

**Institut für Umweltschutz
und Bauphysik**

VMPA anerkannte Schallschutzprüfstelle für
Güteprüfungen nach DIN 4109 –
Messstelle nach § 26 BImSchG

Luftschadstoffuntersuchung

Baustellenverkehr

Bauvorhaben: A 20 – Nord-Westumfahrung Hamburg
Abschnitt K28 (Niedersachsen) bis B431 (Schleswig-Holstein)

Auftraggeber: Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr
Niederlassung Itzehoe
25510 Itzehoe

Projekt-Nr.: 16089

Datum: 28.02.2014

OBERMEYER Planen + Beraten GmbH

Hauptsitz: Hansastr. 40 • 80686 München

Tel.: +49 89 57 99-635 • Fax: +49 89 57 99-666

E-Mail: info@opb.de • www.opb.de

Inhalt

1.	Aufgabenstellung	2
2.	Beurteilung der lufthygienischen Situation und lokale Schadstoffvorbelastung	4
3.	Durchführung der Untersuchung	6
3.1	Abschätzung der Belastungssituation außerhalb geschlossener Siedlungen	7
3.2	Grundlagen der Ausbreitungsrechnung im Bereich der Ortsdurchfahrten	10
3.2.1	Kurzbeschreibung des gewählten Ausbreitungsmodells	10
3.2.2	Meteorologische Zeitreihe	11
3.2.3	Anmerkungen zur NO _x -NO ₂ -Umwandlung	11
3.2.4	Emissionsmodellierung	12
3.3	Belastungssituation im Ortsgebiet von Elmshorn	18
3.4	Belastungssituation im Ortsgebiet von Glückstadt	26
4.	Zusammenfassung	29
5.	Quellen	31
6.	Anlagen	33

Abbildungen

Abbildung 1:	Übersicht über die Streckenführung (TK 5 /18/)	3
Abbildung 2:	Verkehrsganglinien	13
Abbildung 3:	NO _x -Emissionsfaktoren [g / Kfz-km]	15
Abbildung 4:	PM ₁₀ -Emissionsfaktoren [g / Kfz-km]	17
Abbildung 5:	Verkehrsmengenkarte (Ausschnitt Elmshorn)	18
Abbildung 6:	Übernahme des maßgeblichen Straßennetzes in das Berechnungsmodell (TK 5 /18/)	19
Abbildung 7:	Untersuchungsbereich "Knoten 3" (TK 5 /18/ mit Aktualisierung)	21
Abbildung 8:	Elmshorn "Knoten 3 " NO ₂ -Belastung im Ohnefall	22
Abbildung 9:	Elmshorn "Knoten 3 " NO ₂ -Belastung im Mitfall	22
Abbildung 10:	Elmshorn "Knoten 3 " Erhöhung der NO ₂ -Belastung in Folge des Baustellen-verkehrs	23
Abbildung 11:	Elmshorn "Knoten 3 " PM ₁₀ -Belastung im Ohnefall	25
Abbildung 12:	Elmshorn "Knoten 3 " PM ₁₀ -Belastung im Mitfall	25
Abbildung 13:	Streckenführung in Glückstadt und ausgewählter Untersuchungsbereich " (TK 5 /18/)	27
Abbildung 14:	NO ₂ -Belastung im Ohnefall in Glückstadt	28
Abbildung 15:	NO ₂ -Belastung im Mitfall in Glückstadt	28

Tabellen

Tabelle 1:	Beurteilungswerte der 39. BImSchV	5
Tabelle 2:	lokale Schadstoffvorbelastung	5
Tabelle 3:	Abschätzung der Belastungssituation außerhalb von Ortschaften (RLuS 2012)	8

1. Aufgabenstellung

Kernstück des Planungsabschnitts „K28 (Niedersachsen) bis B431 (Schleswig-Holstein)“ der A20 – Nordwestumfahrung Hamburg ist die als Straßentunnel vorgesehene Querung der Elbe im Bereich von Drochtersen (Niedersachsen) und Kollmar / Glückstadt (Schleswig-Holstein). Die vorliegende Untersuchung soll die Frage klären, ob sich durch die während der Bauphase vorgesehenen Lkw-Fahrten zwischen der Baustelle (Tunnelportal rechts der Elbe) und der BAB A 23 die Luftschadstoffbelastung im Nahbereich der betroffenen Fahrwege deutlich erhöhen wird und ob hierdurch die Beurteilungswerte der 39. BImSchV ggf. überschritten werden könnten.

Derzeit wird für die insgesamt mehrjährige Bauphase davon ausgegangen, dass pro Stunde – in der Phase mit dem höchsten Baustellen-Verkehrsaufkommen – 75 Lastkraftwagen von bzw. zur Baustelle fahren. Bei einem Baustellenbetrieb von täglich 16 Stunden (06 Uhr bis 22 Uhr) ergibt sich ein zusätzliches Verkehrsaufkommen von 1200 Lkw-Fahrten / 24 h, das sich – gemäß dem vorliegenden Planungsstand – auf zwei alternative Fahrwege verteilt:

- Die Streckenführung 1 verläuft entlang der B 431 über Neuendorf und Elmshorn bis zur AS Elmshorn der A 23. Pro Betriebsstunde werden für diese Streckenführung 45 LKW-Fahrten angegeben. Innerhalb von Elmshorn spalten sich die Fahrstrecken auf die nördliche Route ((A), mit 18 LKW/h) und die südliche Route ((B) mit 27 LKW/h) auf.
- Die Streckenführung 2 verläuft entlang der B 431 über Glückstadt und weiter über die L 119 und L 112 zur AS Hohenfelde der A 23. Diese Streckenführung wird pro Betriebsstunde von 30 Baustellen-Lkw genutzt.

Seitens des *Landesbetriebs Straßenbau und Verkehr, Niederlassung Itzehoe*, wurde festgelegt, dass die für das Jahr 2025 prognostizierten Verkehrsmengen dieser Untersuchung zugrunde zu legen sind. Als Prognosejahr (insbesondere in Bezug auf die Bestimmung der Emissionen der Kraftfahrzeuge) wurde hiervon abweichend das Jahr 2015, in dem frühestmöglich mit den Baustellenverkehren zu rechnen ist, festgesetzt.

Die Abbildung 1 gibt einen Überblick über die vorgesehene Streckenführung (vgl. Abbildung 1 der Schalltechnischen Untersuchung /17/).

2. Beurteilung der lufthygienischen Situation und lokale Schadstoffvorbelastung

Die Auswirkungen der vorgesehenen Baustellenverkehre auf die Luftschadstoffbelastung im Nahbereich der betroffenen Fahrwege erfolgt nachfolgend durch den Vergleich der Belastung im Mitfall (prognostiziertes Verkehrsaufkommen gem. /12/ und Fahrten der Baustellen-LKW) mit dem Ohnefall (prognostiziertes Verkehrsaufkommen gem. /12/ ohne die zusätzlichen Baustellenverkehre). Die beurteilungsrelevante Luftschadstoffgesamtbelastung setzt sich aus der verkehrsbedingten Zusatzbelastung der betrachteten Straßenzüge und der lokalen Schadstoffvorbelastung (Hintergrundbelastung) zusammen. Die abgeschätzten Belastungswerte werden anhand der Beurteilungswerte der 39. BImSchV beurteilt.

Die 39. BImSchV /1/ dient der Umsetzung der in EU-Richtlinien enthaltenen Luftqualitätsstandards in deutsches Recht. Die 39. BImSchV richtet sich an die Bundesländer und Gemeinden, die für den Vollzug der Verordnung verantwortlich sind (Aufstellung und Durchsetzung von Luftreinhalte- und Aktionsplänen, Durchführung der erforderlichen Messungen, Berichterstattung und Information der Öffentlichkeit etc.). Ermittelt und beurteilt wird hierbei die Luftqualität (Gesamtbelastung) in Ballungsräumen und sonstigen belasteten Gebieten. Die Erhebung der Belastungssituation erfolgt primär durch Messungen. Die 39. BImSchV und die darin enthaltenen Grenzwerte zielen somit nicht direkt auf den Bau und die Änderung von Straßen ab und sind hinsichtlich ihrer rechtlichen Bedeutung nicht den Grenzwerten der Verkehrslärmschutzverordnung (16. BImSchV) gleichzusetzen. Die Immissionswerte der 39. BImSchV werden in Genehmigungsverfahren von Straßenneu- und Ausbauverfahren als Beurteilungswerte für die Luftqualität herangezogen.

Das Hauptaugenmerk liegt bei Luftschadstoffuntersuchungen im Zusammenhang mit Straßenverkehrsprojekten auf den beiden Schadstoffen *Stickstoffdioxid* NO_2 und *Feinstaub* (PM_{10} und ggf. $PM_{2,5}$), die als „Leitschadstoffe“ für den Straßenverkehr gelten. Beurteilungsrelevant ist hierbei die Schadstoffgesamtbelastung, die sich aus der Zusatzbelastung aus dem betrachteten Straßennetz und der lokalen Schadstoff-Hintergrundbelastung zusammensetzt.

Die Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Immissionsgrenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und der Vegetation nach der 39. BImSchV (vereinfachte Darstellung gem. /8/, Tabelle 2).

Schadstoff / Schutzobjekt	Mittelungszeitraum	Grenzwert [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Erlaubte Überschreitungen pro Jahr	Grenzwert gültig ab (Monat-Jahr)
SO ₂ Gesundheit	1 Stunde	350	24	01-2005
SO ₂ Gesundheit	24 Stunden	125	3	01-2005
SO ₂ Ökosystem	Kalenderjahr/Winter	20	keine	09-2002
NO ₂ Gesundheit	1 Stunde	200	18	01-2010
NO ₂ Gesundheit	Kalenderjahr	40	keine	01-2010
NO _x Vegetation	Kalenderjahr	30	keine	09-2002
Partikel (PM ₁₀) Gesundheit	24 Stunden	50	35	01-2005
Partikel (PM ₁₀) Gesundheit	Kalenderjahr	40	keine	01-2005
Partikel (PM _{2,5}) Gesundheit	Kalenderjahr	25	keine	01-2015
Benzo(a)pyren (BaP) Gesundheit	Kalenderjahr	0.001 (Zielwert)	keine	01-2013
Benzol Gesundheit	Kalenderjahr	5	keine	01-2010
CO Gesundheit	8 Stunden gleitend	10000	keine	01-2005

Tabelle 1: Beurteilungswerte der 39. BImSchV

Die lokale Schadstoffvorbelastung, die anteilig in der beurteilungsrelevanten Schadstoffgesamtbelastung enthalten ist, hängt zum einen von der Gebietsart (Nutzung, räumlicher Abstand zu Ballungsräumen, klimatische Bedingungen etc.) und zum anderen vom Prognosejahr ab. Der Untersuchungsraum weist sowohl städtische Bereiche (z.B. Elmshorn und Glückstadt) als auch ländliche Bereiche auf. Die Abschätzung der lokalen Schadstoffvorbelastung (siehe Tabelle 2) erfolgte in Abstimmung mit dem Staatlichen Umweltamt Itzehoe /14/.

Schadstoff		Jahresmittelwert ländliche Gebiete [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Jahresmittelwert städtische Bereiche [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Bemerkung
Kohlenmonoxid	CO	700	700	700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wurden nur an vielbefahrenen Straßen ermittelt. Die Hintergrundbelastung liegt darunter /14/.
Stickstoffdioxid	NO ₂	15.0	20.0	/14/
Stickstoffmonoxid	NO	3.0	10.0	/14/
Stickoxide	NO _x	19.6	35.3	Bestimmt aus NO ₂ - und NO-Belastung
Schwefeldioxid	SO ₂	2.0		/14/
Benzol	C ₆ H ₆	1.0	2.0	/14/
Partikel PM ₁₀		20.0	23.0	/14/
Partikel PM _{2,5}		16.0	17.0	Ländlicher Bereich gem. /14/, Wert für städtischen Bereich gem. RLuS 2012, Kategorie "Kleinstadt, mittel"
Benzo(a)pyren BaP		0.00020		Abgeschätzt aus Messwerten gem. /13/
Ozon	O ₃	45.0		Vorschlagwert RLuS 2012

Tabelle 2: lokale Schadstoffvorbelastung

3. Durchführung der Untersuchung

Das geplante Bauvorhaben führt während der länger andauernden Phase mit dem höchsten Verkehrsaufkommen zu einem prognostizierten Baustellen-Verkehrsaufkommen von 1200 Lkw-Fahrten / 24 h. Diese zusätzlichen Lkw-Fahrten zwischen Tunnelbaustelle und BAB A23 nutzen das bestehende Straßennetz. Dies führt für die betroffenen Streckenabschnitte zu einer Erhöhung des Verkehrsaufkommens und insbesondere zu einer Erhöhung des Schwerverkehrsanteils.

Das betroffene Streckennetz (siehe Abbildung 1) verläuft zum einen durch nicht bzw. maximal locker bebaute ländliche Bereiche und zum anderen durch Ortsbereiche mit unterschiedlich ausgeprägter Randbebauung. In Bezug auf die Belastungssituation bebauter Gebiete liegt das Hauptaugenmerk im Falle der Streckenführung 1 (Südroute) auf den betroffenen Bereichen in Elmshorn und im Falle der Streckenführung 2 (Nordroute) auf der Ortsdurchfahrt durch Glückstadt.

Auf Grund der Größe des Untersuchungsbereichs und den großen Unterschieden, die hinsichtlich der maßgeblichen Ausbreitungsbedingungen bestehen (freie Schadstoffausbreitung in maximal locker bebauten Bereichen, städtische Prägung ohne geschlossene Randbebauung, städtische Prägung mit dichter Randbebauung) ist die Abschätzung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung „in einem Rechenlauf“ nicht sinnvoll möglich. Es bietet sich vielmehr an, die Untersuchungsmethodik den jeweiligen Randbedingungen anzupassen.

3.1 Abschätzung der Belastungssituation außerhalb geschlossener Siedlungen

Die Abschätzung für diese Bereiche erfolgt mit dem Modell RLuS 2012 /8/, /9/, das im Januar 2013 vom Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen als Modell zur Abschätzung der Belastungssituation im Umfeld von Fernstraßen (ohne bzw. mit lockerer Randbebauung) eingeführt wurde /11/.

Dieses Modell benötigt außer verkehrlichen Parametern noch die Angabe der lokalen Schadstoffvorbelastung sowie den Jahresmittelwert der Windgeschwindigkeit (als konservative Annahme werden hier 3.5 m/s angenommen).

Für zwei ausgewählte Straßenabschnitte wird nachfolgend mit dem Modell RLuS 2012 die Belastungssituation direkt für den Fahrbahnrand (Entfernung von 0 m) für den Ohnefall und den Mitfall bestimmt und diskutiert (siehe Tabelle 3 und RLuS-Berechnungsprotokolle in Anlage 1). Die beiden Untersuchungsquerschnitte (*Querschnitt 1* und *Querschnitt 2* in Abbildung 5) wurden entlang der Streckenführung 1 ausgewählt, da diese gegenüber der Streckenführung 2 einem höheren zusätzlichen Verkehrsaufkommen durch Baustellenfahrzeuge ausgesetzt ist.

Die nachfolgend betrachteten Straßen entsprechen dem Typ „Fernstraße“. Das Modell RLuS 2012 unterscheidet hinsichtlich der zulässigen Höchstgeschwindigkeit 4 unterschiedliche Kategorien im Bereich zwischen 60 km/h und 110/120 km/h. Nachfolgend wird die Einstellung „60 km/h“ gewählt, da sich für diesen Geschwindigkeitsbereich höhere Emissionen ergeben als bei 80 bzw. 100 km/h.

	Querschnitt 1		Querschnitt 2	
	B 431 westl. Elmshorn		B 431 östl. Elmshorn	
Gültigkeit (siehe Abbildung 5)	stellvertretend für Streckenführung im ländlichen Bereich außerhalb geschlossener Ortschaften		Knoten 1 (A 23) - Knoten 1a (westl. Ortsende von Elmshorn)	
Vorbelastungssituation gem. Tabelle 2	ländliches Gebiet		städtischer Bereich	
Jahresmittelwerte der lokalen Schadstoffvorbelastung [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
Vorbelastung NO_2	15		20	
Vorbelastung PM_{10}	20		23	
Vorbelastung $\text{PM}_{2.5}$	16		17	
	Ohnefall	Mitfall	Ohnefall	Mitfall
Verkehrsaufkommen [Kfz / 24 h]	6700	7420	34100	34820
Schwerverkehrsaufkommen [SNF / 24 h]	530	1250	1750	2470
Schwerverkehrsanteil [%]	7.9%	16.8%	5.1%	7.1%
Baustellen-Lkw / Stunde	---	45	---	45
Emissionen [$\text{g}/(\text{km}^*\text{h})$]				
NO_x -Emission	105.8	175.9	456.6	525.9
PM_{10} -Emission	12.8	17.8	59.8	64.9
$\text{PM}_{2.5}$ -Emission	6.9	9.9	31.7	34.7
Erhöhung der NO_x -Emission	70.1		69.3	
Erhöhung der PM_{10} -Emission	5.0		5.1	
Erhöhung der $\text{PM}_{2.5}$ -Emission	3.0		3.0	
Schadstoff-Gesamtbelastung am Fahrbahnrand [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
Jahresmittelwert NO_2	16.0	16.9	28.4	29.1
Jahresmittelwert PM_{10}	20.6	20.8	25.6	25.9
Jahresmittelwert $\text{PM}_{2.5}$	16.3	16.4	18.4	18.5
Erhöhung NO_2	0.9		0.7	
Erhöhung PM_{10}	0.2		0.3	
Erhöhung $\text{PM}_{2.5}$	0.1		0.1	
<i>RLuS 2012 - Berechnungsprotokoll</i>	<i>Anlage 1-1</i>	<i>Anlage 1-2</i>	<i>Anlage 1-3</i>	<i>Anlage 1-4</i>

Tabelle 3: Abschätzung der Belastungssituation außerhalb von Ortschaften (RLuS 2012)

Die beiden Querschnitte unterscheiden sich hinsichtlich der Verkehrsbelastung im Ohnefall und hinsichtlich der angenommenen Schadstoffvorbelastung deutlich voneinander (Querschnitt 1: ländlicher Bereich, eher geringes Verkehrsaufkommen im Ohnefall; Querschnitt 2 auf Grund der Nähe zu Elmshorn und der A 23 städtisches Vorbelastungsniveau und hohes Verkehrsaufkommen im Ohnefall).

Das (absolute) Verkehrsaufkommen (DTV und Schwerverkehrsaufkommen) erhöht sich an beiden Querschnitten im Mitfall gegenüber dem Ohnefall um $16 \cdot 45 = 720$ Baustellen-LKW / 24 h. Die zusätzlichen LKW-Fahrten führen an beiden Querschnitten zu entsprechenden Erhöhungen der Emissionsquellstärken der betrachteten Schadstoffe. In Abhängigkeit von weiteren Parametern der Emissionsmodellierung (Verhältnis von Verkehrsaufkommen zu Kapazität des Straßenabschnitts) führen die zusätzlich verkehrenden Lkw an den beiden Querschnitten zu leicht unterschiedlichen Emissionserhöhungen.

Die Schadstoff-Gesamtbelastungswerte liegen an beiden Querschnitten selbst direkt am Fahrbahnrand deutlich unter den Beurteilungswerten der 39. BImSchV. Die Erhöhung der verkehrsbedingten Zusatzbelastung und somit auch der Gesamtbelastung durch die Baustellen-Verkehre ist jeweils gering. Für NO_2 beträgt die Erhöhung weniger als $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, für PM_{10} ca. $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ und für $\text{PM}_{2.5}$ ca. $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Belastungssituation wird im Ohne-Fall und im Mit-Fall in erster Linie von der Höhe der lokalen Vorbelastung bestimmt.

Wie die Anlage 1 belegt, kommt den dort betrachteten „sonstigen Schadstoffen“ im Zusammenhang mit der Bewertung der Belastungssituation keine Bedeutung zu, da entweder keine Beurteilungswerte festgelegt sind oder die verkehrsbedingte Zusatzbelastung gemessen an den Beurteilungswerten äußerst gering ist.

Diese Abschätzung zeigt, dass die zusätzlichen Lkw-Verkehre während der Bauphase in den Bereichen außerhalb geschlossener Ortslagen zu keiner nennenswerten Erhöhung der Schadstoff-Gesamtbelastung führen werden.

3.2 Grundlagen der Ausbreitungsrechnung im Bereich der Ortsdurchfahrten

3.2.1 Kurzbeschreibung des gewählten Ausbreitungsmodells

Das Modell RLuS 2012 ist in bebauten Bereichen nicht bzw. nur eingeschränkt anwendbar, da innerörtliche Straßen mit einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit < 60 km/h explizit ausgenommen sind. Weiterhin kann dieses Modell lediglich für Bereiche ohne oder mit maximal lockerer Randbebauung angewendet werden. Für die betroffenen Straßenabschnitte, die durch bebaute Ortsbereiche (insbesondere in Elmshorn und Glückstadt) führen, kann das Modell RLuS 2012 keine belastbaren Ergebnisse liefern.

Für diese Bereiche erfolgen die Ausbreitungsrechnungen mit einem höherwertigen Ausbreitungsmodell. Die Auswahl fiel auf ein Lagrange'sches Partikelmodell nach der Richtlinie VDI 3945 Blatt 3, das von der Firma DataKustik in die Lärmberechnungssoftware CadnaA (Erweiterung APL, verwendete Programmversion 4.4.145) implementiert wurde. Das Programmmodul APL verwendet im Kern – als externes Modul – das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 (Ausbreitungsmodell der TA Luft /4/), das durch eine insbesondere auf die Untersuchung der Luftschadstoffbelastung aus dem Kfz-Verkehr hin ausgerichtete Bedieneroberfläche in das Programmpaket CadnaA eingebunden ist. Hierdurch wird es ermöglicht, Geometriedaten aus einem Schallberechnungsmodell direkt zu übernehmen.

Basierend auf einer stundenfeinen meteorologischen Zeitreihe für ein repräsentatives Jahr und Emissions-Tagesganglinien der betrachteten Straßen berechnet das eingesetzte Ausbreitungsmodell für jede Stunde des Jahres die Schadstoffkonzentration (Zusatzbelastung aus den betrachteten Quellen). Partikelmodelle simulieren die Bewegung von Partikeln mit Hilfe eines stochastischen Prozesses unter Berücksichtigung vorab berechneter Windfelder, die ggf. den Einfluss von Strömungshindernissen wie z.B. Gebäuden beinhalten. Hierzu ist es erforderlich, das Rechengebiet in ein horizontales Gitter aufzuteilen. Programmintern werden in Abhängigkeit von den Randbedingungen der Berechnung vertikale Höhenschichten festgelegt, so dass sich durch die horizontale Rasterweite und die Höhenschichten Volumenelemente ergeben. Für jedes Volumenelement wird die während des Simulationslaufs auftretende Partikelkonzentration ermittelt und anschließend in Schadstoffkonzentrationen umgerechnet. Aus diesen Stundenmittelwerten werden anschließend Jahresmittelwerte und ggf. weitere beurteilungsrelevante statistische Kenngrößen berechnet. Angegeben wird die bodennahe Schadstoffkonzentration (Volumenelement mit Höhe 0 bis 3 m über Boden).

3.2.2 Meteorologische Zeitreihe

Im Zusammenhang mit der Luftschadstoffuntersuchung /16/, die die Immissionssituation im Einflussbereich der Portale des geplanten Elbtunnels untersucht, erstellte der Deutsche Wetterdienst auf der Grundlage von Messwerten der Station Ruthenstrom eine meteorologische Zeitreihe, die auch in diesem Zusammenhang verwendet wird (siehe hierzu Abschnitt 1.8 der Untersuchung /16/). Im Untersuchungsraum herrschen die südwestlichen und die östlichen Windrichtungen vor. Da die beigestellte Zeitreihe lediglich Angaben zu Windgeschwindigkeit und Windrichtung enthält, wurde als Ausbreitungsklasse einheitlich die Klasse III „neutral – stabil“ gewählt. Da während der Tagesstunden, in denen die Baustellen-Verkehre erfolgen, instabile und neutrale Ausbreitungsbedingungen vorherrschen, ist diese Annahme zulässig.

3.2.3 Anmerkungen zur NO_x - NO_2 -Umwandlung

Primäre Aufgabe von Luftschadstoffuntersuchungen im Zusammenhang mit Straßenverkehrsprojekten ist die Abschätzung der zu erwartenden Belastung durch *Stickstoffdioxid* NO_2 und *Feinstaub* PM_{10} .

Die Stickoxid-Emissionen (NO_x) von Kraftfahrzeugen bestehen überwiegend aus NO und zu ca. 20 – 25% aus NO_2 . Während der Ausbreitung erfolgt eine Umwandlung von NO in das toxikologisch wirksamere NO_2 (die Beurteilungswerte der 39. BImSchV beziehen sich deshalb auf NO_2). Dieser photochemische Umwandlungsprozess hängt von der vorhandenen Konzentration verschiedener Luftschadstoffe (insbesondere Stickoxide und Ozon) und den Einstrahlungsbedingungen (UV-Strahlung) ab. Besonders in den ersten Minuten nach der Schadstofffreisetzung findet eine schnelle Umwandlung des emittierten NO in NO_2 statt.

Das Ausbreitungsmodell AUSTAL2000 /3/ erlaubt die Immissionskonzentrationen von NO_2 indirekt über die Abbauraten von NO zu berechnen. Hierzu ist es erforderlich, die Kfz-spezifischen NO_x -Emissionen hinsichtlich ihrer Anteile an NO_2 und NO getrennt anzugeben.

Das Emissionsdatenbankprogramm für den Kfz-Verkehr HBEFA 3.1 /2/ gibt außer den NO_x -Emissionsfaktoren explizit auch NO_2 -Emissionsfaktoren (Primäremission) an. Die NO -Emission kann dann aus der NO_x - und der NO_2 -Emission bestimmt werden. Entsprechend der Molekulargewichte von NO und NO_2 gilt:

$$\text{NO}_x (\text{als } \text{NO}_2) = \frac{46}{30} \cdot \text{NO} + \text{NO}_2$$

Die Ausbreitungsrechnung (Zusatzbelastung aus dem betrachteten Straßennetz) erfolgt in dieser Untersuchung für NO_2 , NO_x und PM_{10} .

Die NO_2 -Gesamtbelastung wird in dieser Untersuchung nach zwei unterschiedlichen Methoden bestimmt:

1. Addition der abgeschätzten NO_2 -Vorbelastung und der explizit berechneten NO_2 -Zusatzbelastung. Die NO - NO_2 -Umwandlung erfolgt in diesem Falle durch das in das Modell AUSTAL2000 integrierte Umwandlungsmodell.
2. Ausgehend vom Jahresmittelwert der NO_x -Gesamtbelastung (Summe aus NO_x -Vorbelastung und der berechneten NO_x -Zusatzbelastung) kann anhand des in /10/, Seite 95, angegebenen empirischen Zusammenhangs („aktualisierte Romberg-Formel“) die NO_2 -Gesamtbelastung abgeschätzt werden. Die NO_2 -Konzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ergibt sich aus der NO_x -Konzentration in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ zu: $[\text{NO}_2] = 29 \cdot [\text{NO}_x] / ([\text{NO}_x] + 35) + 0.217 \cdot [\text{NO}_x]$

Da die beiden alternativen Ansätze zur Berücksichtigung der NO - NO_2 -Umwandlung zu abweichenden Ergebnissen führen können, wird in dieser Untersuchung als konservativer Ansatz für jedes Element des Rechengitters jeweils der höhere der beiden berechneten Werte in den Ergebnisdarstellungen ausgewiesen.

3.2.4 Emissionsmodellierung

Für die Ausbreitungsrechnung werden für jeden betrachteten Straßenabschnitt stundenfeine Emissionsganglinien für die Schadstoffe NO , NO_2 , NO_x und PM_{10} benötigt. Die Emissionsquellstärke einer Straße (Masse *Schadstoff*, die von einer Quelle der Länge 1 km während einer Stunde freigesetzt wird [$\text{g Schadstoff} / (\text{km} \cdot \text{h})$]) ist das Produkt aus dem stündlichen Verkehrsaufkommen [Kfz/h] und dem Emissionsfaktor [$\text{g Schadstoff} / \text{Kfz} \cdot \text{km}$].

Im Zusammenhang mit der hier durchgeführten Untersuchung werden Emissionsfaktoren für die folgenden Fahrzeugkategorien benötigt:

- Leichte Motorwagen („Leicht“ - Personenkraftwagen Pkw und leichte Nutzfahrzeuge LNF mit einer zulässigen Gesamtmasse unterhalb von 3.5 t; Annahme: 94% Pkw und 6% LNF).
- Schwere Nutzfahrzeuge („Schwer“ - SNF mit einer zulässigen Gesamtmasse von 3.5t und darüber).
- Baustellenfahrzeuge („Bau“ - schwere Lastzüge bzw. Sattelzüge der Klasse 34 – 40t)

Die stundenfeine Aufteilung des prognostizierten täglichen Verkehrsaufkommens erfolgt für die drei Fahrzeuggruppen anhand der in der Abbildung 2 gezeigten Verkehrsganglinien.

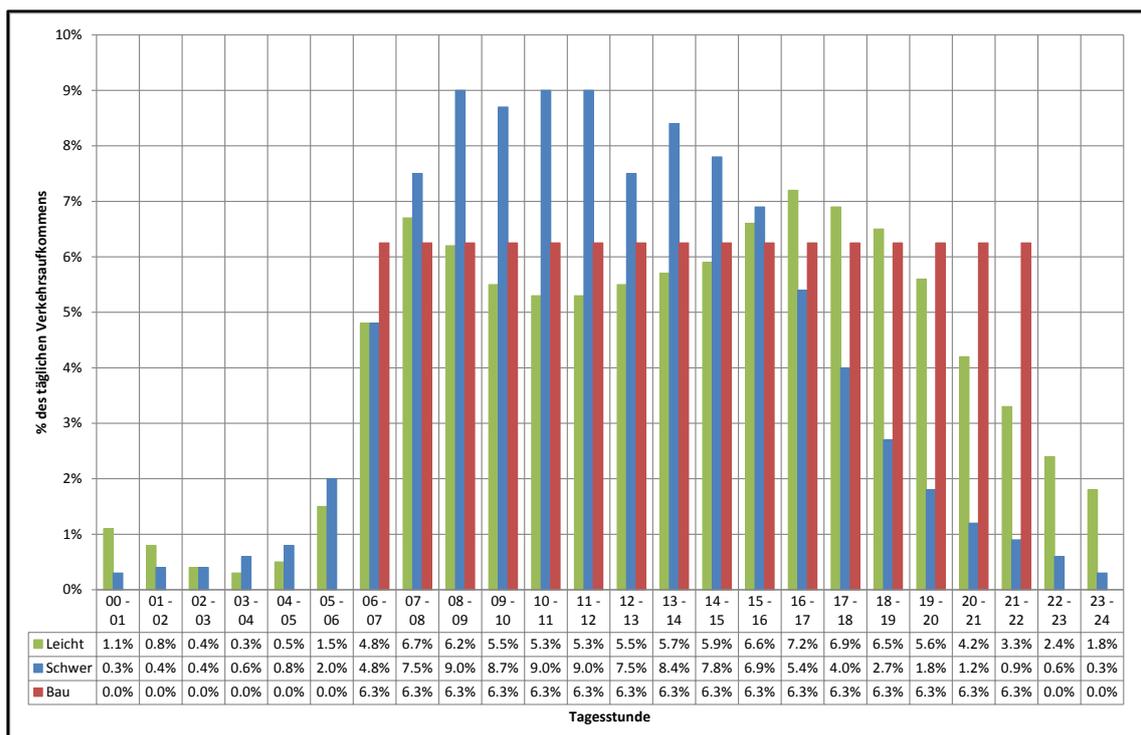


Abbildung 2: Verkehrsganglinien

Die aktuellen Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs liegen in der Datenbank HBEFA 3.1 /2/ vor, die im Auftrag der Umweltbehörden mehrerer europäischer Staaten (Deutschland, Österreich, Schweiz etc.) erstellt wurde. Diese umfangreiche Datenbank enthält ein Rechenmodul zur Bestimmung der Emissionsfaktoren verschiedener Schadstoffe für unterschiedliche Aggregationsstufen.

Die Verkehrssituationen werden im HBEFA 3.1 durch den Gebietstyp (*ländlich* oder *Agglomeration*) und den Straßentyp in Verbindung mit der zulässigen Höchstgeschwindigkeit sowie der Längsneigung der Fahrbahn ermittelt. Das Datenbankprogramm gibt als Ergebnis der Abfrage für jede gewählte Verkehrssituation die Emissionsfaktoren für insgesamt vier unterschiedliche Verkehrsqualitätsstufen an (Los 1 „flüssig“, Los 2 „dicht“, Los 3 „gesättigt“, Los 4 „Stop&Go“). Die Verkehrsqualitätsstufe wird in Abhängigkeit vom stündlichen Verkehrsaufkommen (prognostiziertes Verkehrsaufkommen in Kombination mit den Verkehrsganglinien in Abbildung 2) und der Kapazität der Straße abgeschätzt. Für Hauptverkehrsstraßen liegt die auf den einzelnen (durchgängigen) Fahrstreifen bezogene Kapazität bei ca. 800 - 1200 Kfz pro Stunde und Fahrstreifen. Lediglich für das untergeordnete Straßennetz (Erschließungsstraßen) liegt die Kapazität bei ca. 600 Kfz pro Stunde und Fahrstreifen (siehe auch /7/).

Für die betrachteten innerörtlichen Straßennetze stehen die folgenden Verkehrssituationen (Bezugsjahr 2015, ländlich geprägtes Gebiet, Längsneigung $\pm 0\%$) zur Auswahl:

- Hauptstraße, 50 km/h (Land/HVS/50); angenommene Kapazität: 1000 Kfz pro Stunde und Fahrstreifen
- Hauptstraße, kurvig, 50 km/h (Land/HVS-kurv./50); angenommene Kapazität: 800 Kfz pro Stunde und Fahrstreifen
- Fernstraße 60 km/h (Land/Fern/60); angenommene Kapazität: 1000 Kfz pro Stunde und Fahrstreifen

Der Übergang zwischen den einzelnen Verkehrsqualitätsstufen wird hier wie folgt vorgekommen:

- 15% der Kapazität: Übergang von flüssig zu dicht (Los 1 → Los 2)
- 75% der Kapazität: Übergang von dicht zu gesättigt (Los 2 → Los 3)
- 100% der Kapazität: Übergang von gesättigt zu Stop&Go (Los 3 → Los 4)

Während der Nachtstunden (22 – 06 Uhr) herrscht im betrachteten Straßennetz (innerorts) flüssiger Verkehr (Los 1), während der Tagstunden (06-22 Uhr) überwiegend dichter Verkehr (Los 2) vor.

Die Abbildung 3 zeigt die hier verwendeten NO_x-Emissionsfaktoren der drei interessierenden Fahrzeugkategorien in Abhängigkeit von der Verkehrssituation und der Verkehrsqualitätsstufe (Lose 1 bis 4).

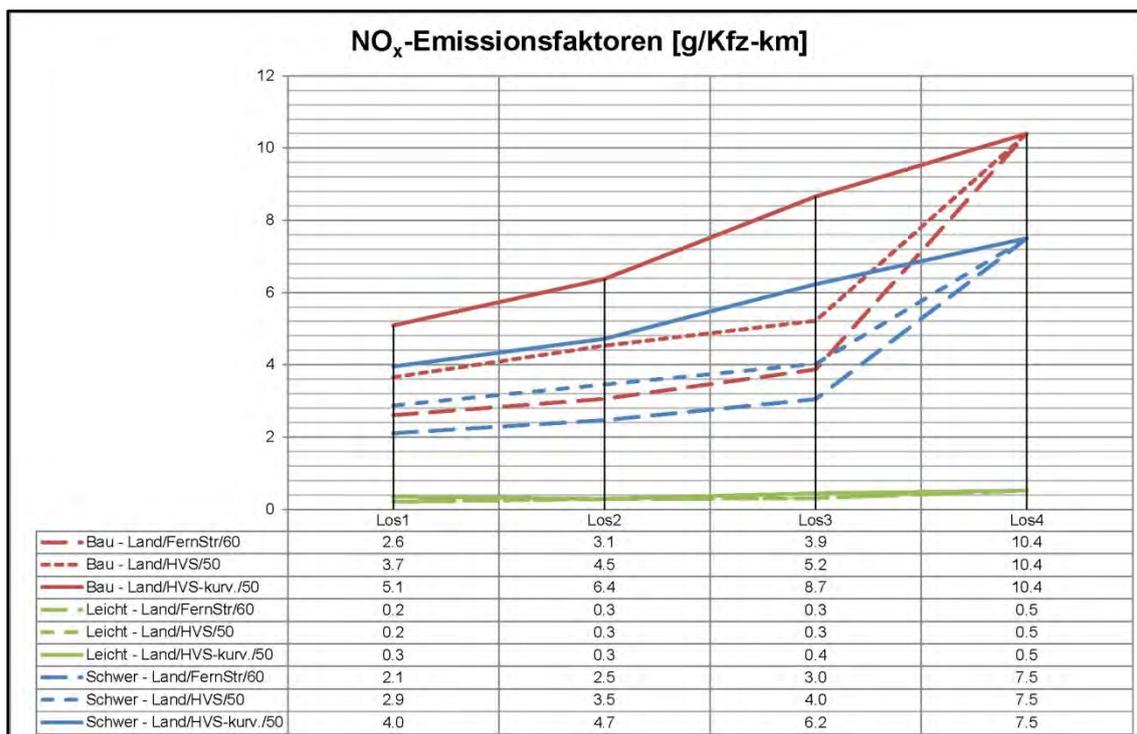


Abbildung 3: NO_x-Emissionsfaktoren [g / Kfz-km]

Für die drei Fahrzeugkategorien bestehen – bei ansonsten unveränderten Bedingungen – große Unterschiede im Emissionsverhalten. Die Emissionen der Baustellen-Fahrzeuge (schwere Lastzüge bzw. Sattelzüge der Klasse 34 – 40t) übersteigen die Emissionen des SNF (Kategorie *Schwer*; Mittelwert über alle Fahrzeuge mit einer zulässigen Gesamtmasse von 3.5t und darüber) deutlich. Die Emissionsfaktoren der PKW und der LNF (Kategorie *Leicht*) betragen in etwa 10% der Emissionen der SNF. Bereits bei einem Anteil der SNF von 5% verursachen diese Fahrzeuge ca. 1/3 der Stickoxid-Gesamtemission, bei einem Anteil von 10% bereits über die Hälfte der Stickoxid-Gesamtemission.

Bei SNF und Bau-Fahrzeugen zeigt sich darüber hinaus eine starke Abhängigkeit der Emissionsfaktoren von der Straßenkategorie und der Verkehrsqualitätsstufe (Los). Ledig-

lich für das Los 4 (Stop&Go) besteht für die einzelnen Fahrzeugkategorien keine Abhängigkeit von der Straßenkategorie mehr.

In den Rechenmodellen werden die Ein / Ausfallstraßen in Abhängigkeit von der zulässigen Höchstgeschwindigkeit durch die Verkehrssituationen *Land/HVS/50* und *Land/FernStr/60* (zulässige Geschwindigkeit > 50 km/h) nachgebildet. Den sonstigen innerorts verlaufenden Streckenabschnitten wird zur Berücksichtigung des Einflusses von Kreuzungen, Lichtzeichenanlagen und kurvigem Streckenverlauf stets die Kategorie *Land/HVS-kurv./50* zugewiesen.

Die PM_{10} -Emissionsquellstärke setzt sich aus dem *motorbedingten Emissionsanteil* und dem *nicht motorbedingten Emissionsanteil* zusammen. Die *motorbedingten Emissionsanteile*, die über den Auspuff freigesetzt werden, ergeben sich aus den Emissionsfaktoren des HBEFA 3.1. Bei den *nicht motorbedingten Emissionsanteilen* handelt es sich in erster Linie um Brems-, Reifen- und Fahrbahnabrieb sowie um Staubaufwirbelung von der Fahrbahn. Die Abschätzung dieses Emissionsanteils erfolgt analog zum Ansatz der RLuS (siehe Tab. A1 in /9/, Innerortsstraßen). Für Pkw und LNF beträgt der Emissionsfaktor (nicht motorbedingte Emissionsanteile) 0.030 g / Kfz-km, für SNF 0.130 g / Kfz-km. Die Abbildung 4 gibt PM_{10} -Emissionsfaktoren der drei interessierenden Fahrzeugkategorien in Abhängigkeit von der Straßenkategorie und der Verkehrsqualitätsstufe (Lose 1 bis 4) an. Da die Partikelemissionen von den nicht motorbedingten Emissionsanteilen dominiert werden, ist bei PM_{10} die Abhängigkeit von der Straßenkategorie und der Verkehrsqualitätsstufe deutlich geringer ausgeprägt, als dies bei NO_x der Fall ist. Insbesondere unterscheiden sich die Emissionsfaktoren der Verkehrssituationen *Land/HVS/50* und *Land/FernStr/60* nicht mehr.

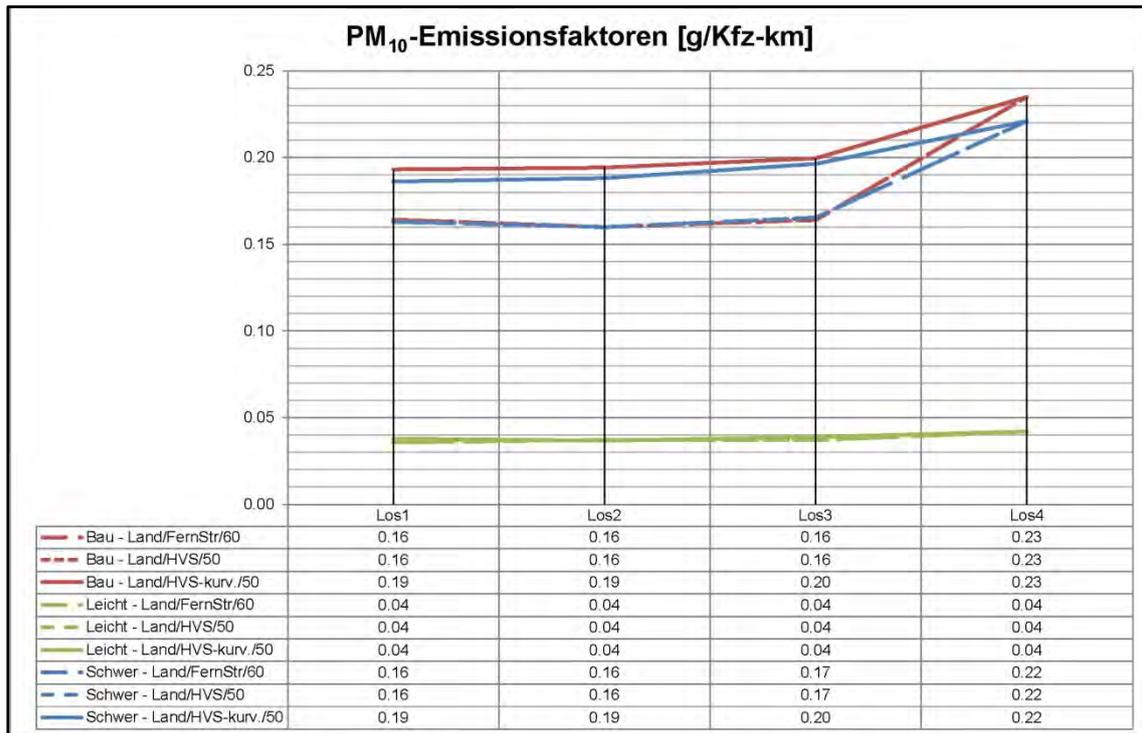


Abbildung 4: PM₁₀-Emissionsfaktoren [g / Kfz-km]

3.3 Belastungssituation im Ortsgebiet von Elmshorn

Das Ortsgebiet von Elmshorn ist hinsichtlich der Vorbelastungssituation als städtischer Bereich einzustufen (Vorbelastungswerte siehe Tabelle 2). Die Abbildung 5 zeigt die Verkehrsmengenkarte (Ausschnitt Elmshorn) nach /12/ mit Ergänzungen. Die Abbildung 6 zeigt das im Ortsbereich von Elmshorn verlaufende Straßennetz, das in die Modellrechnungen übernommen wurde. Hierbei handelt es sich neben den für Baustellenfahrten vorgesehenen Straßenabschnitten auch um kreuzende Hauptstraßen.

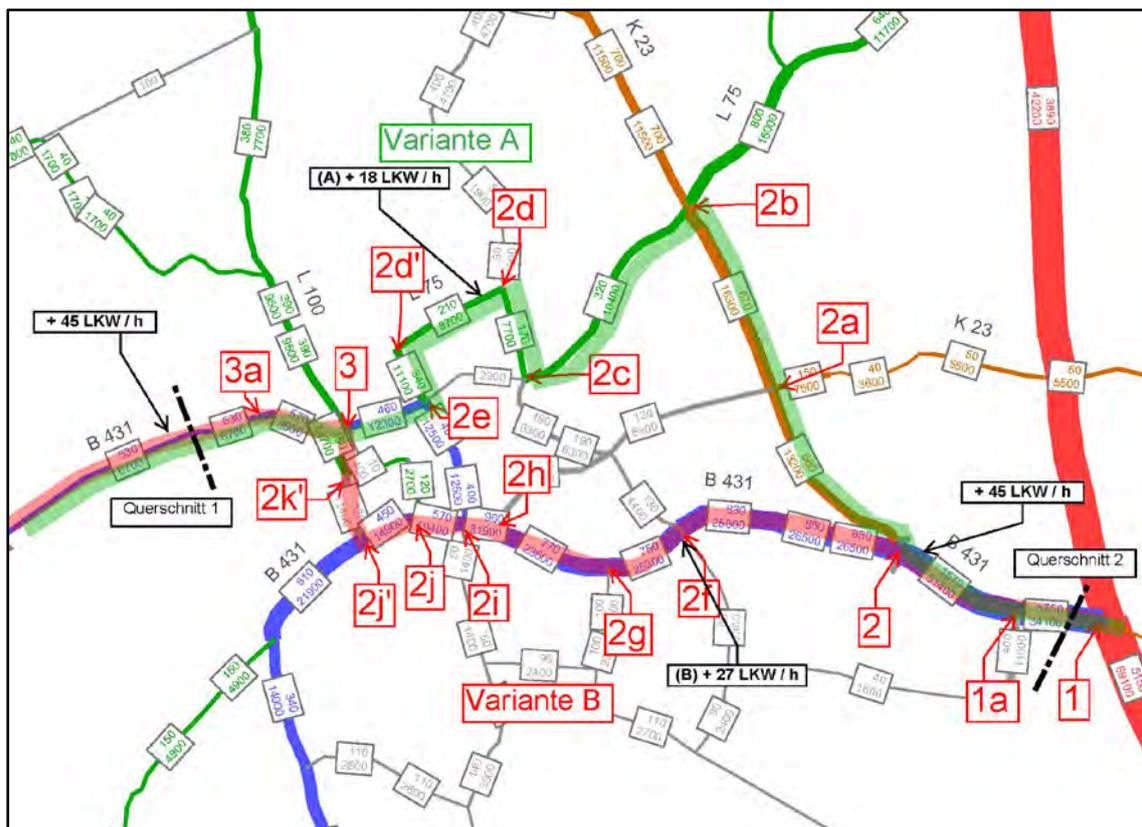


Abbildung 5: Verkehrsmengenkarte (Ausschnitt Elmshorn)

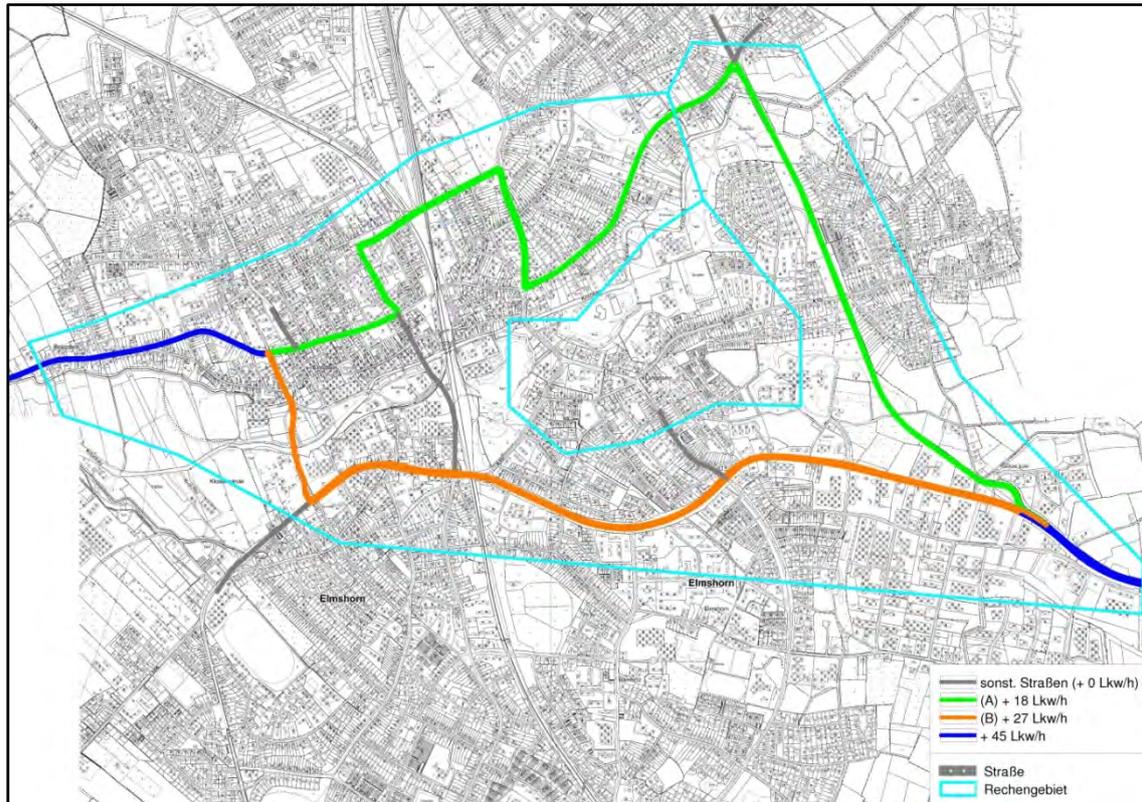


Abbildung 6: Übernahme des maßgeblichen Straßennetzes in das Berechnungsmodell (TK 5 /18/)

Für den Ohnefall und den Mitfall wird für das gezeigte Straßennetz flächenhaft (innerhalb des gezeigten Rechengebietes) jeweils die Gesamtbelastung von NO_2 und PM_{10} berechnet. Bei dieser weiträumigen Berechnung wird die Rasterweite 25 m mal 25 m gewählt. Die vorhandenen Bebauungsstrukturen können bei eher weiträumigen Berechnungen nicht explizit berücksichtigt werden. Für diesen Rechenlauf wurde eine Rauigkeitslänge z_0 von 2 m angesetzt. Dieser Wert repräsentiert gem. Tabelle 14 der TA Luft /5/ (CORINE-Kataster, 9 Klassen mit Werten zwischen 0.01 m und 2 m) die folgende Landnutzungsklasse: „durchgängig städtische Prägung“. Die Rauigkeitslänge dient bei der Berechnung unter anderem dazu, die Meteorologiedaten auf die Bedingungen im Untersuchungsraum zu übertragen. Mit zunehmender Rauigkeitslänge verringern sich die bodennahen Windgeschwindigkeiten auf Grund der höheren Bodenrauigkeit.

Die Ergebnisse dieser Berechnungen zeigen die folgenden Abbildungen in der Anlage 2:

	Ohnefall	Mitfall	Vorhabensbedingte Erhöhung (Mitfall - Ohnefall)
NO ₂ - Gesamtbelastung	Anlage 2 – Blatt 1	Anlage 2 – Blatt 2	Anlage 2 – Blatt 3
PM ₁₀ - Gesamtbelastung	Anlage 2 – Blatt 4	Anlage 2 – Blatt 5	Anlage 2 – Blatt 6

- Das betrachtete Hauptverkehrsnetz führt bereits im Ohnefall auch in straßenfernen Bereichen zu einer NO₂-Gesamtbelastung, die die städtische Vorbelastung um etwa 2.5 – 2.8 µg/m³ übersteigt (Anlage 2-1).
- Im näheren Umfeld der Hauptstraßen treten zumeist Werte im Bereich von 25 – 30 µg/m³, im Fahrbahnraum auch bis 35 µg/m³ auf (Anlage 2-1).
- Die vorhabensbedingte Erhöhung der NO₂-Gesamtbelastung liegt in den meisten Bereichen unterhalb von 2 µg/m³. Lediglich im Bereich westlich des „Knotens 3“ (siehe Abbildung 5) fällt diese Erhöhung in die Klasse 2 - 3 µg/m³ (Anlage 2-3).
- Die Anlage 2 – Blatt 4 bis 6 zeigt, dass die PM₁₀-Gesamtbelastung auch im näheren Umfeld der Hauptstraßen nur geringfügig über dem Niveau der Vorbelastung liegt. Für straßenferne Bereiche ergibt sich gegenüber der Vorbelastung keine Erhöhung mehr. Die vorhabensbedingte Erhöhung der PM₁₀-Gesamtbelastung liegt durchgängig unterhalb von 1 µg/m³.

Aufgabe dieses Rechenlaufs ist es, einen weiträumigen Überblick über die Belastungssituation und die durch das Vorhaben bedingte Erhöhung der Belastung zu geben. Insbesondere für Bereiche mit weitgehend geschlossener, fahrbahnnahe Bebauung liefert diese weiträumige Berechnung noch keine belastbaren Ergebnisse.

Für den in der Anlage 2 – Blatt 3 gekennzeichneten Untersuchungsbereich „Knoten 3“ erfolgt exemplarisch eine Berechnung der Luftschadstoffbelastung für den Ohne- und den Mitfall unter Berücksichtigung relevanter Randbebauung (gewählte Rasterweite 3 m, reduzierte Rauigkeitslänge $z_0 = 0.5$ m). Die Festlegung der Hindernisse erfolgt auf der Grundlage der Topografischen Karte M 1 : 5000 /18/ sowie allgemein verfügbarer Luftbilder. Die Abbildung 7 zeigt die explizit berücksichtigten Häuser (mit Angabe der abgeschätzten Bebauungshöhen).

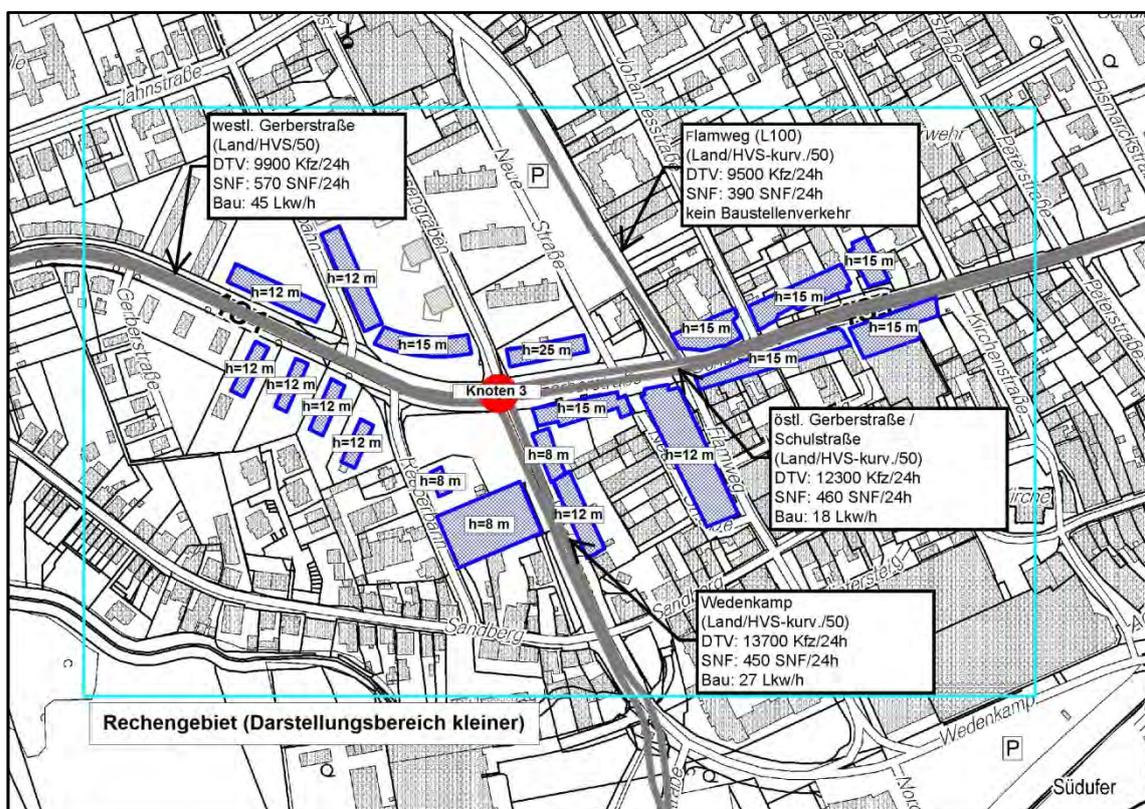


Abbildung 7: Untersuchungsbereich "Knoten 3" (TK 5 /18/ mit Aktualisierung)

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die unter Berücksichtigung der relevanten Randbebauung berechnete NO_2 -Gesamtbelastung im Ohne- und im Mitfall sowie die Belastungserhöhung in Folge des Baustellenverkehrs. Als Ergebnis der weiträumigen Berechnung (siehe Anlage 2-1) wird die NO_2 -Vorbelastung zu $22.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ angesetzt. Hierdurch werden im Sinne einer konservativen Abschätzung die Immissionsbeiträge des innerörtlichen Hauptstraßennetzes stärker berücksichtigt, als dies über die städtische Schadstoffvorbelastung gem. Tabelle 2 der Fall ist.



Abbildung 8: Elmshorn "Knoten 3" NO₂-Belastung im Ohnefall



Abbildung 9: Elmshorn "Knoten 3" NO₂-Belastung im Mitfall

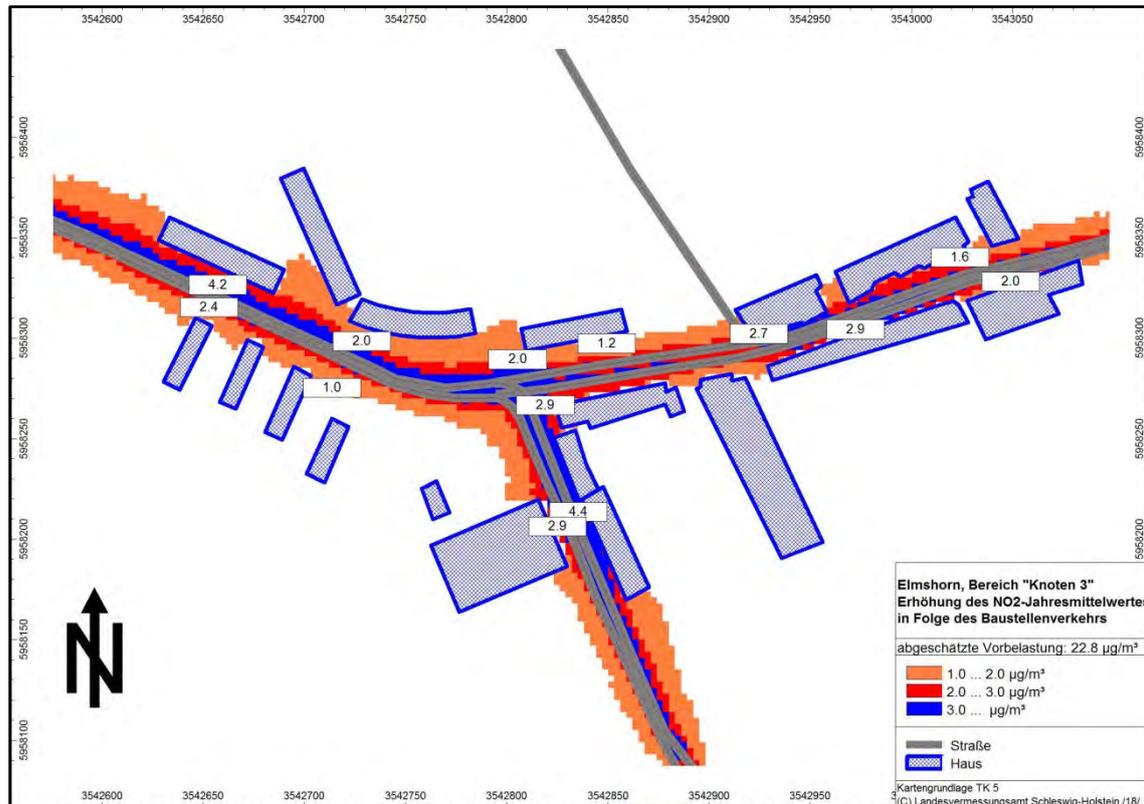


Abbildung 10: Elmshorn "Knoten 3 " Erhöhung der NO₂-Belastung in Folge des Baustellenverkehrs

Für den Ohnefall liegen bereits in einem geringen Abstand vom Fahrbahnrand die NO₂-Gesamtbelastungen in der Größenordnung von 25 – 30 µg/m³. Hierin enthalten ist bereits die erhöhte Vorbelastung von 22.8 µg/m³. Direkt am Fahrbahnrand überwiegen Belastungswerte im Bereich zwischen 30 und 35 µg/m³, an besonders exponierten Punkten, wie z.B. in der Schulstraße oder vor der Bebauung östlich der Straße Wedenkamp reicht die Belastung knapp an 38 µg/m³ heran. Für den Nahbereich der Straße ergeben sich deutliche Belastungsunterschiede in Abhängigkeit von der konkreten Bebauungssituation und der Orientierung zu den Hauptwindrichtungen (Dominanz der südwestlichen und östlichen Windrichtungen).

Das Staatliche Umweltamt Itzehoe führt im Stadtgebiet von Elmshorn u.a. in der Holstenstraße seit mehreren Jahren Messungen der NO₂-Gesamtbelastung mit Passivsammlern durch (siehe /15/). Die Messung mittels Passivsammlern entspricht jedoch nicht den Anforderungen der 39. BImSchV an das Messverfahren; es handelt sich hierbei lediglich um orientierende Messungen, die eine „Belastungstendenz“ aufzeigen können. Bei der Holstenstraße handelt es sich um eine enge Straßenschlucht mit einem ähnlichen Verkehrs-

aufkommen, wie es auch die Schulstraße aufweist (dieser Straßenzug ist nicht als Fahrweg für Baustellenfahrzeuge vorgesehen). Die in Nord-Süd-Richtung verlaufende Holstenstraße und die Schulstraße (West-Ost-Ausrichtung) unterscheiden sich jedoch deutlich hinsichtlich ihrer Orientierungen zu den Hauptwindrichtungen. Die direkt am Fahrbahnrand der Holstenstraße gemessenen NO_2 -Gesamtbelastungen lagen in den vergangenen Jahren im Bereich zwischen 39 und $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Diese Messungen deuten darauf hin, dass in den vergangenen Jahren die Stickstoffdioxidbelastung an den Beurteilungswert der 39. BImSchV heranreichte oder diesen ggf. etwas überschritt. Durch diese Messungen wird die Größenordnung der auch hier für eng bebaute Bereiche abgeschätzten Werte prinzipiell bestätigt. Die vom Staatlichen Umweltamt Itzehoe beidseitig des Mühlenendamms ebenfalls mit Passivsammlern durchgeführten NO_2 -Messungen zeigen, dass an einem Straßenquerschnitt – in Abhängigkeit von der Bebauungssituation und der Orientierung zu den Hauptwindrichtungen – kleinräumige Belastungsunterschiede von über $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ auftreten können.

Die Abbildung 10 (Differenzdarstellung Mitfall – Ohnefall) zeigt, dass die Baustellenverkehre lediglich in einem eng begrenzten Bereich um die Fahrwege zu einer Belastungserhöhung $> 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ führen werden. Vor der nächstliegenden Randbebauung liegt die Belastungserhöhung in Folge des Baustellenverkehrs zumeist bei $2 - 3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, an besonders exponierten Punkten jedoch auch darüber ($< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Die für den Mitfall berechneten NO_2 -Konzentrationen unterschreiten überwiegend den Beurteilungswert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. An einzelnen, exponierten wird der Beurteilungswert von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erreicht bzw. leicht überschritten.

Die Abbildung 11 und die Abbildung 12 veranschaulichen die Jahresmittelwerte der PM_{10} -Gesamtbelastung im Ohne- und im Mitfall. Die PM_{10} -Belastung liegt sowohl im Ohnefall als auch im Mitfall deutlich unterhalb des Beurteilungswertes der 39. BImSchV von $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Die Unterschiede zwischen Mit- und Ohnefall sind insgesamt gering. Die Gesamtbelastung übersteigt die abgeschätzte Vorbelastung ($23 \mu\text{g}/\text{m}^3$) direkt am Fahrbahnrand um weniger als $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Abbildung 11: Elmshorn "Knoten 3" PM₁₀-Belastung im Ohnefall

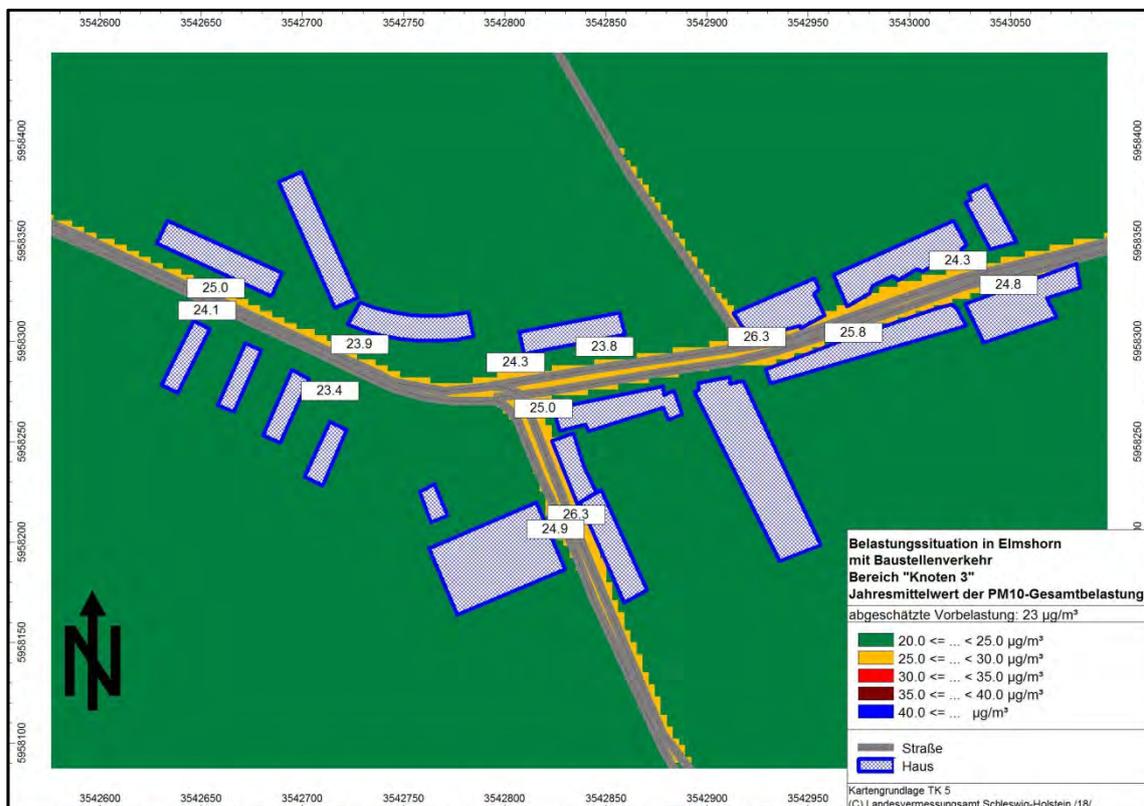


Abbildung 12: Elmshorn "Knoten 3" PM₁₀-Belastung im Mitfall

Die $PM_{2,5}$ -Belastung kann hieraus wie folgt abgeschätzt werden: Die $PM_{2,5}$ -Zusatzbelastung von Straßen liegt üblicherweise bei ca. 50 – 60% der PM_{10} -Zusatzbelastung, für den Nahbereich der Straßen also in der Größenordnung von 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Zusammen mit der lokalen Schadstoffvorbelastung in der Größenordnung von etwa 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (siehe Tabelle 2) ergibt sich eine Gesamtbelastung $< 20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, die somit den Beurteilungswert von 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ebenfalls deutlich unterschreitet.

3.4 Belastungssituation im Ortsgebiet von Glückstadt

Die nachfolgende Abbildung 13 zeigt die Streckenführung durch das Ortsgebiet von Glückstadt sowie den für die Modellrechnung ausgewählten Untersuchungsbereich mit ausgeprägter Randbebauung (angenommene Höhe von 15 m). Im Ohnefall beträgt das tägliche Verkehrsaufkommen im Untersuchungsraum 6600 Kfz/24 h (davon 300 Fahrten mit Schweren Nutzfahrzeugen; Verkehrssituation *Land/HVS-kurv./50*). Im Mitfall erhöht sich das Verkehrsaufkommen täglich um $16 * 30 = 480$ Lkw-Fahrten. Hinsichtlich der Vorbelastungssituation wird der Untersuchungsbereich als städtischer Bereich eingestuft (Vorbelastungswerte siehe Tabelle 2).

Nachfolgend werden die für den Ohnefall (Abbildung 14) und den Mitfall (Abbildung 15) berechneten NO_2 -Gesamtbelastungen dargestellt.

Der untersuchte Streckenabschnitt weist südlich der Fahrbahn eine geschlossene Randbebauung auf. Dieser Gebäuderiegel schirmt die Straße bei der vorherrschenden Windrichtung Südwest ab, so dass sich vor der Fassade (windabgewandte Seite) die höchsten Konzentrationen einstellen. Für den Ohnefall liegt die NO_2 -Gesamtbelastung vor dieser Fassade bei etwas über 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; im Mitfall steigt sie auf etwa 36 bis 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ an. Der Beurteilungswert von 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wird hierbei jedoch nicht erreicht. Die gegenüberliegende Bebauung weist eine senkrecht zur Straße ausgerichtete Struktur mit ausgeprägten Lücken auf. Für diese Straßenseite ist deshalb sowohl im Ohnefall als auch im Mitfall mit deutlich geringeren NO_2 -Belastungswerten zu rechnen.

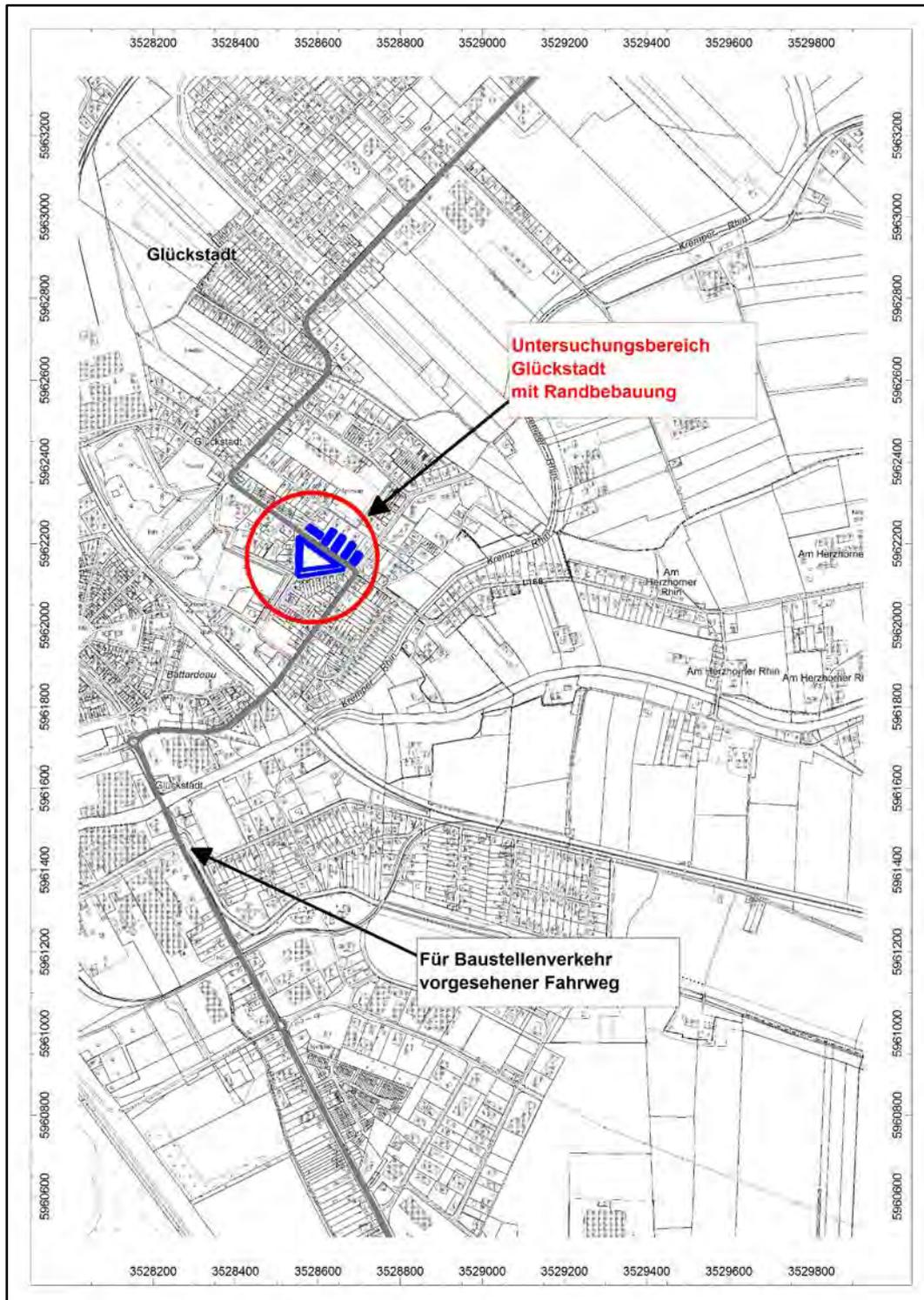


Abbildung 13: Streckenführung in Glückstadt und ausgewählter Untersuchungsbereich " (TK 5/18)

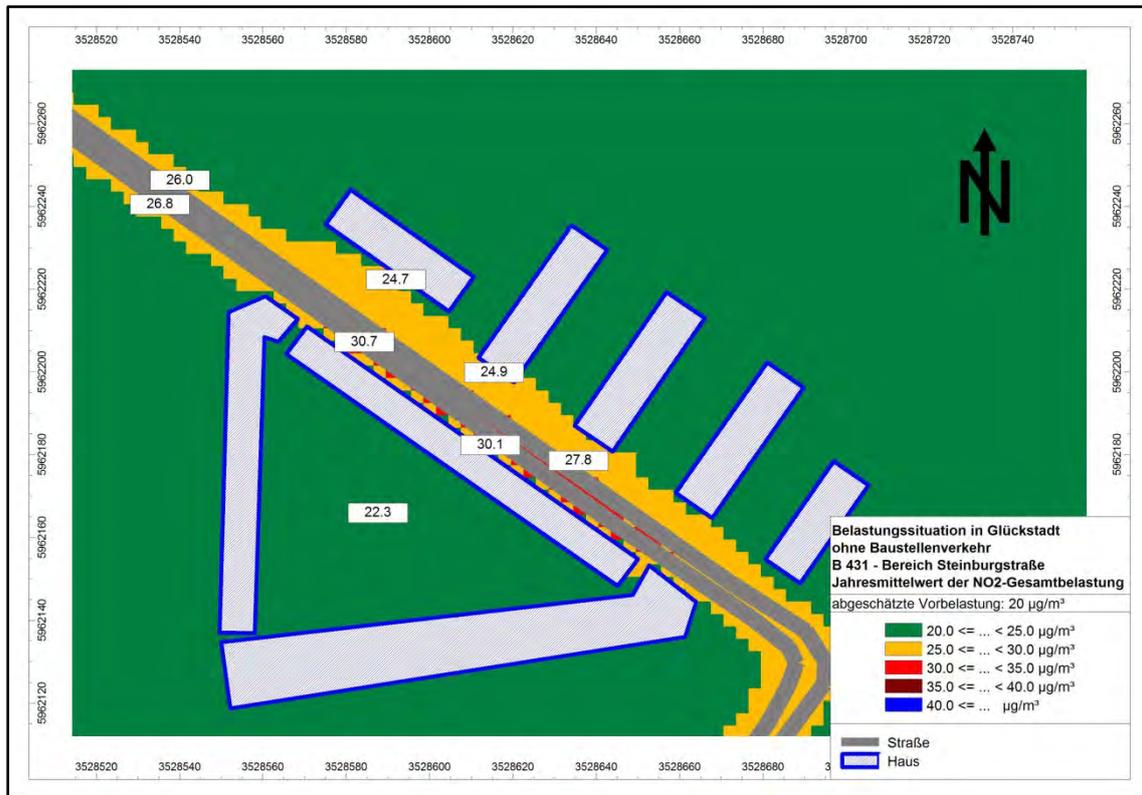


Abbildung 14: NO₂-Belastung im Ohnefall in Glückstadt

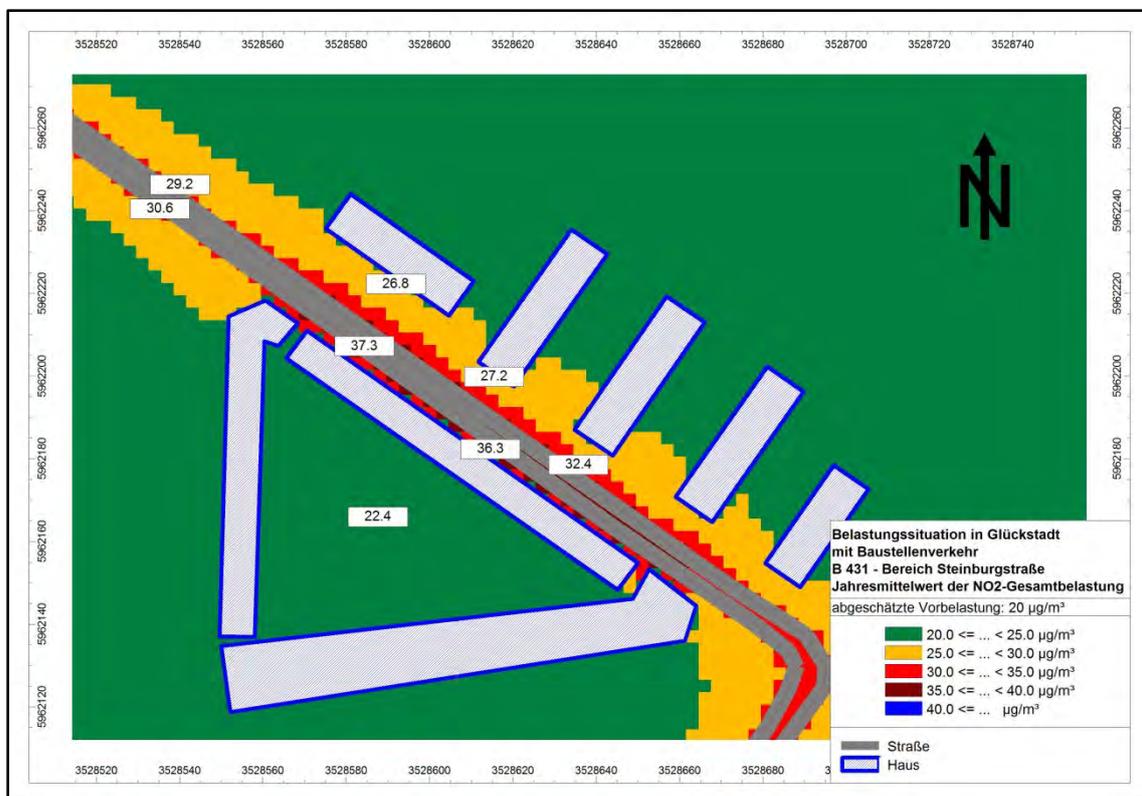


Abbildung 15: NO₂-Belastung im Mitfall in Glückstadt

4. Zusammenfassung

Die im Zuge des Neubaus der *A20 – Nordwestumfahrung Hamburg* geplante Errichtung des Elbtunnels im Bereich von Drochtersen (Niedersachsen) und Kollmar / Glückstadt (Schleswig-Holstein) verursacht in Schleswig-Holstein während der mehrjährigen Bauphase ein erhebliches Aufkommen an Lkw-Fahrten zwischen der Baustelle (Tunnelportal rechts der Elbe) und der BAB A 23. Derzeit wird für die Bauphase davon ausgegangen, dass pro Stunde – in der Phase mit dem höchsten Baustellen-Verkehrsaufkommen – 75 Lastkraftwagen von bzw. zur Baustelle fahren. Bei einem Baustellenbetrieb von täglich 16 Stunden (06 Uhr bis 22 Uhr) ergibt sich ein zusätzliches Verkehrsaufkommen von 1200 Lkw-Fahrten / 24 h. Hierbei wird entlang der *Südroute über Elmshorn und Neuen- dorf* oder entlang der *Nordroute über Glückstadt und Krempe* das bestehende Straßennetz genutzt.

Die vorliegende Untersuchung soll die Frage klären, ob sich durch die während der Bauphase vorgesehenen Lkw-Fahrten im Nahbereich der betroffenen Fahrwege die Luftschadstoffbelastung deutlich erhöhen wird und ob hierdurch die Beurteilungswerte der 39. BImSchV (siehe Tabelle 1) ggf. überschritten werden könnten.

Die Untersuchung zeigt insgesamt, dass das besondere Augenmerk auf die Stickstoffdioxid-Belastung (Jahresmittelwert) zu legen ist. Die sonstigen Luftschadstoffe spielen dagegen eine untergeordnete (z.B. Feinstaub) oder keine nennenswerte Rolle (z.B. Benzol).

Hinsichtlich der Vorbelastung und der Ausbreitungsbedingungen sind in diesem Zusammenhang drei Fälle zu unterscheiden:

- (1) Ländliche Bereiche mit maximal lockerer Randbebauung: In diesen Bereichen ist die vorhabensbedingte Belastungserhöhung gering. Die Belastungswerte liegen weitgehend auf dem Niveau der lokalen Schadstoffvorbelastung und damit deutlich unterhalb der Beurteilungswerte der 39. BImSchV.
- (2) Städtisch geprägte Bereiche (Bebauung mit Lücken und / oder deutlichem Abstand vom Fahrbahnrand): Auch in diesen Bereichen wird die Gesamtbelastung weitgehend von der Höhe der Vorbelastung bestimmt, die in Städten jedoch über dem Niveau des Umlands liegt. In diesen Bereichen ist sowohl für den Ohnefall als auch den Mitfall von Gesamtbelastungswerten auszugehen, die noch deutlich unterhalb der Beurteilungswerte der 39. BImSchV liegen. Wie die Anlage 2 – Blatt 3 zeigt, ist in diesen Be-

reichen eine vorhabensbedingte Erhöhung der NO₂- Gesamtbelastung in der Größenordnung von 2 µg/m³ zu erwarten. Dies entspricht einer Erhöhung um bis zu 5 %-Punkte des Beurteilungswertes der 39. BImSchV.

- (3) Innerstädtische Bereiche mit geschlossener Randbebauung (Straßenschluchten) und bereits hoher Belastung im Ohnefall: Die Modellrechnungen zeigen, dass durch den Baustellenverkehr die NO₂-Gesamtbelastung unter diesen ungünstigen Randbedingungen (punktuell) um mehrere µg/m³ ansteigen kann. Sofern dort bereits im Ohnefall NO₂-Belastungen auftreten, die an die Beurteilungswerte der 39. BImSchV heranreichen (in etwa Wert > 35 µg/m³) sind für den Mitfall leichte Überschreitungen der Beurteilungswerte der 39. BImSchV in diesen Bereichen nicht mehr auszuschließen. Die Abbildung 9 zeigt für einen in Elmshorn gelegenen Bereich mit dichter Randbebauung bzw. eine enge Straßenschlucht, dass dort an besonders exponierten Punkten die NO₂-Gesamtbelastung an den Beurteilungswert der 39. BImSchV heranreichen kann. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass im Sinne einer konservativen Abschätzung die lokale NO₂-Vorbelastung gegenüber der städtischen Schadstoffvorbelastung gem. Tabelle 2 um 2.8 µg/m³ erhöht wurde (siehe Seite 21).

München, 28.02.2014

OBERMEYER PLANEN + BERATEN GmbH

Institut für Umweltschutz und Bauphysik



Dr. rer. nat. W. Herrmann



Dipl.-Ing. A. Sinz

5. Quellen

- /1/ Neununddreißigste Verordnung zur Durchführung der Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV) vom 2. August 2010 und Vorblatt zur 39. BImSchV gem. Drucksache 17/508 des Deutschen Bundestags vom 25.01.2010.
- /2/ Umweltbundesamt / INFRAS AG: Handbuch für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs – HBEFA. Version 3.1 vom 30. Januar 2010.
- /3/ Ingenieurbüro Janicke: AUSTAL 2000, Programmbeschreibung zu Version 2.5 Stand: 2011-08-01. (Informationen zu AUSTAL 2000 unter www.austal2000.de)
- /4/ Datakustik: Dokumentation für das Luftschadstoffausbreitungsmodul CadnaA-APL. (CadnaA-APL-Kurzanleitung). Stand: 04.03.2009.
- /5/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz. (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 24. Juli 2002.
- /6/ VDI-Richtlinie 3782 Blatt 7: Umweltmeteorologie. Kfz-Emissionsbestimmung. Luftbeimengungen. November 2003.
- /7/ Pfäfflin, F. et. al.: Landesweite Emissionsmodellierung auf der Basis des HBEFA 3.1. Kolloquium „Luftqualität an Straßen“ am 30./31. März 2011 in Bergisch Gladbach. Veranstalter: FGSV und bast.
- /8/ Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Arbeitsgruppe Straßenentwurf: Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung. RLuS 2012. Ausgabe 2012
- /9/ Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG: PC-Berechnungsverfahren zur Abschätzung von verkehrsbedingten Schadstoffimmissionen nach den Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung. (RLuS 2012), Version 1.4 und Handbuch mit Hintergrundinformationen.
- /10/ Bundesanstalt für Straßenwesen – BAST: Aktualisierung des MLuS 02 – Erstellung der RLuS. Verkehrstechnik Heft V222. Bergisch Gladbach, März 2013.
- /11/ Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 29/2012. Sachgebiet 12.2: Umweltschutz; Luftreinhaltung. Betr.: Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen – RLuS 2012. Bonn, 3. Januar 2013.

- /12/ SSP Consult: Fortschreibung der Verkehrsuntersuchung A20 (Abschnitt Elbe bis A7). Bezugsfall 2025. Stand: Juli 2012. Abbildungen 3 und 3a und Abbildung 2 (Ausschnitt Elmshorn), Stand 11.10.2013.
- /13/ Staatliches Umweltamt Itzehoe: Immissionsüberwachung der Luft in Schleswig-Holstein. Jährlich erscheinende Messberichte. Informationen hierzu im Internet unter <http://www.luft.schleswig-holstein.de>
- /14/ Staatliches Umweltamt Itzehoe: Projektbezogene, persönliche Mitteilungen vom 10.10.2013.
- /15/ Landesregierung Schleswig-Holstein: Wie ist die Luft in ... Elmshorn?
http://www.schleswig-holstein.de/UmweltLandwirtschaft/DE/Immission--Klima/02_Luftqualitaet/01_Allgemein/06_LuftIn/Elmshorn.html
- /16/ HBI Haerter Beratende Ingenieure: A20 Nord-West-Umfahrung Hamburg, Elbquerung. Immissionen der Luftschadstoffe in der Umgebung von Straßen und Tunnelportalen. Version 2012-10-15 / Ver. 1.1
- /17/ OBERMEYER PLANEN + BERATEN GmbH: A20 – Nordumfahrung Hamburg. Abschnitt K 28 (Niedersachsen) bis B 431 (Schleswig-Holstein). Erläuterungsbericht zur Lärmtechnischen Untersuchung – Baustellenverkehr. Stand: 22.11.2013.
- /18/ Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein: Topografische Karten im Maßstab M 1:5000. Die Vervielfältigung erfolgt mit Genehmigung vom 27.08.2002, AZ: 12-562.6 S 298/02.

6. Anlagen

Anlage 1 (4 Seiten)

Anlage 2 (Blatt 1 – Blatt 6)

PC-Berechnungsverfahren zur Abschätzung von verkehrsbedingten Schadstoffimmissionen nach den

Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (RLuS 2012) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Version 1.4
Protokoll erstellt am : 21.10.2013 13:50:32

Vorgang : B 431 westl. Elmshorn, Ohnefall
Aufpunkt :
Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung

Eingabeparameter:

Prognosejahr : 2015
Straßenkategorie : Fernstraße, Tempolimit 60
Längsneigungsklasse : 0 %
Anzahl Fahrstreifen : 2
DTV : 6700 Kfz/24h (Jahreswert)
Schwerverkehr-Anteil: 7.9 % (SV > 3.5 t)
Mittl. PKW-Geschw. : 62.1 km/h

Windgeschwindigkeit : 3.5 m/s
Entfernung : 0.0 m

Ergebnisse Emissionen [g/(km*h)] (Berechnungsdatum: 21.10.2013 13:50:32):

CO : 69.450
NOx : 105.783
NO2 : 22.435
SO2 : 0.214
Benzol : 0.219
PM10 : 12.780
PM2.5 : 6.868
BaP : 0.00020

Ergebnisse Immissionen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]:

(JM=Jahresmittelwert,
Vorbelastung ohne Reduktionsfaktoren)

Komponente	Vorbelastung		Zusatzbelastung	
	JM-V	JM-Z	JM-V	JM-Z
CO	700	3.1	700	3.1
NO	3.0	2.38	3.0	2.38
NO2	15.0	1.00	15.0	1.00
NOx	19.6	4.66	19.6	4.66
SO2	2.0	0.01	2.0	0.01
Benzol	1.00	0.010	1.00	0.010
PM10	20.00	0.563	20.00	0.563
PM2.5	16.00	0.302	16.00	0.302
BaP	0.00020	0.00001	0.00020	0.00001
O3	45.0	-	45.0	-

NO2: Der 1h-Mittelwerte von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird 1 mal überschritten.

(Zulässig sind 18 Überschreitungen)

PM10: Der 24h-Mittelwerte von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird 18 mal überschritten.

(Zulässig sind 35 Überschreitungen)

CO: Der gleitende 8h-CO-Mittelwert beträgt: $3642 \mu\text{g}/\text{m}^3$

(Bewertung: 36 % vom Beurteilungswert von $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Komponente	Gesamtbelastung		Beurteilungswerte		Bewertung JM-G/ JM-B [%]
	JM-G	JM-B	JM-G	JM-B	
CO	703	-	703	-	-
NO	5.4	-	5.4	-	-
NO2	16.0	40.0	16.0	40.0	40
NOx	24.3	-	24.3	-	-
SO2	2.0	20.0	2.0	20.0	10
Benzol	1.01	5.00	1.01	5.00	20
PM10	20.56	40.00	20.56	40.00	51
PM2.5	16.30	25.00	16.30	25.00	65
BaP	0.00021	0.00100	0.00021	0.00100	21

PC-Berechnungsverfahren zur Abschätzung von verkehrsbedingten Schadstoffimmissionen nach den

Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (RLuS 2012) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Version 1.4
Protokoll erstellt am : 21.10.2013 13:46:18

Vorgang : B 431 westl. Elmshorn, Mitfall
Aufpunkt :
Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung

Eingabeparameter:

Prognosejahr : 2015
Straßenkategorie : Fernstraße, Tempolimit 60
Längsneigungsklasse : 0 %
Anzahl Fahrstreifen : 2
DTV : 7420 Kfz/24h (Jahreswert)
Schwerverkehr-Anteil: 16.8 % (SV > 3.5 t)
Mittl. PKW-Geschw. : 61.9 km/h

Windgeschwindigkeit : 3.5 m/s
Entfernung : 0.0 m

Ergebnisse Emissionen [g/(km*h)] (Berechnungsdatum: 21.10.2013 13:46:18):

CO : 99.921
NOx : 175.927
NO2 : 29.628
SO2 : 0.295
Benzol : 0.257
PM10 : 17.775
PM2.5 : 9.893
BaP : 0.00026

Ergebnisse Immissionen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]:

(JM=Jahresmittelwert,
Vorbelastung ohne Reduktionsfaktoren)

Komponente	Zusatzbelastung	
	JM-V	JM-Z
CO	700	4.4
NO	3.0	3.82
NO2	15.0	1.89
NOx	19.6	7.75
SO2	2.0	0.01
Benzol	1.00	0.011
PM10	20.00	0.783
PM2.5	16.00	0.436
BaP	0.00020	0.00001
O3	45.0	-

NO2: Der 1h-Mittelwerte von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird 1 mal überschritten.

(Zulässig sind 18 Überschreitungen)

PM10: Der 24h-Mittelwerte von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird 18 mal überschritten.

(Zulässig sind 35 Überschreitungen)

CO: Der gleitende 8h-CO-Mittelwert beträgt: $3649 \mu\text{g}/\text{m}^3$

(Bewertung: 36 % vom Beurteilungswert von $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Komponente	Beurteilungswerte		Bewertung JM-B [%]
	Gesamtbelastung JM-G	JM-B	
CO	704	-	-
NO	6.8	-	-
NO2	16.9	40.0	42
NOx	27.3	-	-
SO2	2.0	20.0	10
Benzol	1.01	5.00	20
PM10	20.78	40.00	52
PM2.5	16.44	25.00	66
BaP	0.00021	0.00100	21

PC-Berechnungsverfahren zur Abschätzung von verkehrsbedingten Schadstoffimmissionen nach den

Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (RLuS 2012) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Version 1.4
Protokoll erstellt am : 21.10.2013 14:54:37

Vorgang : B 431 östl. Elmshorn, Ohnefall
Aufpunkt :
Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung

Eingabeparameter:

Prognosejahr : 2015
Straßenkategorie : Fernstraße, Tempolimit 60
Längsneigungsklasse : 0 %
Anzahl Fahrstreifen : 4
DTV : 34100 Kfz/24h (Jahreswert)
Schwerverkehr-Anteil: 5.1 % (SV > 3.5 t)
Mittl. PKW-Geschw. : 62.1 km/h

Windgeschwindigkeit : 3.5 m/s
Entfernung : 0.0 m

Ergebnisse Emissionen [g/(km*h)] (Berechnungsdatum: 21.10.2013 14:43:17):

CO : 322.582
NOx : 456.591
NO2 : 107.922
SO2 : 1.012
Benzol : 1.101
PM10 : 59.831
PM2.5 : 31.683
BaP : 0.00098

Ergebnisse Immissionen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]:

(JM=Jahresmittelwert,
Vorbelastung ohne Reduktionsfaktoren)

Komponente	Zusatzbelastung	
	JM-V	JM-Z
CO	700	14.2
NO	10.0	7.66
NO2	20.0	8.36
NOx	35.3	20.10
SO2	2.0	0.04
Benzol	2.00	0.048
PM10	23.00	2.634
PM2.5	17.00	1.395
BaP	0.00020	0.00004
O3	45.0	-

NO2: Der 1h-Mittelwerte von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird 3 mal überschritten.

(Zulässig sind 18 Überschreitungen)

PM10: Der 24h-Mittelwerte von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird 30 mal überschritten.

(Zulässig sind 35 Überschreitungen)

CO: Der gleitende 8h-CO-Mittelwert beträgt: $3700 \mu\text{g}/\text{m}^3$

(Bewertung: 37 % vom Beurteilungswert von $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Komponente	Beurteilungswerte		Bewertung JM-B [%]
	Gesamtbelastung JM-G	JM-B	
CO	714	-	-
NO	17.7	-	-
NO2	28.4	40.0	71
NOx	55.4	-	-
SO2	2.0	20.0	10
Benzol	2.05	5.00	41
PM10	25.63	40.00	64
PM2.5	18.39	25.00	74
BaP	0.00024	0.00100	24

PC-Berechnungsverfahren zur Abschätzung von verkehrsbedingten Schadstoffimmissionen nach den

Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung (RLuS 2012) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Version 1.4
Protokoll erstellt am : 21.10.2013 14:57:36

Vorgang : B 431 östl. Elmshorn, Mitfall
Aufpunkt :
Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung

Eingabeparameter:

Prognosejahr : 2015
Straßenkategorie : Fernstraße, Tempolimit 60
Längsneigungsklasse : 0 %
Anzahl Fahrstreifen : 4
DTV : 34820 Kfz/24h (Jahreswert)
Schwerverkehr-Anteil: 7.1 % (SV > 3.5 t)
Mittl. PKW-Geschw. : 62.1 km/h

Windgeschwindigkeit : 3.5 m/s
Entfernung : 0.0 m

Ergebnisse Emissionen [g/(km*h)] (Berechnungsdatum: 21.10.2013 14:57:36):

CO : 351.923
NOx : 525.891
NO2 : 114.766
SO2 : 1.090
Benzol : 1.133
PM10 : 64.897
PM2.5 : 34.738
BaP : 0.00104

Ergebnisse Immissionen [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]:

(JM=Jahresmittelwert,
Vorbelastung ohne Reduktionsfaktoren)

Komponente	Zusatzbelastung	
	JM-V	JM-Z
CO	700	15.5
NO	10.0	9.14
NO2	20.0	9.13
NOx	35.3	23.15
SO2	2.0	0.05
Benzol	2.00	0.050
PM10	23.00	2.857
PM2.5	17.00	1.529
BaP	0.00020	0.00005
O3	45.0	-

NO2: Der 1h-Mittelwerte von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird 3 mal überschritten.

(Zulässig sind 18 Überschreitungen)

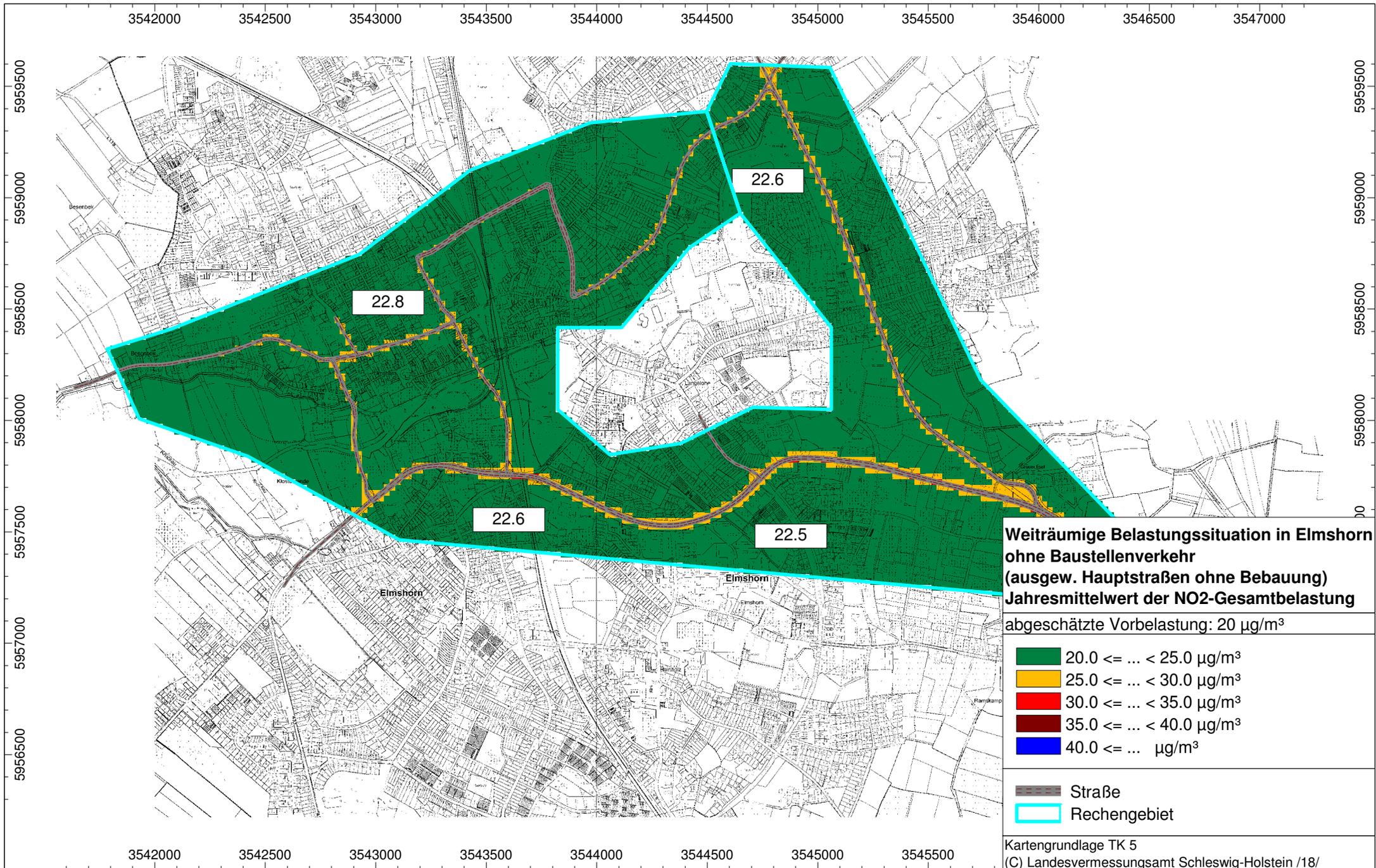
PM10: Der 24h-Mittelwerte von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wird 31 mal überschritten.

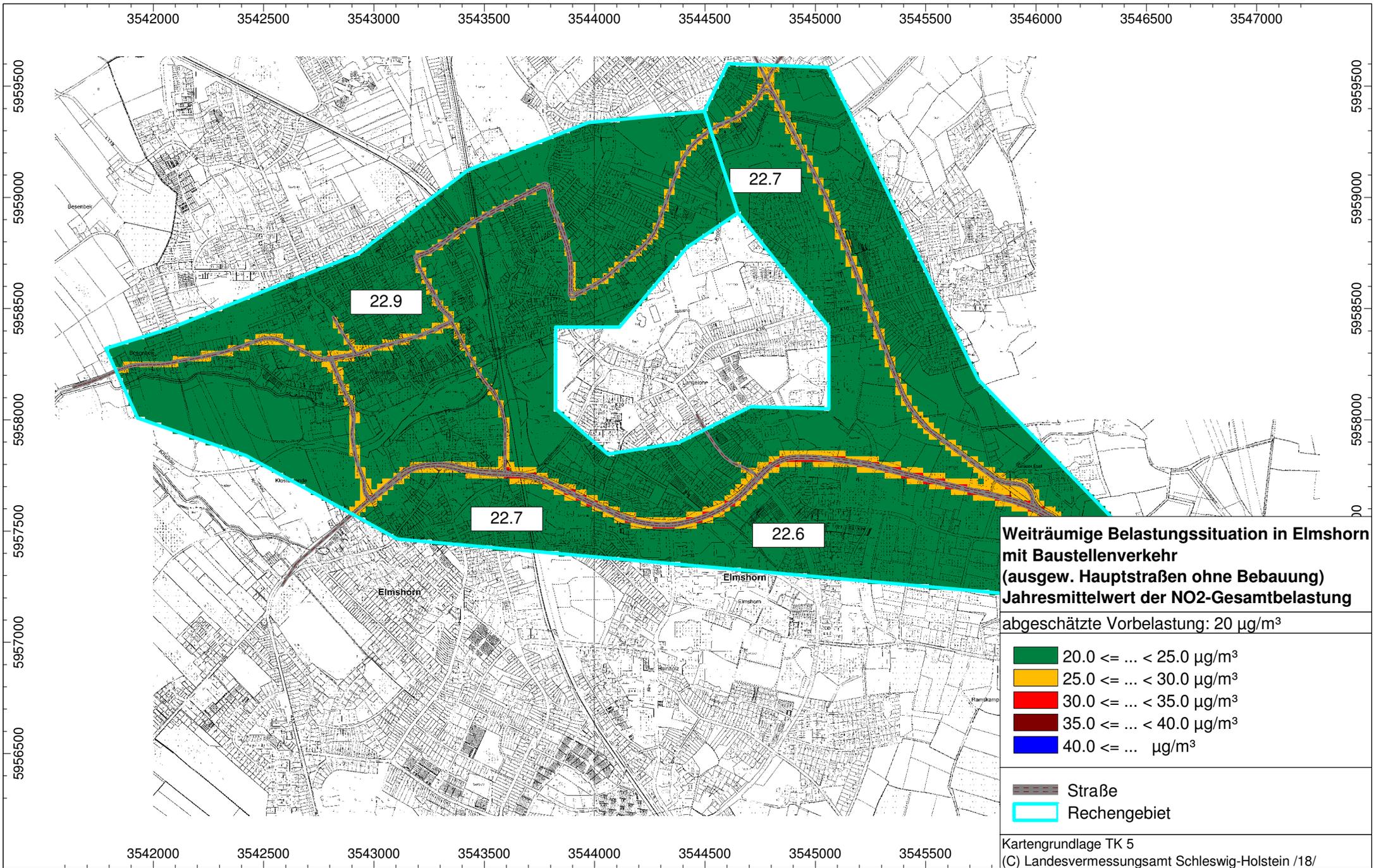
(Zulässig sind 35 Überschreitungen)

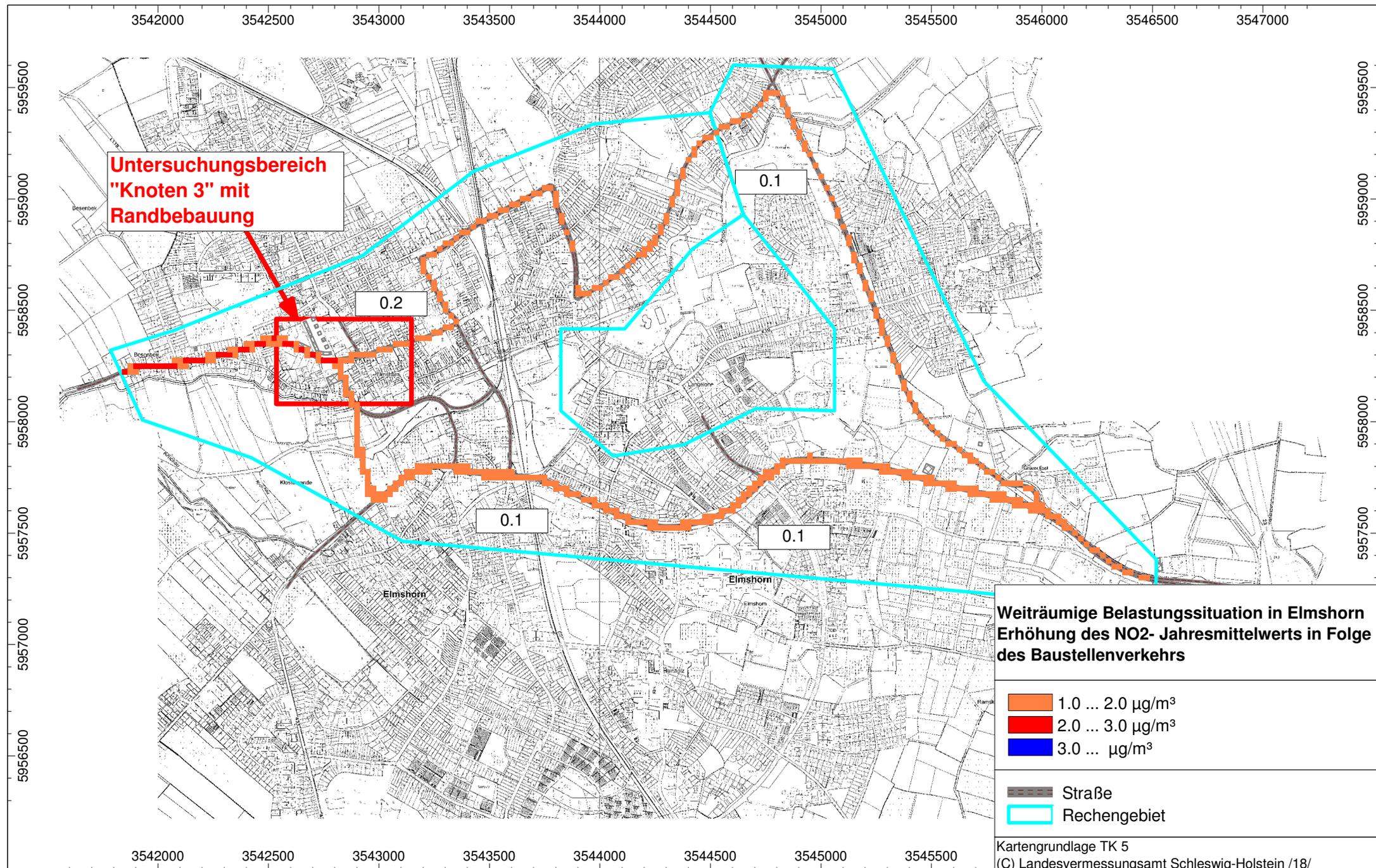
CO: Der gleitende 8h-CO-Mittelwert beträgt: $3706 \mu\text{g}/\text{m}^3$

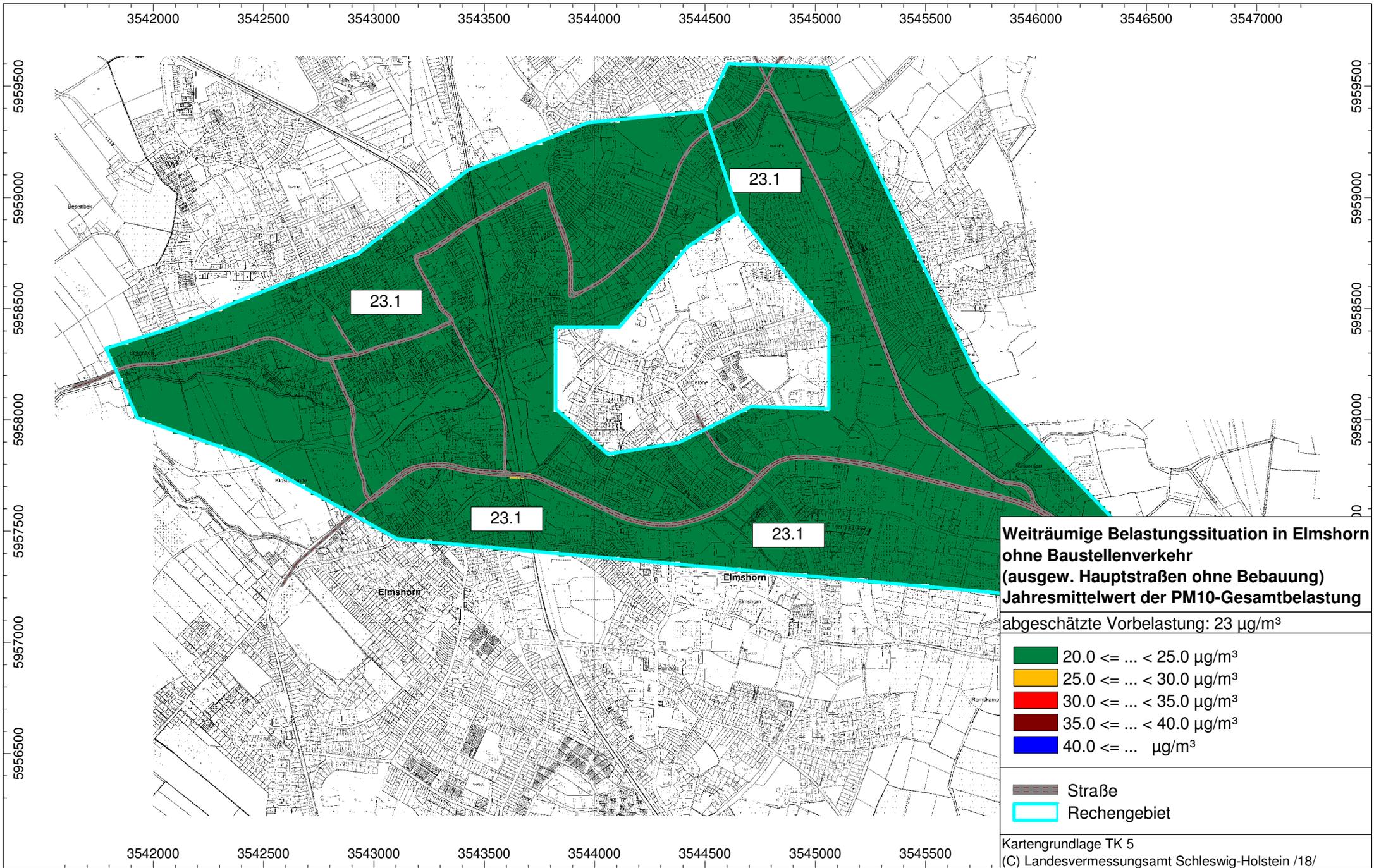
(Bewertung: 37 % vom Beurteilungswert von $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

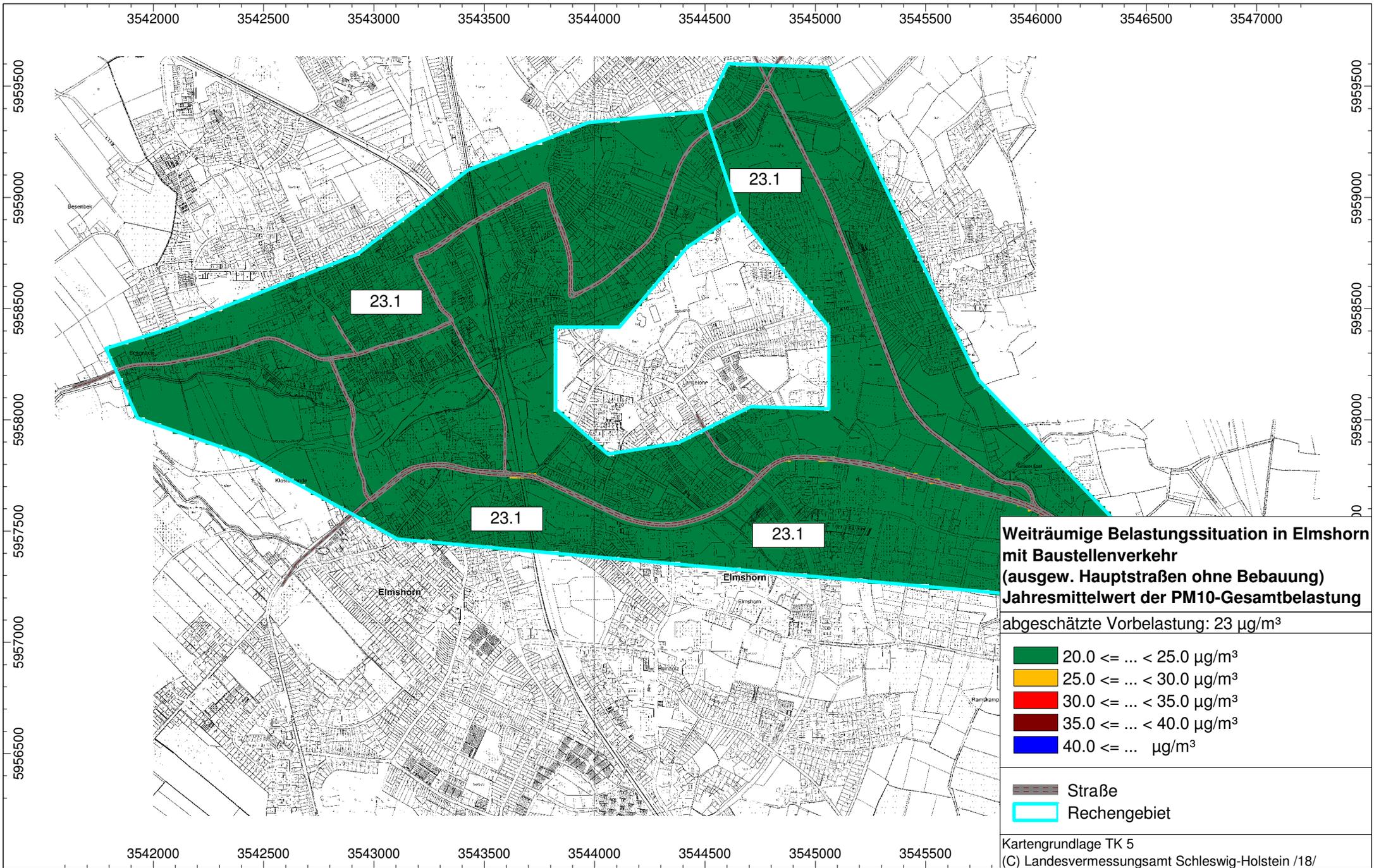
Komponente	Beurteilungswerte		Bewertung JM-B [%]
	Gesamtbelastung JM-G	JM-B	
CO	715	-	-
NO	19.1	-	-
NO2	29.1	40.0	73
NOx	58.5	-	-
SO2	2.0	20.0	10
Benzol	2.05	5.00	41
PM10	25.86	40.00	65
PM2.5	18.53	25.00	74
BaP	0.00025	0.00100	25











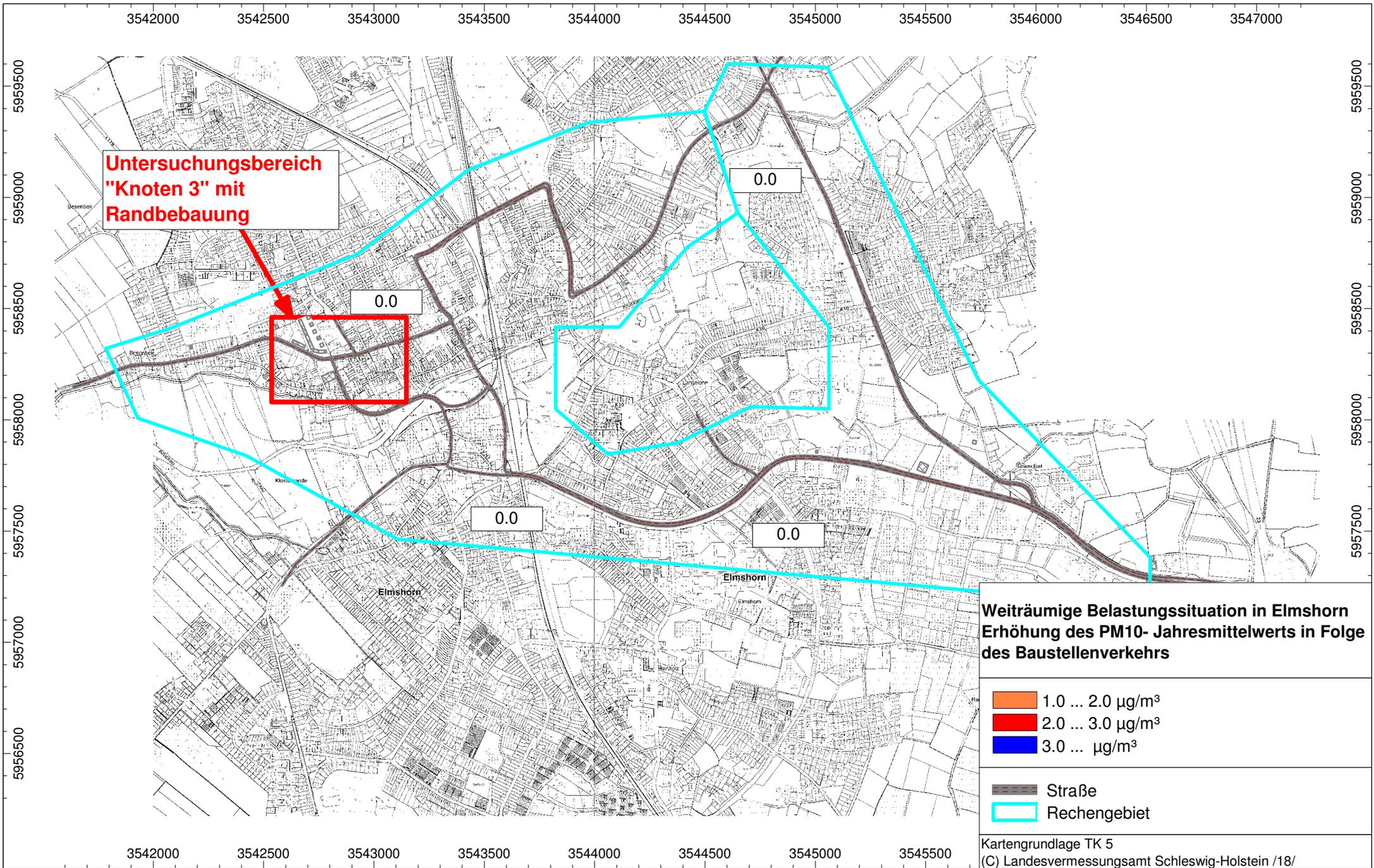
**Weiträumige Belastungssituation in Elmhorn
mit Baustellenverkehr
(ausgew. Hauptstraßen ohne Bebauung)
Jahresmittelwert der PM10-Gesamtbelastung**

abgeschätzte Vorbelastung: 23 µg/m³

- 20.0 ≤ ... < 25.0 µg/m³
- 25.0 ≤ ... < 30.0 µg/m³
- 30.0 ≤ ... < 35.0 µg/m³
- 35.0 ≤ ... < 40.0 µg/m³
- 40.0 ≤ ... µg/m³

- Straße
- Rechengebiet

Kartgrundlage TK 5
(C) Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein /18/



**Weiträumige Belastungssituation in Elmsborn
Erhöhung des PM10- Jahresmittelwerts in Folge
des Baustellenverkehrs**

- 1.0 ... 2.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 2.0 ... 3.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 3.0 ... $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- Straße
- Rechengebiet

Kartengrundlage TK 5
(C) Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein /18/