

4.3 Schadstoffhintergrundbelastung der Luft

Die Immission eines Schadstoffes im Nahbereich von Straßen setzt sich aus der großräumig vorhandenen Hintergrundbelastung und der straßenverkehrsbedingten Zusatzbelastung zusammen. Die Hintergrundbelastung entsteht durch Überlagerung von Immissionen aus Industrie, Hausbrand, nicht detailliert betrachtetem Nebenstraßenverkehr und weiter entfernt fließendem Verkehr sowie überregionalem Ferntransport von Schadstoffen. Es ist die Schadstoffbelastung, die im Untersuchungsgebiet ohne Verkehr auf den explizit in die Untersuchung einbezogenen Straßen vorliegen würde.

Die Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) betreibt das Luftmessnetz in Baden-Württemberg. In den Jahresberichten und mehrjährigen Datenreihen über die Immissionsmesswerte sind u. a. Angaben zu den statistischen Kenngrößen der gemessenen Luftschadstoffe zu finden. Die Messwerte belegen dass, im Vergleich zu den Grenzwerten die Schadstoffe Benzol, Blei, Kohlenmonoxid und Schwefeldioxid von untergeordneter Bedeutung sind. Für die Beurteilung der Auswirkungen der Straßenverkehrsemissionen werden im vorliegenden Gutachten die Schadstoffe Stickstoffdioxid (NO_2) und Feinstaubpartikel PM_{10} betrachtet. Vorliegende Daten für die im Umkreis des Untersuchungsgebietes gelegenen Stationen sind auszugsweise in **Tab. 4.1** angeführt.

Die in **Tab. 4.1** angeführten Stationen Konstanz, ca. 18 km südwestlich des Untersuchungsgebietes gelegen, und Ravensburg, ca. 29 km nordöstlich des Untersuchungsgebietes gelegen, befinden sich im städtischen Gebiet. Die Station Pfullendorf, ca. 26 km nordnordwestlich des Untersuchungsgebietes gelegen, und Bad Waldsee, ca. 35 km nordöstlich des Untersuchungsgebietes gelegen, sind im vorstädtischen Gebiet gelegen und werden vom Betreiber als Hintergrundstationen eingeordnet. Die Station Friedrichshafen, ca. 10 km südöstlich des Untersuchungsgebietes gelegen, befindet sich verkehrsnah in städtischem Gebiet.

Die an den genannten Stationen erfassten Messwerte der Luftbelastung sind überwiegend durch umliegende Nutzung, wie Hauptverkehrsstraßen, Industrie- und Gewerbegebiete, Wohnbebauung, etc. beeinflusst. In den Messwerten sind die Auswirkungen dieser Emissionen enthalten. Bei der Ermittlung der Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet werden die Straßenverkehrsemissionen in den Ausbreitungsrechnungen weitgehend berücksichtigt. Die Werte der genannten Stationen sind daher nicht als Hintergrundbelastung anzusetzen, weil

sonst der Einfluss der dominierenden Quelle Straßenverkehr bei der Überlagerung von Zusatzbelastung und Hintergrundbelastung quasi „doppelt“ berücksichtigt würde.

Schadstoff-komponente	Zeitraum	Friedrichs-hafen	Konstanz	Pfullendorf	Ravens-burg	Bad Waldsee
NO ₂ -Jahresmittel	2000	30	27	-	26	18
	2001	29	23	-	23	15
	2002	26	24	-	25	17
	2003	25	22	-	-	-
	2004	21	19	-	-	-
	2005	26	22	12	-	-
	2006	24	20	13	-	-
NO ₂ -98-Perzentil	2000	78	70	-	66	53
	2001	70	64	-	58	50
	2002	66	62	-	61	55
	2003	74	68	-	-	-
	2004	60	54	-	-	-
	2005	-	-	-	-	-
	2006	-	-	-	-	-
PM10-Jahresmittel	2000	22	22	-	22	19
	2001	21	20	-	20	17
	2002	22	24	-	22	19
	2003	26	27	-	-	-
	2004	21	24	-	-	-
	2005	23	24	20	-	-
	2006	23	24	22	-	-

Tab. 4.1: Jahreskenngrößen der Luftschadstoff-Messwerte in µg/m³ an Messstationen in der Umgebung des Untersuchungsgebietes (LUBW, 2000-2006)

Die Hintergrundbelastung für die betrachteten Schadstoffe wird auf dieser Grundlage abgeschätzt. Für die Immissionsberechnungen im Untersuchungsgebiet werden die in der **Tab. 4.2** angegebenen Schadstoffhintergrundbelastungen angesetzt.

Schadstoff	Jahresmittelwert	98-Perzentilwert
NO ₂	22	55
PM10	22	-

Tab. 4.2: Angesetzte Schadstoffhintergrundbelastung in µg/m³ im Untersuchungsgebiet

Mit Hilfe von technischen Maßnahmen und politischen Vorgaben wird angestrebt, die Emissionen der o. a. Schadstoffe in den kommenden Jahren in Deutschland zu reduzieren. Deshalb wird erwartet, dass auch die großräumig vorliegenden Luftschadstoffbelastungen im Mittel im Gebiet von Deutschland absinken. Für das zu betrachtende Prognosejahr zeigen

Abschätzungen (MLuS 02, 2005) bezogen auf die heutige Situation Reduktionen der Immissionen um ca. 5 bis 10 %. Diese Abschätzungen beziehen sich auf das Gebiet von Deutschland; im Einzelfall kann die Entwicklung der Schadstoffkonzentrationen aufgrund regionaler Emissionsentwicklungen davon abweichen. Deshalb werden bis zum Prognosejahr zu erwartende Reduzierungen der Hintergrundbelastungen nicht berücksichtigt.

5 EMISSIONEN

5.1 Betrachtete Schadstoffe

Die Kraftfahrzeuge emittieren bei ihrem Betrieb eine Vielzahl von Schadstoffen. Die Relevanz dieser Schadstoffe ist recht unterschiedlich. Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit werden erfahrungsgemäß am ehesten bei NO₂ und PM₁₀ erreicht, deshalb werden diese Stoffe im vorliegenden Gutachten detailliert betrachtet. Die Konzentrationen für andere Luftschadstoffe wie Benzol, SO₂, CO, Blei etc. sind im Vergleich zu ihren gesetzlichen Immissionsgrenzwerten deutlich geringer, deshalb werden sie hier nicht betrachtet. Ruß wird nicht betrachtet, da nach Aufhebung der 23. BImSchV durch die 33. BImSchV (2004) keine Beurteilungswerte für Ruß mehr vorliegen.

5.2 Methode zur Bestimmung der Emissionsfaktoren

Zur Ermittlung der Emissionen werden die Verkehrsdaten und für jeden Luftschadstoff so genannte Emissionsfaktoren benötigt. Die Emissionsfaktoren sind Angaben über die pro mittlerem Fahrzeug der Fahrzeugflotte und Straßenkilometer freigesetzten Schadstoffmengen. Im vorliegenden Gutachten werden die Emissionsfaktoren für die Fahrzeugarten PKW und LKW unterschieden. Die Fahrzeugart PKW enthält dabei die leichten Nutzfahrzeuge (INfz) und Motorräder, die Fahrzeugart LKW versteht sich inklusive Lastkraftwagen, Sattel-schlepper, Busse usw.

Die Emissionsfaktoren setzen sich aus „motorbedingten“ und „nicht motorbedingten“ (Reifenabrieb, Staubaufwirbelung etc.) Emissionsfaktoren zusammen. Die Ermittlung der motorbedingten Emissionen erfolgt entsprechend der VDI-Richtlinie „Kfz-Emissionsbestimmung“ (VDI, 2003).

5.2.1 Motorbedingte Emissionsfaktoren

Die motorbedingten Emissionsfaktoren der Fahrzeuge einer Fahrzeugkategorie (PKW, leichte Nutzfahrzeuge, Busse etc.) werden mithilfe des „Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs HBEFA“ Version 2.1 (UBA, 2004) berechnet. Sie hängen für die Fahrzeugarten PKW und LKW im Wesentlichen ab von

- den so genannten Verkehrssituationen („Fahrverhalten“), das heißt der Verteilung von Fahrgeschwindigkeit, Beschleunigung, Häufigkeit und Dauer von Standzeiten (siehe **Tab. 5.1**),

Verkehrssituation	Beschreibung
Autobahn	
AB>120	Autobahn ohne Tempolimit
AB_120	Autobahn Tempolimit 120
AB_100	Autobahn Tempolimit 100
AB_80	Autobahn Tempolimit 80
AB_60	Autobahn Tempolimit 60
AB_Bau1	Autobahn Baustelle zweistreifig
AB_Bau2	Autobahn Baustelle eng bzw. einstreifig
AB_StGo	Autobahn Stop and Go
Außerortsstraßen	
AO1	Außerortsstraße, guter Ausbaugrad, gerade
AO2	Außerortsstraße, guter Ausbaugrad, gleichmäßig kurvig
AO3	Außerortsstraße, guter Ausbaugrad, ungleichmäßig kurvig
Innerortsstraßen	
HVS1>50	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit >50 km/h, geringe Störungen
HVS2>50	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit >50 km/h, mittlere Störungen
HVS3>50	Hauptverkehrsstraße, Tempolimit >50 km/h, starke Störungen
HVS1	Ortsdurchfahrt, vorfahrtsberechtigt, ohne Störungen
HVS2	Hauptverkehrsstraße, vorfahrtsberechtigt, geringe Störungen
HVS3	Hauptverkehrsstraße, vorfahrtsberechtigt, mittlere Störungen
HVS4	Hauptverkehrsstraße, vorfahrtsberechtigt, starke Störungen
Kern	Innerortsstraße im Stadtkern
LSA1	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, geringe Störungen
LSA2	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, mittlere Störungen
LSA3	Hauptverkehrsstraße mit Lichtsignalanlage, starke Störungen
NS_D	Nebenstraße, geschlossene Bebauung
NS_L	Nebenstraße, locker bebaut
StGo	Innerortsstraße bei Stop and Go

Tab. 5.1: Definition der Verkehrssituationen laut Handbuch für Emissionsfaktoren (UBA, 2004). Für einige Verkehrssituationen ist bei einer Verkehrsdichte > 1 400 oder 1 500 Kfz/h je Fahrspur zusätzlich eine Verkehrssituation „gebunden“ definiert.

- der sich fortlaufend ändernden Fahrzeugflotte (Anteil Diesel etc.),
- der Zusammensetzung der Fahrzeugschichten (Fahrleistungsanteile der Fahrzeuge einer bestimmten Gewichts- bzw. Hubraumklasse und einem bestimmten Stand der Technik hinsichtlich Abgasemission, z. B. EURO 2, 3, ...) und damit vom Jahr, für welches der Emissionsfaktor bestimmt wird (= Bezugsjahr),
- der Längsneigung der Fahrbahn (mit zunehmender Längsneigung nehmen die Emissionen pro Fahrzeug und gefahrenem Kilometer entsprechend der Steigung deutlich zu, bei Gefällen weniger deutlich ab) und
- dem Prozentsatz der Fahrzeuge, die mit nicht betriebswarmem Motor betrieben werden und deswegen teilweise erhöhte Emissionen (Kaltstarteinfluss) haben.

Die Zusammensetzung der Fahrzeuge innerhalb der Fahrzeugkategorien wird für das zu betrachtende Bezugsjahr dem HBEFA (UBA, 2004) entnommen. Darin ist die Gesetzgebung bezüglich Abgasgrenzwerten (EURO 2, 3, ...) berücksichtigt. Die Längsneigung der Straßen ist aus Höhenplänen oder Lageplänen des Untersuchungsgebietes bekannt, der Kaltstarteinfluss innerorts für PKW wird entsprechend HBEFA angesetzt, der Kaltstarteinfluss für LKW wird aus UBA (1995) entnommen. Die Verkehrssituationen im Untersuchungsgebiet werden entsprechend den Gegebenheiten auf den einzelnen Streckenabschnitten und den Auswahlmöglichkeiten der **Tab. 5.1** festgelegt.

5.2.2 Nicht motorbedingte Emissionsfaktoren

Untersuchungen der verkehrsbedingten Partikelimmissionen zeigen, dass neben den Partikeln im Abgas auch nicht motorbedingte Partikelemissionen zu berücksichtigen sind, hervorgerufen durch Straßen-, Kupplungs- und Bremsbelagabrieb, Aufwirbelung von auf der Straße aufliegendem Staub etc. Diese Emissionen sind im HBEFA nicht enthalten, sie sind auch derzeit nicht mit zufrieden stellender Aussagegüte zu bestimmen. Die Ursache hierfür liegt in der Vielfalt der Einflussgrößen, die bisher noch nicht systematisch parametrisiert wurden und für die es derzeit auch keine verlässlichen Aussagen gibt.

In der vorliegenden Untersuchung werden die PM₁₀-Emissionen aus Abrieben (Reifen, Bremsen, Kupplung und Straßenbelag) und infolge der Wiederaufwirbelung (Resuspension) von Straßenstaub entsprechend der in BASt (2005) sowie Düring und Lohmeyer (2004) beschriebenen Vorgehensweise angesetzt. Es werden zur Berechnung der Emissionen für die

Summe aus Reifen-, Brems-, Kupplungs- und Straßenabrieb sowie Wiederaufwirbelung von eingetragenen Straßenstaub die in **Tab. 5.2** aufgeführten Emissionsfaktoren verwendet.

Die Bildung von so genannten sekundären Partikeln wird mit der angesetzten Hintergrundbelastung berücksichtigt, soweit dieser Prozess in großen Entfernungen (10 km bis 50 km) von den Schadstoffquellen relevant wird. Für die kleineren Entfernungen sind die sekundären Partikel in den aus Immissionsmessungen abgeleiteten nicht motorbedingten Emissionsfaktoren enthalten.

5.3 Emissionen des untersuchten Straßennetzes

Die im vorliegenden Fall angesetzten Verkehrssituationen sind exemplarisch für den Planungsfall 1.2 (LV) der **Abb. 5.1** zu entnehmen. Straßen mit Längsneigungen sind klassifiziert wie im HBEFA (UBA, 2004) für Längsneigungsklassen in 2 %-Stufen; in **Abb. 5.1** sind Straßen mit Längsneigungen über 2 % dicker dargestellt.

Tab. 5.2 gibt einen Überblick über die zu diesen Verkehrssituationen gehörenden Emissionsfaktoren in dem betrachteten Bezugsjahr 2020, dem maximalen Prognosehorizont des HBEFA. **Tab. 5.3** stellt die Emissionsfaktoren für das Jahr 2012 dar. **Tab. 5.4** zeigt exemplarisch für einen Abschnitt der B 33 zwischen der geplanten Südumfahrung und Markdorf die Verkehrsdaten für das Jahr 2025 und die hierzu berechneten Emissionen, ausgedrückt als Strecken und Zeit bezogene Emissionsdichten. Die Emissionen der betrachteten Schadstoffe NO_x und PM_{10} werden für jeden der betrachteten Straßenabschnitte ermittelt. Dabei wirken sich sowohl die verschiedenen Verkehrsaufkommen und LKW-Anteile als auch die unterschiedlichen Verkehrssituationen aus. In **Abb. 5.2** bis **Abb. 5.6** sind die räumlichen Verteilungen der auf Grundlage der Verkehrsdaten 2025 berechneten Emissionen exemplarisch für den Schadstoff NO_x dargestellt.

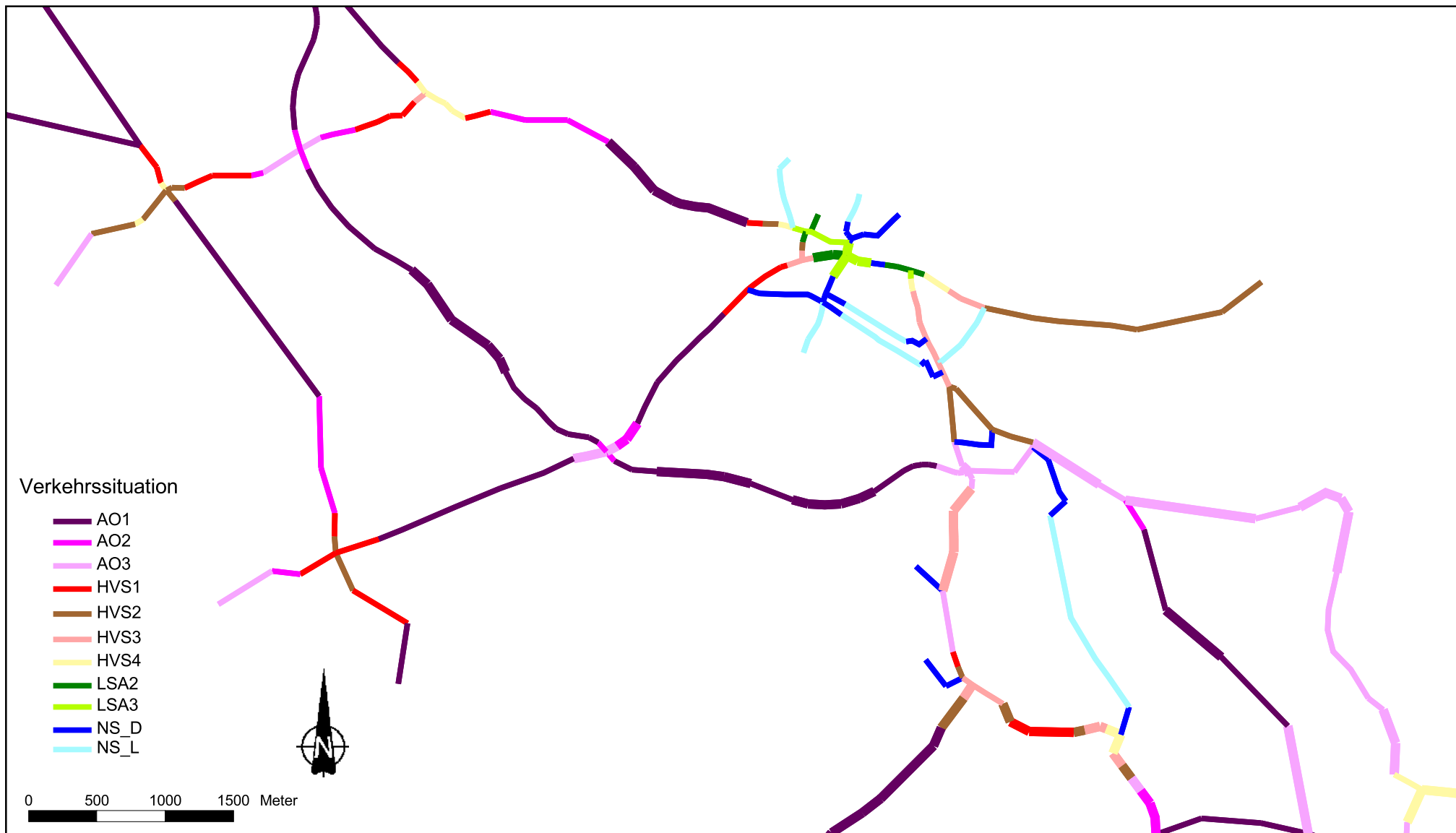


Abb. 5.1: Verkehrssituationen auf dem berücksichtigten Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planungsfall 1.2 (LV).
Straßenabschnitte mit Längsneigungen über 2% sind dicker eingezeichnet

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [mg/km]					
Verkehrssituation	Längsneigung	NO _x		PM10 (nur Abgas)		PM10 (nur Abrieb/Aufwirbelung)	
		PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW
2020							
AO1	+/-0%	148	2150	5.4	33	22	200
AO1_2	+/-2%	158	2250	5.9	31	22	200
AO1_4	+/-4%	153	3000	7.0	38	22	200
AO2	+/-0%	150	2480	5.6	39	22	200
AO2_2	+/-2%	161	2540	6.0	37	22	200
AO2_4	+/-4%	153	3320	7.0	50	22	200
AO3	+/-0%	161	2740	6.1	44	22	200
AO3_2	+/-2%	173	2790	6.5	43	22	200
AO3_4	+/-4%	173	3300	7.8	49	22	200
AO3_6	+/-6%	194	3830	10.3	45	22	200
HVS1	+/-0%	173	2390	7.4	41	22	200
HVS1_2	+/-2%	186	2450	7.8	42	22	200
HVS1_4	+/-4%	185	2810	9.1	44	22	200
HVS2	+/-0%	163	2980	7.1	55	30	300
HVS2_2	+/-2%	166	3040	7.5	56	30	300
HVS2_4	+/-4%	201	3250	9.3	55	30	300
HVS3	+/-0%	173	3280	7.6	64	40	380
HVS3_2	+/-2%	173	3340	8.0	65	40	380
HVS3_4	+/-4%	210	3550	9.6	64	40	380
HVS4	+/-0%	182	3970	8.0	83	50	450
HVS4_2	+/-2%	180	4050	8.4	83	50	450
HVS4_4	+/-4%	219	4250	10.0	84	50	450
HVS4_6	+/-6%	226	4610	12.1	87	50	450
LSA2	+/-0%	188	4040	8.1	86	60	600
LSA2_2	+/-2%	186	4130	8.5	87	60	600
LSA3	+/-0%	195	4130	8.2	89	90	800
LSA3_2	+/-2%	191	4230	8.6	91	90	800
NS_D	+/-0%	304	4640	13.9	99	90	800
NS_L	+/-0%	202	3970	9.9	83	90	800

Tab. 5.2: Emissionsfaktoren in mg/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2020

(Längsneigungen ungleich Null sind durch Unterstrich, Plus oder Minus von den Verkehrssituationen getrennt)

Straßenparameter		spezifische Emissionsfaktoren je Kfz [mg/km]					
Verkehrssituation	Längsneigung	NO _x		PM10 (nur Abgas)		PM10 (nur Abrieb/Aufwirbelung)	
		PKW	LKW	PKW	LKW	PKW	LKW
2012							
AO1	+/-0%	156	3410	6.0	60	22	200
AO1_2	+/-2%	167	3590	6.5	58	22	200
AO1_4	+/-4%	160	4700	7.9	71	22	200
AO2	+/-0%	157	3750	6.2	64	22	200
AO2_2	+/-2%	169	3910	6.7	64	22	200
AO2_4	+/-4%	160	5090	7.9	84	22	200
AO3	+/-0%	169	4070	6.8	72	22	200
AO3_2	+/-2%	181	4230	7.3	73	22	200
AO3_4	+/-4%	181	5100	8.8	84	22	200
AO3_6	+/-6%	203	6140	11.5	89	22	200
HVS1	+/-0%	187	3730	8.5	72	22	200
HVS1_2	+/-2%	200	3870	9.0	74	22	200
HVS1_4	+/-4%	201	4510	10.5	81	22	200
HVS2	+/-0%	177	4590	8.1	98	30	300
HVS2_2	+/-2%	179	4730	8.5	101	30	300
HVS2_4	+/-4%	217	5180	10.5	102	30	300
HVS3	+/-0%	187	5060	8.5	114	40	380
HVS3_2	+/-2%	187	5190	9.0	115	40	380
HVS3_4	+/-4%	227	5610	10.9	117	40	380
HVS4	+/-0%	198	6120	9.0	151	50	450
HVS4_2	+/-2%	195	6250	9.4	151	50	450
HVS4_4	+/-4%	236	6630	11.2	154	50	450
HVS4_6	+/-6%	243	7290	13.7	166	50	450
LSA2	+/-0%	206	6200	9.2	160	60	600
LSA2_2	+/-2%	202	6360	9.6	160	60	600
LSA3	+/-0%	214	6330	9.5	170	90	800
LSA3_2	+/-2%	209	6510	9.9	171	90	800
NS_D	+/-0%	325	7050	15.3	191	90	800
NS_L	+/-0%	222	6120	10.9	151	90	800

Tab. 5.3: Emissionsfaktoren in mg/km je Kfz für die betrachteten Straßen im Untersuchungsgebiet für das Bezugsjahr 2012

(Längsneigungen ungleich Null sind durch Unterstrich, Plus oder Minus von den Verkehrssituationen getrennt)

	DTV [Kfz/24h]	LKW-Anteil [%]	Verkehrssituation	Mittlere Emissionsdichte [mg/(km*s)]	
				NO _x	PM10
Prognosenußfall	14 400	9.1	AO1	47.0	6.77
Planungsfall 1.2 (LV)	9 900	6.2	AO1	27.0	4.13
Planungsfall 1.2 (oK)	9 900	6.1	AO1	27.0	4.11
Planungsfall 2.2	9 000	5.5	AO1	24.0	3.64
Planungsfall 2.3	9 100	5.6	AO1	24.0	3.69

Tab. 5.4: Verkehrsdaten für das Jahr 2025 und hierzu berechnete Emissionen für einen Abschnitt der B 33 zwischen der geplanten Südumfahrung und Markdorf

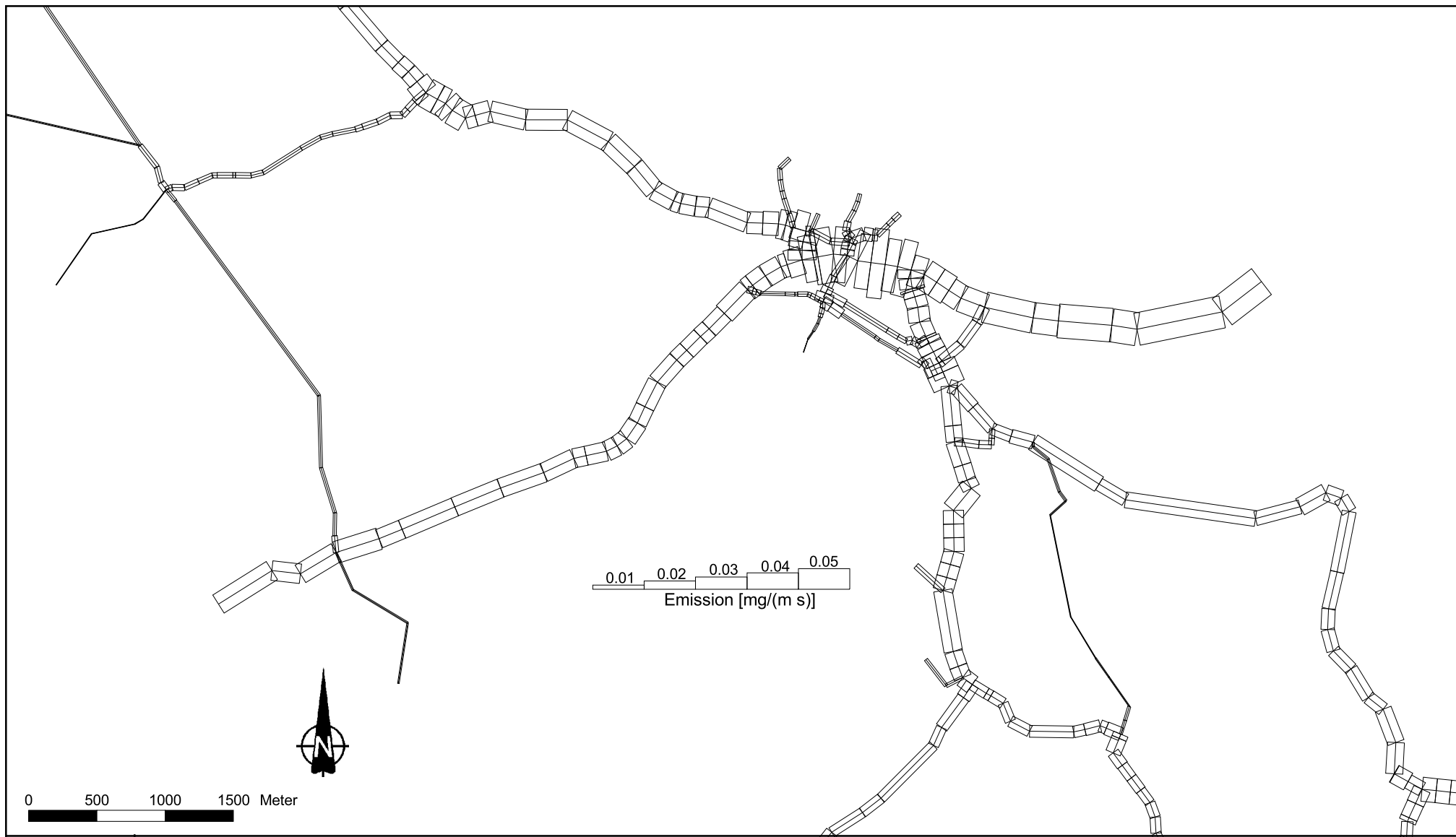


Abb. 5.2: Mittlere NOx-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall 2025

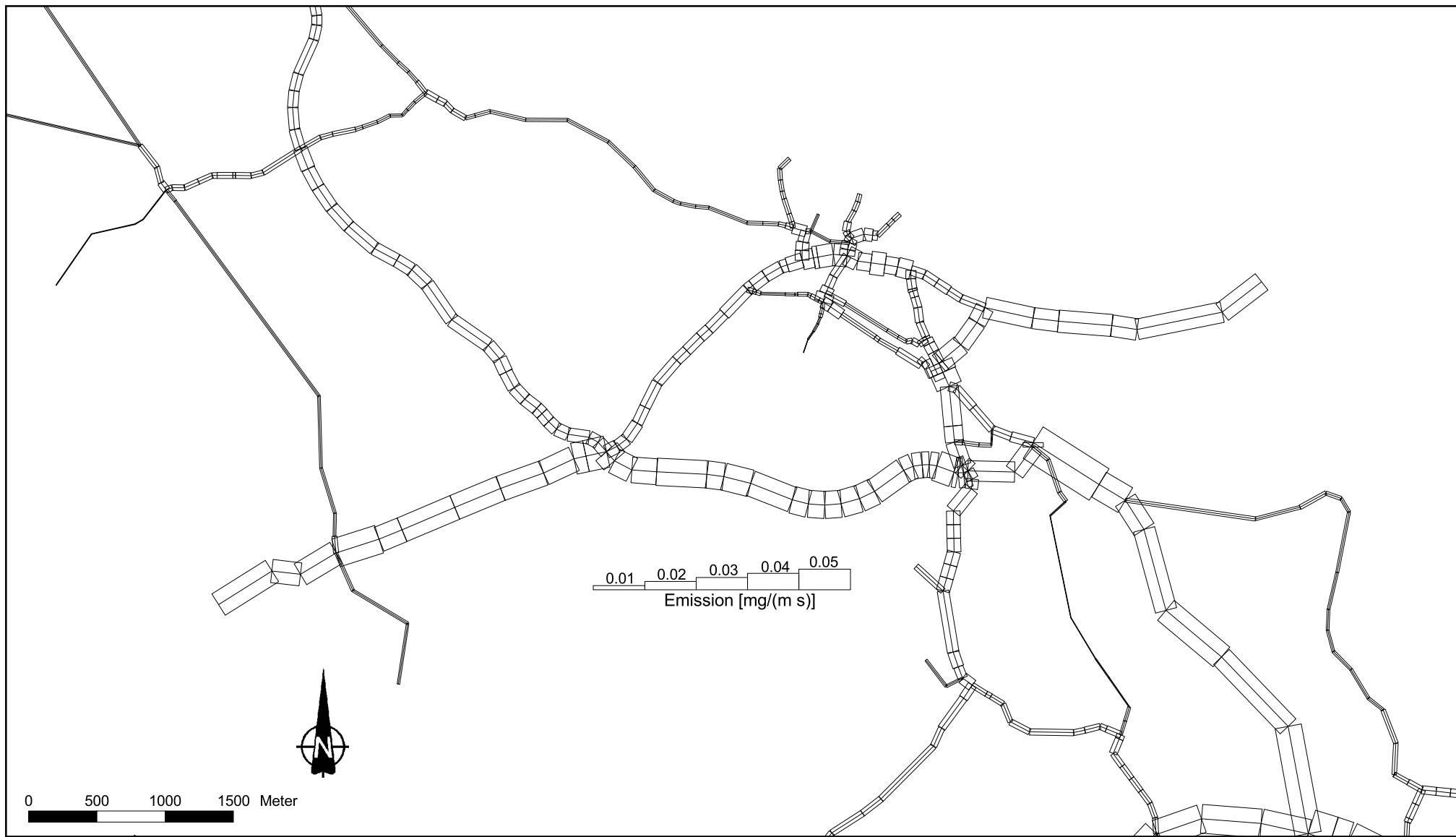


Abb. 5.3: Mittlere NOx-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planungsfall 1.2 (LV) 2025

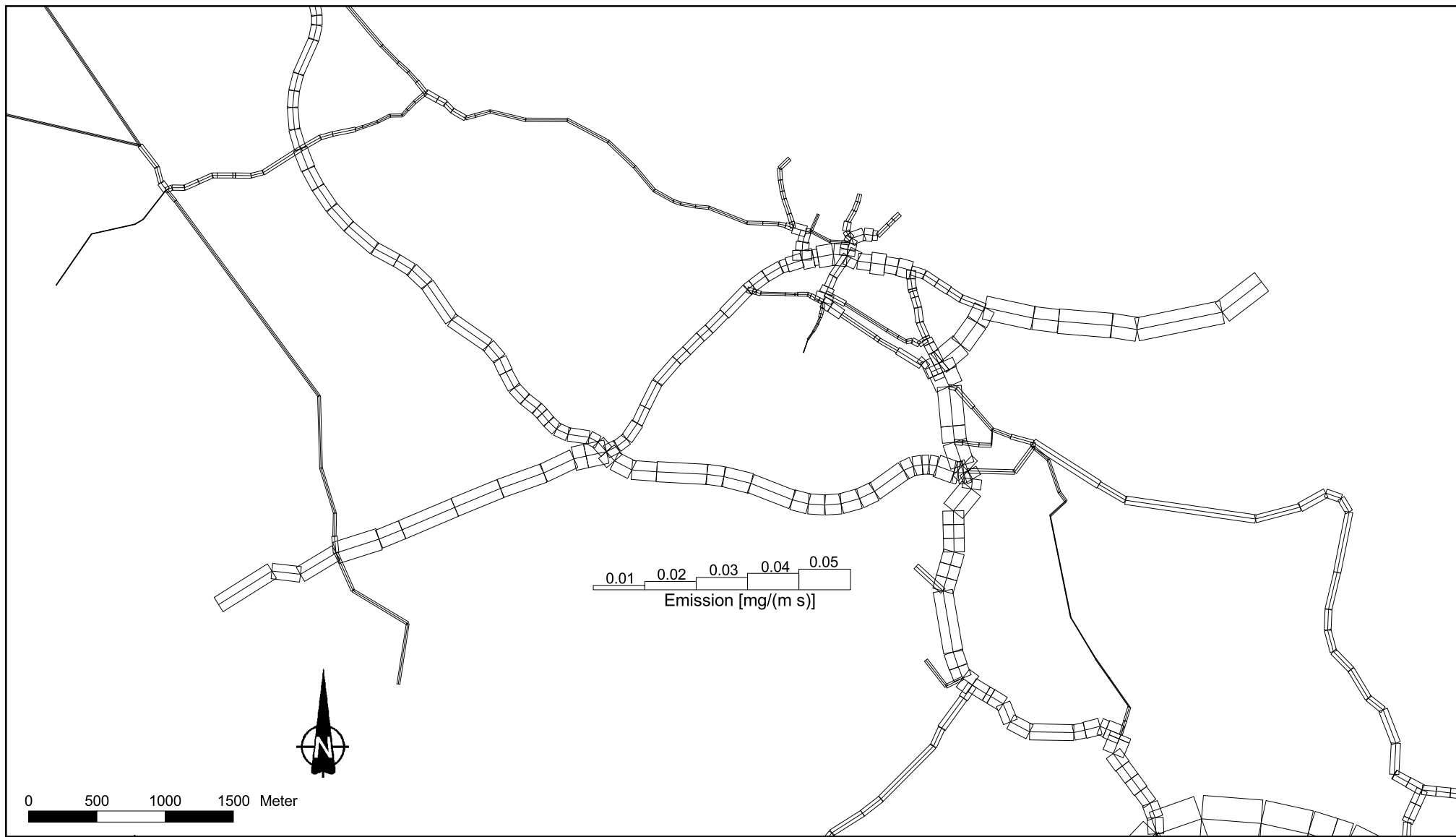


Abb. 5.4: Mittlere NOx-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planungsfall 1.2 (oK) 2025

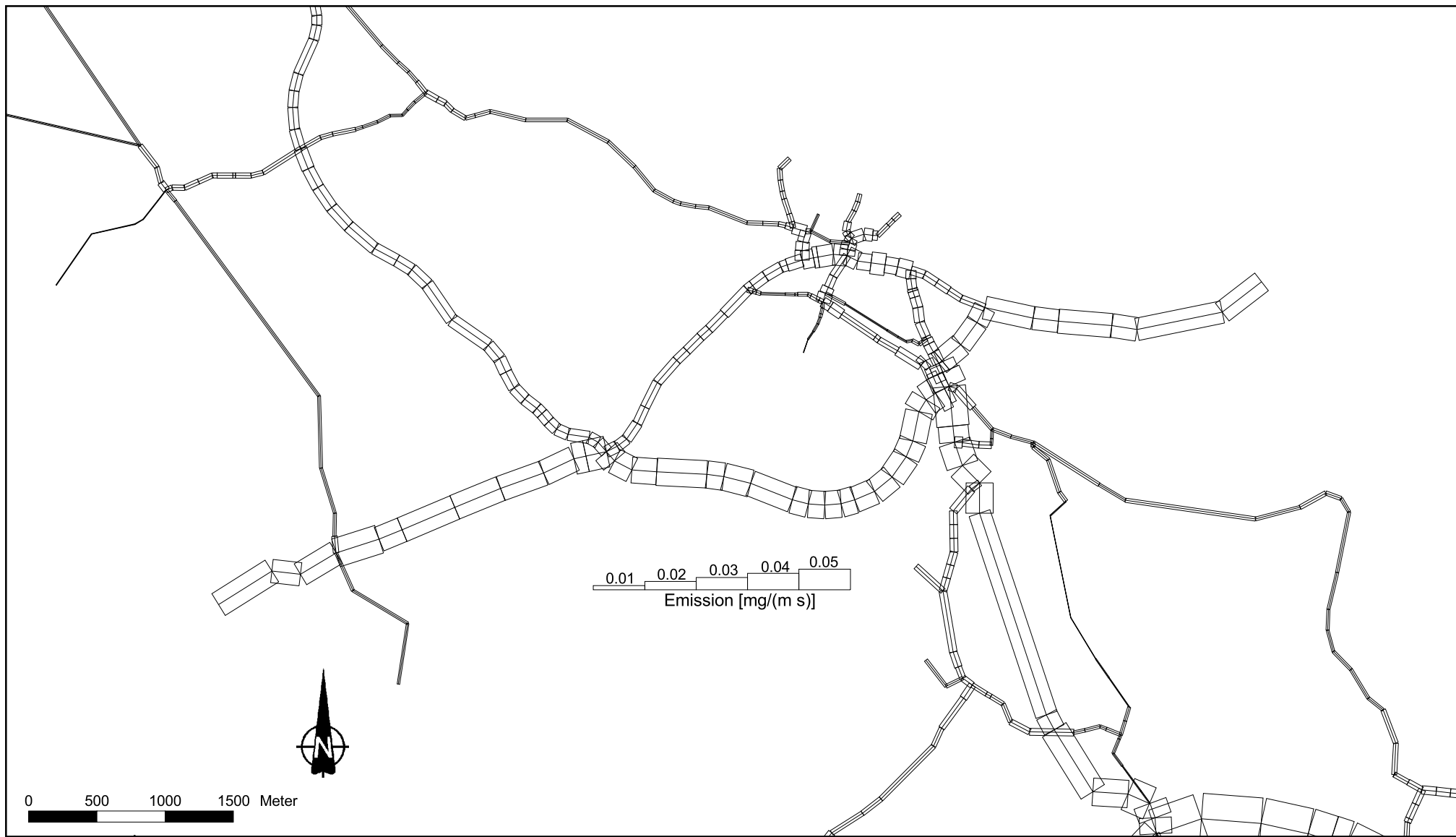


Abb. 5.5: Mittlere NOx-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planungsfall 2.2 2025

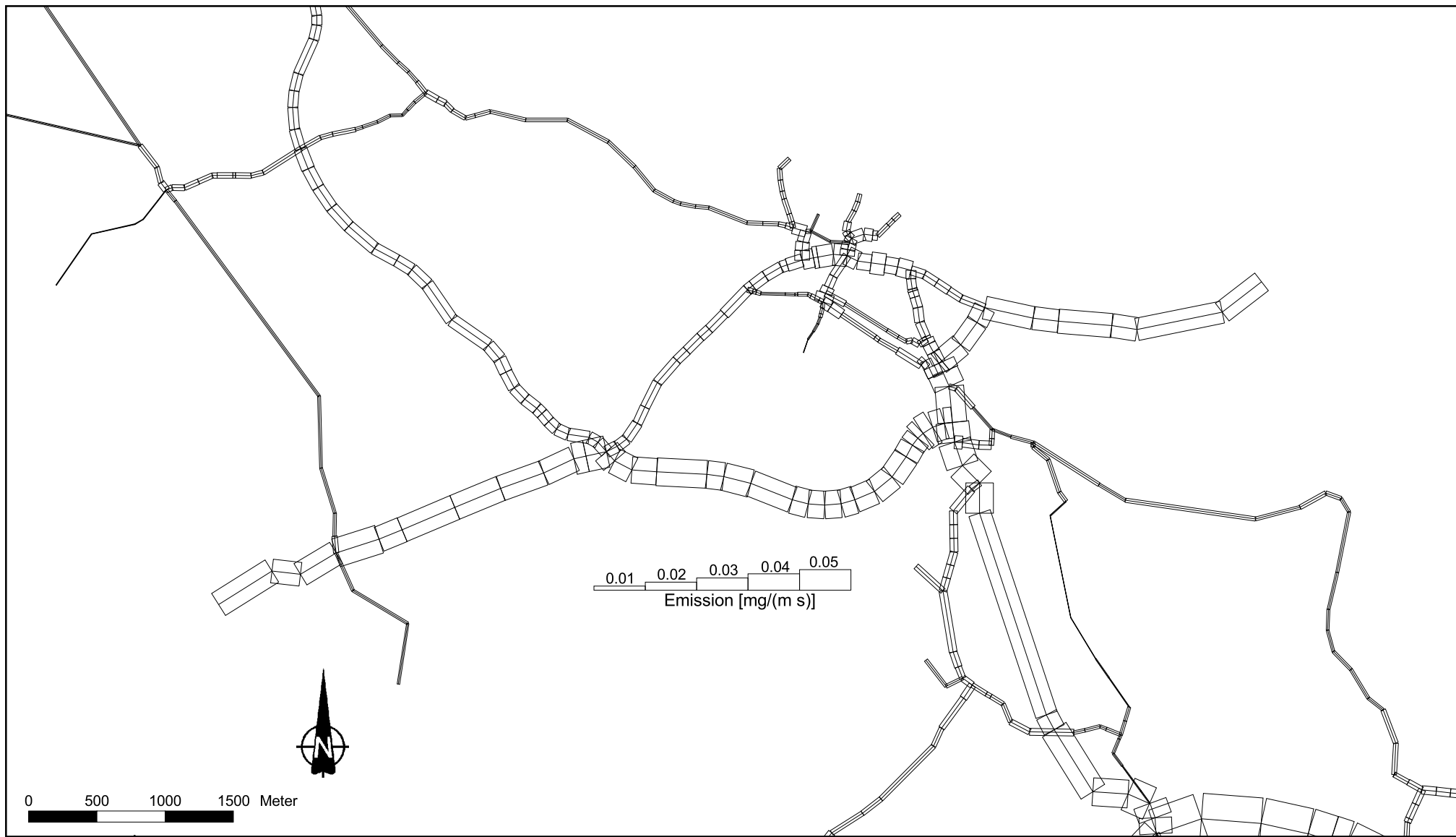


Abb. 5.6: Mittlere NOx-Emissionsdichte auf dem Straßennetz im Untersuchungsgebiet für den Planungsfall 2.3 2025

6 ERGEBNISSE

Im Untersuchungsgebiet wurden für ca. 21 000 Untersuchungspunkte Schadstoffimmissionen in Bodennähe bestimmt. Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt im Bereich der geplanten Trasse; die Untersuchungspunkte wurden in einem 20 m x 20 m Raster um den geplanten Straßenabschnitt angeordnet. In die Berechnungen gehen die Emissionen der Kraftfahrzeuge (Kap. 5) auf den berücksichtigten Straßen ein. Diese Emissionen verursachen die verkehrsbedingte Zusatzbelastung im Untersuchungsgebiet. Die Beurteilungswerte beziehen sich immer auf die Gesamtbelastung. Es wird daher nur die Gesamtbelastung diskutiert, welche sich aus Zusatzbelastung und großräumig vorhandener Hintergrundbelastung zusammensetzt.

Die Ergebnisse der Immissionsberechnungen wurden für die maßgebenden Schadstoffkomponenten grafisch aufbereitet und als farbige Abbildungen dargestellt. Die grafische Umsetzung der Immissionen erfolgt in Form von farbigen Rechtecken, deren Farbe bestimmten Konzentrationsintervallen zugeordnet ist. Die Zuordnung zwischen Farbe und Konzentrationsintervall ist jeweils in einer Legende angegeben. Bei der Skalierung der Farbstufen für die Immissionen orientiert sich der kleinste Wert (hellblau) an der Hintergrundbelastung.

Weiterhin werden die Auswertungen der berechneten Immissionen für ausgewählte Untersuchungspunkte tabellarisch ausgewiesen. Die Lage der Untersuchungspunkte ist in **Abb. 2.1** aufgezeigt. Die Untersuchungspunkte in den ausgewählten Bereichen der Ortsdurchfahrten Markdorf, Lippach und Kluftern werden als beispielhaft für die maximale Immissionssituation in den Ortsdurchfahrten erachtet. Hinsichtlich der Definition der Standortkriterien der 22. BImSchV sind die ausgewählten Untersuchungspunkte (siehe **Abb. 2.1**) als beurteilungsrelevant hinsichtlich des Schutzes der menschlichen Gesundheit zu betrachten. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich in den Gebäuden Personen nicht nur vorübergehend aufhalten. Bei der Diskussion der Ergebnisse wird die Bewertung entsprechend der **Tab. 3.2** formuliert.

6.1 Stickstoffdioxidimmissionen

Abb. 6.1 bis **Abb. 6.5** zeigen die für die Prognose 2025 berechneten NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) des jeweiligen Betrachtungsfalles. Für den Vergleich der Varianten zeigt **Tab. 6.1** eine Gegenüberstellung der NO₂-Immissionen an ausgewählten Untersuchungspunkten, deren Lage in **Abb. 2.1** markiert ist. Entsprechend der 22. BImSchV (2007) ist für

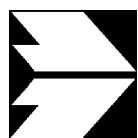
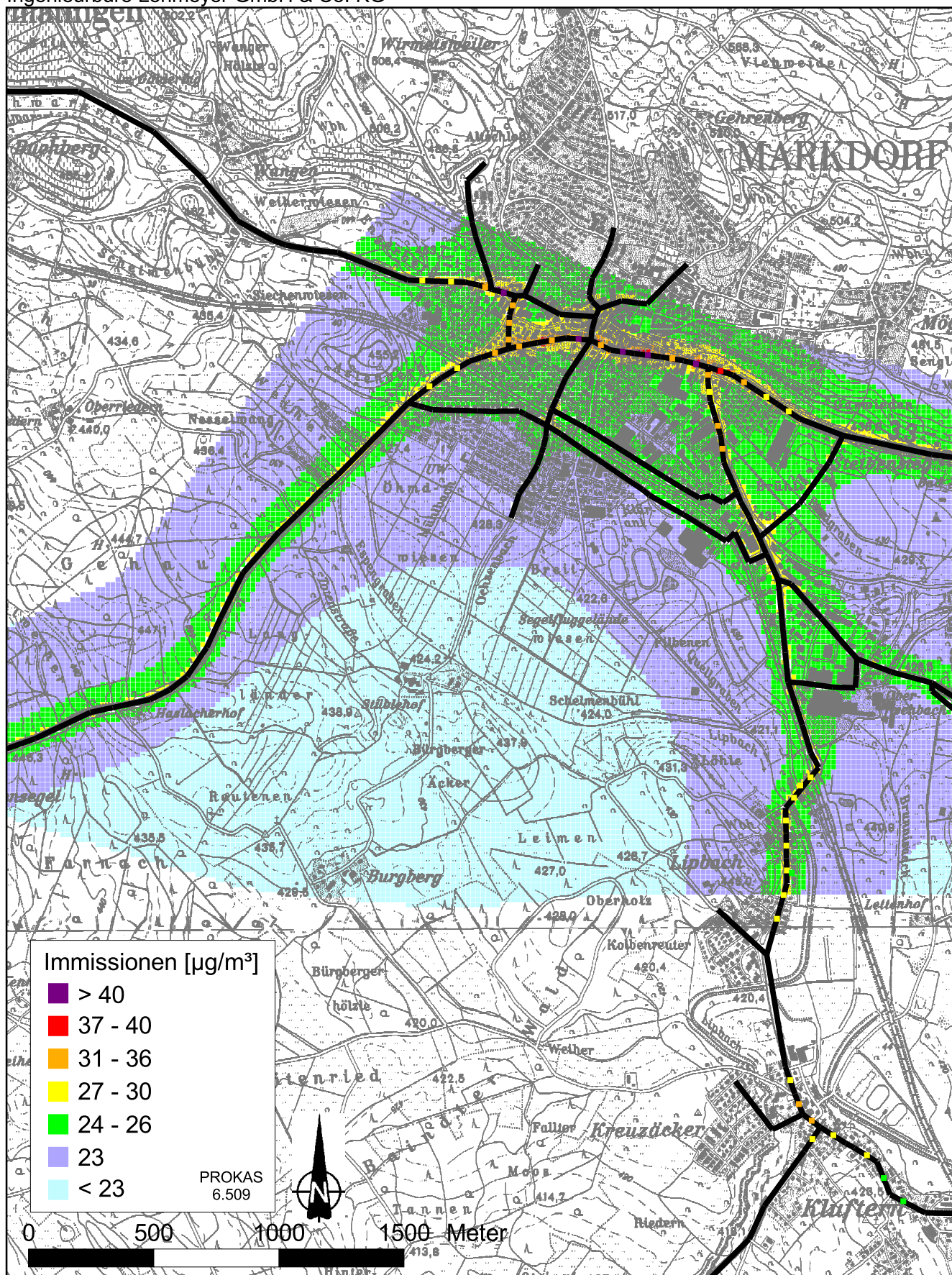


Abb. 6.1: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) im Untersuchungsgebiet für den Prognosenullfall 2025

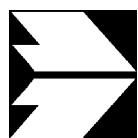
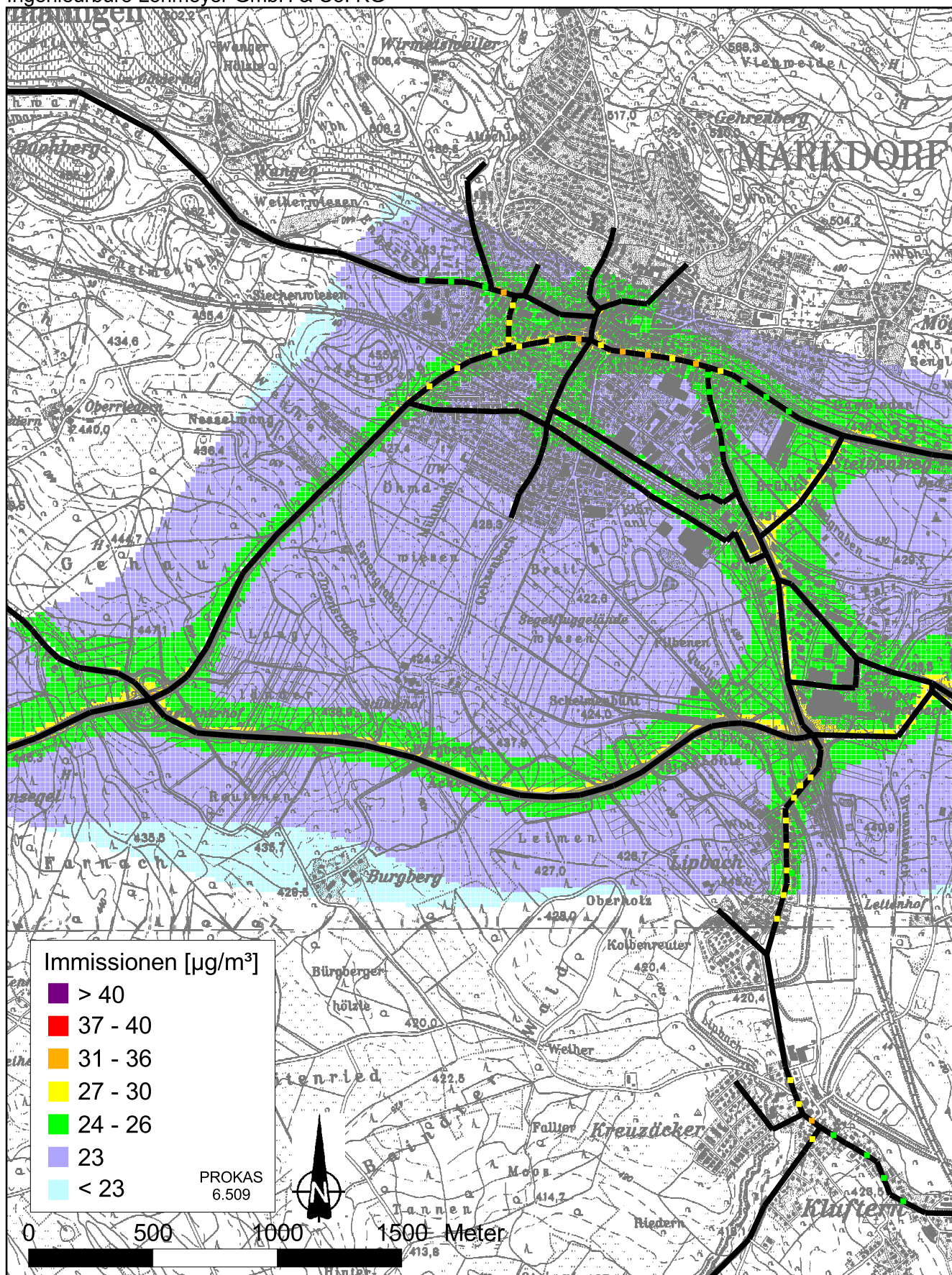


Abb. 6.2: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) im Untersuchungsgebiet für den Planungsfall 1.2 (LV) 2025

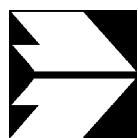
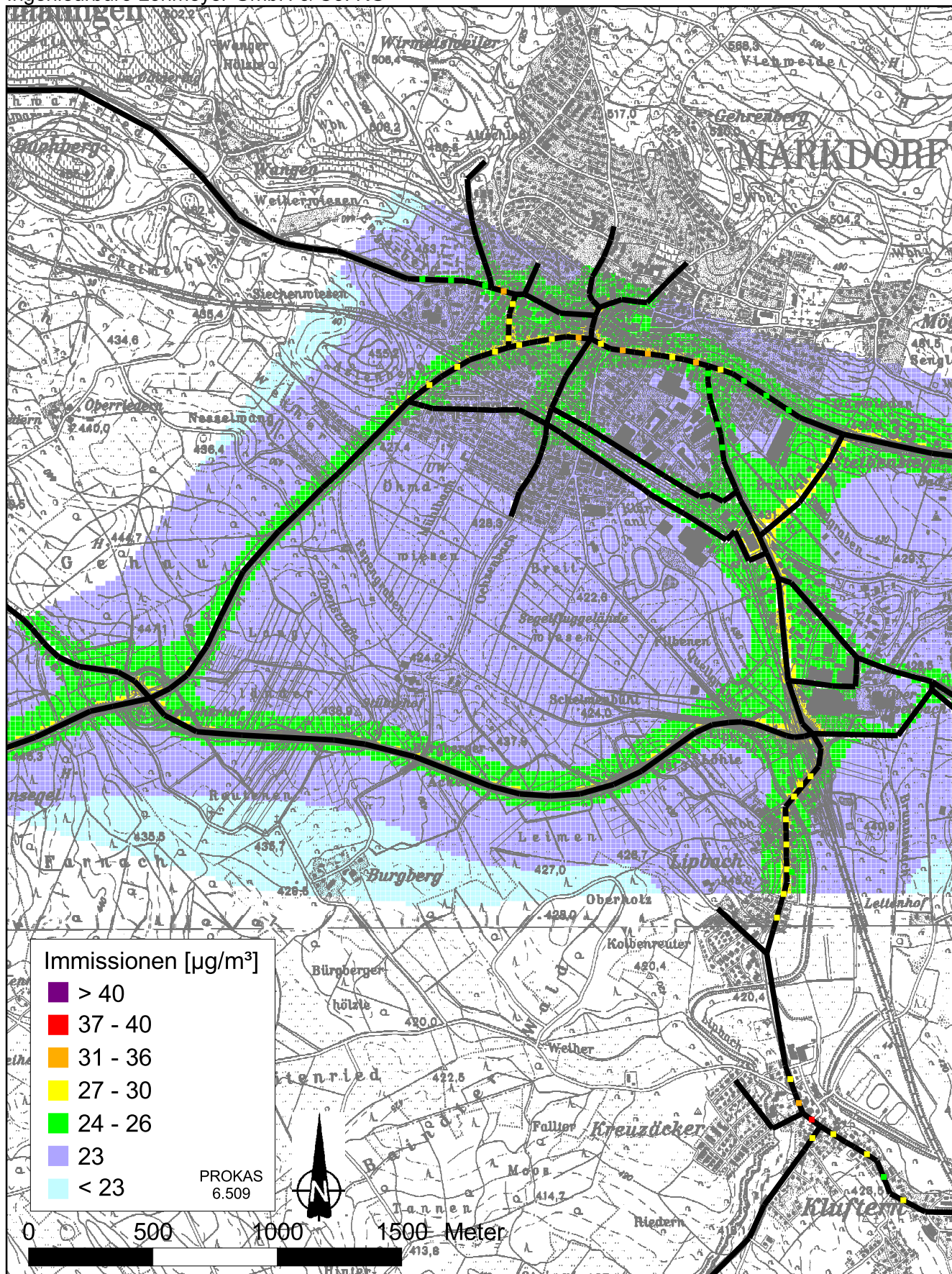


Abb. 6.3: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) im Untersuchungsgebiet für den Planungsfall 1.2 (oK) 2025

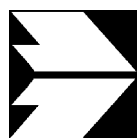
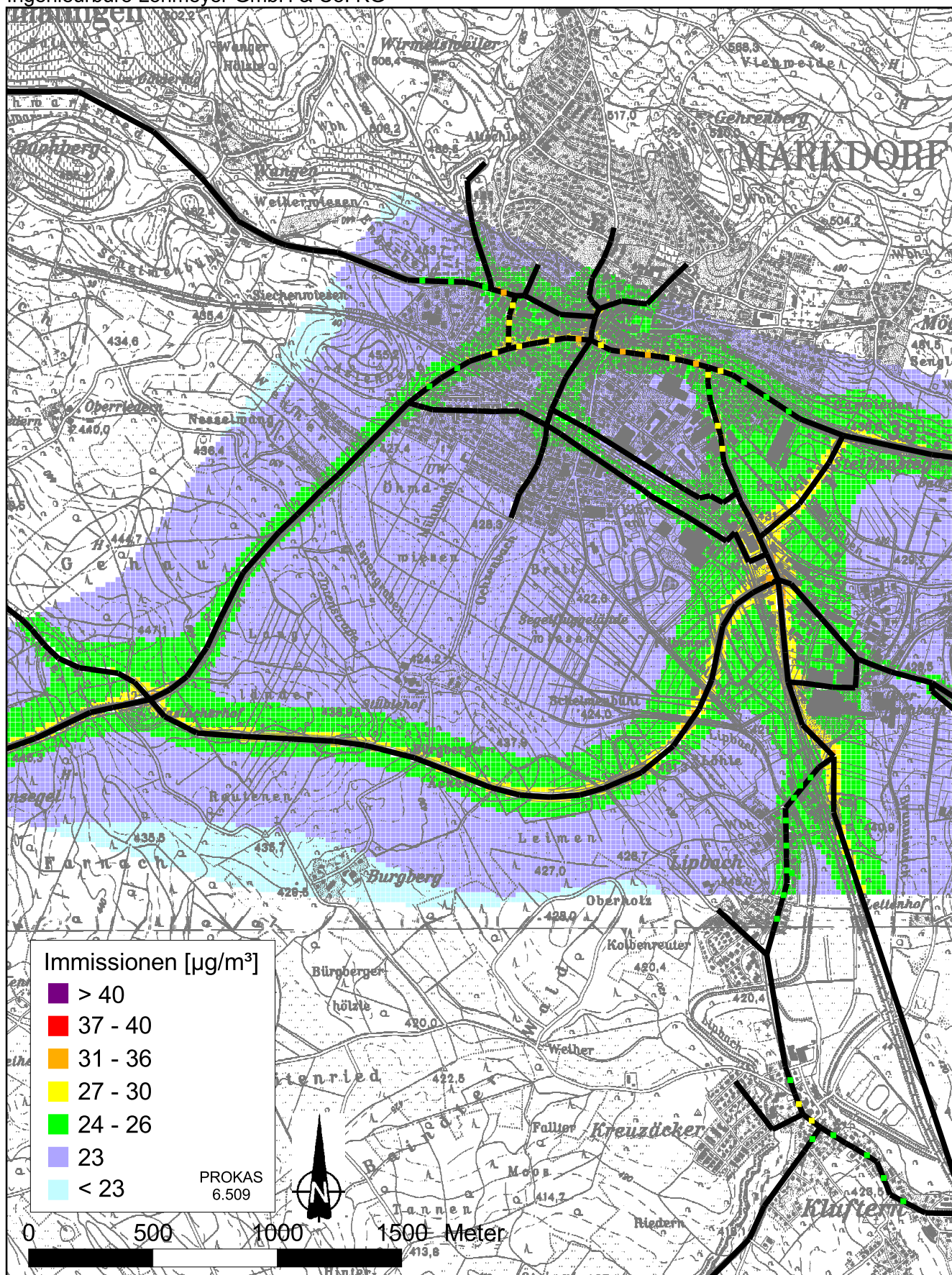


Abb. 6.4: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) im Untersuchungsgebiet für den Planungsfall 2.2 2025

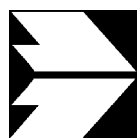
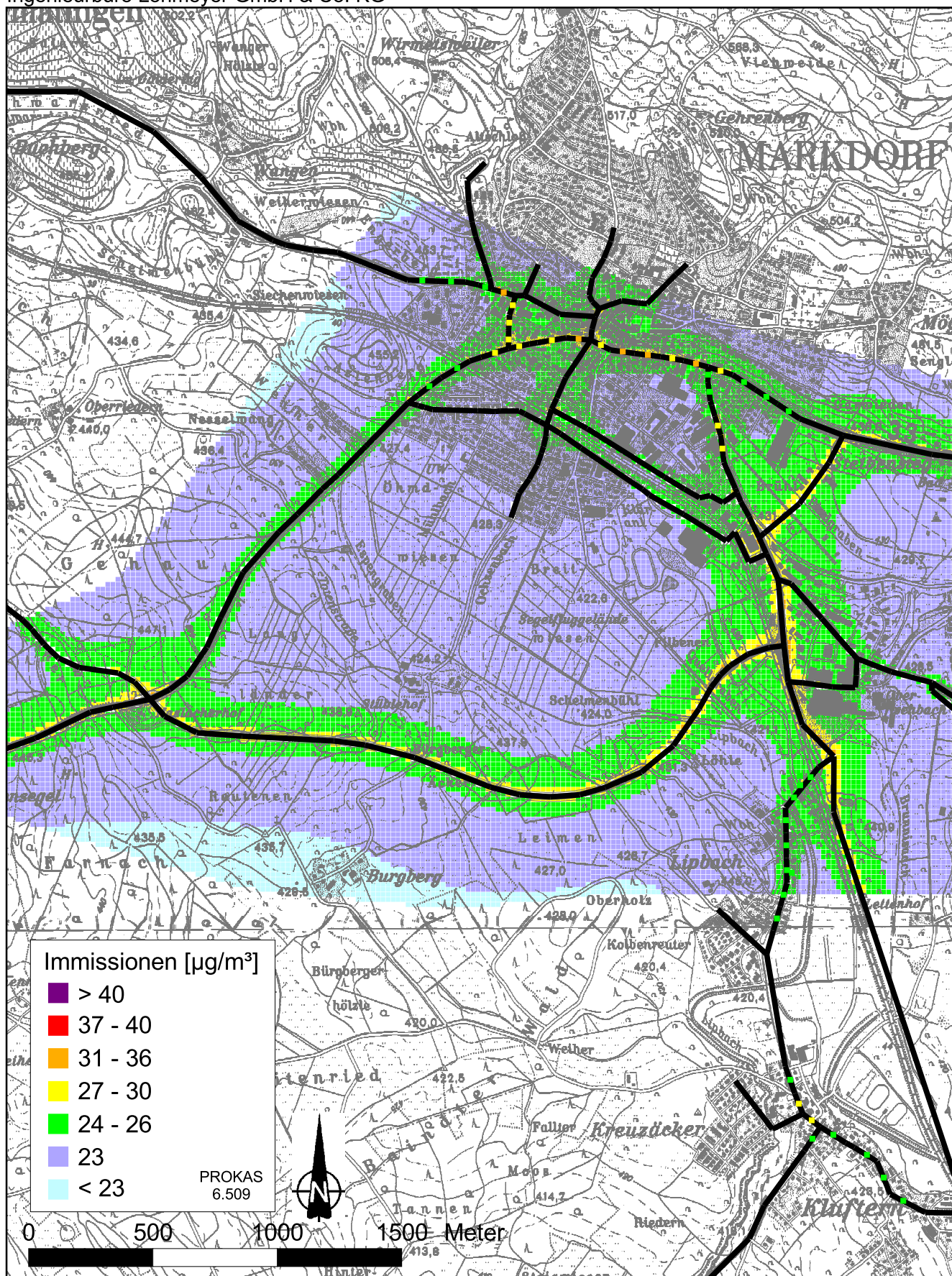


Abb. 6.5: NO₂-Immissionen (Jahresmittelwerte) im Untersuchungsgebiet für den Planungsfall 2.3 2025

NO₂ ab dem Jahr 2010 ein Immissionsgrenzwert von 40 µg/m³ im Jahresmittel gültig. Neben dem Jahresmittelgrenzwert sieht die 22. BImSchV ebenfalls einen Grenzwert für die Kurzzeitbelastung von NO₂ vor. Bei einer Einhaltung des Äquivalentwertes der 98-Perzentilwerte von 130 µg/m³ kann davon ausgegangen werden, dass auch der Grenzwert für die Kurzzeitbelastung von NO₂ eingehalten wird (siehe Abschnitt 3.3).

Untersuchungspunkt	Immissionen in µg/m ³									
	NO ₂ -Jahresmittel					NO ₂ -98-Perzentil				
	Prognosenullfall	Planungsfall 1.2 (LV)	Planungsfall 1.2 (oK)	Planungsfall 2.2	Planungsfall 2.3	Prognosenullfall	Planungsfall 1.2 (LV)	Planungsfall 1.2 (oK)	Planungsfall 2.2	Planungsfall 2.3
1	22	23	23	23	24	55	57	56	57	57
2	52	35	34	35	35	100	70	68	69	69
3	26	25	26	32	26	62	60	61	70	62
4	29	28	30	26	26	64	60	63	58	58
5	36	32	38	28	28	74	65	74	60	60
Grenzwert bzw. Äquivalentwert										
	40					130				

Tab. 6.1: Immissionen in µg/m³ für die Prognose 2025 an den ausgewählten Untersuchungspunkten im Untersuchungsgebiet. Lage der Untersuchungspunkte siehe **Abb. 2.1**.

Mit Ausnahme des Planungsfalls 1.2 (oK) werden in den betrachteten Untersuchungsfällen die höchsten NO₂-Immissionen im Jahresmittel aufgrund der hohen Verkehrsbelastung, der teilweise dichten Randbebauung und der kreuzungsbedingten stockenden Fahrweise entlang der Ortsdurchfahrt von Markdorf festgestellt. Im Planungsfall 1.2 (oK) werden die höchsten NO₂-Immissionen im Jahresmittel an der Ortsdurchfahrt von Kluftern ermittelt.

Im Prognosenullfall (siehe **Abb. 6.1**) werden entlang der Ortsdurchfahrt von Markdorf NO₂-Immissionen bis 52 µg/m³ im Jahresmittel berechnet (Punkt 2 siehe **Tab. 6.1**). Der Grenzwert der 22. BImSchV von 40 µg/m³ wird dort deutlich überschritten. In der Umgebung des geplanten Trassenverlaufs der OU Markdorf sind im Prognosenullfall aufgrund fehlender Beiträge bodennaher Emittenten Immissionen anzutreffen, die weitestgehend im Bereich der aus den Messdaten abgeleiteten Hintergrundbelastung liegen. An der Ortsdurchfahrt Kluftern werden im Prognosenullfall hohe NO₂-Immissionen bis 36 µg/m³ im Jahresmittel berechnet

(Punkt 5) und an der Ortsdurchfahrt Lippach leicht erhöhte NO₂-Immissionen bis 29 µg/m³ im Jahresmittel (Punkt 4). Abgesehen von den straßennahen Untersuchungspunkten sind die NO₂-Immissionen im Untersuchungsgebiet leicht erhöht im Sinne der **Tab. 3.2**.

Die in allen betrachteten Planungsfällen (siehe **Abb. 6.2** bis **Abb. 6.5**) prognostizierten NO₂-Immissionen im Jahresmittel sind in der Ortsdurchfahrt von Markdorf deutlich geringer als im Prognosenullfall. Maximal werden in den betrachteten Planungsfällen entlang der Ortsdurchfahrt von Markdorf NO₂-Immissionen von 35 µg/m³ im Jahresmittel erreicht (Punkt 2). In den flächenhaften Verteilungen der NO₂-Immissionen zeigen sich die Verkehrs- und damit die Emissionsverlagerungen deutlich. Die Ortslage von Markdorf wird deutlich entlastet.

In der Umgebung der geplanten Trassenverläufe werden die NO₂-Immissionen im Jahresmittel gegenüber dem Prognosenullfall erhöht. In beurteilungsrelevanten Bereichen wie straßennaher Wohnbebauung entlang der geplanten Trasse der OU Markdorf werden um 1 bis 2 µg/m³ erhöhte NO₂-Immissionen im Jahresmittel berechnet (Punkt 1). In den Planungsfällen 1.2 (LV), 1.2 (oK) und 2.2 werden dort NO₂-Immissionen von 23 µg/m³ im Jahresmittel und im Planungsfall 2.3 bis 24 µg/m³ im Jahresmittel prognostiziert. Am Punkt 3 werden in dem Planungsfall 2.2 die NO₂-Immissionen im Jahresmittel an bestehender Bebauung gegenüber dem Prognosenullfall erhöht. Im Planungsfall 2.2 werden dort NO₂-Immissionen bis 32 µg/m³ im Jahresmittel prognostiziert.

Mit Ausnahme des Planungsfalls 1.2 (oK) sind die in der Ortsdurchfahrt Kluftern im Planungsfall berechneten NO₂-Immissionen im Jahresmittel deutlich geringer als im Prognosenullfall. Im Planungsfall 1.2 (LV) werden an der Ortsdurchfahrt Kluftern gegenüber dem Prognosenullfall reduzierte NO₂-Immissionen bis 32 µg/m³ im Jahresmittel berechnet (Punkt 5). In den Planungsfällen 2.2 und 2.3 werden an der Ortsdurchfahrt Kluftern gegenüber dem Prognosenullfall weiter reduzierte NO₂-Immissionen bis 28 µg/m³ im Jahresmittel berechnet. Im Planungsfall 1.2 (oK) werden an der Ortsdurchfahrt Kluftern gegenüber dem Prognosenullfall erhöhte NO₂-Immissionen bis 38 µg/m³ im Jahresmittel prognostiziert. An der Ortsdurchfahrt Lippach werden im Planungsfall 1.2 (oK) gegenüber dem Prognosenullfall etwas erhöhte NO₂-Immissionen bis 30 µg/m³ im Jahresmittel prognostiziert und in den übrigen betrachteten Planungsfällen gegenüber dem Prognosenullfall reduzierte NO₂-Immissionen.

Der ab 2010 gültige Immissionsgrenzwert der 22. BImSchV für NO₂ von 40 µg/m³ im Jahresmittel wird in allen betrachteten Planungsfällen an beurteilungsrelevanten Untersu-