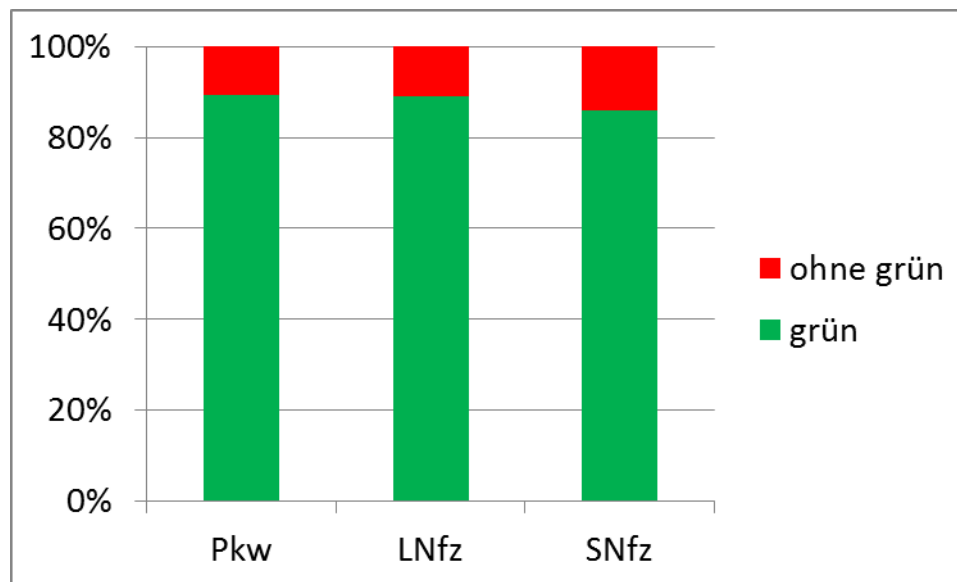
<sup>5</sup> IVU Umwelt 2014: IMMIS<sup>em/luft/lärm</sup> - Handbuch zur Version 6.0. IVU Umwelt GmbH, Freiburg. 2014.

<sup>6</sup> 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.

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

<sup>8</sup> Düring, I.; Schmidt, W.: Einbindung des HBEFA 3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs. Unter Mitarbeit der TU Dresden, BEAK Consultants GmbH. Auftraggeber: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG). 2011.

Fahrzeugbestand auf das Bezugsjahr 2015 prognostiziert, dabei wurde eine Fortschreibung entsprechend der Daten des HBEFA vorgenommen (Abbildung 3-2).



**Abbildung 3-2: Fahrleistungsgewichtete Aufteilung der Kfz-Flotte nach Vorhandensein einer grünen Plakette (Fortschreibung auf das Bezugsjahr 2015)**

Am östlichen Rand des Untersuchungsgebiets in Freiburg liegen die Tunnelportale des Schützenallee-Tunnels. Gegenstand der vorliegenden Untersuchung ist die Angabe der Wirkung der Flottenveränderungen auf die Emissionen und Luftschadstoffkonzentrationen am Ort der Verkehrsmessstation Schwarzwaldstraße an der B 31, ca. 340 m westlich vom nördlichen Tunnelportal (vgl. Abbildung 2-2). Auf Basis der entsprechenden Berechnungen wurden Vergleiche zwischen dem sogenannten Nullfall und verschiedenen Planfällen angestellt. Die komplexen Emissions- und Ausbreitungsverhältnisse an den Tunnelportalen brauchen bei einer solchen, vergleichenden Betrachtung nicht sehr detailliert abgebildet werden. Für die vorliegenden Berechnungen wurde deshalb vereinfacht nur das nördliche Tunnelportal berücksichtigt. Die Emissionen aus der südlichen Tunnelröhre werden vornehmlich am östlichen Tunnelausgang emittiert. Es wurde davon ausgegangen, dass ein Großteil der Kfz-Emissionen, die in der nördlichen Tunnelröhre entstehen, über das Portal in das Untersuchungsgebiet abgegeben werden. Auf Grund des sogenannten Tunneljets wurden diese Emissionen über die gesamte Rampe nach dem Tunnelportal über ca. 80 m gleichmäßig verteilt und in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt.

### 3.2 Abschätzung der Luftschadstoffbelastung/Immissionsmodellierung

Im Rahmen des Projektes wurden für die drei Untersuchungsgebiete detaillierte Immissionsmodellierungen mit dem Modell MISKAM durchgeführt.

MISKAM (Mikroskaliges Strömungs- und Ausbreitungsmodell) ist ein dreidimensionales nicht-hydrostatisches numerisches Strömungs- und Ausbreitungsmodell zur kleinräumigen Berechnung von Windverteilungen und Immissionskonzentrationen in bebauten Gebieten. Die Simulation der Strömungsverhältnisse im Modellgebiet basiert auf den

vollständigen dreidimensionalen Bewegungsgleichungen (prognostischer Modellansatz) in Form der Reynolds-gemittelten Navier-Stokes-Gleichungen (Reynolds-Averaged Navier-Stokes, RANS). Für die auf den berechneten Strömungsverhältnissen aufbauende Ausbreitungsrechnung wird die Advektions-Diffusions-Gleichung verwendet. Das Modellgebiet wird durch ein räumliches Gitter in geeigneter Auflösung dargestellt. MISCAM erlaubt sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung variable Gitterweiten. Gebäude und andere Strömungshindernisse wurden explizit als 3D-Objekte in der Auflösung der Rechnung zu Grunde liegenden Modellgitters berücksichtigt. Eingangsdaten für die Berechnungen sind die Bebauungsgeometrie im Modellgebiet, meteorologische Daten in Form einer Ausbreitungsklassenstatistik (AKS) sowie die Daten der zu berücksichtigenden Emissionen im Modellgebiet.

Als Ergebnis liegen Konzentrationsverteilungen im Modellgitter für die betrachteten Schadstoffe vor, die aus den in der Modellierung berücksichtigten Emissionen resultieren. Diese Konzentrationen werden als Zusatzbelastung bezeichnet. Um daraus die Gesamtbelastung zu bestimmen, ist die Information zur Vorbelastung erforderlich (siehe Abbildung 3-1). Für die Situation in Freiburg an der Verkehrsmessstation Schwarzwaldstraße an der B 31 liegen Untersuchungen der LUBW zur Verursachermanalyse im Grundlagenband<sup>9</sup> für das Bezugsjahr 2013 vor, die hier herangezogen wurden.

Für Glottertal und St. Märgen wurden Daten aus den flächendeckenden Informationen der Vorbelastung für Baden-Württemberg<sup>10</sup> verwendet. Diese Daten beziehen sich auf das Bezugsjahr 2010 und wurden anhand von Messungen plausibilisiert.

Die Ermittlung der Gesamtbelastung des photochemisch aktiven Stoffes NO<sub>2</sub> ist modelltechnisch schwierig. NO<sub>2</sub> ist ein chemisch aktiver Stoff, der in der Atmosphäre einer Reihe von Reaktionen mit unterschiedlichen Stoffen unterliegt. Die NO<sub>2</sub>-Konzentration im Straßenraum setzt sich daher zusammen aus der NO<sub>2</sub>-Vorbelastung, dem durch den Kfz-Verkehr direkt emittierten NO<sub>2</sub> und dem durch chemische Umwandlungen produzierten oder eliminierten NO<sub>2</sub>. Zur Berechnung des Jahresmittelwerts der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung wird der vereinfachte photochemische Ansatz nach Düring & Bächlin<sup>11</sup> verwendet, der sowohl den Anteil der direkten NO<sub>2</sub>-Emissionen des Kfz-Verkehrs als auch die Vorbelastung von Ozon berücksichtigt.

<sup>9</sup> LUBW 2014: Grundlagenband 2013. Luftreinhaltepläne für Baden-Württemberg. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) Baden-Württemberg. 2014.

<sup>10</sup> 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.

<sup>11</sup> Düring, I.; Bächlin, W. 2009: Tendenzen der NO<sub>2</sub>-Belastung im Land Brandenburg. Im Auftrag des Ministeriums 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. Potsdam, 2009.



## 4 Daten

### 4.1 Verkehr

Grundlage der Arbeiten ist ein georeferenziertes Verkehrsnetz für die drei Belastungsbereiche. Die entsprechenden Netzelemente aus dem Verkehrsmodell der Verkehrsuntersuchung wurden von der PTV TC GmbH zur Verfügung gestellt. Diese wurden mit Hilfe von Luftbildern und Gebäudedaten auf die reale Lage angepasst.

Neben den Angaben zur Belastung durch einzelne Kfz-Arten auf dem Netz sind für die Emissionsmodellierung weitere Attribute, insbesondere zur Verkehrssituation, erforderlich. Die Daten zur Kfz-Belastung und zum Anteil schwerer Lkw (SLkw) wurden aus der Verkehrsuntersuchung übernommen. Dabei wurden die DTVw-Werte in DTV pauschal mit einem in der Verkehrsplanung üblichen Faktor in Höhe von 0.9 umgerechnet. Die Angaben zu den Anteilen leichter Lkw (4.8 %) und Kräder (1.2 %) wurde aus den Informationen der LUBW zur fahrleistungsgewichteten Flottenverteilung entnommen.

Als Verkehrssituation nach HBEFA wurden entsprechend der Angaben zum Tempolimit in den Daten der Verkehrsuntersuchung für alle Abschnitte mit Tempolimit 50 der Typ Agglomeration/HVS mit dem Tempolimit 50 km/h und für Abschnitte mit Tempolimit 30 km/h der Agglomeration/Erschließungsstraße mit dem Tempolimit 30 angesetzt<sup>12</sup>.

Die Verkehrsqualität als Level of Service (LOS) wurde auf Basis von Annahmen zur Auslastung der Straßenabschnitte abgeleitet. Die Angaben zur Verkehrsstärke, zum Anteil schwerer Lkw und zu den Stufen LOS 3 (gesättigter Verkehr) und LOS4 (Stop&Go) sind für Freiburg für ausgewählte Strecken in Tabelle 4-1 und für Glottertal und St. Märgen in Tabelle 4-2 aufgelistet.

**Tabelle 4-1: Verkehrszahlen auf der Schwarzwaldstraße im Nullfall**

Name	Richtung	von	bis	DTV	Anteil SLkw	Steigung	Anteil LOS3	Anteil LOS4
				<b>Kfz/Tag</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Schwarzwaldstr.	West-Ost	Dreikönigstr.	Talstr.	25274	8.2	1	26.6	50.1
Schwarzwaldstr.	West-Ost	Talstr.	Nägeleseestr.	27950	7.5	1	32.5	44.2
Schwarzwaldstr.	West-Ost	Nägeleseestr.	Tunnel	27455	7.6	1	24.8	31.1
Schwarzwaldstr.	Ost-West	Tunnel	Fabrikstr.	27382	7.7	-1	36.3	45
Schwarzwaldstr.	Ost-West	Fabrikstr.	Talstr.	28447	7.4	-1	35.2	50.6
Leo-Wohleb-Str.	Ost-West	Talstr.	Tankstelle	26339	7.9	-1	29.9	55.9

<sup>12</sup> Die Talstraße in Glottertal wurde im Verkehrsgutachten mit einem Tempolimit von 40 km/h übergeben. Im HBEFA 3.2 gibt es Verkehrssituationen mit Tempolimit kleiner 50 km/h nur für den Typ Erschließungsstraße. Die Wirkungen eines Tempolimit 40 km/h im Vergleich zu einem Tempolimit 50 km/h auf einer Hauptverkehrsstraße (HVS), wie es die Talstraße ist, sind nur mit großem Aufwand abschätzbar und hier eher als gering anzusehen. Deshalb wird für die Talstraße auch der Typ HVS mit Tempolimit 50 km/h angesetzt.

**Tabelle 4-2: Verkehrszahlen in Glottertal und St. Märgen**

Name	Ort	Richtung	DTV	Anteil SLkw	Steigung	Anteil LOS3	Anteil LOS4
			<b>Kfz/Tag</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>%</b>
Talstr.	Glottertal	West-Ost	3775	5.3	0	0	0
Talstr.		Ost-West	3403	3.8	0	0	0
Feldbergstr.	St. Märgen	West-Ost	1420	7.9	3	0	0
Feldbergstr.		Ost-West	1393	6.6	-3	0	0
Wagensteigstr.		Ost-West	294	4.5	3	0	0
Wagensteigstr.		West-Ost	274	5.4	-3	0	0
Glottertalstr.		Süd-Nord	2397	4.5	0	0	0
Glottertalstr.		Nord - Süd	2488	5.7	0	0	0
Feldbergstr.		West-Ost	1420	7.9	0	0	0
Feldbergstr.		Ost-West	1393	6.6	0	0	0

Von der PTV TC GmbH wurden die abschnittsbezogenen Verkehrsdaten zusätzlich für den Planfall der Verkehrsuntersuchung mit einem angenommenen Ausweichverkehr von 50 % übergeben. Dieser Fall wird als Planfall Basis bezeichnet. Die beiden weiteren Varianten mit angenommen Ausweichverkehr von 30 % (A30) und 70 % (A70) wurden aus dem Basisfall abgeleitet, in dem die Differenzen zwischen Planfall Basis und Nullfall entsprechend dem Verhältnis 30/50 bzw. 70/50 angepasst wurden.

#### 4.2 Bebauung

Um die Bebauungssituation in der MISKAM-Modellierung sachgerecht berücksichtigen zu können, wurde ein digitales LoD1-Gebäudemodell („Klötzchenmodell“) für die Umgebung der drei Untersuchungsbereiche mit hoher Lagegenauigkeit benötigt.

Diese Daten wurden für Glottertal und St. Märgen vom Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg zur Verfügung gestellt. Für Freiburg erfolgte eine Bereitstellung der Daten durch die Stadt Freiburg (siehe Abbildung 2-2 bis Abbildung 2-4).

Für die drei Untersuchungsbereiche wurden für die Detailberechnung geeignete Modellgebiete festgelegt und die Straßenraumgeometrie aufgenommen. Dann wurden dreidimensionale Rechengitter mit den Geometrien der Straßen und Strömungshindernisse erzeugt. Im Untersuchungsgebiet wird dabei eine horizontale Auflösung von ca. 1 x 1 m<sup>2</sup> angesetzt.

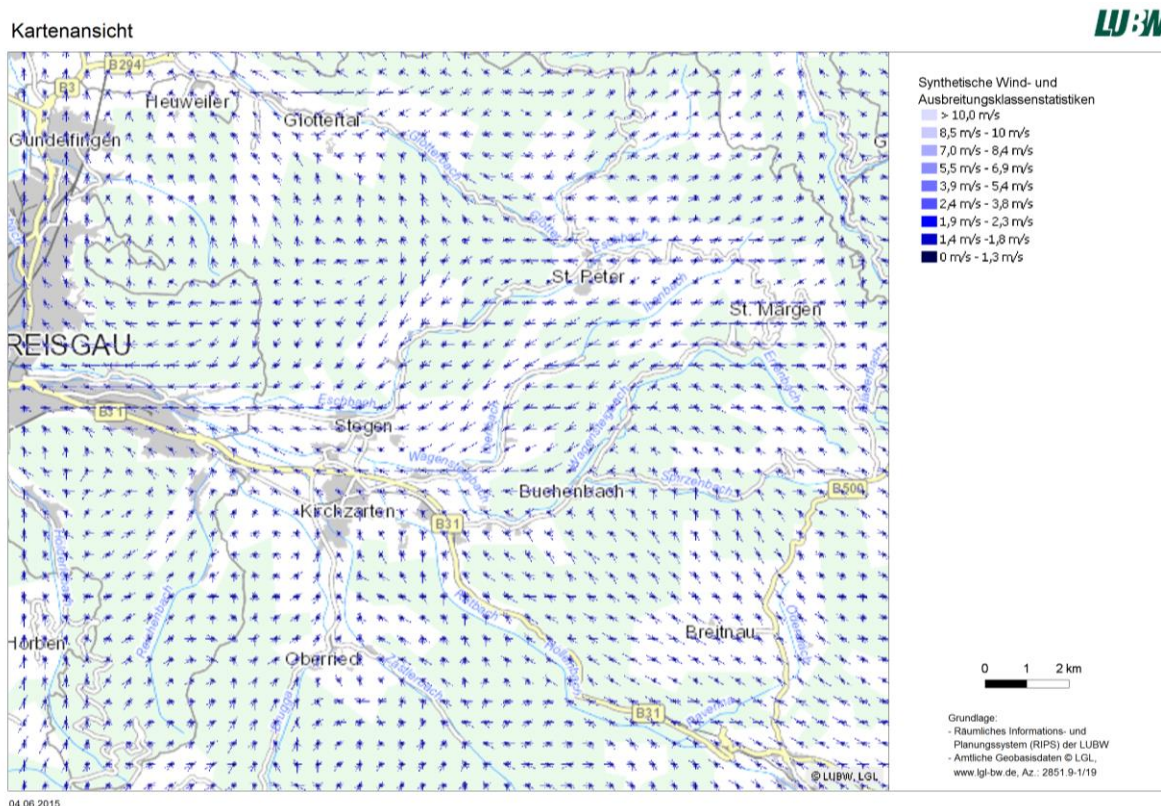
#### 4.3 Meteorologie

Für die Immissionsmodellierung wird ein repräsentativer Datensatz der meteorologischen Eingangsdaten (AKS) benötigt.

Für Baden-Württemberg liegen flächendeckend synthetische Wind- und Ausbreitungsklassenstatistiken in einem 500 m-Raster vor (SynAKS, siehe Abbildung 4-1).

Die Berechnung der Daten erfolgte auf Basis von 10-jährigen-Reanalysedaten (2001 - 2010) mit einem prognostischen nicht-hydrostatischen Strömungsmodell. Die Daten beziehen sich auf eine Anemometerhöhe von 10 m über Grund bzw. über Bebauungs- oder Bewuchsniveau. Diese Statistiken der drei AKS wurden beim Ersteller der Syn-

AKS, metSoft GbR, erworben. Eine Beschreibung der drei Datensätze findet sich im Anhang.



**Abbildung 4-1: Kartendienst der LUBW zu Windstatistiken (SynAKS)<sup>13</sup> im Bereich der Untersuchungsgebiete**

#### 4.4 Vorbelastung

Für Glottertal und St. Märgen wurden Daten aus den flächendeckenden Informationen der Vorbelastung für Baden-Württemberg verwendet<sup>7</sup>. Diese Daten beziehen sich auf das Bezugsjahr 2010 und wurden anhand von Messungen plausibilisiert. In Abbildung 4-2 sind dazu die gemessenen Jahreszeitreihen der NO<sub>2</sub>, Ozon und PM<sub>10</sub> Jahresmittelwerte für von 2010 bis 2013 an den Hintergrundstationen in der Umgebung der Untersuchungsgebiete dargestellt. Sowohl bei NO<sub>2</sub> wie auch bei Ozon ist über die drei Jahre keine starke Variation zu erkennen. Bei PM<sub>10</sub> ist ein Trend für eine leichte Abnahme erkennbar. Als Vorbelastung für Glottertal und St. Märgen wurden daher die Daten aus dem Jahr 2010 aus der Untersuchung „Vorbelastung für Baden-Württemberg“<sup>14</sup> unverändert verwendet (siehe Tabelle 4-3).

<sup>13</sup> <http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/20413/>

<sup>14</sup> 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.

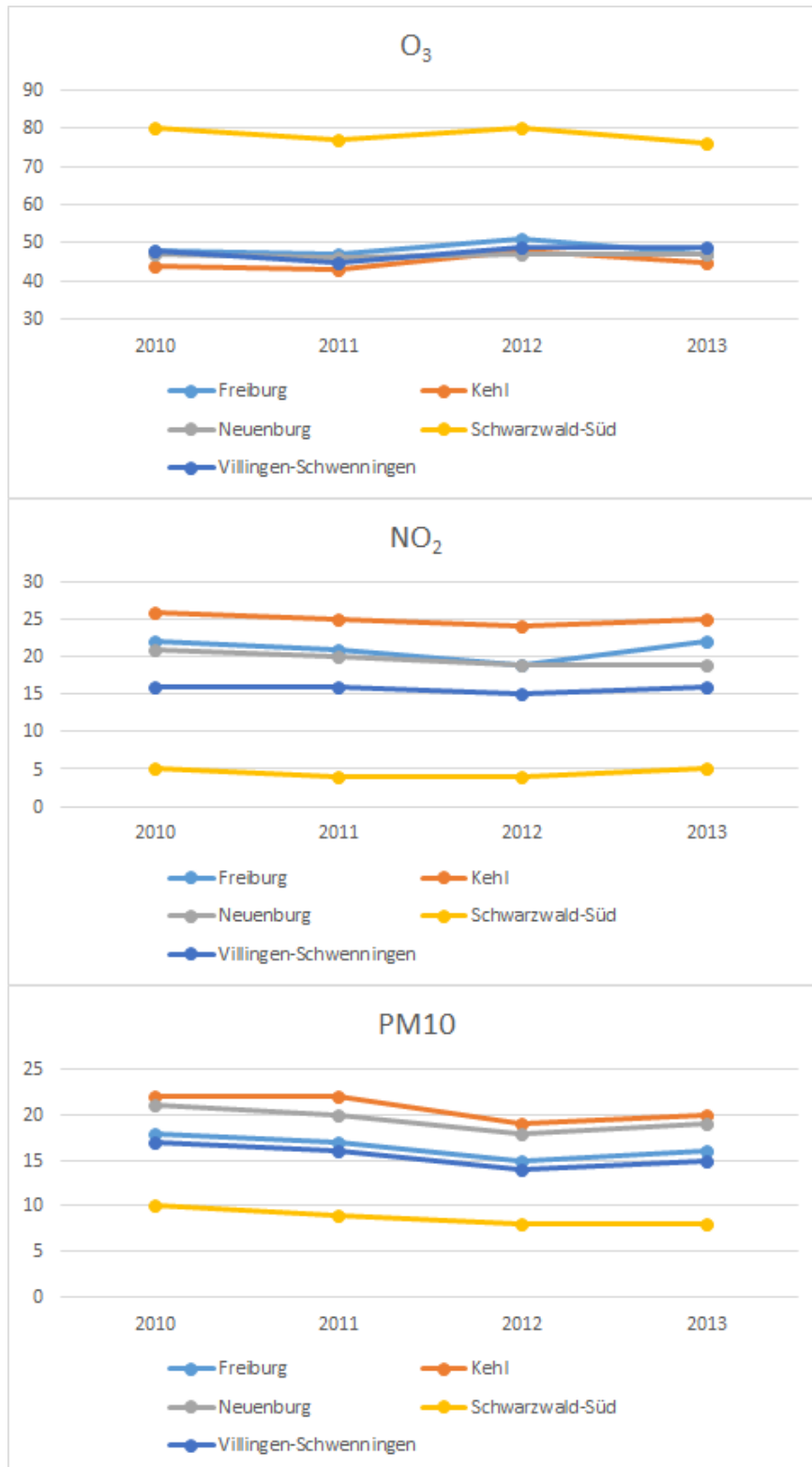


Abbildung 4-2: Jahresmittelwerte in µg/m<sup>3</sup> der Messungen an den Hintergrundstationen in der Umgebung der Untersuchungsgebiete<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Aus dem Internetportal der LUBW:  
[http://mnz.lubw.baden-wuerttemberg.de/messwerte/langzeit/history\\_data/hstatDDEBW073PM10JMW.htm](http://mnz.lubw.baden-wuerttemberg.de/messwerte/langzeit/history_data/hstatDDEBW073PM10JMW.htm) (Stand August 2015)

Die Vorbelastungssituation für das Untersuchungsgebiet in Freiburg ist deutlich komplexer. Die Vorbelastung für NO<sub>2</sub> kann aber gut aus den Verursacheranalysen des Grundlagenbands der LUBW für das Bezugsjahr 2013<sup>16</sup> abgeschätzt werden (siehe Abbildung 4-3). Nach dieser Auswertung beträgt der Beitrag des lokalen Straßenverkehrs 34.1 µg/m<sup>3</sup> am gemessenen NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert in Höhe von 65 µg/m<sup>3</sup>. Daraus ergibt sich eine NO<sub>2</sub>-Vorbelastung in Höhe von 30.9 µg/m<sup>3</sup>.

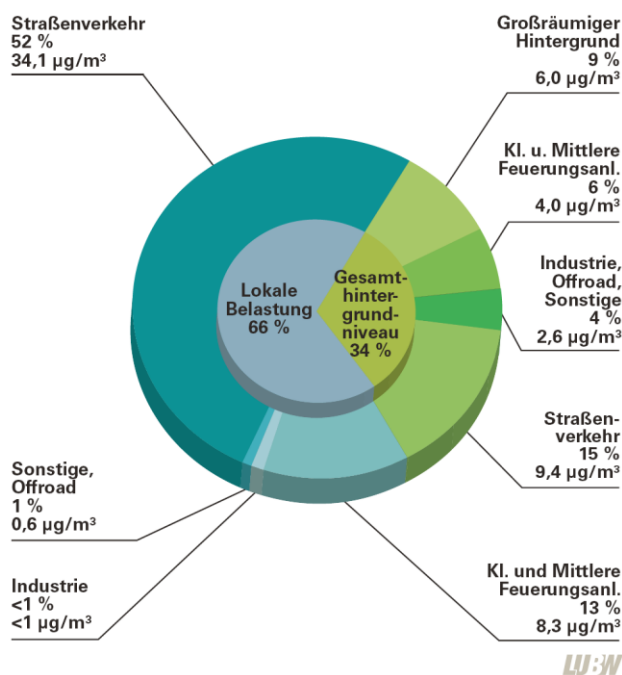


Abbildung 4-3: Verursacher der NO<sub>2</sub>-Immissionsbelastung an der Verkehrsmessstation Freiburg Schwarzwaldstraße für 2013 aus LUBW (2014)<sup>17</sup>

Die angenommenen Vorbelastungsdaten für die drei Untersuchungsgebiete sind in Tabelle 4-3 dargestellt.

Tabelle 4-3: Jahresmittelwerte der Vorbelastung für die drei Gebiete

Gebiet	Jahresmittelwert in µg/m <sup>3</sup>		
	NO <sub>2</sub>	Ozon	PM10
Freiburg	30.9	52.0	-17
Glottertal	11.5	58.6	14.9
St. Märgen	8.7	63.3	13.3

<sup>16</sup> LUBW 2014: Grundlagenband 2013. Luftreinhaltepläne für Baden-Württemberg. Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz (LUBW) Baden-Württemberg. 2014.

<sup>17</sup> Die Luftschadstoffbelastung mit PM10 wurde für Freiburg im hier vorliegenden Gutachten nicht untersucht.



#### 4.5 Immissionsmessungen an der B 31 in Freiburg

Für die Qualitätssicherung in Abschnitt 5.2.1 liegen Messdaten der LUBW für die Verkehrsmessstation an der Schwarzwaldstraße in Freiburg vor (siehe Tabelle 4-4). Im Jahr 2014 wurde lt. Internetangebot der LUBW (Stand 22.09.2015) ein NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 62 µg/m<sup>3</sup> gemessen. Damit ist seit 2009 ein geringer kontinuierlicher Rückgang der NO<sub>2</sub>-und PM10-Belastung festzustellen. Der NO<sub>2</sub>-Jahresgrenzwert wird aber immer noch deutlich überschritten. Bei PM10 wurden in dem dargestellten Zeitraum bis auf 2006 die Grenzwerte immer eingehalten.

**Tabelle 4-4: Messergebnisse der Luftschadstoffbelastung an der Schwarzwaldstraße in Freiburg aus LUBW (2014)<sup>17</sup>**

Stations-code	Messpunkt/Messstation	Mess-jahr	NO <sub>2</sub>			PM10		
			max. 1h-MW in µg/m <sup>3</sup>	Anzahl der 1h-MW über 200 µg/m <sup>3</sup> <sup>1)</sup>	JMW in µg/m <sup>3</sup> <sup>2)</sup>	max. TMW in µg/m <sup>3</sup>	Anzahl der TMW über 50 µg/m <sup>3</sup>	JMW in µg/m <sup>3</sup>
DEBW122	Freiburg Schwarzwaldstraße	2013	217	2	65	73	13	22
DEBW122	Freiburg Schwarzwaldstraße	2012	189	0	65	93	12	22
DEBW122	Freiburg Schwarzwaldstraße	2011	184	0	67	86	10	24
DEBW122	Freiburg Schwarzwaldstraße	2010	199	0	70	84	20	26
DEBW122	Freiburg Schwarzwaldstraße	2009	237	2	71	87	16	26
DEBW122	Freiburg Schwarzwaldstraße	2008	215	1	69	74	10	24
DEBW122	Freiburg Schwarzwaldstraße	2007	201	1	68	96	21	28
DEBW122	Freiburg Schwarzwaldstraße	2006	194	0	74	120	39	32
DEBWS07	Freiburg Schwarzwaldstraße	2005	214	2	74	100	21	33
DEBWS07	Freiburg Schwarzwaldstraße	2004	-	-	<u>86</u>	-	-	-
DEBWS07	Freiburg Schwarzwaldstraße	2003	-	-	<u>93</u>	-	-	-

JMW: Jahresmittelwert; TMW: Tagesmittelwert; MW: Mittelwert

<sup>1)</sup> Anzahl der Überschreitungen des 1h-Mittelwertes von 200 µg/m<sup>3</sup> im Kalenderjahr; maximal sind 18 Überschreitungen zulässig

<sup>2)</sup> unterstrichener Wert: Messungen mit Passivsammler



## 5 Ergebnisse

### 5.1 Emissionen

Für jeden Abschnitt aus den Straßennetzen der drei Untersuchungsgebiete wurden nach der Methode aus Abschnitt 3.1 spezifische Emissionen für NO<sub>x</sub> für die vier untersuchten Fälle und in Glottertal und St. Märgen zusätzlich für PM<sub>10</sub> und den Nullfall und den Planfall A70 berechnet.

In Tabelle 5-1 ist die Liste der abschnittsbezogenen spezifischen NO<sub>x</sub>-Emissionen für die vier berechneten Fälle für ausgewählte Strecken im Gebiet Freiburg dargestellt. In den drei letzten Spalten sind die relativen Änderungen der Emissionen der Planfälle zum Nullfall aufgeführt. Die höchsten spezifischen Emissionen entstehen auf dem Abschnitt der Schwarzwaldstraße zwischen Talstraße und Nägeleseestraße, was sich durch die höchste Verkehrsstärke, die auf diesem Abschnitt vorliegt, erklären lässt. Die Minderungen der NO<sub>x</sub>-Emissionen liegen im Bereich von 11,5 % bis 19 % und sind abschnittsweise im Planfall A70 am höchsten und im Planfall A30 am niedrigsten. Die höchste Minderung der spezifischen Emissionen treten im Vergleich des Planfalls A70 gegenüber dem Nullfall mit 19 % auf.

**Tabelle 5-1: Liste der abschnittsbezogenen spezifischen NO<sub>x</sub>-Emissionen im Gebiet Freiburg**

Name	Richtung	von	bis	Nullfall	PF Basis	PF A70	PF A30	PF Basis	PF A70	PF A30
				g/(m*Tag)				Änderung zum Nullfall		
Schwarzwaldstr.	West-Ost	Dreikönigstr.	Talstr.	22.4	18.7	18.4	19.0	-16.4%	-17.7%	-15.3%
Schwarzwaldstr.	West-Ost	Talstr.	Nägeleseestr.	23.2	19.9	19.6	20.1	-14.3%	-15.3%	-13.3%
Schwarzwaldstr.	West-Ost	Nägeleseestr.	Tunnel	21.1	17.4	17.1	18.3	-17.6%	-19.0%	-13.3%
Schwarzwaldstr.	Ost-West	Tunnel	Fabrikstr.	18.4	16.1	16.0	16.3	-12.5%	-13.4%	-11.5%
Schwarzwaldstr.	Ost-West	Fabrikstr.	Talstr.	19.6	16.5	16.3	16.7	-15.7%	-16.6%	-14.5%
Leo-Wohleb-Str.	Ost-West	Talstr.	Tankstelle	19.2	16.3	16.1	16.5	-15.2%	-16.1%	-14.1%

In Tabelle 5-2 sind die spezifischen NO<sub>x</sub>-Emissionen für Glottertal und St. Märgen aufgeführt. Die Werte betragen 1/10 und weniger der Werte aus Freiburg. Entsprechend der Verkehrsstärken liegt die höchste spezifische NO<sub>x</sub>-Emission im Abschnitt der Talstraße in Glottertal in West-Ost Richtung. Entsprechend dem niedrigeren Ausgangsniveau sind die relativen Erhöhungen mit bis zu 65 % Zunahme deutlich. Die Wagensteigstraße ist von den Maßnahmen wenig bis gar nicht betroffen. Die höchste Zunahme durch die Maßnahmen wird in der Feldbergstraße in St. Märgen in Richtung Osten prognostiziert.

**Tabelle 5-2: Liste der abschnittsbezogenen spezifischen NO<sub>x</sub>-Emissionen im Gebiet Glottertal und St. Märgen**

Name	Ort	Richtung	Nullfall	PF Basis	PF A70	PF A30	PF Basis	PF A70	PF A30
Talstr.	Glottertal	West-Ost	1.94	2.34	2.49	2.19	20.6%	28.4%	12.6%
Talstr.		Ost-West	1.57	1.91	2.05	1.77	21.2%	30.1%	12.3%
Feldbergstr.	St. Märgen	West-Ost	1.07	1.56	1.76	1.36	45.3%	64.5%	27.0%
Feldbergstr.		Ost-West	0.40	0.53	0.57	0.48	32.2%	42.6%	19.7%
Wagensteigstr.		Ost-West	0.19	0.21	0.21	0.20	10.4%	13.2%	6.9%
Wagensteigstr.		West-Ost	0.07	0.07	0.07	0.07	1.1%	1.3%	0.8%
Glottertalstr.		Süd-Nord	1.15	1.41	1.51	1.31	22.3%	31.0%	13.4%
Glottertalstr.		Nord- Süd	1.30	1.62	1.74	1.48	24.9%	33.9%	13.8%

In Tabelle 5-3 sind die spezifischen PM10-Emissionen für Glottertal und St. Märgen für den Nullfall und den Planfall A70 aufgeführt. Auch hier tritt die höchste spezifische Emission im Abschnitt der Talstraße in Glottertal in West-Ost Richtung auf und wird die höchste Zunahme in der Feldbergstraße in St. Märgen in Richtung Osten prognostiziert.

**Tabelle 5-3: Liste der abschnittsbezogenen spezifischen PM10-Emissionen im Gebiet Glottertal und St. Märgen**

Name	Ort	Richtung	Nullfall	PF A70	PF A70
Talstr.	Glottertal	West-Ost	0.211	0.270	28.4%
Talstr.		Ost-West	0.173	0.219	26.7%
Feldbergstr.	St. Märgen	West-Ost	0.074	0.112	51.7%
Feldbergstr.		Ost-West	0.053	0.082	55.1%
Wagensteigstr.		Ost-West	0.012	0.013	5.1%
Wagensteigstr.		West-Ost	0.010	0.010	4.0%
Glottertalstr.		Süd-Nord	0.124	0.157	26.9%
Glottertalstr.		Nord-Süd	0.138	0.183	33.0%



## 5.2 Immissionen

Mit den aufbereiteten Eingangsdaten wurden Detailberechnungen mit MISKAM auf Basis der meteorologischen Eingangsdaten durchgeführt. Als Ergebnis liegen auf das Rechenraster bezogene Jahresmittelwerte der Zusatzbelastung vor, die für die Modellschicht für 1.5 m Höhe ausgewertet wurden. Diese Zusatzbelastung wurde mit der Vorbelastung aus Abschnitt 4.4 zur Gesamtbelastung addiert und mit der in Abschnitt 3.2 beschriebenen Methode in den NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert umgerechnet.

### 5.2.1 Nullfall

Am Ort der Verkehrsmessstation Schwarzwaldstraße in Freiburg wurde durch die Modellierung in der entsprechenden Messhöhe (3 m) ein NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 69.0 µg/m<sup>3</sup> prognostiziert. Ein Vergleich dieses Modellwerts mit den Messwerten der Verkehrsmessstation zeigt eine gute Übereinstimmung. So liegt der Mittelwert der NO<sub>2</sub>-Messungen der Jahre 2010 bis 2013 bei 66.8 µg/m<sup>3</sup> und damit die Abweichung des Modellwerts vom mittleren Messwert bei 2.4 µg/m<sup>3</sup> bzw. 3.6 %<sup>18</sup>. Bei diesem Vergleich ist zu berücksichtigen, dass die meteorologischen Eingangsdaten nicht aus einem bestimmten Jahr stammen, sondern einer Statistik über 10 Jahren entsprechen, die Ableitung der Vorbelastung sich auf das Jahr 2013 bezieht, die Verkehrszahlen mit Messdaten des Jahres 2012 kalibriert wurden und die Kfz-Flotte auf das Jahr 2015 prognostiziert wurde.

Die Ergebnisse für das Untersuchungsgebiet in Glottertal sind für den Jahresmittelwert von NO<sub>2</sub> in Abbildung 5-1 und für den Jahresmittelwert von PM10 in Abbildung 5-2 dargestellt. Die maximalen Konzentrationen außerhalb der Verkehrsflächen wurden sowohl für NO<sub>2</sub> als auch für PM10 auf der südlichen Straßenseite der Talstraße westlich der Kirche St. Blasius bis zum Lindingerweg ermittelt. Am Ort der höchsten Belastung wurden ein NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 33.8 µg/m<sup>3</sup> und ein PM10-Jahresmittelwert in Höhe von 20 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Damit liegt das Maximum bei NO<sub>2</sub> gut 6 µg/m<sup>3</sup> unter dem derzeit gültigen Jahresgrenzwert in Höhe von 40 µg/m<sup>3</sup>. Bei PM10 ist aus den Modellwerten mit keiner Überschreitung von Grenzwerten zu rechnen.

---

<sup>18</sup> An der Verkehrsmessstation Schwarzwaldstraße wurde für 2014 ein NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert in Höhe von 62 µg/m<sup>3</sup> gemessen (siehe Abschnitt 4.5)

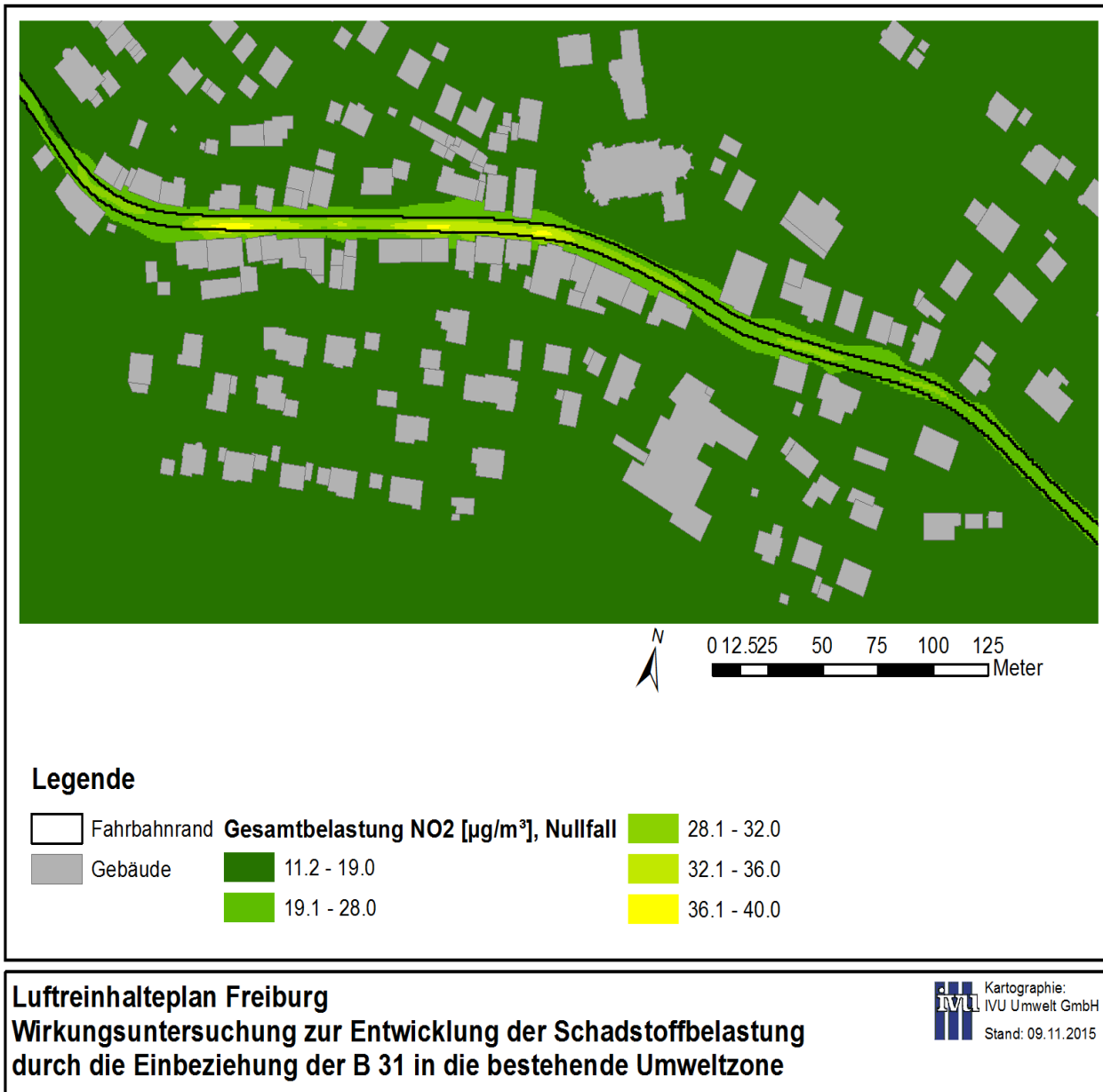
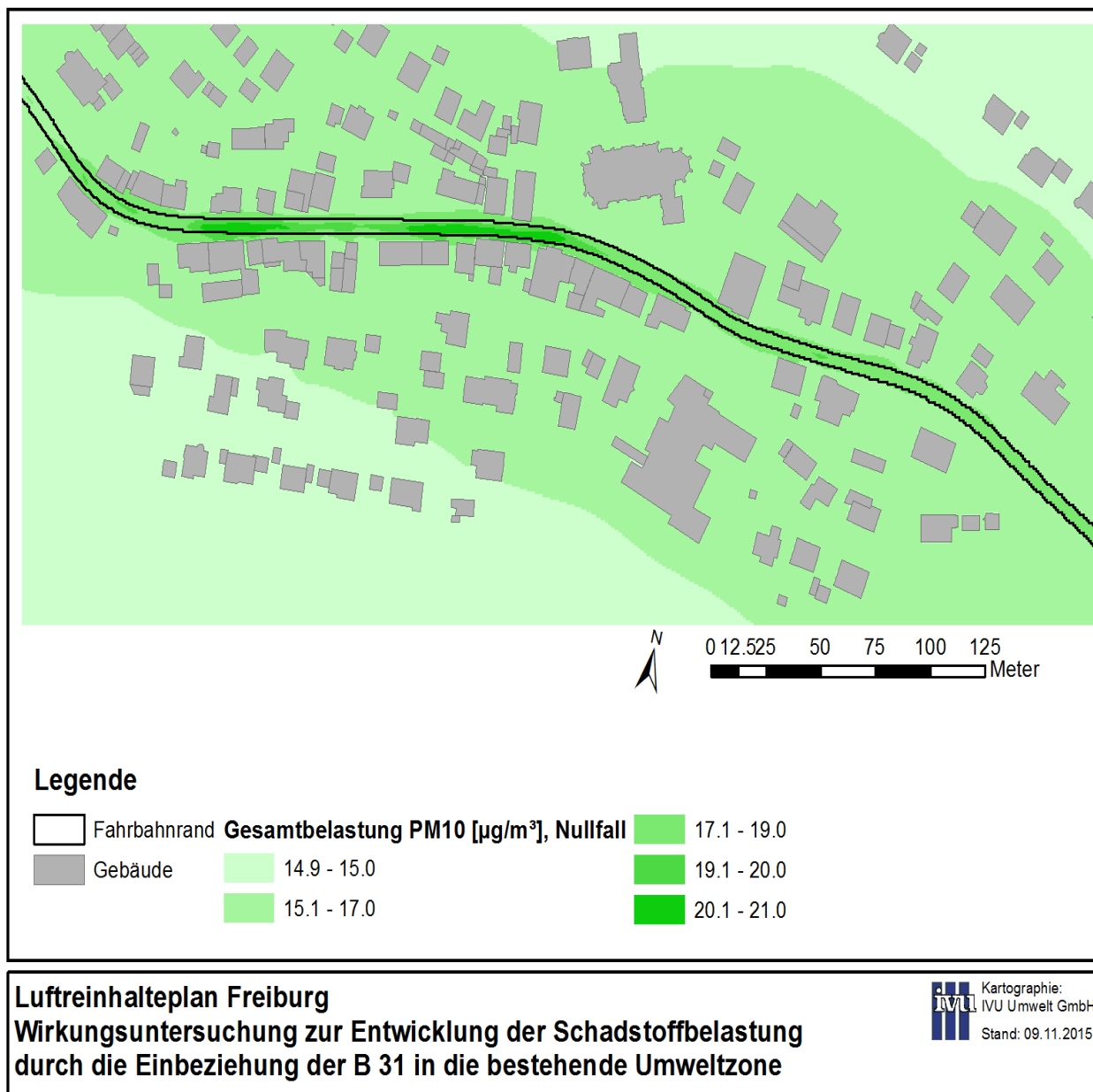


Abbildung 5-1: Karte des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerts für Glottertal im Nullfall



**Abbildung 5-2: Karte des PM10-Jahresmittelwerts für Glottertal im Nullfall**

Die Ergebnisse für das Untersuchungsgebiet in St. Märgen sind für den Jahresmittelwert von  $\text{NO}_2$  in Abbildung 5-3 und für den Jahresmittelwert von PM10 in Abbildung 5-4 dargestellt. Die maximalen Konzentrationen außerhalb der Verkehrsflächen wurden sowohl für  $\text{NO}_2$  als auch für PM10 auf der westlichen Straßenseite der Glottertalstraße im Bereich der Gebäude mit den Hausnummern 23 bis 27 ermittelt. Am Ort der höchsten Belastung wurden ein  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwert von  $14.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und ein PM10-Jahresmittelwert in Höhe von  $14.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Damit ist nach den Modellwerten mit keiner Überschreitung von Grenzwerten zu rechnen.

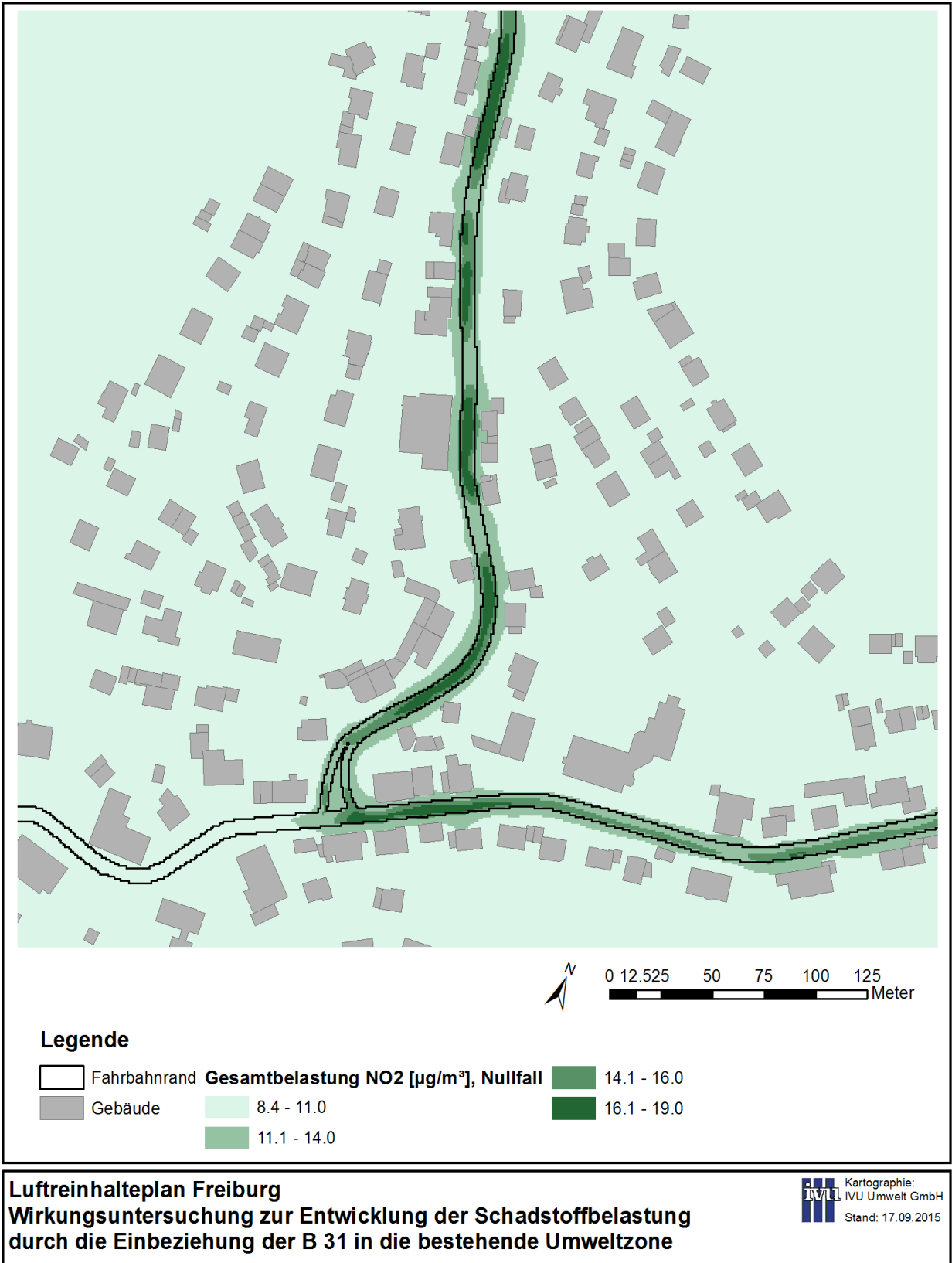


Abbildung 5-3: Karte des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerts für St. Märgen im Nullfall

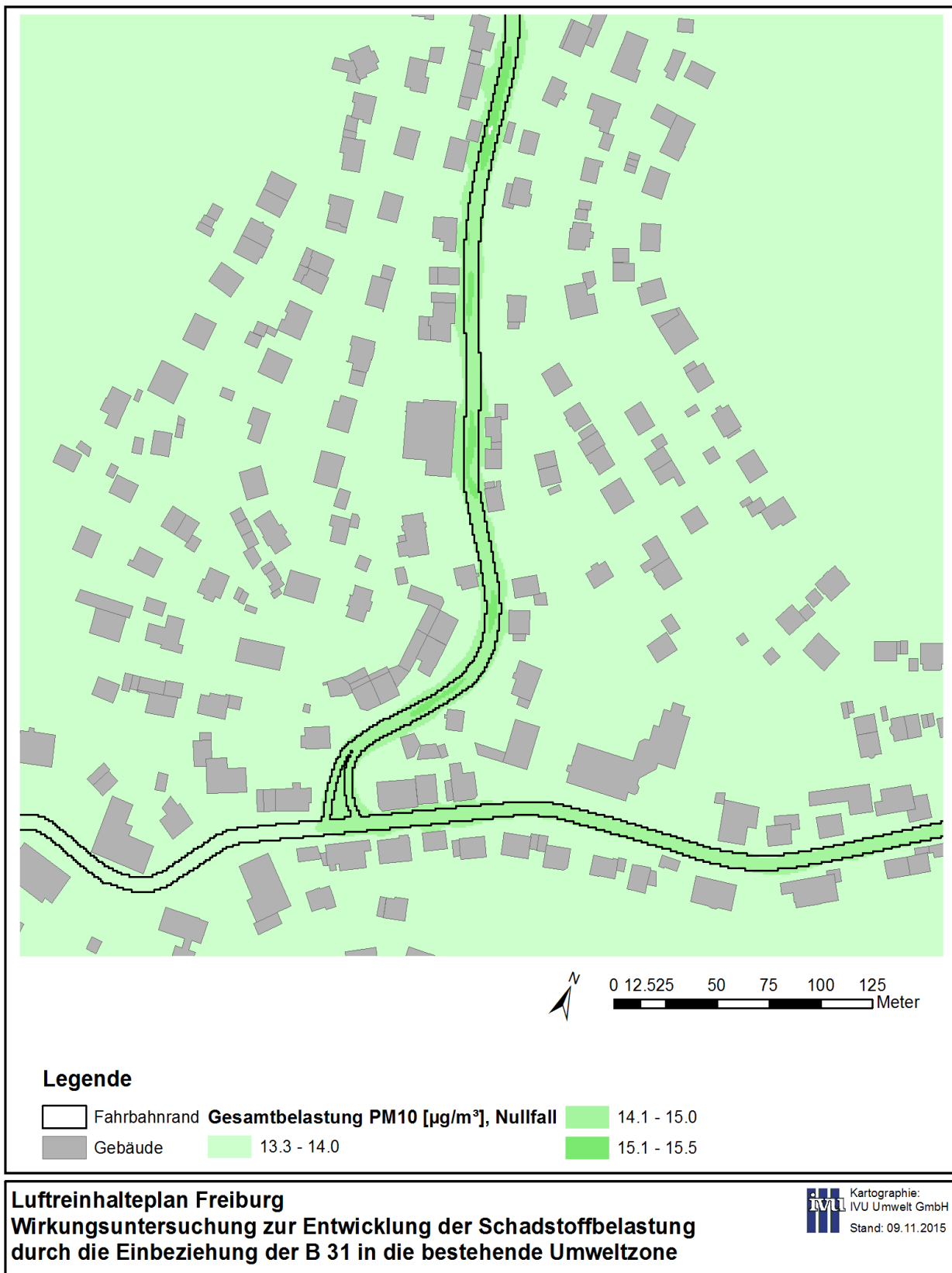
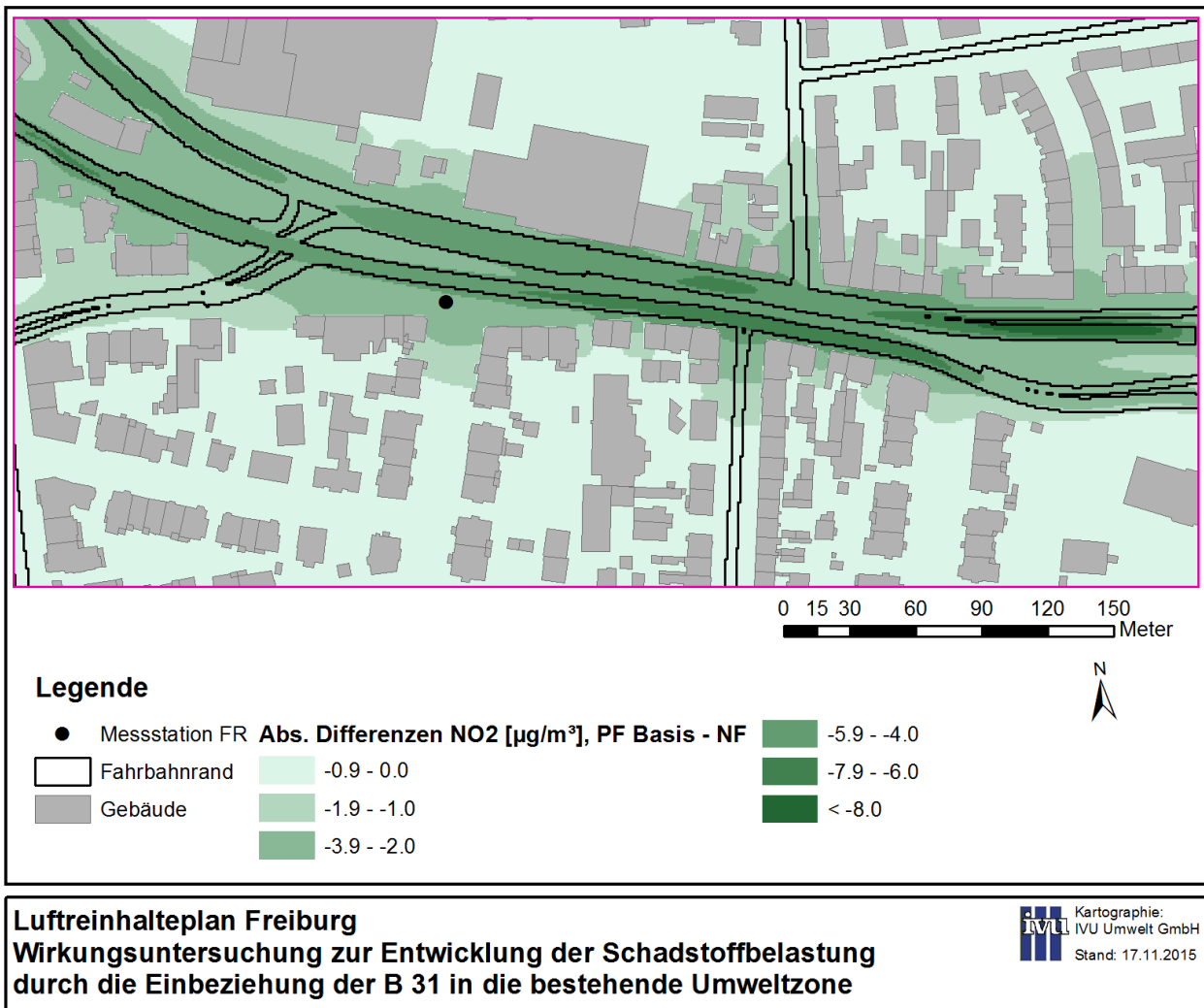


Abbildung 5-4: Karte des PM10-Jahresmittelwerts für St. Märgen im Nullfall

### 5.2.2 Planfälle

Der Vergleich der Belastungssituationen für die verschiedenen Planfälle mit dem Nullfall wurde an ausgewählten Punkten im Untersuchungsgebiet ausgewertet. Es wurden dazu immer Gitterzellen Höhe von 1.5 m verwendet. In Freiburg wurde dazu die Gitterzelle am Ort der Verkehrsmessstation und in Glottertal und St. Märgen die Gitterzelle mit der höchsten Belastung außerhalb der Verkehrszellen und im modelltechnisch erlaubten Auswertebereich herangezogen.

Zusätzlich wurde für Freiburg die modellierte Minderung der NO<sub>2</sub>-Gesamtbelastung als Jahresmittelwert für den Planfall Basis im Vergleich zum Nullfall für das Untersuchungsgebiet in Freiburg in Abbildung 5-5 dargestellt. Wie zu erwarten, wurden die höchsten Minderungen der Konzentrationen über den Verkehrsflächen der B 31 berechnet. Die höchsten Minderungen der NO<sub>2</sub>-Konzentrationen außerhalb der Verkehrsflächen wurden auf der südlichen Straßenseite der Schwarzwaldstraße vor und nach der Einmündung der Nägeleseestraße berechnet.



**Abbildung 5-5: Karte der Minderung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerts für den Planfall Basis zum Nullfall für das Untersuchungsgebiet in Freiburg**

In Tabelle 5-4 sind die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte am Auswertpunkt für den Nullfall und die Planfälle in Freiburg aufgeführt. Zur Abschätzung der Wirkung ist ein Vergleich der Veränderung für die Planfälle zum Nullfall angegeben. Auf Grund der geringeren Höhe des Auswertepunkts im Vergleich zum Messeinlass (siehe Abschnitt 5.2.1) liegt die NO<sub>2</sub>-Belastung im Nullfall leicht über dem Modellwert am Ort der Verkehrsmessstation Schwarzwaldstraße in der entsprechenden Höhe.

Im Planfall Basis wird der NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert am Auswertpunkt um 3.3 µg/m<sup>3</sup> gemindert, was einer relativen Abnahme von 4.7 % entspricht. Unter der Annahme eines geringeren Ausweichverkehrs geht die Minderung auf 2.9 µg/m<sup>3</sup> bzw. 4.1 % zurück. Ein höherer Ausweichverkehr führt zu einer Minderung von 3.7 µg/m<sup>3</sup> bzw. 5.2 %. Unter der Annahme einer gleichbleibenden Verursacherverteilung entsprechend Abbildung 4-3 würde der im Jahr 2014 gemessene NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert von 62 µg/m<sup>3</sup> je nach Planfall auf Werte zwischen 58.8 µg/m<sup>3</sup> und 59.5 µg/m<sup>3</sup> reduziert (siehe Abschnitt 5.2.1).

**Tabelle 5-4: Vergleich der Veränderung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerts in der Auswerthöhe von 1,5 m<sup>19</sup> für die Planfälle mit dem Nullfall für Freiburg**

	Jahresmittelwert NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Abs. Diff. zum NF [µg/m <sup>3</sup> ]	Rel. Diff. zum NF [%]
Nullfall (NF)	71.3	-	-
Planfall A30	68.3	-2.9	-4.1%
Planfall Basis	67.9	-3.3	-4.7%
Planfall A70	67.6	-3.7	-5.2%

In Tabelle 5-5 sind die NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerte am Auswertpunkt für den Nullfall und die Planfälle in Glottertal und in Tabelle 5-6 für St. Märgen aufgeführt. Entsprechend der prognostizierten Rückgänge in Freiburg wurden in diesen Fällen Zunahmen der NO<sub>2</sub>-Belastung berechnet. Im Basisfall wird für Glottertal eine Zunahme um 3.6 µg/m<sup>3</sup> berechnet. Auf Grund des geringeren Ausgangsniveaus errechnet sich daraus eine höhere relative Zunahme mit 10.6 %. Selbst im Planfall A70 liegt der punktbezogene NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert in Höhe 38.7 µg/m<sup>3</sup> noch unterhalb des Grenzwerts in Höhe von 40 µg/m<sup>3</sup>.

**Tabelle 5-5: Vergleich der Veränderung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerts für die Planfälle mit dem Nullfall für Glottertal**

	Jahresmittelwert NO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]	Abs. Diff. zum NF [µg/m <sup>3</sup> ]	Rel. Diff. zum NF [%]
Nullfall (NF)	33.8	-	-
Planfall A30	36.0	2.2	6.5%
Planfall Basis	37.4	3.6	10.6%
Planfall A70	38.7	4.9	14.6%

<sup>19</sup> Die Messung an der Verkehrsmessstelle Schwarzwaldstraße erfolgt in einer Höhe von 3 m (siehe Abschnitt 4.5).

**Tabelle 5-6: Vergleich der Veränderung des NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwerts für die Planfälle mit dem Nullfall für St. Märgen**

	Jahresmittelwert NO <sub>2</sub>	Abs. Diff. zum NF	Rel. Diff. zum NF
	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[%]
Nullfall (NF)	14.8	-	-
Planfall A30	15.6	0.7	5.1%
Planfall Basis	16.1	1.3	8.9%
Planfall A70	16.6	1.8	12.2%

Die Auswertungen für den PM<sub>10</sub> Jahresmittelwert sind für Glottertal in Tabelle 5-7 und für St. Märgen in Tabelle 5-8 aufgeführt. Auf Grund des geringeren Anteils der lokalen Emissionen an der PM<sub>10</sub>-Gesamtbelastung fällt die Erhöhung vom Planfall A70 zum Nullfall geringer aus als beim NO<sub>2</sub>-Jahresmittelwert.

**Tabelle 5-7: Vergleich der Veränderung des PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerts für die Planfälle mit dem Nullfall für Glottertal**

	Jahresmittelwert PM <sub>10</sub>	Abs. Diff. zum NF	Rel. Diff. zum NF
	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[%]
Nullfall	20.0	-	-
Planfall A70	21.5	1.4	7.1%

**Tabelle 5-8: Vergleich der Veränderung des PM<sub>10</sub>-Jahresmittelwerts für die Planfälle mit dem Nullfall für St. Märgen**

	Jahresmittelwert PM <sub>10</sub>	Abs. Diff. zum NF	Rel. Diff. zum NF
	[µg/m <sup>3</sup> ]	[µg/m <sup>3</sup> ]	[%]
Nullfall	14.6	-	-
Planfall A70	15.0	0.4	2.7%



## 6 Zusammenfassung

In Freiburg im Breisgau werden an der B 31 im Bereich der Verkehrsmessstation Schwarzwaldstraße hohe Belastungen durch Stickstoffdioxid gemessen, die deutlich über dem Grenzwert der EU in Höhe von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  liegen. Im Luftreinhalte-/Aktionsplan Freiburg wurde diese Ost-West-Achse der Stadt bisher aus der Umweltzone ausgeklammert, da Beeinträchtigungen durch Ausweichverkehr u. a. auf der Strecke Glottertal – St. Märgen befürchtet wurden. Das Regierungspräsidium Freiburg prüft jetzt, ob die B 31 in Freiburg in die bestehende Umweltzone einbezogen werden kann. Gegenstand der hier vorliegenden Untersuchungen sind die Auswirkungen verkehrlicher Effekte auf die Schadstoffbelastung sowohl in Freiburg als auch im Umland. Dazu wurden auf Basis der im Vorfeld ermittelten verkehrlichen Wirkungen die Entwicklung der Luftqualität im Falle einer Einbeziehung der B 31 in die Umweltzone prognostiziert.

Die Ermittlung der Luftqualität erfolgt mit Hilfe von Modellrechnungen mit dem Detailmodell MISKAM. Wichtige Eingangsdaten der Modellrechnungen sind die Kfz-Verkehrsdaten, die Bebauungsgeometrie, Informationen zur Meteorologie sowie Daten zur Vorbelastung. Für das Straßennetz in den Untersuchungsgebieten wurden abschnittsweise Emissionen des Kfz-Verkehrs berechnet. Zum Einsatz kam das Modell IMMIS<sup>em</sup> auf der Basis des HBEFA 3.2.

Die relativen Minderungen der streckenbezogenen  $\text{NO}_x$ -Emissionen in Freiburg liegen für die drei betrachteten Planfälle zwischen 11.5 % bis 19 %. Entsprechend dem niedrigeren Ausgangsniveau in Glottertal und St. Märgen sind dort die relativen Erhöhungen der streckenbezogenen  $\text{NO}_x$ -Emissionen mit bis zu 65 % entsprechend höher.

Im Glottertal wurden am Ort der höchsten Belastung ein  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwert von  $33.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und ein  $\text{PM}_{10}$ -Jahresmittelwert in Höhe von  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. In St. Märgen wurden am Ort der höchsten Belastung ein  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwert von  $14.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und ein  $\text{PM}_{10}$ -Jahresmittelwert in Höhe von  $14.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Damit ist nach den Modellrechnungen mit keiner Überschreitung von Grenzwerten in Glottertal und in St. Märgen zu rechnen.

Für den Planfall Basis wird der  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwert am Ort der Verkehrsmessstation Schwarzwaldstraße in Freiburg um 4.7 % reduziert. Unter der Annahme eines geringeren Ausweichverkehrs in Höhe von 30 % (Planfall A30) ergibt sich eine Minderung von 4.1 %. Ein höherer Ausweichverkehr (Planfall A70) führt zu einer Minderung von 5.2 %. Unter der Annahme einer gleichbleibenden Verursacherverteilung würde der im Jahr 2014 gemessene  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwert von  $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  damit je nach Planfall auf Werte zwischen  $58.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und  $59.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  reduziert.

Bei einem angenommenen Ausweichverkehr von 50 % (Planfall Basis) wird für Glottertal eine Zunahme des  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwerts um  $3.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  berechnet. Auf Grund des geringeren Ausgangsniveaus errechnet sich daraus eine relative Zunahme von 10.6 %. Selbst unter der Annahme eines höheren Ausweichverkehrs in Höhe von 70 % (Planfall A70) liegt der modellierte maximale  $\text{NO}_2$ -Jahresmittelwert bei  $38.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  noch unterhalb des  $\text{NO}_2$ -Jahresgrenzwertes in Höhe von  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



## 7 Glossar und Abkürzungen

<b>AKS</b>	Ausbreitungsklassen-Statistik
<b>Anemometerhöhe</b>	Höhe, in der der Wind gemessen wird. Bei Übertragung der Messdaten an einen anderen Standort muss die Rauiglänge am Standort des Anemometers und am neuen Standort bekannt sein und die Anemometerhöhe gegebenenfalls angepasst werden.
<b>ArcGIS</b>	Geographisches Informationssystem (GIS) der Esri GmbH.
<b>Ausbreitungsklasse</b>	Charakterisierung des Turbulenzzustands der Atmosphäre, z. B. nach Klug / Manier.
<b>Ausbreitungsmodell</b>	Modell zur Berechnung der Konzentrationswerte von in der Luft befindlichen Spurenstoffen in einem Modellgebiet.
<b>AWAR</b>	Nicht-motorbedingte Partikelemission durch Aufwirbelung und Abrieb des Kfz-Verkehrs.
<b>BUS</b>	Busse (i. Allg. Summe der Linienbusse und Reisebusse)
<b>Detailmodell</b>	Mikroskaliges Modell zur Berechnung der Schadstoffkonzentrationen für Straßenräume in hoher räumlicher und / oder zeitlicher Auflösung.
<b>DTV</b>	Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke als Jahresmittelwert, der in Kfz/d angegeben wird.
<b>DTVw</b>	Durchschnittliche werktägliche Verkehrsstärke (Montag bis Freitag)
<b>Dynamische Fahrzeugbestand</b>	Im dynamischen Fahrzeugbestand wird der Bestand an Kfz mit der Fahrleistung je Fahrzeugschicht gewichtet.
<b>Euro-Stufe (Euro-Norm)</b>	Aufgrund von EU-Richtlinien vorgegebene Einstufung der Kfz in Schadstoffklassen durch Festlegung von Emissionshöchstmengen pro Fahrzeug.
<b>Fahrleistung</b>	Summe der von Kfz innerhalb eines Zeitraums zurückgelegten Wegstrecke in einem Bezugsgebiet (z. B. Straße, Straßennetz), gegebenenfalls differenziert nach Fahrzeugkategorien.
<b>Fahrzeugkategorie</b>	Einteilung der Fahrzeuge gemäß HBEFA in Pkw, Leichte Nutzfahrzeuge (LNfz), Schwere Nutzfahrzeuge (SLkw), Reisebusse, Linienbusse und Motorräder.

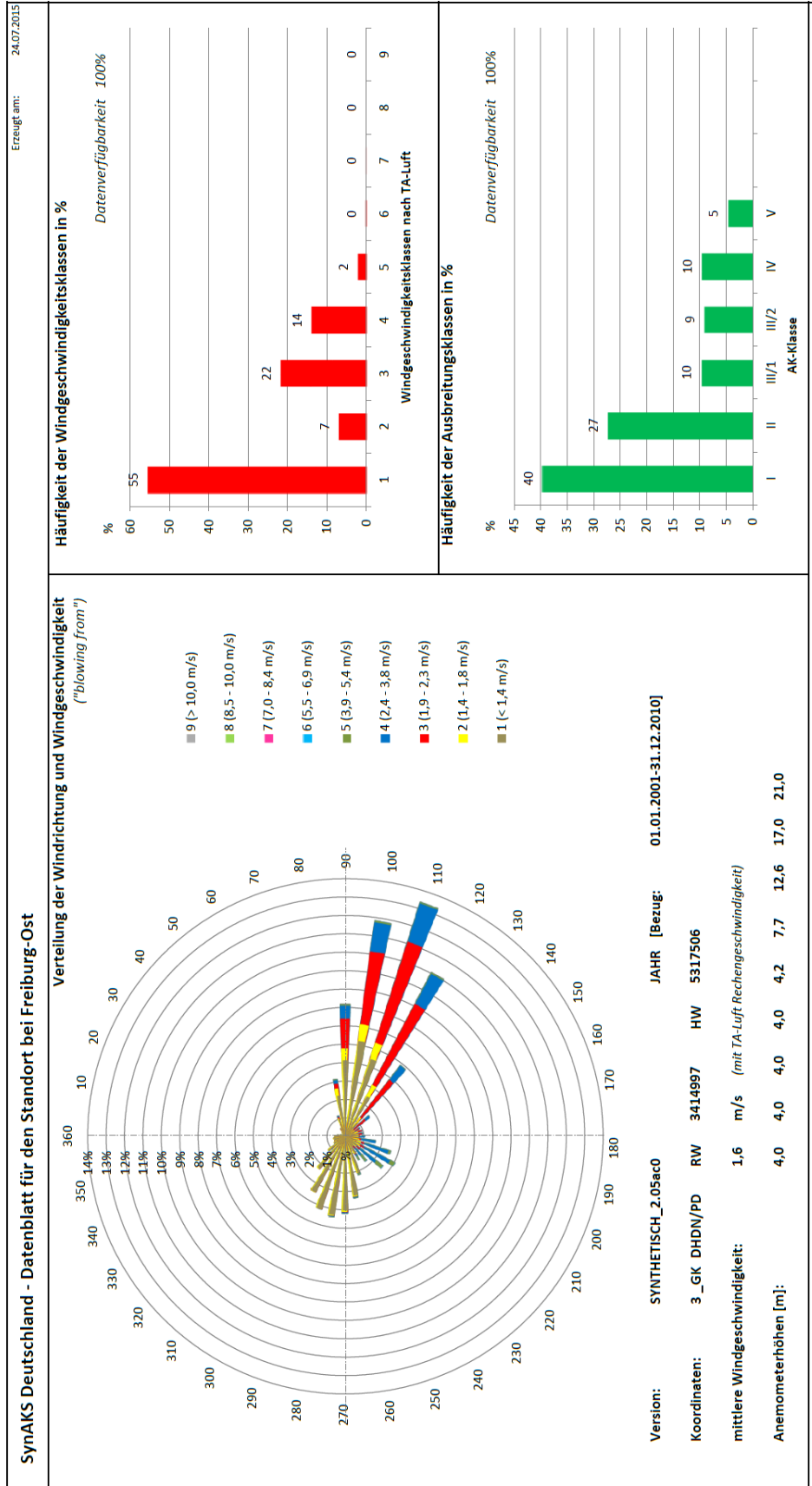
<b>Flottenzusammensetzung</b>	Zusammensetzung des gesamten Fahrzeugbestandes, z. B. eines Bundeslandes, oder des fahrleistungsgewichteten Bestandes, z. B. auf einem Straßennetz, unterteilt nach z. B. Euro-Stufen oder Fahrzeugschichten.
<b>HBEFA</b>	Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs. Datenbank mit Informationen zu Flottenzusammensetzungen, Verkehrssituationen und Emissionsfaktoren in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Die bei Redaktionsschluss des vorliegenden Gutachtens aktuelle Version 3.2 dient als Grundlage fast aller Berechnungen zu Kfz-Emissionen in Deutschland.
<b>Hotspot</b>	Durch Luftschadstoffe hoch belasteter Bereich.
<b>IMMIS<sup>em</sup></b>	Emissionsmodell für den Kfz-Verkehr der IVU Umwelt GmbH, basierend auf dem HBEFA
<b>IMMIS<sup>luft</sup></b>	Screeningmodell zur Berechnung der Luftschadstoffbelastung in Straßen mit Randbebauung der IVU Umwelt GmbH
<b>Kaltstart</b>	Start eines Kfz nach einer Abstelldauer von mehr als acht Stunden (echter Kaltstart) und Start nach kürzeren Abstell-dauern (Kühlstart).
<b>Kaltstartanteil</b>	Anteil der Kfz, für die Kaltstart berücksichtigt wird.
<b>Kfz</b>	Kraftfahrzeug; Sammelbegriff für motorgetriebene, nicht-schienengebundene Landfahrzeuge.
<b>km</b>	Kilometer
<b>Konzentration</b>	Angabe über die Menge des betrachteten Stoffes in einer Volumeneinheit Luft, i. d. R. angegeben in Masse/Volumen (z. B. µg/m <sup>3</sup> ). Kann auch in Anzahl/Anzahl (z. B. ppm) angegeben werden.
<b>KRAD</b>	Kraftrad, auch Motorrad
<b>Level Of Service (LOS)</b>	Verkehrszustand, der im HBEFA in die vier Stufen „flüssig“, „dicht“, „gesättigt“ und „Stop&Go“ differenziert wird.
<b>LLkw</b>	Leichte LKW, s. LNfz (Leichte Nutzfahrzeuge)
<b>LNfz</b>	Leichte Nutzfahrzeuge; Kfz bis einschließlich 3,5 t zulässiger Gesamtmasse
<b>LOS</b>	s. Level of Service
<b>LUBW</b>	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

<b>Mikroskala</b>	Skala, in der atmosphärische Phänomene mit einer räumlichen Ausdehnung von < 10 m bis etwa 1 km betrachtet werden.
<b>MISKAM</b>	MISKAM (Mikroskaliges Strömungs- und Ausbreitungsmodell) ist ein dreidimensionales nicht-hydrostatisches numerisches Strömungs- und Ausbreitungsmodell zur kleinräumigen Berechnung von Windverteilungen und Immissionskonzentrationen in bebauten Gebieten.
<b>Modellgebiet</b>	Gebiet, für das eine Modellrechnung (z. B. Strömungsmodellierung, Ausbreitungsrechnung) durchgeführt wird. Insbesondere bei Detailmodellen i. d. R. größer als das Untersuchungsgebiet.
<b>Modellgitter</b>	Strömungs- und Ausbreitungsmodelle, die flächenhafte Ergebnisse für ein Modellgebiet liefern, verwenden im Allgemeinen ein Gitter, welches das Modellgebiet mit einer bestimmten Auflösung in Gitterzellen unterteilt.
<b>NO</b>	Stickstoffmonoxid
<b>NO<sub>2</sub></b>	Stickstoffdioxid
<b>NO<sub>x</sub></b>	Stickstoffoxide als Summe aus NO <sub>2</sub> und NO
<b>Nutzfahrzeuge, leichte (LNfz)</b>	Kfz bis einschließlich 3,5 t zulässiger Gesamtmasse
<b>Nutzfahrzeuge, schwere (SNfz)</b>	Kfz über 3,5 t zulässiger Gesamtmasse
<b>Pkw</b>	Personenkraftwagen
<b>PM10</b>	Partikel, die einen grössenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist.
<b>PM-Abgas</b>	Partikelemission aus dem Abgas des Kfz-Verkehrs, d. h. über den Auspuff freigesetzt.
<b>Schadstoffminderungsstufe</b>	s. Euro-Stufe
<b>SLkw</b>	Schwere LKW, s. SNfz (Schwere Nutzfahrzeuge)
<b>SNfz</b>	Schwere Nutzfahrzeuge; Kfz über 3,5 t zul. Gesamtmasse
<b>Strömungsmodell</b>	Modell zur Berechnung von Wind- und Turbulenzfeldern in einem Modellgebiet.

<b>SynAKS</b>	synthetische Wind- und Ausbreitungsklassenstatistiken
<b>Untersuchungsgebiet</b>	Gebiet, das zu untersuchen ist bzw. für das Modellergbnisse ausgewertet werden. Insbesondere bei Detailmodellen i. d. R. kleiner als das Modellgebiet.
<b>VDI</b>	Verein Deutscher Ingenieure
<b>Verkehrsbelastung</b>	s. Verkehrsstärke
<b>Verkehrssituation</b>	Charakterisierung der Merkmale zur Dynamik des Kfz-Verkehrs eines Straßenabschnitts
<b>Verkehrsstärke</b>	Anzahl der Kfz, die pro Zeiteinheit einen Querschnitt einer Straße oder Fahrspur passieren.
<b>Verkehrszusammensetzung</b>	Zusammensetzung des Fahrzeugbestandes nach Fahrzeugkategorien.
<b>Vorbelastung</b>	Immissionsbelastung, die aus Emissionen resultiert, die bei der Ausbreitungsrechnung nicht explizit berücksichtigt wurden.
<b>Windfeldmodell</b>	s. Strömungsmodell
<b>Zusatzbelastung</b>	Immissionsbelastung, die aus den bei einer Ausbreitungsrechnung explizit berücksichtigten Emissionen resultiert.

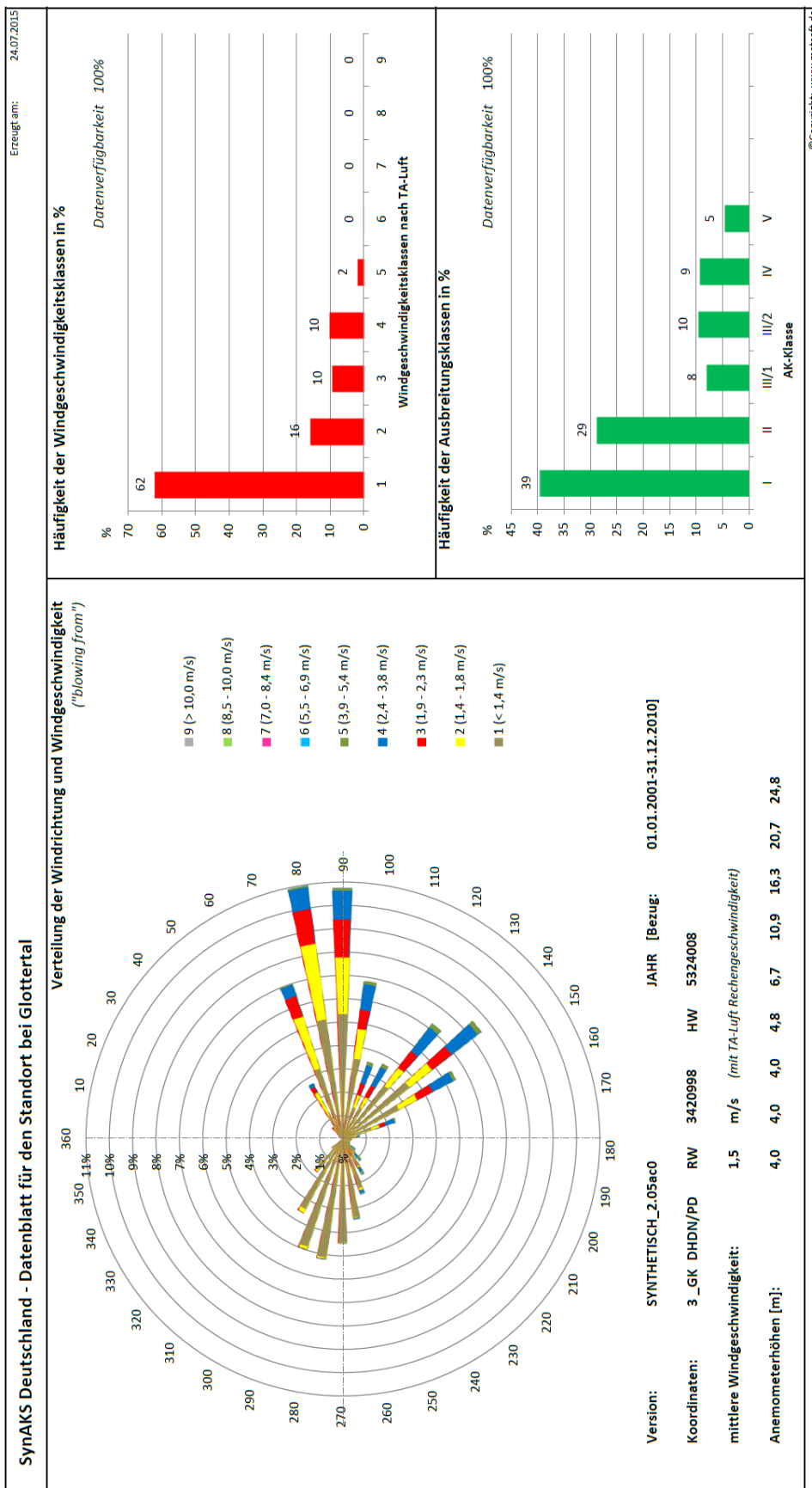
## **A           Anhang: Datenblätter Meteorologie**

A.1 Freiburg





A.2 Glottertal



A.3 St. Märgen

