



**Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG**

**Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware**

An der Roßweid 3, D-76229 Karlsruhe

Telefon: +49 (0) 721 / 6 25 10 - 0

E-Mail: info.ka@lohmeyer.de

URL: www.lohmeyer.de

Messstelle nach §§ 26, 28 BImSchG

**K 7743 NEU
ORTSUMFAHRUNG MARKDORF
-
LUFTSCHADSTOFFGUTACHTEN**

Auftraggeber: Landratsamt Bodenseekreis
Glärnischstraße 1-3
88045 Friedrichshafen

Dipl.-Ing. S. Drautz

Dr.rer.nat. R. Bösing

November 2007
Projekt 60793-06-01
Berichtsumfang 67 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN	1
1 ZUSAMMENFASSUNG	3
2 AUFGABENSTELLUNG	5
3 VORGEHENSWEISE	8
3.1 Zusammenfassung der Beurteilungswerte	8
3.2 Berechnungsverfahren PROKAS.....	9
3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte.....	11
4 EINGANGSDATEN	13
4.1 Verkehrsdaten	13
4.2 Meteorologische Daten.....	19
4.3 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft	21
5 EMISSIONEN	24
5.1 Betrachtete Schadstoffe	24
5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren.....	24
5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren	24
5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren	26
5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes	27
6 ERGEBNISSE	36
6.1 Stickstoffdioxidimmissionen	36
6.2 Feinstaubimmissionen	44
6.3 Prognosejahr der Fertigstellung der Ortsumfahrung.....	51
6.4 Schlussfolgerung	53
7 LITERATUR	54
A1 BEURTEILUNGSWERTE FÜR LUFTSCHADSTOFFKONZENTRATIONEN AN KFZ-STRASSEN.....	59

**A2 BESCHREIBUNG DES NUMERISCHEN VERFAHRENS ZUR
IMMISSIONSERMITTLUNG UND FEHLERDISKUSSION63**

Hinweise:

Die Tabellen und Abbildungen sind kapitelweise durchnummeriert.

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

Es werden Dezimalpunkte (= wissenschaftliche Darstellung) verwendet, keine Dezimalkommas.

ERLÄUTERUNG VON FACHAUSDRÜCKEN

Emission / Immission

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

Hintergrundbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

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

Grenzwerte / Vorsorgewerte

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

Jahresmittelwert / 98-Perzentilwert / Kurzzeitwert (Äquivalentwert)

An den betrachteten Untersuchungspunkten unterliegen die Konzentrationen der Luftschadstoffe in Abhängigkeit von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Verkehrsaufkommen etc. ständigen Schwankungen. Die Immissionskenngrößen Jahresmittelwert, 98-Perzentilwert und weitere Kurzzeitwerte charakterisieren diese Konzentrationen. Der Jahresmittelwert stellt den über das Jahr gemittelten Konzentrationswert dar. Eine Einschränkung hinsichtlich Beurteilung der Luftqualität mit Hilfe des Jahresmittelwertes besteht darin, dass er nichts über Zeiträume mit hohen Konzentrationen aussagt. Eine das ganze Jahr über konstante Konzentration kann zum gleichen Jahresmittelwert führen wie eine zum Beispiel tagsüber

sehr hohe und nachts sehr niedrige Konzentration. Der Gesetzgeber hat deshalb zusätzlich zum Jahresmittelwert z. B. den so genannten 98-Perzentilwert (oder 98-Prozent-Wert) der Konzentrationen eingeführt. Das ist derjenige Konzentrationswert, der in 98 % der Zeit des Jahres unterschritten wird.

Die Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (22. BImSchV) fordert die Einhaltung weiterer Kurzzeitwerte in Form des Stundenmittelwertes der NO₂-Konzentrationen von 200 µg/m³, der nicht mehr als 18 Stunden pro Jahr überschritten werden darf, und des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration von 50 µg/m³, der maximal an 35 Tagen überschritten werden darf. Da diese Werte derzeit nicht direkt berechnet werden können, erfolgt die Beurteilung hilfsweise anhand von abgeleiteten Äquivalentwerten auf Basis der 98-Perzentil- bzw. Jahresmittelwerte. Diese Äquivalentwerte sind aus Messungen abgeleitete Kennwerte, bei deren Unterschreitung auch eine Unterschreitung der Kurzzeitwerte erwartet wird.

Verkehrssituation

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

Feinstaub / PM10

Mit Feinstaub bzw. PM10 werden alle Partikel bezeichnet, die einen gröbenselektierenden Lufteinlass passieren, der für einen aerodynamischen Durchmesser von 10 µm eine Abscheidewirksamkeit von 50 % aufweist.

1 ZUSAMMENFASSUNG

Das Landratsamt Bodenseekreis plant den Bau der K 7743 neu Südumfahrung von Markdorf. Die geplante Neubaustrecke der Ortsumfahrung (OU) Markdorf setzt die im Zuge des Neubaus der L 205 vorgesehene OU Bermatingen in Richtung Süden fort, beginnt folglich nahe des Haslacher Hofes an der bestehenden B 33 von bzw. nach Meersburg / Markdorf und umfährt Markdorf südlich. Es werden die in **Tab. 1.1** aufgeführten Untersuchungsfälle betrachtet (siehe **Abb. 2.1**).

Untersuchungsfall	Bezeichnung
Prognosenullfall	Prognosenullfall
Planungsfall 1.2 Variante LV mit B 31 neu, OU Bermatingen und OU Kluffern	Planungsfall 1.2 (LV)
Planungsfall 1.2 ohne OU Kluffern wie Planungsfall 1.2 jedoch ohne OU Kluffern	Planungsfall 1.2 (oK)
Planungsfall 2.2 wie Planungsfall 1.2 jedoch mit Verschwenkung der OU Markdorf nach Norden und bahnparalleler OU Kluffern	Planungsfall 2.2
Planungsfall 2.3 wie Planungsfall 2.2 jedoch mit geringerer Verschwenkung der OU Markdorf nach Norden	Planungsfall 2.3

Tab. 1.1: Untersuchungsfälle

Darzustellen sind die Auswirkungen der straßenverkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen entlang der geplanten Trassen sowie in sensitiven, d. h. beurteilungsrelevanten Bereichen wie straßennaher Wohnbebauung im Innerortsbereich von Markdorf. In den Innerortsbereichen von Lippach und Kluffern werden die Auswirkungen der Planungen zusätzlich an exemplarischen Untersuchungspunkten aufgezeigt.

Für die Berechnung der verkehrsbedingten Luftschadstoffe werden die Schadstoffaufkommen durch den Verkehr auf bestehenden und geplanten Straßen mit dem Berechnungsverfahren PROKAS betrachtet. Auf Grundlage der Verkehrsprognosen für das Jahr 2025 werden unter Einbeziehung lokaler Windverhältnisse Emissions- und Immissionsberechnungen für die verkehrsrelevanten Schadstoffe NO₂ und PM10 durchgeführt. Die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden dabei für das Jahr 2020 mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 2.1 (UBA, 2004) bestimmt. Das Jahr 2020 stellt den maximalen Prognosehorizont des HBEFA dar. Zusätzlich werden die Auswirkungen der Pla-

nungen für ausgewählte Untersuchungsfälle an den exemplarischen Untersuchungspunkten für das Prognosejahr 2012 als dem Jahr der frühesten Fertigstellung der Ortsumfahrung betrachtet. Die Ergebnisse werden hinsichtlich bestehender Beurteilungswerte der 22. BImSchV und im Vergleich der Untersuchungsfälle diskutiert und bewertet.

Ergebnisse

Aus lufthygienischer Sicht ist festzuhalten, dass mit der hier betrachteten geplanten Ortsumfahrung von Markdorf eine deutliche Entlastung der Ortsdurchfahrt Markdorf von den straßenverkehrsbedingten Schadstoffbelastungen zu erwarten ist. Dies ist aus lufthygienischer Sicht positiv zu bewerten. Im Prognosenufall ergeben die Berechnungen auf Grundlage der Verkehrsprognosen für das Jahr 2025 sowie für das Prognosejahr 2012, dass dort die Grenzwerte der 22. BImSchV für NO₂ im Jahresmittel und für PM10 im Jahresmittel teilweise überschritten sind. Des Weiteren ist die Einhaltung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes nicht in allen Bereichen straßennaher Bebauung gegeben. In den betrachteten Planungsfällen werden entlang der Ortsdurchfahrt Markdorf in etwa vergleichbare Entlastungen berechnet. Auch in den betrachteten Planungsfällen wird trotz reduzierter Immissionen nicht in allen Bereichen straßennaher Bebauung der PM10-Kurzzeitgrenzwert sicher eingehalten.

Im Nahbereich der geplanten Trasse ist eine Erhöhung der verkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen zu erwarten; die in diesen Bereichen prognostizierten Konzentrationswerte unterschreiten die gültigen Beurteilungswerte der jeweiligen Luftschadstoffe dabei deutlich. Der Planungsfall 1.2 (LV) ist dort unter den Planungsfällen der günstigste.

Mit Ausnahme des Planungsfalls 1.2 (oK) sind in den weiteren betrachteten Planungsfällen auch an den Ortsdurchfahrten Kluftern und Lippach Entlastungen von den straßenverkehrsbedingten Schadstoffbelastungen zu erwarten. Die Einhaltung des PM10-Kurzzeitgrenzwertes ist entlang der Ortsdurchfahrt Kluftern im Prognosenufall und im Planungsfall 1.2 (oK) nicht in allen Bereichen straßennaher Bebauung sicher gegeben.

2 AUFGABENSTELLUNG

Das Landratsamt Bodenseekreis plant den Bau der K 7743 neu Südumfahrung von Markdorf. Für die Ortsumfahrungen Bermatingen und Markdorf sowie die im Osten anschließende Ortsumfahrung Kluffern wurde bereits im Jahr 2003 ein Luftschadstoffgutachten erstellt: „L 205-neu Ortsumfahrungen Bermatingen und Markdorf; L 207-neu / K 7742 Ortsumfahrung Kluffern - Luftschadstoffgutachten. Ingenieurbüro Dr.-Ing. Achim Lohmeyer, Karlsruhe. Projekt 5154, Januar 2003. Gutachten im Auftrag des Straßenbauamtes Überlingen“. Seit Erstellung des o. g. Luftschadstoffgutachtens im Jahr 2003 sind neue Prognosen für die Verkehrszahlen erarbeitet worden sowie aktualisierte Lage- und Höhenpläne vorliegend. Zudem haben sich zwischenzeitlich Änderungen im Bereich der Emissionsmodellierung ergeben. Neben der Herausgabe einer aktualisierten Emissionsfaktoren-Datenbank durch das Umweltbundesamt (HBEFA Version 2.1, Feb. 2004), wurde die PM10-Emissionsbestimmung für Abrieb und Aufwirbelung auf der Grundlage von Forschungserkenntnissen weiterentwickelt (BASt, 2005).

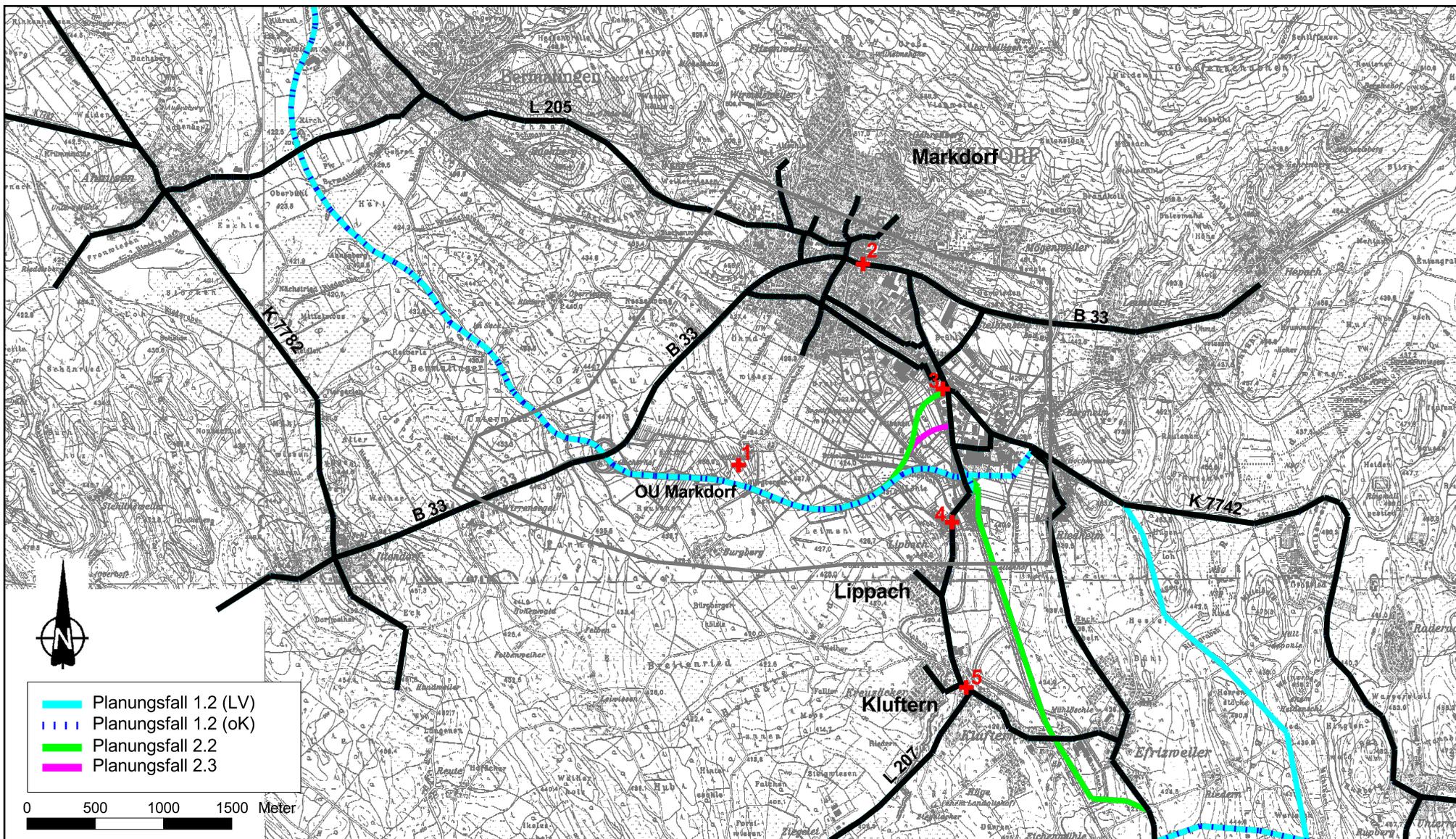
Die vorliegende Untersuchung behandelt den Bereich der Ortsumfahrung (OU) Markdorf. Die geplante Neubaustrecke der OU Markdorf beginnt an der bestehenden B 33 im Bereich des Haslacher Hofes, verläuft in östlicher Richtung südlich des Stüblehofes, unterquert die Bahnlinie Markdorf – Friedrichshafen und bindet unmittelbar nach der Bahnüberführung an die bestehende L 207 an. Neben dem Prognosenullfall werden die in **Tab. 2.1** aufgeführten Planungsfälle betrachtet (siehe **Abb. 2.1**).

Untersuchungsfall	Bezeichnung
Prognosenullfall	Prognosenullfall
Planungsfall 1.2 Variante LV mit B 31 neu, OU Bermatingen und OU Kluffern	Planungsfall 1.2 (LV)
Planungsfall 1.2 ohne OU Kluffern wie Planungsfall 1.2 jedoch ohne OU Kluffern	Planungsfall 1.2 (oK)
Planungsfall 2.2 wie Planungsfall 1.2 jedoch mit Verschwenkung der OU Markdorf nach Norden und bahnparalleler OU Kluffern	Planungsfall 2.2
Planungsfall 2.3 wie Planungsfall 2.2 jedoch mit geringerer Verschwenkung der OU Markdorf nach Norden	Planungsfall 2.3

Tab. 2.1: Untersuchungsfälle

Die Lage des Untersuchungsgebietes mit dem umliegenden Straßennetz ist in **Abb. 2.1** aufgezeigt. In **Abb. 2.1** ist das bestehende Straßennetz schwarz und die geplanten Baumaß-

nahmen in Farbe eingezeichnet. Die flächenhafte Darstellung der Immissionen erfolgt in einem Bereich, welcher in **Abb. 2.1** grau umrahmt ist. Ausgewählte Untersuchungspunkte sind rot markiert und fortlaufend nummeriert. Darzustellen sind die Auswirkungen der straßenverkehrsbedingten Luftschadstoffbelastungen entlang der geplanten Trassen sowie in sensiblen, d. h. beurteilungsrelevanten Bereichen wie straßennaher Wohnbebauung im Innerortsbereich von Markdorf. In den Innerortsbereichen von Lippach und Kluftern werden die Auswirkungen der Planungen zusätzlich an exemplarischen Untersuchungspunkten aufgezeigt.



- Planungsfall 1.2 (LV)
- Planungsfall 1.2 (oK)
- Planungsfall 2.2
- Planungsfall 2.3

0 500 1000 1500 Meter



Abb. 2.1: Lage des Untersuchungsgebietes
schwarz: Straßennetz im Prognosenullfall, blau, grün und magenta: betrachtete Planungsfälle, grau: Bereich der Immissionsdarstellung, rot: ausgewählte Untersuchungspunkte

3 VORGEHENSWEISE

Bei der Verbrennung des Kfz-Kraftstoffes wird eine Vielzahl von Schadstoffen freigesetzt, die die menschliche Gesundheit gefährden können. Im Rahmen der vorliegenden Luftschadstoffuntersuchung ist zu prüfen, ob die durch die geplanten Baumaßnahmen verursachten Auswirkungen die Luftkonzentrationen der Schadstoffe (Immissionen) unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Hintergrundbelastung in gesetzlich unzulässigem Maße erhöhen. Der Vergleich der Schadstoffkonzentrationen mit schadstoffspezifischen Beurteilungswerten, z. B. Grenzwerten, die vom Gesetzgeber zum Schutz der menschlichen Gesundheit festgelegt werden, lässt Rückschlüsse auf die Luftqualität zu. Für den Kfz-Verkehr relevant ist v. a. die 22. BImSchV.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich unter Berücksichtigung der o. g. Grenzwerte und der derzeitigen Konzentrationsniveaus auf die v. a. vom Straßenverkehr erzeugten Schadstoffe Stickoxide und Feinstaubpartikel (PM10). Nach Aufhebung der 23. BImSchV durch die 33. BImSchV (2004) liegen keine Beurteilungswerte für Ruß mehr vor. Im Zusammenhang mit Beiträgen durch den Kfz-Verkehr sind die Schadstoffe Benzol, Blei, Schwefeldioxid SO₂ und Kohlenmonoxid CO aufgrund der Emissionswerte und der derzeitigen Luftkonzentrationen von untergeordneter Bedeutung. Für Stickstoffmonoxid NO gibt es keine Beurteilungswerte. Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch Vergleich relativ zum entsprechenden Grenzwert.

3.1 Zusammenfassung der Beurteilungswerte

In **Tab. 3.1** werden die in der vorliegenden Studie verwendeten und im Anhang A1 erläuterten Beurteilungswerte für die relevanten Autoabgaskomponenten zusammenfassend dargestellt. Diese Beurteilungswerte sowie die entsprechende Nomenklatur werden im vorliegenden Gutachten durchgängig verwendet.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in µg/m ³	
		Jahresmittel	Kurzzeit
NO ₂	Grenzwert ab 2010	40	200 (Stundenwert, maximal 18 Überschreitungen/Jahr)
PM10	Grenzwert ab 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)

Tab. 3.1: Beurteilungsmaßstäbe für Luftschadstoffimmissionen nach 22. BImSchV (2007)

Die Beurteilung der Schadstoffimmissionen erfolgt durch den Vergleich relativ zum jeweiligen Grenzwert.

Weiter orientiert sich die Bewertung an der Einstufung von Schadstoffimmissionen (siehe **Tab. 3.2**) durch die Landesanstalt für Umweltschutz, Baden-Württemberg (LfU, 1993).

Immissionen in % der entsprechenden Grenzwerte	Bewertung
bis 10 %	sehr niedrige Konzentrationen
über 10 % bis 25 %	niedrige Konzentrationen
über 25 % bis 50 %	mittlere Konzentrationen
über 50 % bis 75 %	leicht erhöhte Konzentrationen
über 75 % bis 90 %	erhöhte Konzentrationen
über 90 % bis 100 %	hohe Konzentrationen
über 100 % bis 110 %	geringfügige Überschreitungen
über 110 % bis 150 %	deutliche Überschreitungen
über 150 %	hohe Überschreitungen

Tab. 3.2: Bewertung von Immissionen nach LfU (1993)

3.2 Berechnungsverfahren PROKAS

Das Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (MLuS 02, geänderte Fassung 2005) wird für solche Betrachtungen als einfach anwendbares Verfahren bevorzugt. Die o. a. Aufgabenstellung schränkt die Anwendung von MLuS jedoch ein. Eine Schadstoffabschätzung mit MLuS ist nur für konkrete Querschnitte an Außerortsstraßen möglich, beispielsweise entlang der geplanten Umfahrungsstrecke. Durch die geplante Baumaßnahme bedingte Be- und Entlastungseffekte im Innerortsbereich von Markdorf sind mit diesem Verfahren nicht ermittelbar. Deshalb wird in dem vorliegenden Gutachten das für diese Fragestellung geeignete Straßennetzmodell PROKAS eingesetzt. Im Gegensatz zu dem Abschätzverfahren MLuS ermöglicht das Berechnungsverfahren PROKAS die Verwendung des detaillierten Straßenverlaufs sowie einer untersuchungsgebietstypischen Wind- und Ausbreitungsstatistik. Das Modell erlaubt auch die Schadstoffprognosen an innerörtlichen Straßen mit Randbebauung. Mit PROKAS ist innerorts und außerorts sowohl eine flächenhafte Berechnung der Schadstoffimmissionen als auch eine Berechnung an ausge-

wählten Untersuchungspunkten möglich. Lärmschutzbauten und/oder Randbebauung werden in typisierter Form berücksichtigt.

Auf der Grundlage der vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Verkehrsmengen für die Prognose 2025 werden für das Jahr 2020 die von den Kraftfahrzeugen emittierten Schadstoffmengen und -immissionen ermittelt. Das Jahr 2020 stellt den maximalen Prognosehorizont des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 2.1 (UBA, 2004) dar, mit welchem die mittleren spezifischen Emissionen der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) bestimmt werden. Zusätzlich werden die Auswirkungen der Planungen für ausgewählte Untersuchungsfälle an den exemplarischen Untersuchungspunkten für das Prognosejahr 2012 als dem Jahr der frühesten Fertigstellung der Ortsumfahrung betrachtet.

Die Emissionen der Feinstaubpartikel (PM10) des Straßenverkehrs aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung werden im HBEFA 2.1 nicht behandelt. Die PM10-Emissionsbestimmung für Abrieb und Aufwirbelung erfolgt auf der Grundlage der Ergebnisse von Forschungsarbeiten (BASt, 2005; Düring und Lohmeyer, 2004). Die Vorgehensweise zur Emissionsbestimmung entspricht somit dem Stand der Technik.

Unter Einbeziehung der Auftretenshäufigkeit aller möglichen Fälle der meteorologischen Verhältnisse (lokal repräsentative Wind- und Ausbreitungsklassenstatistik), der berechneten Emissionen des Verkehrs auf den Straßen innerhalb des Untersuchungsgebietes und des Wochengangs der Emissionen werden die im Untersuchungsgebiet auftretenden Immissionen berechnet. Das verwendete Berechnungsverfahren PROKAS (siehe Anhang A2) ist in der Lage, sämtliche in **Abb. 2.1** dargestellten Straßenzüge gleichzeitig für jede Stunde der Woche mit ihrer jeweiligen Emission emittieren zu lassen.

Aus der Häufigkeitsverteilung der berechneten verkehrsbedingten Schadstoffkonzentrationen (Zusatzbelastung) werden die statistischen Immissionskenngrößen Jahresmittel- bzw. Kurzzeitwerte des untersuchten Luftschadstoffes ermittelt. Dieser Zusatzbelastung, verursacht vom Verkehr innerhalb des Untersuchungsgebietes, wird die großräumig vorhandene Hintergrundbelastung überlagert. Die Hintergrundbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne die Emissionen auf den berücksichtigten Straßen vorläge, wird auf der Grundlage von Messwerten an nahe gelegenen Messstandorten abgeschätzt.

3.3 Überschreitungshäufigkeit der Stunden- und Tagesmittelwerte

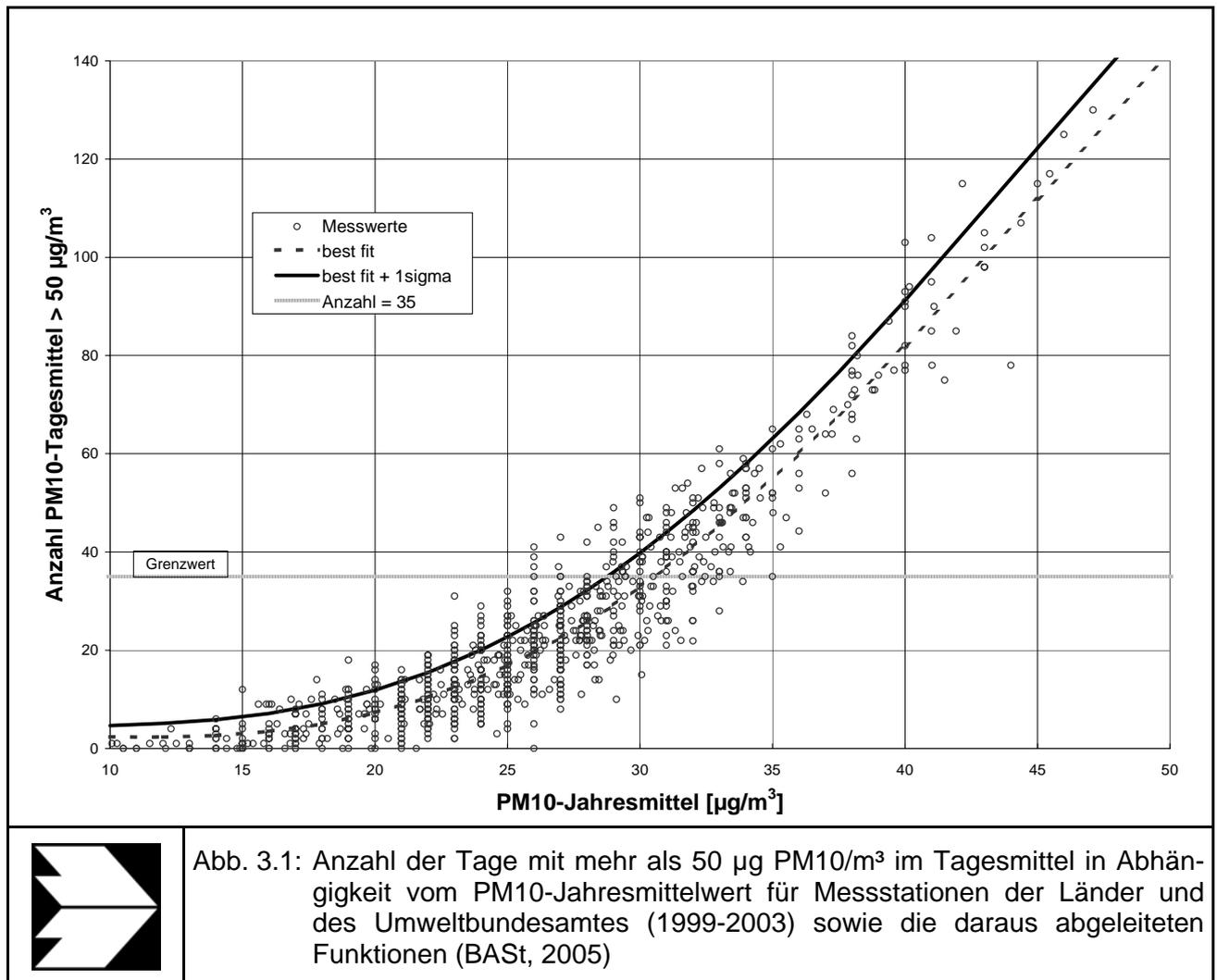
Die 22. BImSchV definiert u. a. als Kurzzeitgrenzwert für NO_2 einen Stundenmittelwert von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, der nur 18 mal im Jahr überschritten werden darf. Entsprechend einem einfachen praktikablen Ansatz basierend auf Auswertungen von Messdaten (Lohmeyer et al., 2000) kann abgeschätzt werden, dass dieser Grenzwert dann eingehalten ist, wenn der 98-Perzentilwert $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bis $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nicht überschreitet. Die genannte Spannbreite, abgeleitet aus der Analyse von Messdaten verschiedener Messstellen, ist groß; die Interpretationen der Messdaten deuten darauf hin, dass bei einer Unterschreitung des 98-Perzentilwertes von $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (= Äquivalentwert) der genannte Grenzwert für die maximalen Stundenwerte eingehalten wird.

Zur Ermittlung der in der 22. BImSchV definierten Anzahl von Überschreitungen eines Tagesmittelwertes der PM_{10} -Konzentrationen von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird ein ähnliches Verfahren eingesetzt. Im Rahmen eines Forschungsprojektes für die Bundesanstalt für Straßenwesen wurde aus 914 Messdatensätzen aus den Jahren 1999 bis 2003 eine gute Korrelation zwischen der Anzahl der Tage mit PM_{10} -Tagesmittelwerten größer als $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und dem PM_{10} -Jahresmittelwert gefunden (**Abb. 3.1**). Daraus wurde eine funktionale Abhängigkeit der PM_{10} -Überschreitungshäufigkeit vom PM_{10} -Jahresmittelwert abgeleitet (BAST, 2005). Die Regressionskurve nach der Methode der kleinsten Quadrate („best fit“) und die mit einem Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöhte Funktion („best fit + 1 sigma“) sind ebenfalls in der **Abb. 3.1** dargestellt.

Im Oktober 2004 stellte die Arbeitsgruppe „Umwelt und Verkehr“ der Umweltministerkonferenz (UMK) aus den ihr vorliegenden Messwerten der Jahre 2001 bis 2003 eine entsprechende Funktion für einen „best fit“ vor (UMK, 2004). Diese Funktion zeigt bis zu einem Jahresmittelwert von ca. $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ einen nahezu identischen Verlauf wie der o. g. „best fit“ nach BAST (2005). Im statistischen Mittel wird somit bei beiden Datenauswertungen die Überschreitung des PM_{10} -Kurzzeitgrenzwertes bei einem PM_{10} -Jahresmittelwert von $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erwartet.

Im vorliegenden Gutachten wird wegen der Unsicherheiten bei der Berechnung der PM_{10} -Emissionen sowie wegen der von Jahr zu Jahr an den Messstellen beobachteten meteorologisch bedingten Schwankungen der Überschreitungshäufigkeiten eine konservative Vorgehensweise gewählt. Dazu wird die in BAST (2005) angegebene „best fit“-Funktion um einen Sicherheitszuschlag von einer Standardabweichung erhöht. Mehr als 35 Überschreitungen

eines Tagesmittelwertes von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Grenzwert) werden mit diesem Ansatz für PM10-Jahresmittelwerte ab $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ abgeleitet. Dieser Ansatz stimmt mit dem vom Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen vorgeschlagenen Vorgehen überein (LUA NRW, 2006).



4 EINGANGSDATEN

Für die Emissions- bzw. Immissionsberechnungen sind als Eingangsgrößen die Lage des Straßennetzes im zu betrachtenden Untersuchungsgebiet und verkehrsspezifische Informationen von Bedeutung. Für das Untersuchungsgebiet wurden die Verkehrsdaten durch den Auftraggeber zur Verfügung gestellt. Weitere Grundlagen der Immissionsberechnungen sind die basierend auf den Verkehrsdaten berechneten Schadstoffemissionen (Kap. 5), die meteorologischen Daten und die Schadstoffhintergrundbelastung. Die der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegenden Verkehrsdaten, meteorologischen Daten und Schadstoffhintergrundbelastung werden in den Abschnitten 4.1 bis 4.3 erläutert. Vom Auftraggeber wurden als Grundlage für das vorliegende Gutachten u. a. die nachfolgenden Unterlagen übergeben:

- Planungsfälle 1.2 (LV) und 1.2 (oK):
Lageplan Unterlage 7 Bl. 1 bis 4, Stand 09/2007
Höhenpläne Unterlage 8 Bl. 1 bis 4, Stand 09/2007
- Planungsfall 2.2:
Lageplan Unterlage 7 Bl. 1, Stand 12/2005
Höhenplan Unterlage 8 Bl. 1, Stand 12/2005
- Planungsfall 2.3:
Übersichtslageplan Unterlage 1 Bl. 5I, Stand 10/2004
Höhenplan Unterlage 8 Bl. 2, Stand 12/2005
- B 31 – Verlegung zwischen Immenstaad und Friedrichshafen und BA II B Immenstaad – Waggerhausen K 7739 – Planfeststellung. Ergebnisse zusätzlicher Schadstoffuntersuchungen, Regierungspräsidium Tübingen, 30.11.2006 (Auszug)
- B 31 – Verlegung zwischen Immenstaad und Friedrichshafen und BA II B Immenstaad – Waggerhausen K 7739 – Planfeststellung. Ergebnisse zusätzlicher Schalltechnischer Berechnungen, Regierungspräsidium Tübingen, 30.11.2006 mit Übersichtskarte Immissionsorte (Auszug)
- Orthophotos und topographische Karten TK25

4.1 Verkehrsdaten

Die Verkehrsdaten wurden durch den Verkehrsgutachter in Form von Tagesverkehrsmengen zur Verfügung gestellt (MODUS CONSULT, 2007). Das sind für das Betrachtungsgebiet mit direkter Umgebung Angaben der durchschnittlichen täglichen Verkehrsstärken (DTV) und der LKW-Anteile in %. Die Verkehrsmengen beziehen sich auf den Zeithorizont 2025. Die Verkehrsdaten sind für die zu betrachtenden Untersuchungsfälle in **Abb. 4.1** bis **Abb. 4.5** aufgezeigt. Für die zusätzlichen immissionsseitigen Betrachtungen für das Prognosejahr 2012

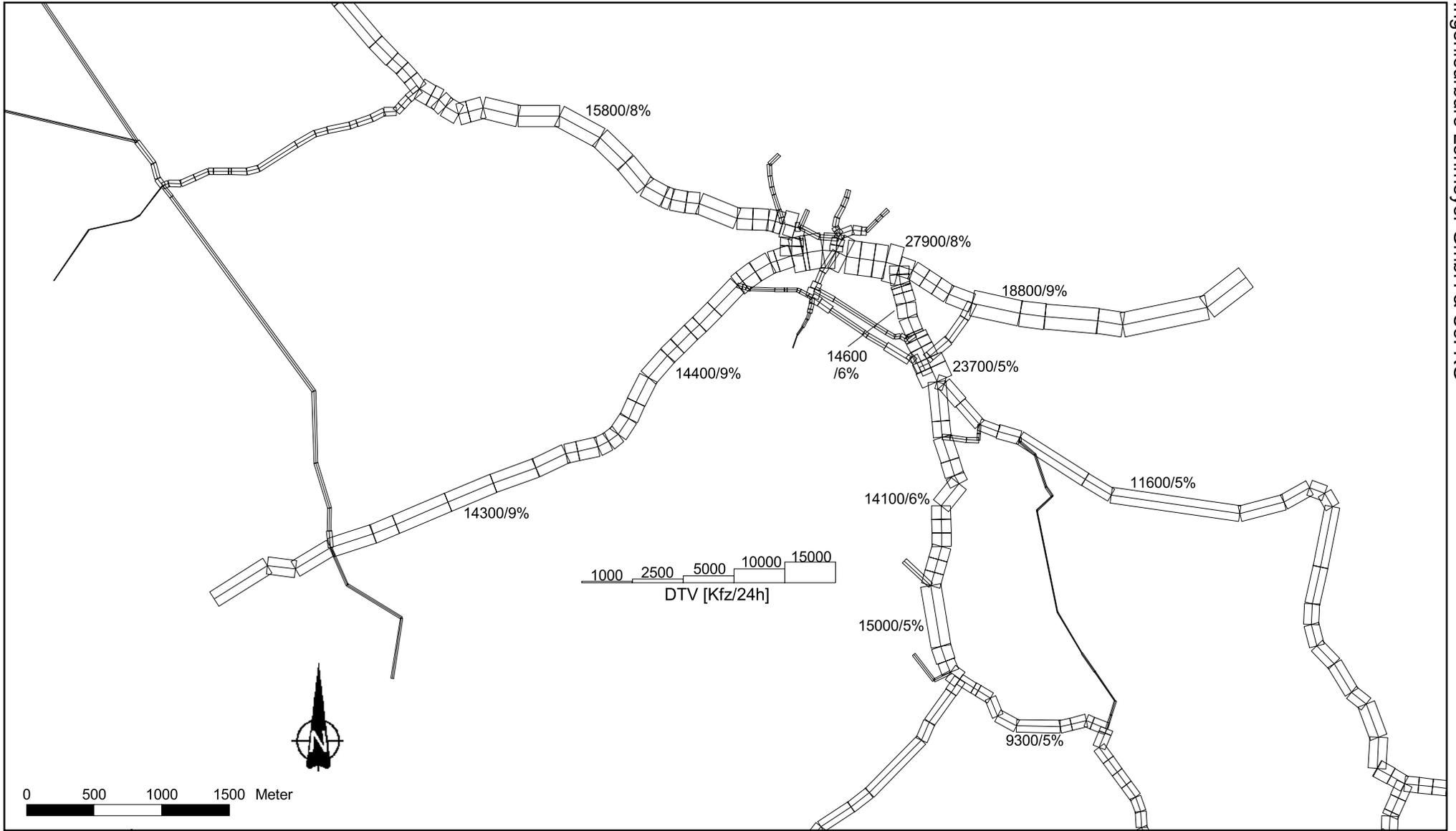


Abb. 4.1: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil in [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosefall 2025

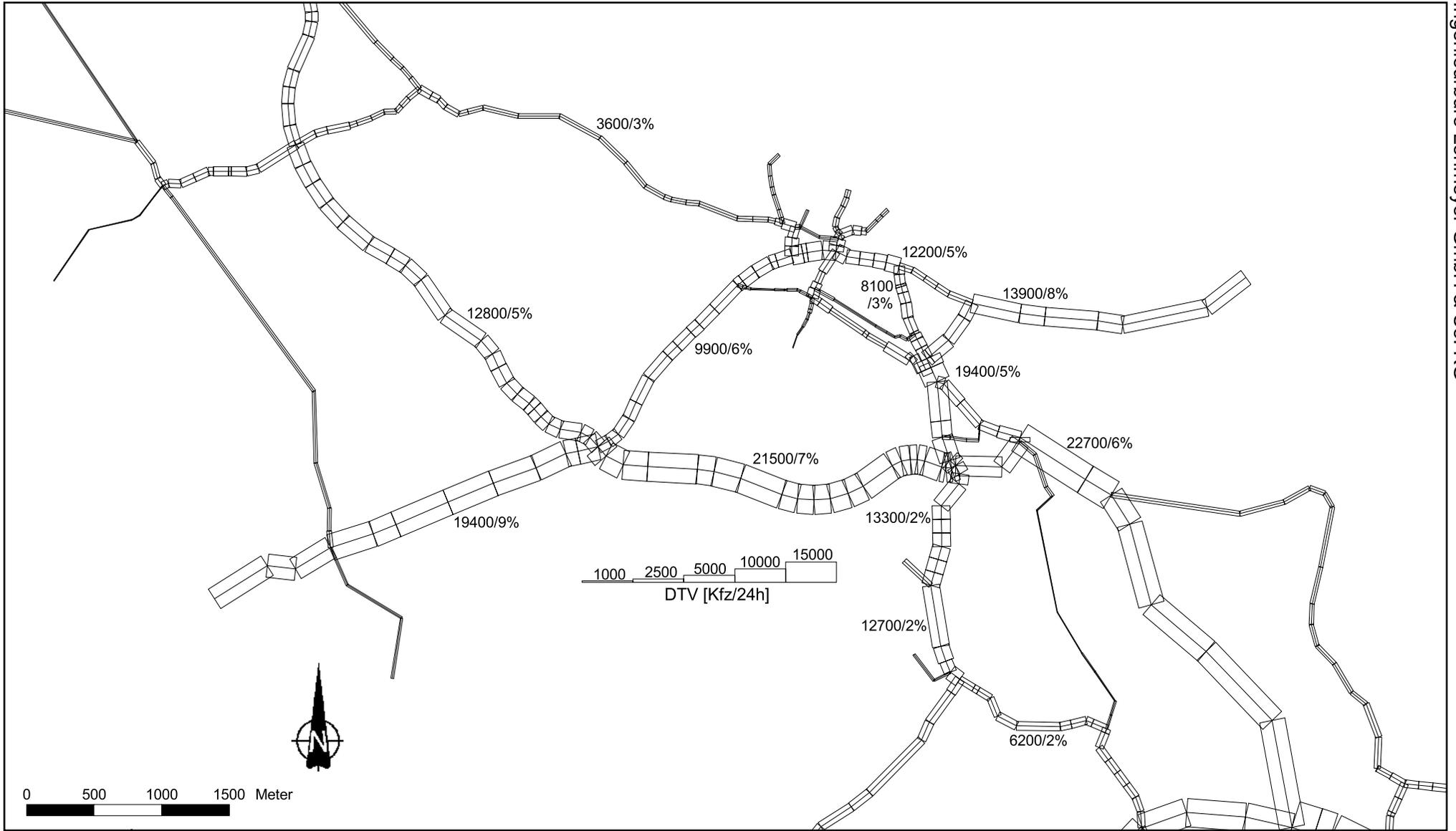
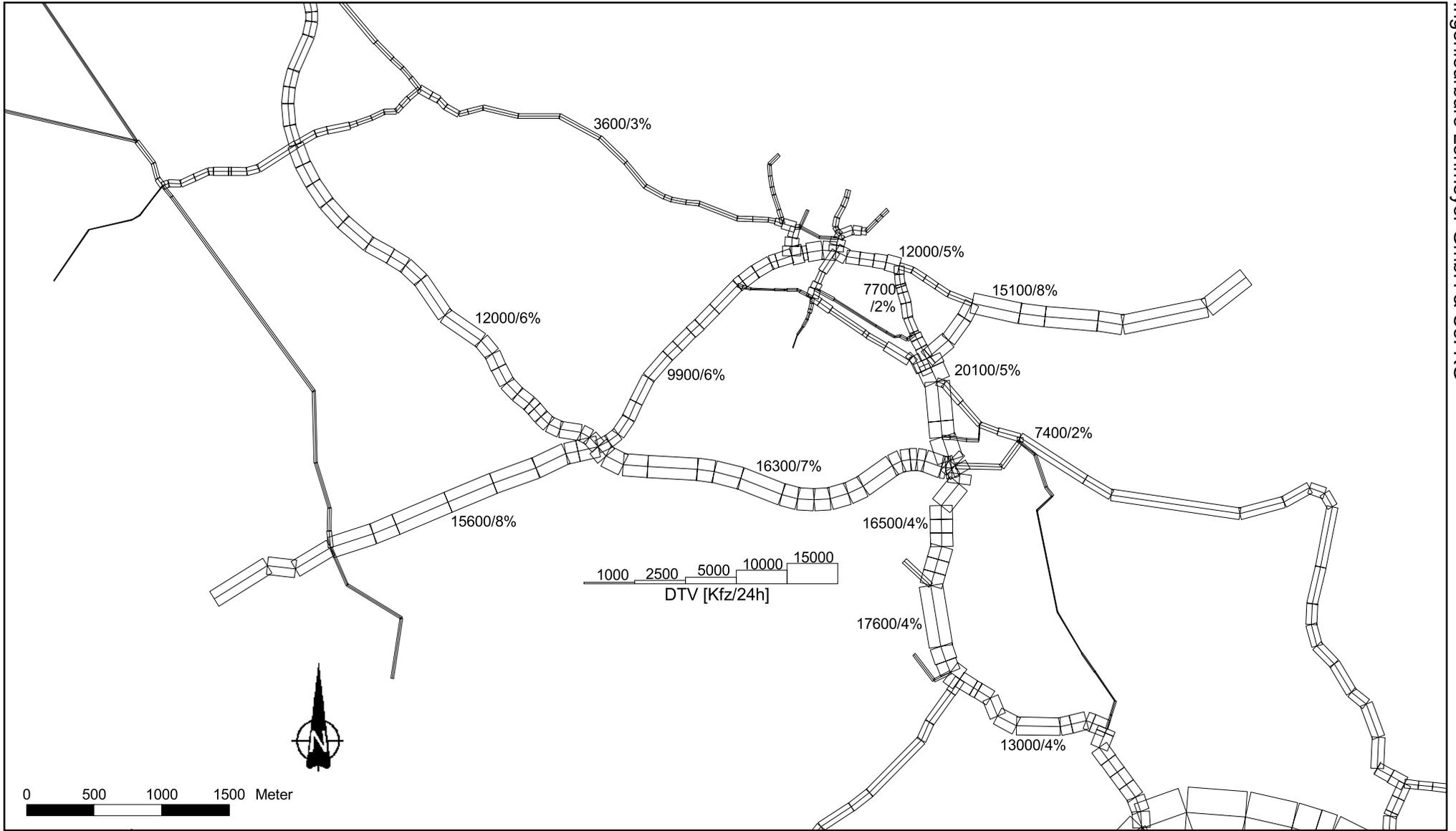


Abb. 4.2: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil in [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planungsfall 1.2 (LV) 2025



0 500 1000 1500 Meter



1000 2500 5000 10000 15000
DTV [Kfz/24h]



Abb. 4.3: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil in [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planungsfall 1.2 (oK) 2025

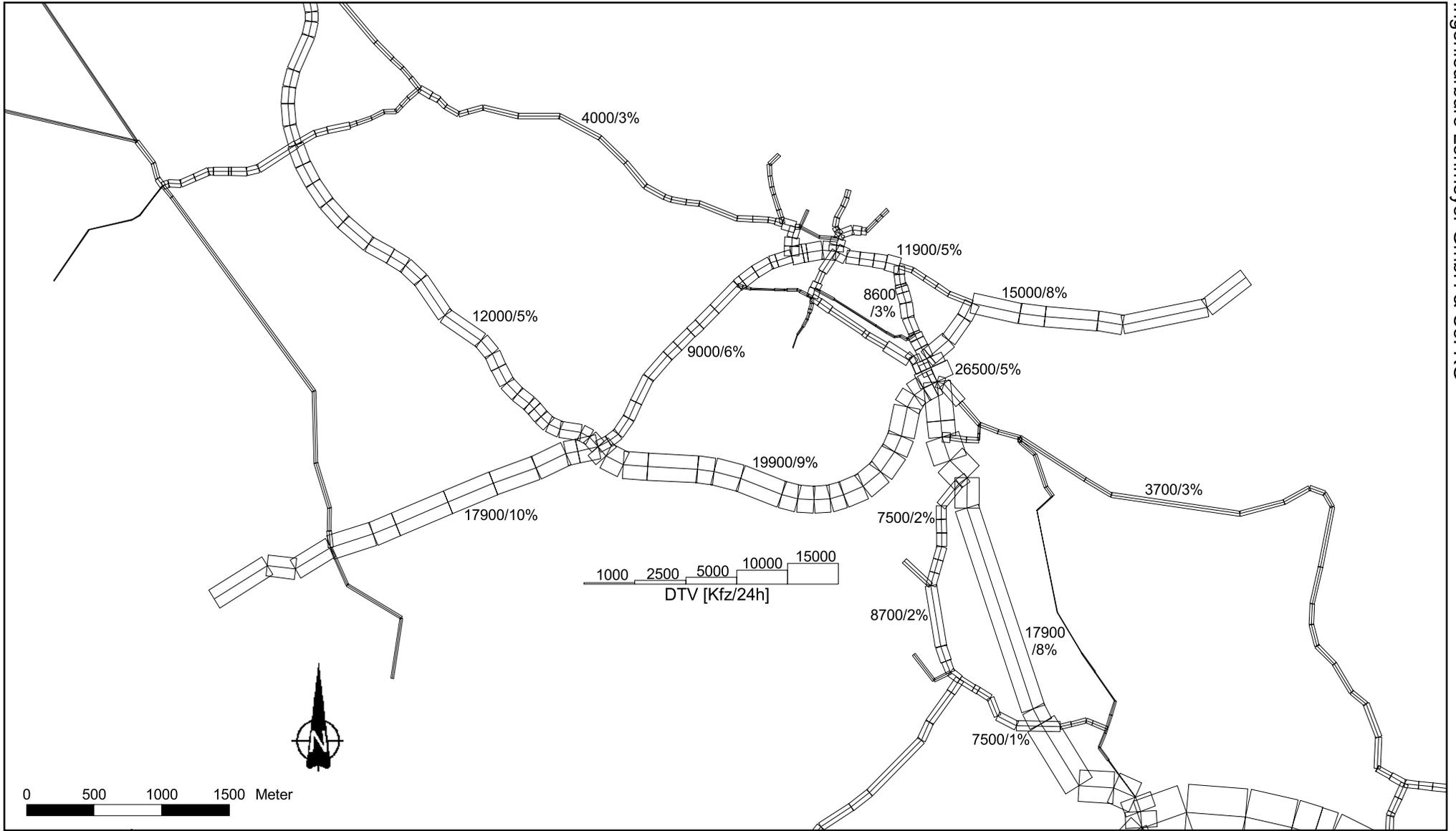


Abb. 4.4: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil in [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planungsfall 2.2 2025

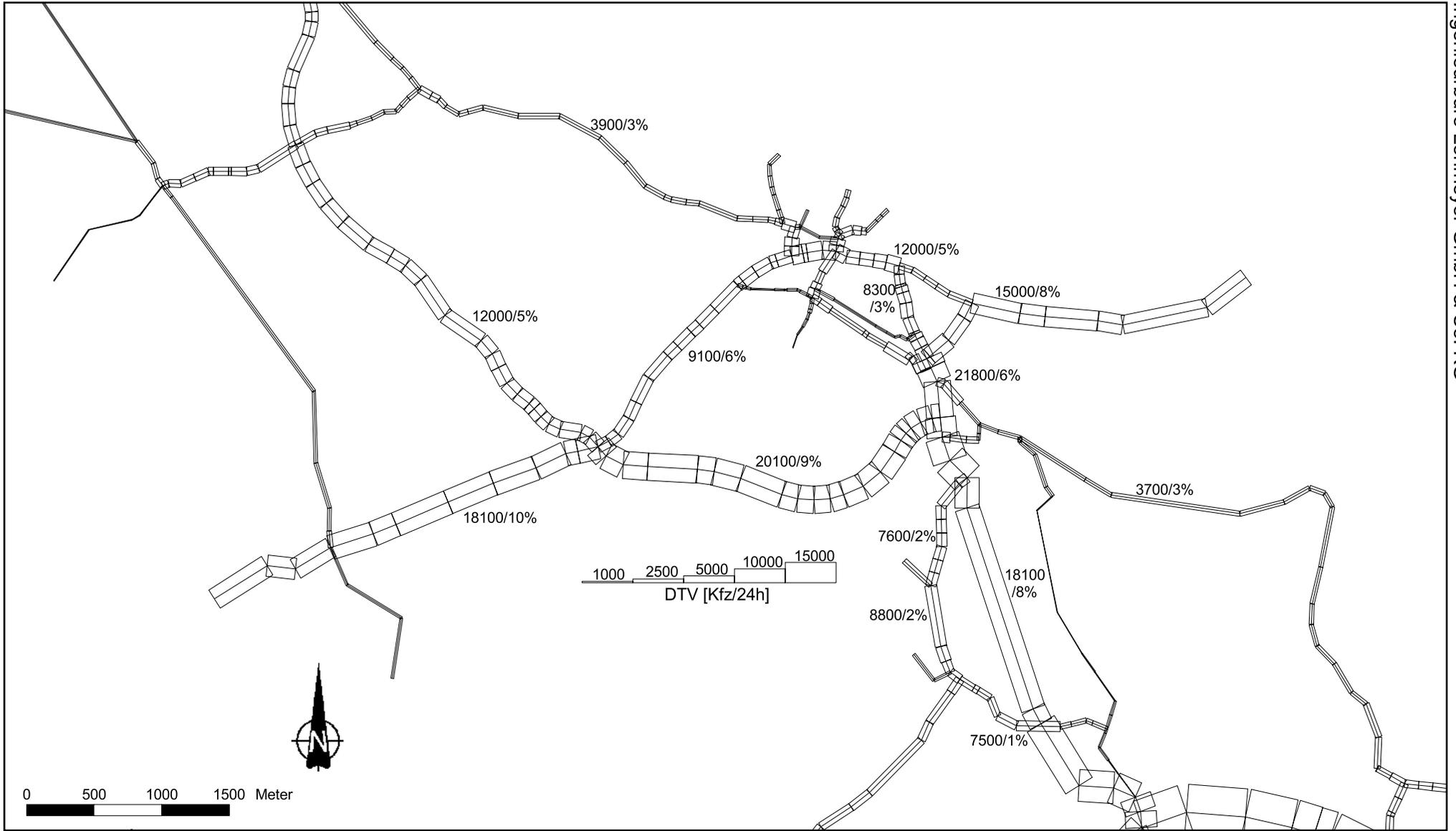


Abb. 4.5: Durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke in [Kfz/24h] und LKW-Anteil in [%] auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planungsfall 2.3 2025

als dem Jahr der frühesten Fertigstellung des Bauvorhabens werden die Verkehrsdaten entsprechend den Angaben des Verkehrsgutachters angesetzt (MODUS CONSULT, 2007a). Demzufolge sind die im Jahr 2012 für die OU Markdorf sowie für die Ortsdurchfahrten Markdorf (B 33), Lippach (L 207) und Kluftern (L 328b) zu erwartenden Verkehrsmengen gegenüber dem Jahr 2025 um bis 15 % reduziert.

Zur Berechnung der zeitlichen Verteilung der Emissionen werden zusätzlich zu den Verkehrsstärken und LKW-Anteilen die Verkehrstagesganglinien an Werktagen, Samstagen und Sonntagen benötigt, die insbesondere der Ermittlung der Kurzzeitbelastungen dienen. Diese wurden aus Verkehrszählungsdaten von der B 33 sowie der L 205 und der L 207 ermittelt.

4.2 Meteorologische Daten

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

Für den Bereich innerhalb des Untersuchungsgebietes wurden bei einer Recherche keine Windmessungen gefunden. Im weiteren Umfeld liegen jedoch verschiedene Windmessungen vor:

- Standort und Betreiber der Station
- Bad Waldsee (LfU BW und DWD)
- Ravensburg (LfU BW)
- Friedrichshafen (LfU BW und DWD)
- Illmensee (LfU BW)

Die Überprüfung zeigte, dass die meisten dieser Daten von lokalen Einflüssen geprägt sind. Die beste Übereinstimmung mit den im Untersuchungsgebiet vorliegenden topografischen Gegebenheiten zeigen die Verhältnisse am Standort Bad Waldsee. Die Übertragbarkeit der Windstatistik wurde mit dem diagnostischen Windfeldmodell DIWIMO (Beschreibung siehe www.lohmeyer.de/modelle/diwimo.htm) überprüft. Die Häufigkeitsverteilungen der Windrichtungen und Windgeschwindigkeiten für die Station Bad Waldsee sind in **Abb. 4.6** dargestellt. Es dominieren die Hauptwindrichtungen Südwest und Nordost, östliche bis südöstliche und nördliche bis nordwestliche Windrichtungen sind dagegen selten. Die mittlere Windgeschwindigkeit liegt bei 2 m/s.

