

Auftraggeber

IMS Ingenieurgesellschaft mbH - Hamburg

Projektname

A20 Nord-West-Umfahrung Hamburg, Elbquerung

Berichttitel

Immissionen der Luftschadstoffe in der Umgebung von Straßen und Tunnelportalen

Verfasser

**Ingo Rieß
Ludwig Ilg**

Datum / Version

2009-03-25 / Ver. 6.0

HBI-Projektnummer

10.06203.00.03.02

HBI-Berichtnummer

06-203-003

HBI Haerter Beratende Ingenieure • HBI Haerter Consulting Engineers • HBI Haerter Ingénieurs Conseils



HBI Haerter AG
Stockerstrasse 12
CH-8002 Zürich
Tel. +41 (0)44 289 39 00
Fax +41 (0)44 289 39 99
info.zh@hbi.ch

HBI Haerter AG
Thunstrasse 32
CH-3005 Bern
Tel. +41 (0)31 357 24 24
Fax +41 (0)31 357 24 25
info.be@hbi.ch

HBI Haerter GmbH
Heinrich-Maier-Straße 13
D-89518 Heidenheim
Tel. +49 (0)7321 98 23 10
Fax +49 (0)7321 98 23 29
info.hdh@hbi.eu



www.hbi.eu
www.hbi.ch

Impressum

<i>Volltitel</i>	Immissionen der Luftschadstoffe in der Umgebung von Straßen und Tunnelportalen
<i>Kurztitel</i>	Luftschadstoff-Immissionen
<i>Auftraggeber</i>	IMS Ingenieurgesellschaft mbH - Hamburg
<i>Verfasser</i>	Ingo Rieß Ludwig Ilg
<i>Projektname</i>	A20 Nord-West-Umfahrung Hamburg, Elbquerung
<i>Projektnummer</i>	10.06203.00.03.02
<i>Berichtnummer</i>	06-203-003
<i>Berichtdatum</i>	2009-03-25
<i>Version</i>	Ver. 6.0
<i>Verteiler</i>	1 x IMS als PDF-Datei 1 x HBI Büro Heidenheim 1 x HBI Büro Zürich

	<i>Autor</i>	<i>Prüfer</i>	<i>Freigabe</i>	<i>Vers.</i>	<i>Änderungen</i>
<i>Kürzel</i>	Iri	LUI	MW	6.0	editorische Anpassungen
<i>Name</i>	I. Rieß	L. Ilg	M. Wehner		
<i>Datum</i>	2009-03-25	2009-02-10	2009-03-25		

Zusammenfassung

Ausgangslage

Mit der geplanten "Nord-West-Umfahrung Hamburg" wird die A 20 bis südlich der Elbe fortgesetzt. Die Elbe wird mit einem zweiröhrigen Tunnel unterfahren.

Im vorliegenden Dokument wird untersucht, welche verkehrsbedingten Schadstoffbelastungen sich im weiteren Umfeld der Portale und Straßen und insbesondere in den besiedelten Flächen ergeben.

Ziel des Berichts

Die Immissionen der Luftschadstoffe werden anhand des Jahresmittels der Leitschadstoffe NO₂ und PM10 beurteilt. Es werden separate Ausbreitungsrechnungen für diese Schadstoffe durchgeführt. Zur Ergänzung wird eine Abschätzung der Anzahl von zu erwartenden jährlichen Überschreitungen des PM10 Tagesmittelwertes dargestellt. Die prognostizierte Gesamtbelastung (Vor- und Zusatzbelastung) wird anhand der Grenzwerte der 22. BImSchV beurteilt.

Inhalt des Berichts

Der Bericht beinhaltet eine Zusammenstellung der Berechnungsgrundlagen. Dazu gehören insbesondere die Angaben zur Lage der Straßen und Portale, zur Modellierung, zum Bezugsjahr, zum Verkehr, zur Immissions-Vorbelastung und zur Meteorologie.

Methodik und Genauigkeit der Ausbreitungsrechnung werden beschrieben, und die Berechnungsergebnisse werden textlich zusammengefasst.

Ergebnisse

Untersucht wird der Zustand im Jahr 2025. In den folgenden Jahren ist mit einem weiteren Rückgang der Emissionen von Einzelfahrzeugen zu rechnen.

Eine Wirkung der Zusatzbelastung durch die Tunnelportale zeigt sich im Wesentlichen in einem Umkreisradius von einigen hundert Metern. In größerer Entfernung zum Portal ist eine Erhöhung des Immissionsniveaus durch die Abluft des Tunnelportals nicht mehr signifikant.

Es ist im Bereich der besiedelten Flächen nicht mit einer signifikanten Erhöhung des Immissionsniveaus zu rechnen, die auf die Zusatzbelastung durch die Abluft aus dem Tunnelportal zurückzuführen wäre.

Grenzwerte werden im Bereich der besiedelten Flächen sowohl am Nord- als auch am Südportal an keiner Stelle überschritten. Am Südportal kann die Anzahl Überschreitungen des Tagesmittelwertes der PM10-Konzentration bei länger anhaltenden Inversionswetterlagen im Bereich der zulässigen 35 Überschreitungen liegen. Solchen Situationen könnte z.B. mit einer vorübergehenden Geschwindigkeitsbeschränkung im Tunnel entgegengewirkt werden.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Zusammenfassung	3
Inhaltsverzeichnis	4
1 Grundlagen	6
1.1 Referenzen	6
1.2 Situation	7
1.3 Prognosezustände	10
1.4 Verkehr	10
1.5 Beurteilungskriterien	11
1.6 Vorbelastung	11
1.7 Schadstoffemissionen der Motorfahrzeuge	12
1.7.1 Verkehrssituation	12
1.7.2 Entwicklung der Emissionsfaktoren	13
1.8 Ausbreitungsmeteorologie	14
1.9 Lüftungskonzept des Tunnels (Normalbetrieb)	17
2 Gauß-Ausbreitungsrechnung mit HIWAY-2	18
2.1 Methodik der Immissionsberechnung	18
2.2 Berechnung der Tagesmittelwerte PM10	19
2.3 Berechnung der Stundenmittelwerte NO ₂	20
2.4 Genauigkeit der Immissionsberechnung	20
2.4.1 Verkehrsdaten	21
2.4.2 Emissionen der Einzelfahrzeuge	21
2.4.3 Vorbelastung	21
2.4.4 Meteorologische Daten	21
2.4.5 Einfluss der Bebauung	21
3 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung	22
3.1 Jahresmittelwert der NO ₂ -Belastung	22
3.2 Überschreitungen des NO ₂ -Stundengrenzwertes	22
3.3 Jahresmittelwert der PM10-Belastung	22
3.4 Überschreitungen des PM10-Tagesgrenzwertes	22
Konzentrationsverteilungen im Betrachtungsgebiet	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1:	Längsneignungsverlauf der Elbquerung von Süd nach Nord	10
Tabelle 1.2:	Beurteilungswerte der Luftqualität	11
Tabelle 1.3:	Messwerte und Prognose Vorbelastung im Untersuchungsgebiet	12
Tabelle 1.4:	Verkehrssituationen, mittlere Fahrgeschwindigkeiten und Emissionen 2020	12
Tabelle 1.5:	PM10-Emissionen je Fahrzeug aus Abrieb und Aufwirbelung [12]	14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Übersicht über den Verlauf des Tunnels und die Lage der Portale	7
Abbildung 1.2:	Lage des Südportals	8
Abbildung 1.3:	Lage des Nordportals	8
Abbildung 1.4:	Südportal mit Autobahndreieck A20/A22/A26 und Anschluss K28/A26	9
Abbildung 1.5:	Grafische Darstellung der Verkehrsprognose 2025, aus [3]	11
Abbildung 1.6:	Entwicklung der NO _x -Emissionen für ein durchschnittliches Fahrzeug (10% SNF)	13
Abbildung 1.7:	Entwicklung der PM10-Emissionen (mit Abrieb) für ein durchschnittliches Fahrzeug	14
Abbildung 1.8:	Windrose und mittlere Windgeschwindigkeit	15
Abbildung 1.9:	Statistik der atmosphärischen Stabilität	16
Abbildung 1.10:	Lageplan der Messstation Ruthenstrom	17
Abbildung 2.1:	Windkanalmessung der Schadstoffverteilung um ein Portal	18
Abbildung 2.2:	PM10 Jahresmittel und Überschreitungen des Tagesmittelwerts von 50 µg/m ³	19
Abbildung 2.3:	NO ₂ Jahresmittel und Überschreitungen des Stundenmittelwerts von 200 µg/m ³ [12]	20
Abbildung 3.1:	Verlauf der Jahresmittelwerte der NO ₂ Konzentration im Betrachtungsgebiet	24
Abbildung 3.2:	Verlauf der Jahresmittelwerte der NO ₂ Konzentration im Betrachtungsgebiet	25
Abbildung 3.3:	Verlauf der Konzentration von Feinstaub PM10 im Betrachtungsgebiet	26
Abbildung 3.4:	Verlauf der Konzentration von Feinstaub PM10 im Betrachtungsgebiet	27
Abbildung 3.5:	Verlauf der Überschreitungszahlen PM10 Tagesgrenzwert im Betrachtungsgebiet	28
Abbildung 3.6:	Verlauf der Überschreitungszahlen PM10 Tagesgrenzwert im Betrachtungsgebiet	29

Beilagenverzeichnis

Anhang A: Abbildungen der Konzentrationsverteilungen

1 Grundlagen

1.1 Referenzen

- [1] A 20 Nord-West-Umfahrung Hamburg, Neubau einer Elbquerung, Vorplanung der Tunnellüftung, HBI Haerter AG, 23.03.2007
- [2] Umweltbundesamt: Elektronisches Handbuch Emissionsfaktoren HBEFA V2.1, 2004
- [3] SSP Consult, Beratende Ingenieure GmbH; Verkehrsuntersuchung A 20 (VU 2007), Fortschreibung der bestehenden Verkehrsuntersuchung von 2006 auf Basis der Ergebnisse der SVZ 2005, November 2007
Aktualisierung der Verkehrsdaten vom 19. Januar 2009
- [4] W. Petersen: HIWAY-2 (A HIWAY Air Pollution Model), United States Environmental Protection Agency, Bericht PB 80 227 556, 1980
- [5] I. Yoshizawa, K. Imura, H. Tanabe, K. Horiuchi: Atmospheric Dispersion Characteristics of Polluted Air from the Portal of an Urban Road Tunnel, bHr Symposium Liverpool, 1994
- [6] C. Nadel, M. Vanderheyde, P. Wan, H. Ginzburg: Physical Modelling of Dispersion of a Tunnel Portal Exhaust Plume, bHr Symposium Liverpool, 1994
- [7] F. Zumsteg, A. Haerter: Messungen am Gubrist Nordportal und Modellierung von Portalabluftquellen für Stickoxid-Immissionsberechnungen, SHB 89-103-01, August 1990
- [8] F. Zumsteg, E. Graf: Bestimmung von Emissionen und Immissionen in Portalzonen (Messkampagne Baregg 1992), HBI 92-104-3, August 1993
- [9] F. Zumsteg: Mittlerer Ring München, Petuelring Tunnel, Auswertung der Windkanalmessungen im Bereich Ostportal, HBI 96-212, Mai 1997
- [10] E. Romberg et al., NO-NO₂-Umwendlungsmodell für die Anwendung bei Immissionsprognosen für Kfz-Abgase, Reinhaltung der Luft, 215-218, 1996
- [11] RICHTLINIE 1999/30/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. April 1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft
- [12] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen (MLuS), Teil: Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung, Ausgabe 2002, geänderte Fassung 2005
- [13] Landesamt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Entwicklung der Luftqualität, <http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt3/luft/>
- [14] Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, TA Luft 2002 – Ausbreitungsrechnung, allgemeine Anforderungen, Fachtagung vom 7. April 2003, Augsburg, Mai 2003
- [15] Staatliches Umweltamt Itzehoe; Angaben zu Vorbelastungen, Email von Herrn Gerhard Köhler vom 19. April 2006 an HBI Haerter AG
- [16] Winddaten der Station Ruthenstrom vom 01. Jan. 2002 – 31. Dez. 2002, Deutscher Wetterdienst, Hannover, 19.6.2006
- [17] Verordnung 22 zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, (22. BImSchV), September 2002, Neufassung vom 4. Juni 2007

1.2 Situation

Das geplante Neubauprojekt mit Tunnel und südlich anschließendem Autobahndreieck und Autobahn-Anschlussstelle ist in Abbildung 1.1, die Portalpositionen in Abbildung 1.2 und Abbildung 1.3 dargestellt.

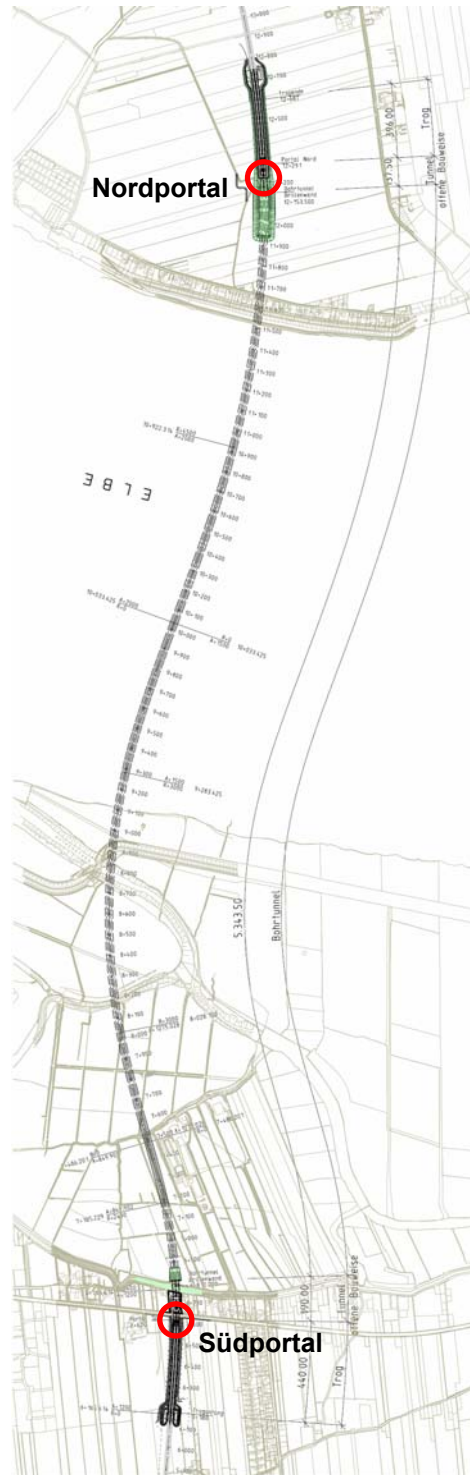


Abbildung 1.1: Übersicht über den Verlauf des Tunnels und die Lage der Portale



Abbildung 1.2: Lage des Südportals



Abbildung 1.3: Lage des Nordportals

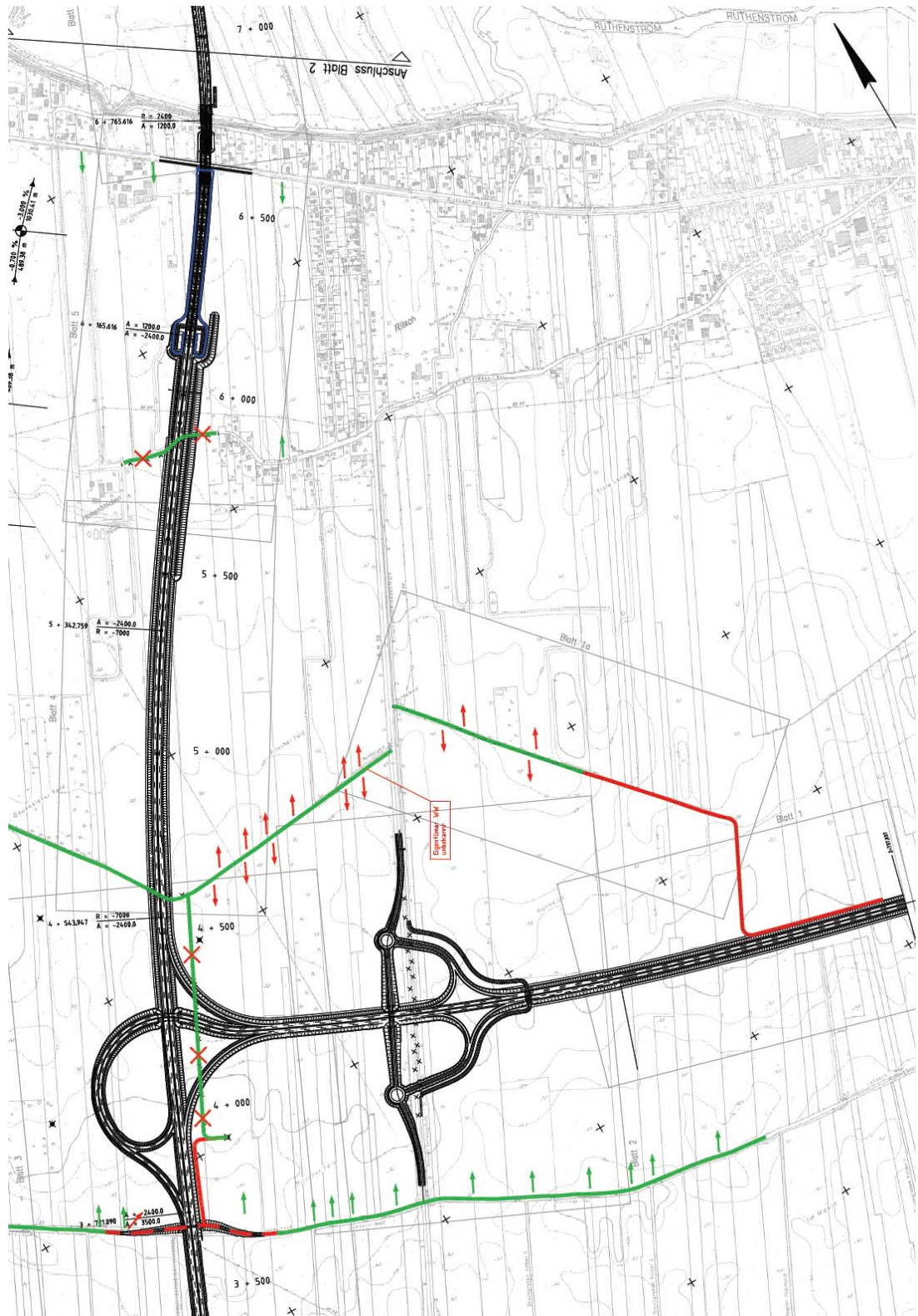


Abbildung 1.4: Südportal mit Autobahndreieck A20/A22/A26 und Anschluss K28/A26

**Längsneigungsverlauf der Variante "Bohrtunnel, Verkürzte Langvariante
Optimierung (BT-V-O2) von Süd nach Nord**

Portal	Position [km]	Tunnelmeter [m]	Abschnitts- länge [m]	Längsneigung [%]	Höhe ü. M. [m]
Südportal	6+620	0			-6
	7+442	822	822	-3,00	-31
	10+235	3.615	2.793	-0,29	-39
	10+565	3.945	330	-3,00	-49
	11+154	4.534	589	-0,50	-52
Nordportal	12+291	5.671	1.137	+4,00	-6

ÜB_Elbquerung_2007-06-28(Steig-OR)
MW / 2007-06-28

Tabelle 1.1: Längsneigungsverlauf der Elbquerung von Süd nach Nord

1.3 Prognosezustände

Die Untersuchung berücksichtigt den Zustand mit der realisierten Elbquerung. Als Bezugsjahr der Immissionsprognose gilt das Jahr 2025. Eine Verkehrsprognose liegt für das Jahr 2025 vor [3].

Die Emissionsdaten der Einzelfahrzeuge werden im Handbuch des Umweltbundesamtes nur bis zum Jahr 2020 angegeben. Auch die Hochrechnung der Vorbelastung kann nur bis zum Jahr 2020 vorgenommen werden. Die Daten können im Sinne einer konservativen Betrachtungsweise unverändert für das Jahr 2025 angenommen werden. Die Immissionsbelastung wird so leicht überschätzt.

1.4 Verkehr

Der Ausbreitungsrechnung liegen Verkehrs- und Emissionsdaten zu Grunde.

Die Berechnung der Emissionen der Einzelfahrzeuge basieren auf den Daten der elektronischen Ausgabe des „Handbuch für Emissionsfaktoren“ [2] in der Version 2.1 (2004).

Zusätzlich wird ein geeigneter Ansatz für PM10-Emissionen aus Reifenabrieb angewendet.

Die Verkehrsbelastungen für das Jahr 2025 wurden dem Verkehrsgutachten [3] entnommen. Die Zahlen beziehen sich auf den Vollausbau.

Der Schwerverkehr wird als SNF „schwere Nutzfahrzeuge“ interpretiert. In dieser Fahrzeugklasse sind Lastwagen, Lastzüge, Sattelschlepper etc. berücksichtigt, als gewichtetes Mittel entsprechend ihrer Häufigkeit in der vorgegebenen Verkehrssituation (vgl. Kapitel 1.7).

In der nachfolgenden Grafik sind die der Berechnung zugrunde gelegten Werte für den durchschnittlichen täglichen Verkehr (DTV) für Lastkraftwagen (LKW, obere Zahl) und Personenkraftwagen (PKW, untere Zahl) in dem betrachteten Jahr 2025 dargestellt [3].

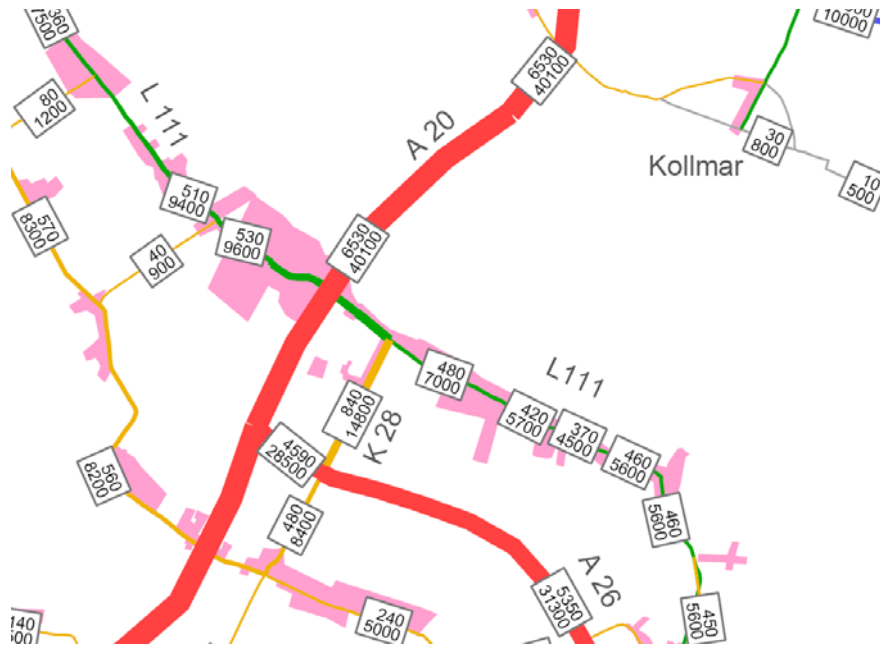


Abbildung 1.5: Grafische Darstellung der Verkehrsprognose 2025, aus [3]

1.5 Beurteilungskriterien

Die maßgebenden Grenzwerte der Luftqualität für Jahresmittelwerte und Kurzzeitmittelwerte für die Leitsubstanzen verkehrsbezogener Belastungen sind nachfolgend und in Tabelle 1.2 zusammengefasst:

Schadstoff	Langzeiteinwirkungen: Jahresmittelgrenzwert
Stickstoffdioxid NO ₂	40 µg/m ³
Feinstaub PM ₁₀	40 µg/m ³

Tabelle 1.2: Beurteilungswerte der Luftqualität

Die Grenzwerte sind in der Verordnung 22 zum Bundes-Immissionsschutz-Gesetz (22. BImSchV, [17]) festgelegt. Weitere Grenzwerte der 22. BImSchV sind der Tagesmittelwert von 50 µg/m³ PM₁₀, der an höchstens 35 Tagen im Kalenderjahr überschritten werden darf, sowie der 1h-Mittelwert von 200 µg/m³ NO₂, der an 18 Stunden im Kalenderjahr überschritten werden darf.

Die Immissionswerte der 22. BImSchV dienen dazu, die über ein Jahr tatsächlich an einer Stelle gemessenen Immissionen beurteilen zu können. Die Lage des Messortes wird dabei wie folgt festgelegt: Daten sollen in Gebieten gewonnen werden, in denen die höchsten Konzentrationen auftreten, denen Personen über die Mittelungszeit des betreffenden Grenzwertes wahrscheinlich ausgesetzt sind. In der derzeitigen Genehmigungspraxis betrifft dies bei Jahresmittelwerten Wohn- und Geschäftsbebauung sowie zum Teil Außenwohnbereiche. So gelten die Grenzwerte z.B. nicht für den Straßenbereich und für landwirtschaftlich genutzte Flächen.

1.6 Vorbelastung

Die Beurteilungswerte beziehen sich auf Gesamtbelastungen, wie sie mit Messungen direkt erfasst werden. Die berechneten Immissionen gehen von einer bestimmten Emittentengruppe aus, im vorliegenden Fall von einem Teil des motorisierten Straßenverkehrs, und bestimmen dessen Zusatzbelastung. Die Gesamtbelastung jedes Schadstoffes ergibt

sich anschließend aus der Überlagerung der modellierten Zusatzbelastung mit der entsprechenden Vorbelastung, welche die Belastung aller anderen Quellen enthält.

Als Vorbelastung für das Untersuchungsgebiet wurden die Messdaten der Jahre 2003 bis 2006 verschiedener Messstellen (Brunsbüttel, Bornhöven, Altes Land / Jork) und die Angaben des staatlichen Umweltamtes Itzehoe [15] miteinander verglichen. Es wurde daraus jeweils eine konservative Vorbelastung gewählt, welche anschließend anhand von MLuS [12] mit den Reduktionsfaktoren für Freiland auf das Bezugsjahr extrapoliert wurde, siehe Tabelle 1.3.

Vorbelastung Jahresmittelwert:	2006	2020 / 2025
Stickstoffdioxid NO ₂	15 µg/m ³	13.7 µg/m ³
Feinstaub PM ₁₀	22 µg/m ³	20.4 µg/m ³

Tabelle 1.3: Messwerte und Prognose Vorbelastung im Untersuchungsgebiet.

1.7 Schadstoffemissionen der Motorfahrzeuge

Die Angaben in den folgenden Abschnitten wurden aus den Daten des Handbuchs Emissionsfaktoren [2], das gemeinsam von den Umweltbehörden von Deutschland, Österreich und der Schweiz herausgegeben wurde, abgeleitet.

1.7.1 Verkehrssituation

Tabelle 1.4 zeigt zu ausgewählten Verkehrssituationen die mittleren Fahrgeschwindigkeiten der Personenwagen und des Schwerverkehrs sowie die Emissionsfaktoren der repräsentativen Fahrzeuge für das Jahr 2020.

Steigung: +/-0%	LKW		PKW		
Verkehrssituationen	NOx	Part	NOx	Part	
AB>120	1.799467	0.028286	0.221367	0.009669	[g/km]
AB_100	1.799467	0.028286	0.187456	0.007868	
AB_80	1.898662	0.029330	0.162023	0.006518	
AB_60	2.272537	0.034823	0.136589	0.005167	
AO_1	2.096915	0.032428	0.134356	0.005221	
IO_HVS2	2.743506	0.048432	0.133774	0.005491	
Steigung: +/-4%	LKW		PKW		
Verkehrssituationen	NOx	Part	NOx	Part	
AB>120	3.575338	0.046267	0.292463	0.013577	[g/km]
AB_100	3.575338	0.046267	0.202664	0.010953	
AB_80	3.370390	0.037846	0.177327	0.009557	
AB_60	3.416508	0.038488	0.163066	0.007471	
AO_1	2.964657	0.037519	0.139890	0.006734	
IO_HVS2	2.996166	0.048221	0.169145	0.007523	
Im Tunnel:					
VS: AB_100	LKW		PKW		
Steigungen	NOx	Part	NOx	Part	
+/- 3.0%	2.785800	0.033768	0.196819	0.009589	[g/km]
+/- 0.5%	1.848666	0.026532	0.191399	0.008042	
+/- 0.3%	1.828986	0.027234	0.189822	0.007972	
+/- 4.0%	6.573977	0.076425	0.300076	0.014642	

Tabelle 1.4: Verkehrssituationen, mittlere Fahrgeschwindigkeiten und Emissionen 2020

1.7.2 Entwicklung der Emissionsfaktoren

Die aus lufthygienischer Sicht wichtigsten Stickstoffverbindungen in der Atmosphäre sind die beiden Verbindungen Stickstoffmonoxid (NO) und Stickstoffdioxid (NO₂). Die Summe oder das Gemisch der beiden Substanzen wird als NO_x bezeichnet. Stickoxidemissionen entstehen beim Verbrennen fossiler Brenn- und Treibstoffe, insbesondere bei hohen Verbrennungstemperaturen, aus dem atmosphärischen Stickstoff und Sauerstoff.

Für die negativen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt ist insbesondere das Stickstoffdioxid verantwortlich. Es begünstigt zusammen mit anderen Reizgasen Atemwegserkrankungen. Darüber hinaus sind Stickoxide wichtige Vorläufersubstanzen für die Bildung von bodennahem Ozon und von sauren Niederschlägen.

Der Prognosewert für NO_x-Fahrzeugemissionen enthält Annahmen über die Zusammensetzung des Fahrzeugkollektivs bezüglich Altersstruktur, tatsächlicher Emission der neuen Fahrzeuge und Alterungseinflüssen, insbesondere der Katalysatoren der Pkw. Die Emissionen steigen mit wachsender Motordrehzahl. Die Entwicklung der NO_x-Emissionen ist in Abbildung 1.6 beispielhaft für einen Anteil der schweren Nutzfahrzeuge von 10% und eine innerstädtische Verkehrssituation dargestellt. Der starke Rückgang der Emission zwischen 2006 und 2020 um etwa 50% entsteht vor allem durch die Einführung neuer Emissionsstandards.

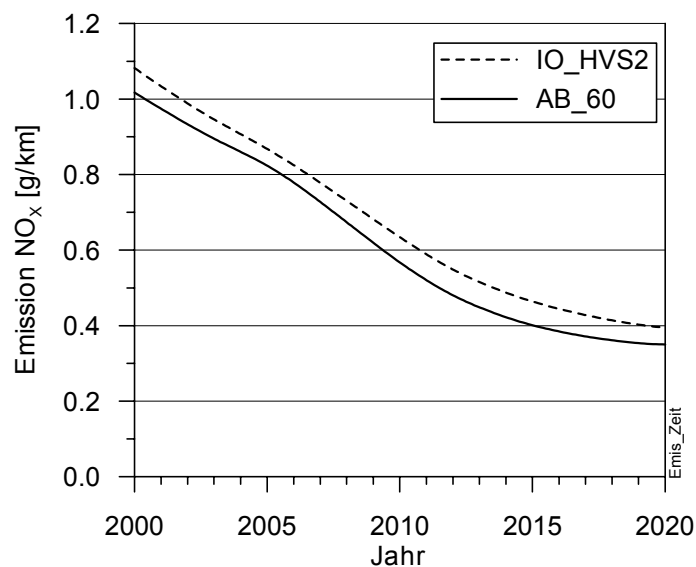


Abbildung 1.6: Entwicklung der NO_x-Emissionen für ein durchschnittliches Fahrzeug (10% SNF)

Partikelförmige Schadstoffe in der Atmosphäre kommen in sehr unterschiedlicher Größe vor. Aus lufthygienischer Sicht interessiert insbesondere der lungengängige Feinstaub. Die Zusammensetzung der Stäube ist sehr variabel. Sie können zahlreiche anorganische (z.B. Schwermetalle, Sulfat) und organische Verbindungen (z.B. polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) enthalten. Zu den Stäuben zählen auch Russpartikel, die vorwiegend aus Kohlenstoff bestehen.

Als Ursache für die Staubbelastung in der Atmosphäre kommen sowohl motorisierter Verkehr, Feuerungen und Industrie, als auch natürliche Quellen (z.B. Blütenstaub, vom Boden aufgewirbelter Staub) in Frage. Grosse Staubpartikel sinken zu Boden und werden als Staubniederschlag wahrgenommen. Feinste Staubpartikel mit geringer Sinkgeschwindigkeit in Luft werden als Schwebstaub wahrgenommen. Werden nur lungengängige Staubpartikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als 10 µm betrachtet, so spricht man vom Schadstoff PM10 (particulate matter < 10 µm, thorakale Fraktion des Schwebstaubs).

Das Handbuch Emissionsfaktoren [2] gibt für die Fahrzeuge nur die motorischen Partikelemissionen an. Es kann angenommen werden, dass diese motorischen Emissionen vollständig dem lungengängigen Feinstaub PM10 zuzuordnen sind.

Die motorischen Emissionen können auf Prüfständen gemessen werden. Über den Einfluss von Reifen-, Straßen- und Bremsenabrieb auf die PM10-Emissionen liegen bedeutend weniger Messdaten vor. Neue Messdaten deuten darauf hin, dass die Reifenemissionen in den letzten Jahren stark überschätzt wurden, der aktuelle Stand der Kenntnis ist in Tabelle 1.5 zusammengefasst (aus [12]), vgl. die beispielhafte Darstellung in Abbildung 1.7.

Fahrzeugtyp		PM10-Emissionen
Personenwagen	Oberflächenverkehr	0.022 g/km
	Tunnel	0.010 g/km
Schwere Nutzfahrzeuge	Oberflächenverkehr	0.200 g/km
	Tunnel	0.200 g/km

Tabelle 1.5: PM10-Emissionen je Fahrzeug aus Abrieb und Aufwirbelung [12]

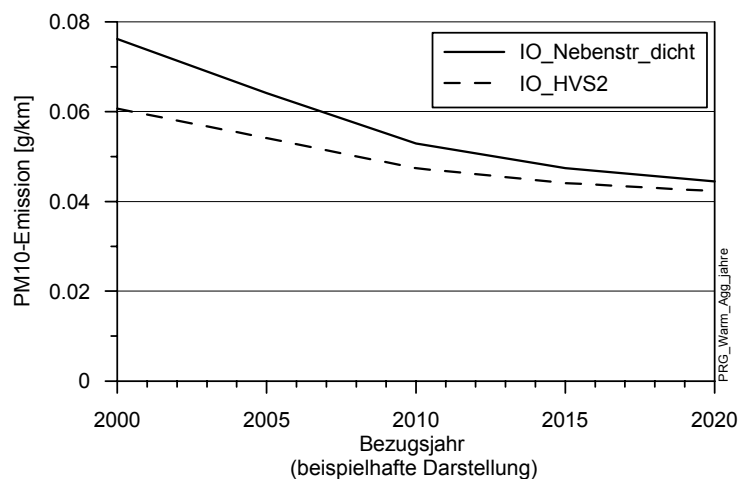


Abbildung 1.7: Entwicklung der PM10-Emissionen (mit Abrieb) für ein durchschnittliches Fahrzeug

1.8 Ausbreitungsmeteorologie

In die Ausbreitungsrechnung geht die lokale mittlere Windgeschwindigkeit ein. Vom Deutschen Wetterdienst DWD wurden Beobachtungsdaten aus dem Jahr 2002 mit den Stundenmitteln der Windrichtung und -geschwindigkeit, gemessen an der Station Ruthenstrom zur Verfügung gestellt [16]. Der Wind wird in Ruthenstrom in 12 m Höhe über Grund gemessen. Die mittlere Geschwindigkeit beträgt 5.0 m/s. Die Umrechnung auf eine Messhöhe von 10 m ergibt dabei eine Geschwindigkeit von 4.8 m/s.

In Abbildung 1.8 ist die Windrose dargestellt. In Abbildung 1.9 ist die zugehörige Statistik der atmosphärischen Stabilität dargestellt.

WINDVERTEILUNG

JAN 2002 - DEZ 2002

24H-TAG

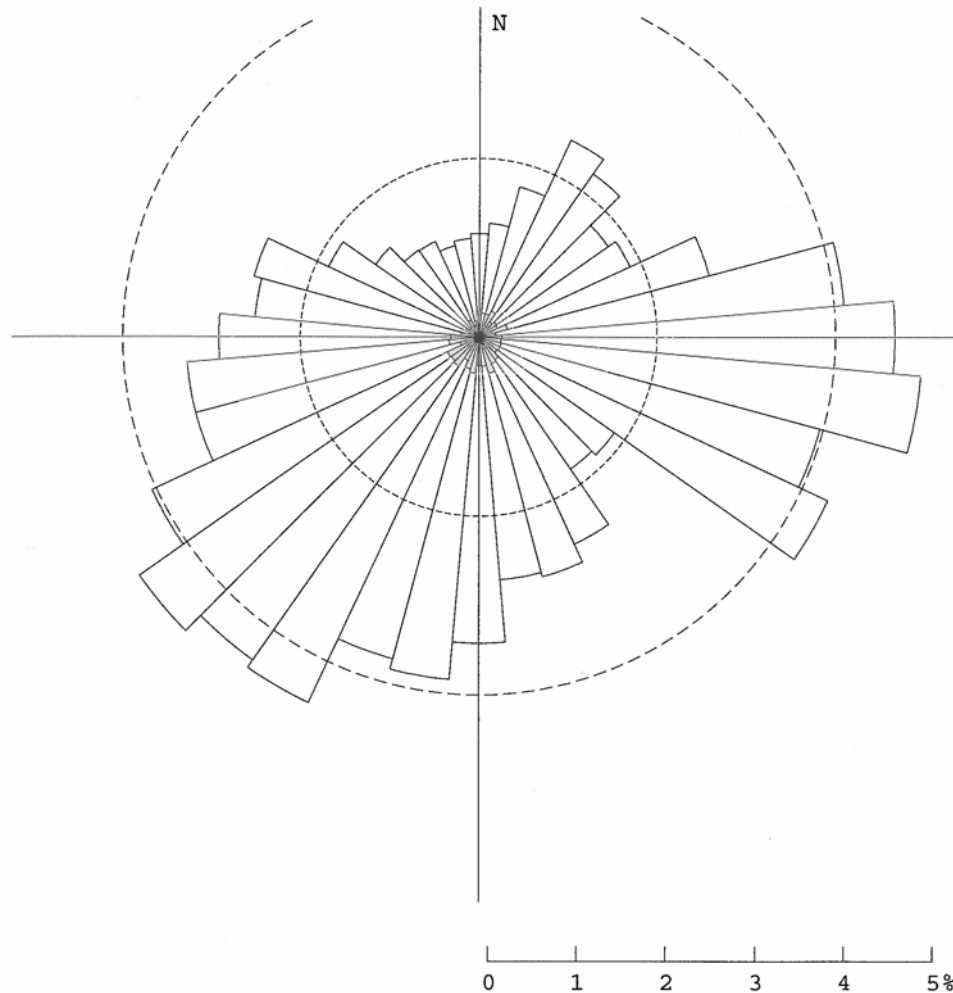
Ruthenstrom

0M/M

12M/B

WOELFLE

534312/92512



MITTLERE GESCHWINDIGKEIT = 5.0 M/S

DUNKEL: GESCHWINDIGKEIT KLEINER 1.0 M/S
 GRAU : GESCHWINDIGKEIT ZWISCHEN 1.0 UND 2.0 M/S
 HELL : GESCHWINDIGKEIT GROESSER 2.0 M/S

ANZAHL FAELLE: 8760 (=100%); UNBESTIMMTE RICHTUNGEN: 7 =0.1%

HBI

02/04/07

Abbildung 1.8: Windrose und mittlere Windgeschwindigkeit

Ruthenstrom

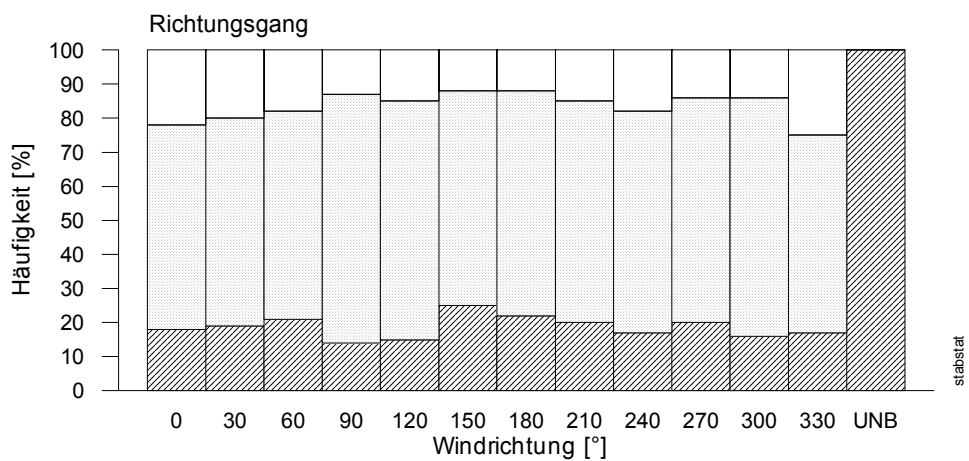
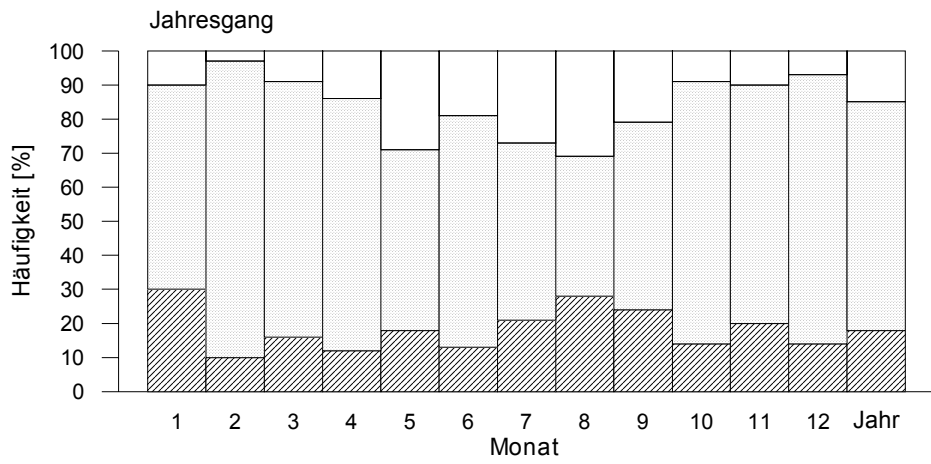
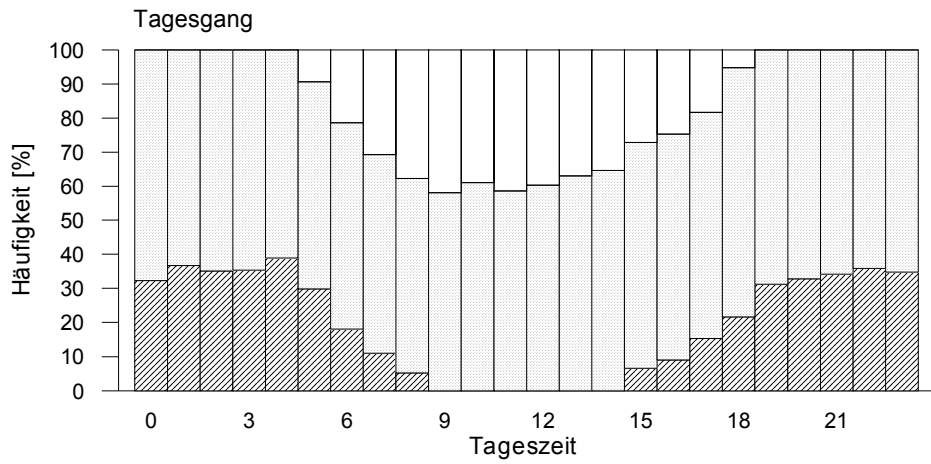
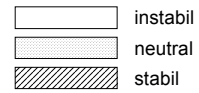


Abbildung 1.9: Statistik der atmosphärischen Stabilität



Abbildung 1.10: Lageplan der Messstation Ruthenstrom

1.9 Lüftungskonzept des Tunnels (Normalbetrieb)

Das Lüftungskonzept des geplanten Tunnels sieht für den Normalbetrieb eine durchgehende Längslüftung, hauptsächlich angetrieben durch die Wirkung von Verkehr vor. In Situationen, in denen die Kolbenwirkung des Verkehrs für die Frischluftversorgung nicht genügt, wird die Längsströmung mit Strahlventilatoren unterstützt. Dies kann bei stockendem Verkehr oder ausnahmsweise bei starkem Verkehrsaufkommen mit hohem Schwerverkehrsanteil auftreten. Die Durchströmung der Tunnelröhren erfolgt somit stets in Richtung des jeweiligen Verkehrs.

Für das Immissionsgutachten kann daher davon ausgegangen werden, dass die in der nordwärts gerichteten Röhre anfallenden Luftschadstoffe mit der Abluft am Nordportal und die in der südwärts gerichteten Röhre mit der Abluft am Südportal ausgestoßen wird.

2 Gauß-Ausbreitungsrechnung mit HIWAY-2

2.1 Methodik der Immissionsberechnung

Für die mittleren Zusatzkonzentrationen in einem größeren Ausbreitungsgebiet, wie sie in diesem Abschnitt dargestellt sind, hat sich die Berechnung mit Gauß'schen Verteilungsfunktionen als gute Methode erwiesen. Ein validiertes und international anerkanntes Rechenprogramm ist HIWAY-2 der amerikanischen Umweltbehörde EPA [3]. Mit diesem Programm wird die Ausbreitung der Emissionen aller modellierten Linienquellen gleichzeitig für alle möglichen Wettersituationen berechnet.

Eingehende Messungen direkt neben Straßen im Freien zeigen, dass die Fahrzeugabgase durch die Turbulenz, die von den Fahrzeugen verursacht wird, auf eine Höhe von 2 bis 8 m über der Fahrbahn verteilt werden. HIWAY-2 berücksichtigt diese Turbulenz in Abhängigkeit des Windvektors (Richtung und Stärke). Das Modell HIWAY-2 wurde für ebenes Gelände entwickelt. Die Orographie wird indirekt über die Definition der örtlichen Windfelder berücksichtigt. Unter gewissen Umständen können auch Brückenlagen und Taleinschnitte modelliert und berechnet werden.

Die Tunnelluft, die aus dem Portal strömt, verhält sich anfänglich wie ein Luftfreistrahler, d.h. die Ausbreitung ist von der Austrittsgeschwindigkeit und der Strahlerturbulenz abhängig. Je größer die Ausströmgeschwindigkeit ist, umso länger verbleibt der Strahl in seiner Ausbreitungsrichtung. Mit zunehmendem Abstand vom Portal dominiert der Einfluss der Turbulenz, die von den Fahrzeugen induziert wird, die nicht nur eine Quervermischung, sondern auch eine Längsverschleppung der Tunnelluft bewirkt. Resultate aus Großversuchen stammen von I. Yoshizawa et al. [5] und Modellversuchen von M. Vanderheyde [6]. Das Ausbreitungsmodell HIWAY-2+, das bei der HBI Haerter AG Anwendung findet, wurde mit zwei Feldmessungen kalibriert [7] und [8]. Ergebnisse einer Immissionsprognose für eine Portalzone am Petuel Tunnel München (D) wurden mit einer Messung im Windkanal verglichen. Dabei wurde die Aussage des Gutachtens trotz punktuell unterschiedlicher Ergebnisse bestätigt [9]. Die Belastungen von offenen Straßen werden auf einer Höhe von 1.5 m über dem Boden berechnet.

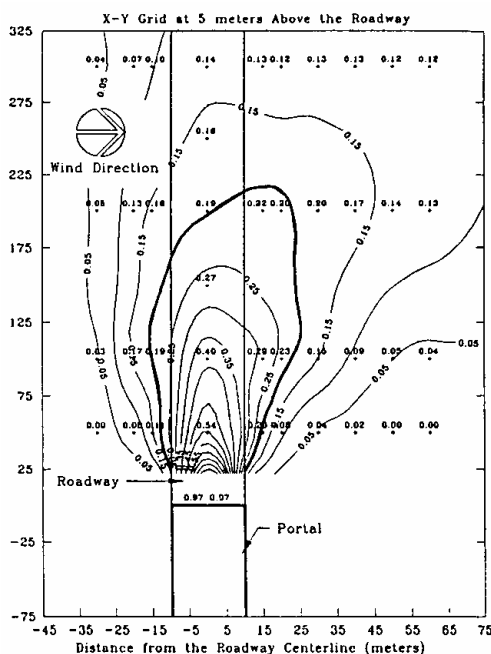


Abbildung 2.1: Windkanalmessung der Schadstoffverteilung um ein Portal

Die Beobachtungen zur Ausbreitung von Portalabluft legen nahe, die Tunnelabluft als zusätzliche Volumenquelle längs der Straße auf eine bestimmte Länge ab Portal aufzufassen. Die anfängliche Höhen-, Breitenverteilung und Längsausdehnung hängen generell vom Straßentyp (Gegenverkehr, Richtungsverkehr), der örtlichen Orographie (Straßen im Einschnitt, Leitwände, Umgebungsbebauung) und den mittleren Windverhältnissen ab. Das Portal ist hier als Volumenquelle mit einer Länge von 150 m modelliert.

Die Ausbreitungsrechnung erfolgt für 36 Sektoren der Windrichtung mit je 10° Weite und drei Stabilitätsklassen: instabil, neutral und stabil. Je Rechengang können mehrere tausend Punkte berechnet werden. Als Maschenweite des Rechnetzes wird der Abstand 50 m x 50 m gewählt. Nach der Ausbreitungsrechnung mit HIWAY-2 folgt die Gewichtung der Episodenwerte unter Einbezug der Windgeschwindigkeit sowie der berechneten Stärke der Emissionsquellen für jede Stunde über die Bezugsjahre. Die Oxidationsrechnung für NO_x erfolgt nach dem empirischen Verfahren von Romberg [10].

2.2 Berechnung der Tagesmittelwerte PM10

Die Anzahl Überschreitungen des Grenzwertes für den Tagesmittelwert von PM10 wird in der MLuS-2005 aus dem Jahresmittelwert bestimmt [12]. Dabei kommt eine Umrechnungsfunktion zur Anwendung, die in Abbildung 2.2 dargestellt ist. Messungen des Landesamtes für Umweltschutz Baden-Württemberg aus den Jahren 2002 und 2004 zeigen, dass an den meisten Orten die Anzahl Überschreitungen geringer war, als eine Bestimmung mit der Umrechnung nach MLuS-2005 ergeben würde. Der überwiegende Teil der Messpunkte in Abbildung 2.2 (Prognose MLuS [12], Messungen [13], Prognose des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz [14]) liegt deutlich unter der gestrichelten Kurve.

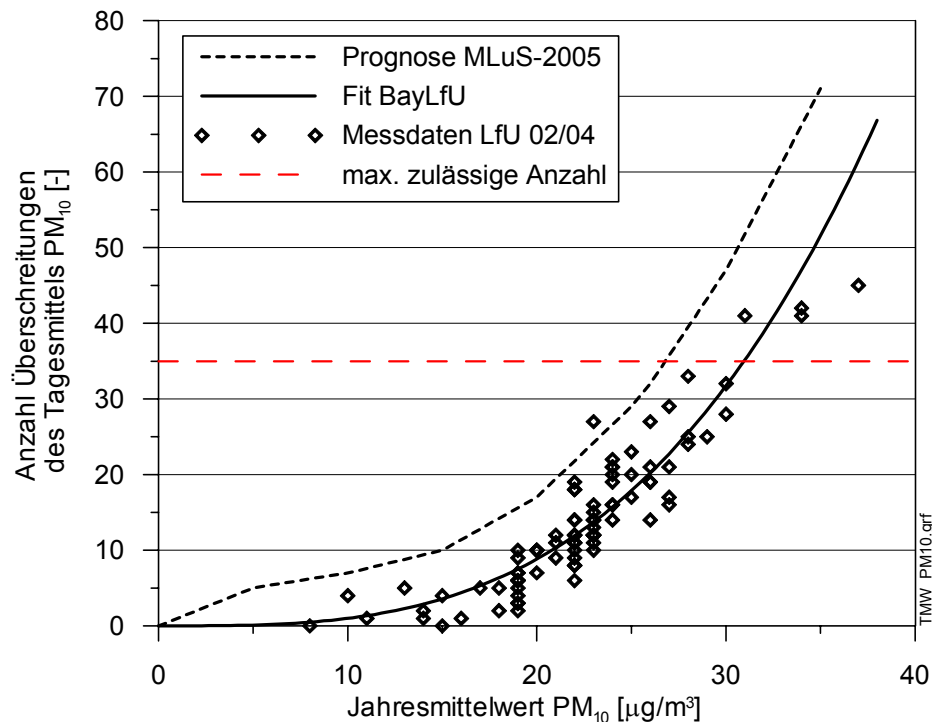


Abbildung 2.2: PM10 Jahresmittel und Überschreitungen des Tagesmittelwerts von 50 µg/m³

Messungen des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz führen ebenfalls zu dem Ergebnis, dass die Berechnungsfunktion der MLuS-2002 (Ausgabe 2005) eine zu hohe Anzahl Überschreitungen ergibt. Die in [14] angegebene Berechnungsfunktion zeigt hingegen eine sehr gute Übereinstimmung mit den Messdaten aus Baden-Württemberg und Bayern.

Abgeleitet von den Messungen lässt sich der Zusammenhang zwischen dem Jahresmittelwert der PM10-Belastung und der Anzahl Überschreitungen des Grenzwertes für das Tagesmittel von $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ableiten als.

$$\text{Anzahl Überschreitungen} = 0.0007 \times \text{Jahresmittelwert}^{3.1523}$$

Diese Formel wird im vorliegenden Gutachten verwendet.

2.3 Berechnung der Stundenmittelwerte NO₂

Eine direkte rechnerische Prognose der Überschreitungen des Grenzwertes für den Stundenmittelwert ist nicht möglich. Bei Spitzenwerten lässt die Streubreite der Messwerte keine zuverlässige Prognose zu.

Die Punkte in Abbildung 2.3 stellen Messungen des LfU Baden-Württemberg zwischen 2000 und 2006 dar, bei denen der Grenzwert für das Stundenmittel mindestens einmal überschritten wurde. Die Anzahl Überschreitungen des Grenzwertes für den Stundenmittelwert von NO₂ wird in der MLuS-2002 (Ausgabe 2005) [12] aus dem Jahresmittelwert bestimmt. Dabei kommt eine Umrechnungsfunktion zur Anwendung, die in Abbildung 2.3 dargestellt ist. Der Vergleich mit den Messwerten deutet an, dass mit der MLuS in den meisten Fällen eine zu hohe Anzahl Überschreitungen geschätzt wird.

Da eine Überschreitung der zulässigen Anzahl Stundenmittelwerte (18) auch nach MLuS nur dann zu erwarten ist, wenn auch das Jahresmittel über dem Grenzwert ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) liegt, ist für diese Studie eine detaillierte Untersuchung der Stundenmittelwerte NO₂ nicht erforderlich.

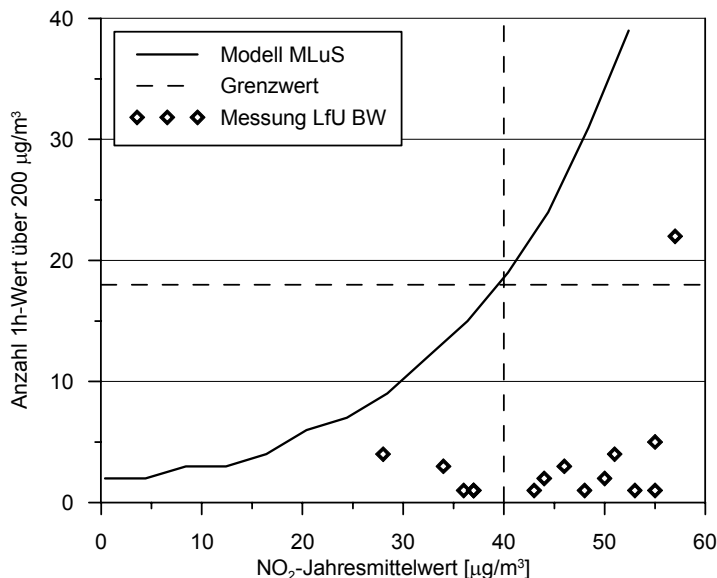


Abbildung 2.3: NO₂ Jahresmittel und Überschreitungen des Stundenmittelwerts von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [12]

2.4 Genauigkeit der Immissionsberechnung

Bei einer Immissionsprognose für einen künftigen Zustand müssen prognostizierte Jahres- und Tagesgänge des Verkehrs, Fahrzeugemissionen und Wetterdaten verwendet werden. Die Zuverlässigkeit der berechneten Schadstoffemissionen hängt von der zugrunde gelegten Verkehrsprognose (DTV, Lastwagenanteil, Verkehrssituation) und von der Prognose der Emissionsfaktoren ab.

Bei den Immissionen kommen die Unsicherheiten der Modellierung und des Berechnungsverfahrens selbst hinzu. Diese Unsicherheit in den berechneten Konzentrationen beträgt im vorliegenden Fall bis zu 30%, wenn die berechneten Konzentrationen als Punktwerte aufgefasst werden. Beim Vergleich zwischen der Berechnung und der späteren Messung muss die Messgenauigkeit für die unterschiedlichen Schadstoffe berücksichtigt werden.

2.4.1 Verkehrsdaten

Unsicherheiten in den Verkehrsdaten und in der Verkehrszusammensetzung aus Personwagen und schweren Nutzfahrzeugen wirken sich proportional zur Zusatzbelastung NO_x bzw. PM10 aus. Die Quellstärke einer modellierten Straße ist proportional zum Verkehrsaufkommen. Bei der Prognose für NO₂ wird dieser Einfluss durch die Oxidationsrechnung gedämpft.

2.4.2 Emissionen der Einzelfahrzeuge

Die Emissionen der Einzelfahrzeuge sind dem Handbuch Emissionsfaktoren entnommen. Das Handbuch wird durch regelmäßige Vergleichsmessungen überprüft und bei Abweichungen nach Bedarf nachgeführt. Es kann von einer großen Zuverlässigkeit der Daten ausgegangen werden.

Die Zuverlässigkeit der Emissionsfaktoren für den Reifenabrieb ist deutlich geringer als für die motorischen Emissionsfaktoren.

2.4.3 Vorbelastung

Die Vorbelastungen wurden für diese Studie anhand öffentlich verfügbarer Messergebnisse aus verkehrsfernen Messstationen in der Umgebung abgeschätzt.

Die geschätzte Vorbelastung hat einen direkten Einfluss auf die prognostizierten absoluten Konzentrationen, welche daher nur mit geringer Sicherheit die dann wirklich auftretenden, absoluten Werte abbilden.

Statistische Schwankungen der meteorologischen Daten lassen sich direkt aus der zeitlichen Entwicklung der Hintergrundmessungen beobachten.

2.4.4 Meteorologische Daten

Für eine einzelne Ausbreitungssituation ist die Immissionskonzentration in erster Näherung umgekehrt proportional zur Windgeschwindigkeit. Mit einer höheren Windgeschwindigkeit ergibt sich somit eine geringere Zusatzbelastung.

In geringerem Umfang gehen Schwankungen der meteorologischen Daten auch in die Vorbelastung ein, wie sich in einer Analyse der lokalen Messdaten über mehrere Jahre beobachten lässt.

2.4.5 Einfluss der Bebauung

Die Ausbreitungsrechnung berücksichtigt keine Bebauung. Die lokalen Ausbreitungsbedingungen können in bebauten Gebieten unterschiedlich sein.

Die Ausbreitungsbedingungen wirken auf die absoluten prognostizierten Konzentrationen.

Insbesondere Lärmschutzwände dürften sich begünstigend auf die zu erwartenden Zusatzbelastungen aus der Portalabluft auswirken, indem sie durch eine begünstigte vertikale Vermischung die Verdünnung unterstützen.

3 Ergebnisse der Ausbreitungsrechnung

3.1 Jahresmittelwert der NO₂-Belastung

Die Verteilungskarte für den Jahresmittelwert der NO₂-Konzentration im Jahr 2025 ist in der Abbildung 3.1 im Anhang dargestellt.

Im unmittelbaren Nahbereich der Portale erhöhen sich die Jahresmittelwerte der NO₂-Konzentrationen auf Werte von deutlich über 40 µg/m³. Dieser Bereich reicht allerdings nur einige zehn Meter weit.

In den Untersuchungsgebieten in Niedersachsen und Schleswig-Holstein ist an der Bebauung nicht damit zu rechnen, dass der Grenzwert von 40 µg/m³ für das Jahresmittel der NO₂-Konzentration überschritten wird.

Der Jahresmittelwert beträgt im Umfeld der Gebäude entlang der L111 in Drochtersen maximal 36 µg/m³. Im Bereich der Bebauung in Kollmar liegt der prognostizierte Jahresmittelwert der NO₂-Belastung nur wenig über der Vorbelastung.

3.2 Überschreitungen des NO₂-Stundengrenzwertes

Da eine Überschreitung der zulässigen Anzahl Stundenmittelwerte (18) nur dann zu erwarten ist, wenn auch das Jahresmittel über dem Grenzwert (40 µg/m³) liegt, ist für diese Studie eine detaillierte Untersuchung der Stundenmittelwerte NO₂ nicht erforderlich. Die Wahrscheinlichkeit von Überschreitungen kann aus den berechneten Jahresmittelwerten beurteilt werden, vgl. Abschnitt 2.3.

In den Untersuchungsgebieten in Niedersachsen und Schleswig-Holstein ist an der Bebauung nicht mit unzulässigen Überschreitungen des Grenzwertes für das Stundenmittel von NO₂ zu rechnen.

3.3 Jahresmittelwert der PM₁₀-Belastung

Die Verteilungskarte für den Jahresmittelwert der PM₁₀-Konzentration im Jahr 2025 ist in Abbildung 3.3 im Anhang dargestellt.

Im unmittelbaren Nahbereich der Portale erhöhen sich die Jahresmittelwerte der Feinstaubkonzentrationen auf Werte von deutlich über 40 µg/m³. Dieser Bereich reicht allerdings nur einige zehn Meter weit.

In den Untersuchungsgebieten in Niedersachsen und Schleswig-Holstein ist an der Bebauung nicht damit zu rechnen, dass der Grenzwert von 40 µg/m³ für das Jahresmittel der PM₁₀-Konzentration überschritten wird.

Der Jahresmittelwert beträgt im Umfeld der Gebäude entlang der L111 in Drochtersen maximal 30 µg/m³. Im Bereich der Bebauung in Kollmar entspricht die Schadstoffbelastung praktisch der Vorbelastung.

3.4 Überschreitungen des PM₁₀-Tagesgrenzwertes

Die Verteilungskarte für die jährliche Anzahl der Überschreitungen des Tagesgrenzwertes von 50 µg/m³ der PM₁₀-Konzentration im Jahr 2025 ist in Abbildung 3.5 im Anhang dargestellt.

Im unmittelbaren Nahbereich der Portale erhöht sich diese Anzahl auf Werte von deutlich über 35. Dieser Bereich reicht allerdings nur wenige zehn Meter weit.

In den bebauten Gebieten am Südportal ist eine Überschreitung der höchstzulässigen Anzahl von 35 Überschreitungen des Tagesgrenzwertes pro Jahr im Einzelfall möglich. Die berechnete Anzahl der Überschreitungen bewegt sich im Umfeld der Gebäude maximal zwischen 30 und 35. Im Bereich der Bebauung in Kollmar wird die erwartete Anzahl Überschreitungen des Grenzwerts für das Tagesmittel praktisch nur durch die Vorbelastung bestimmt.

Bei der Interpretation dieses Ergebnisses ist die gegenüber der Prognose eines Jahresmittelwertes geringere Zuverlässigkeit der Berechnung zu berücksichtigen (vgl. Streuung der Messergebnisse in Abbildung 2.2). In einem Jahr mit länger anhaltenden Immissionswetterlagen könnte die zulässige Anzahl Überschreitungen an der Bebauung erreicht werden. Dem könnte ggf. mit einer vorübergehenden Beschränkung der Fahrgeschwindigkeit im Tunnel entgegengewirkt werden. Über eine solche Maßnahme müsste in Abstimmung des Tunnelbetreibers mit den Umweltbehörden situativ entschieden werden.

Konzentrationsverteilungen im Betrachtungsgebiet

NO₂ - Jahresmittelwerte

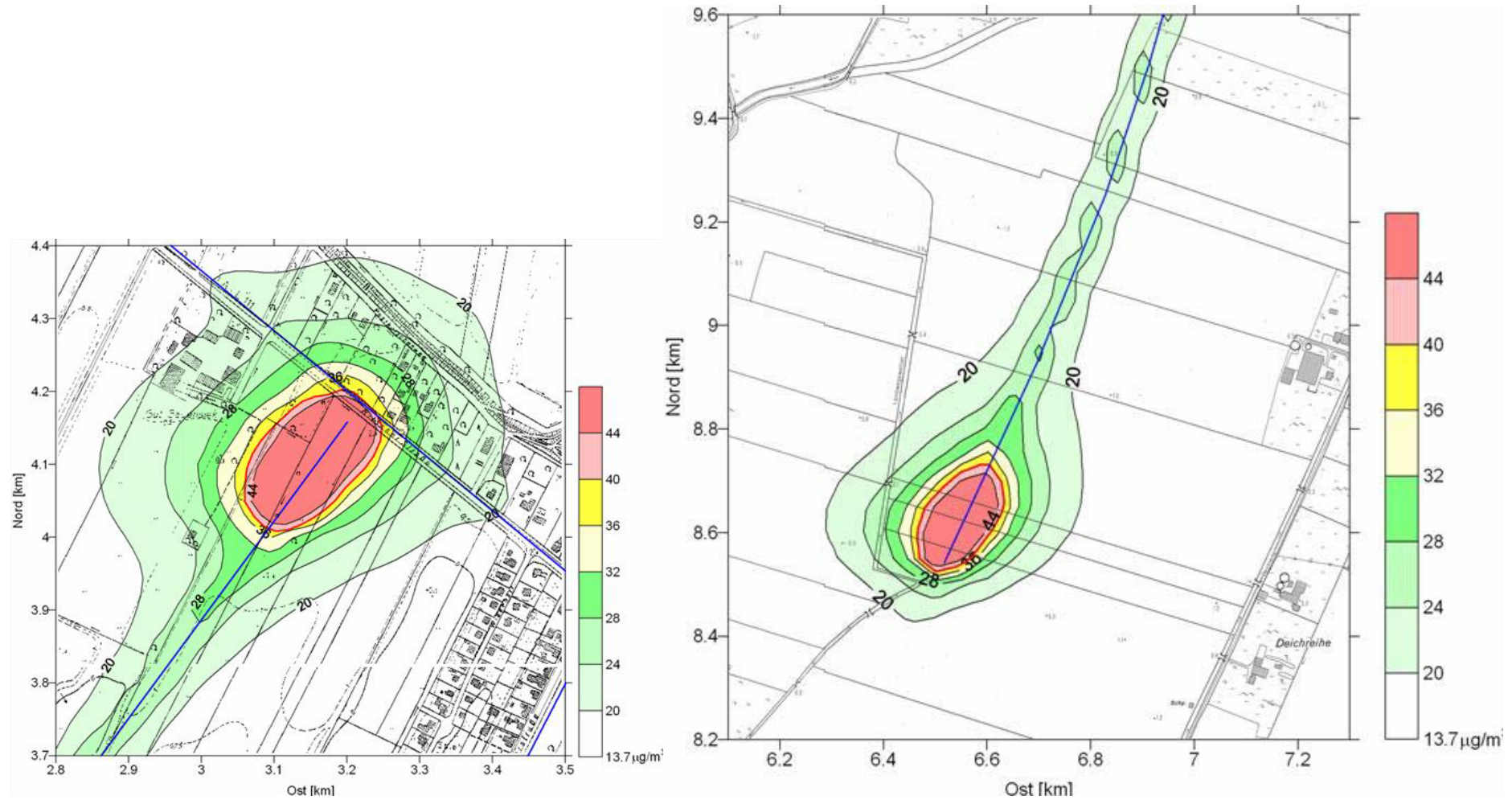


Abbildung 3.1: Verlauf der Jahresmittelwerte der NO₂ Konzentration im Betrachtungsgebiet

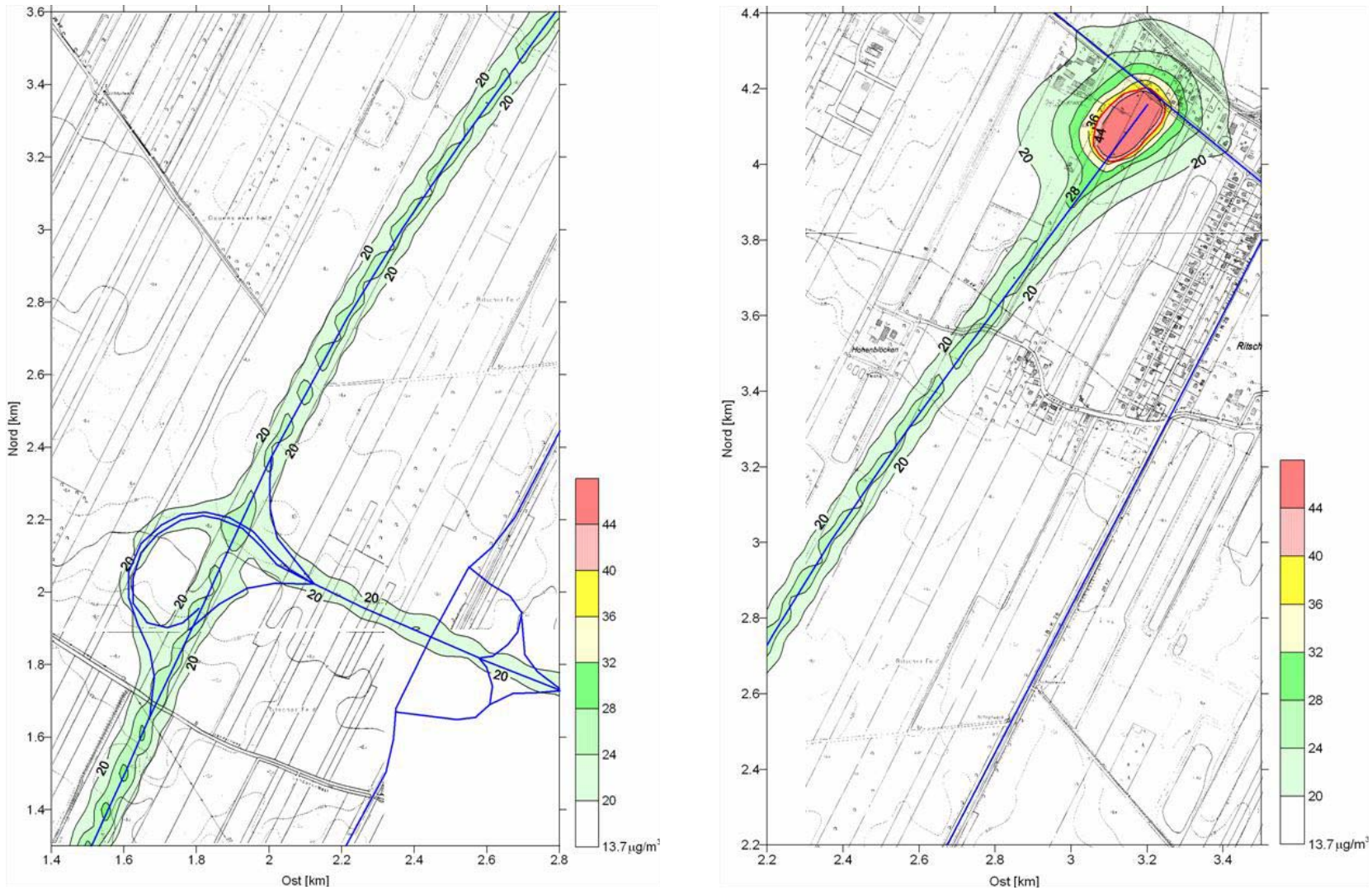


Abbildung 3.2: Verlauf der Jahresmittelwerte der NO₂ Konzentration im Betrachtungsgebiet

PM10 – Jahresmittelwerte

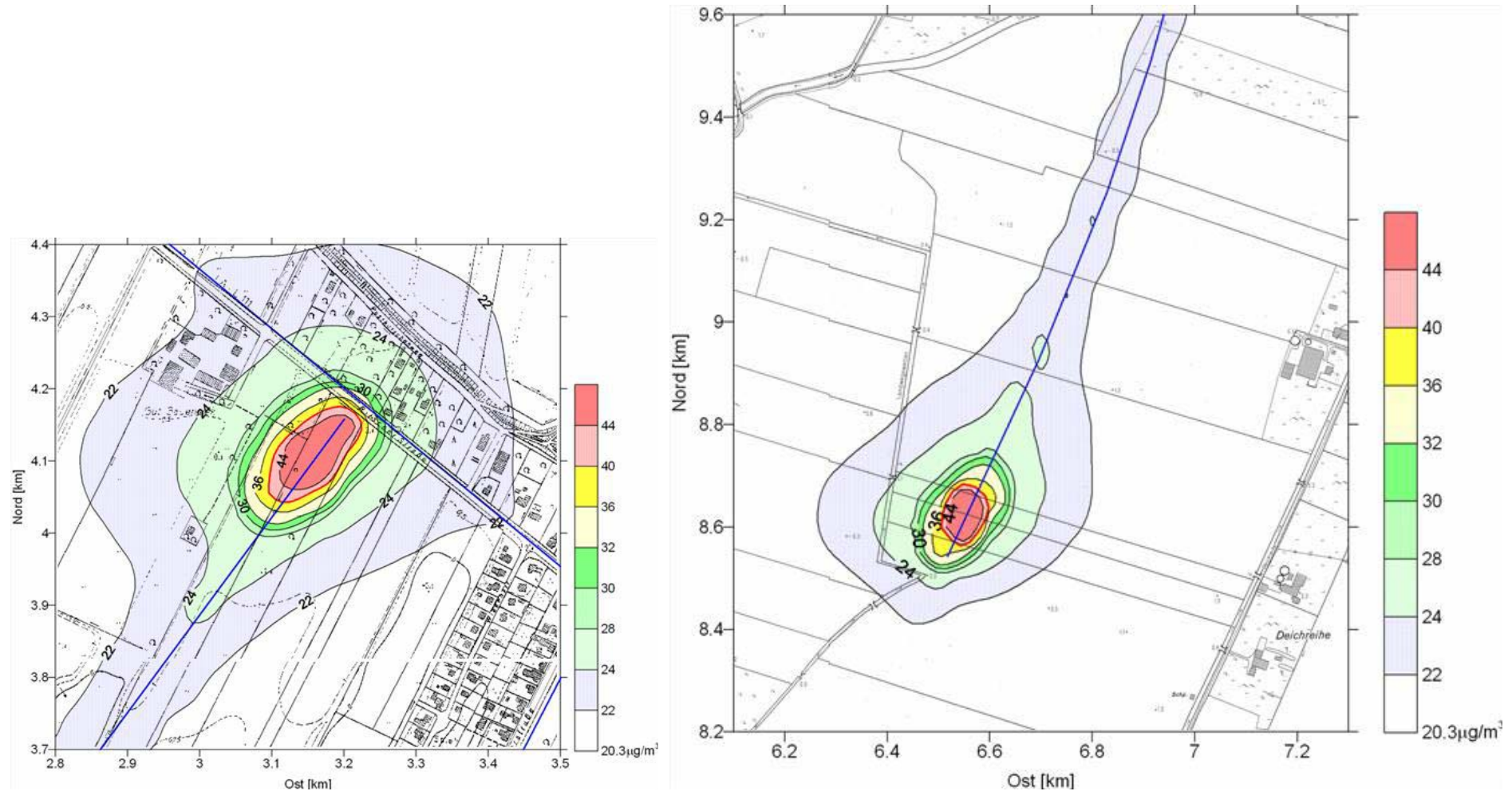


Abbildung 3.3: Verlauf der Konzentration von Feinstaub PM10 im Betrachtungsgebiet

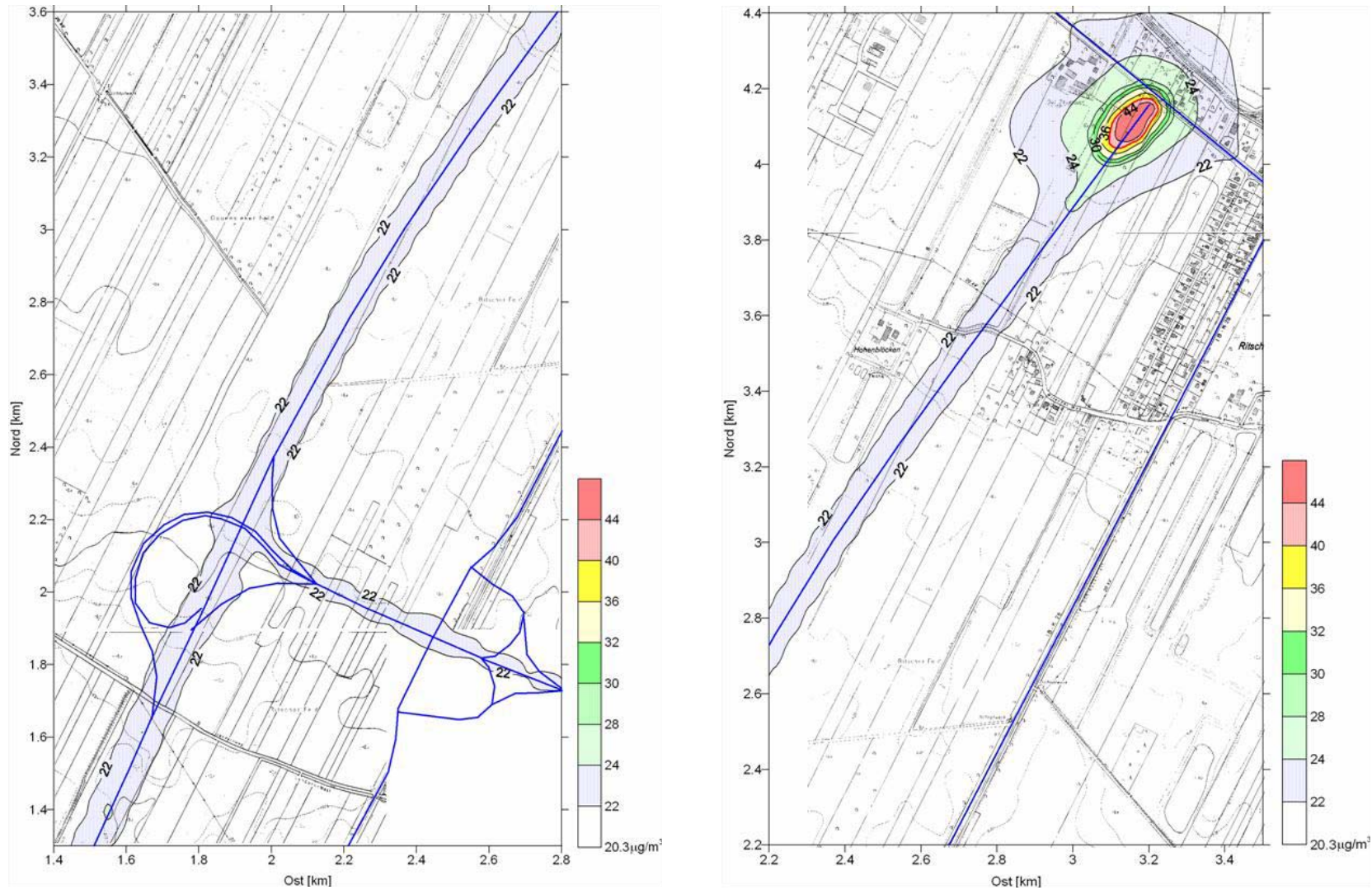


Abbildung 3.4: Verlauf der Konzentration von Feinstaub PM10 im Betrachtungsgebiet

Jährliche Anzahl von Überschreitungen der PM10 - Tagesgrenzwerte

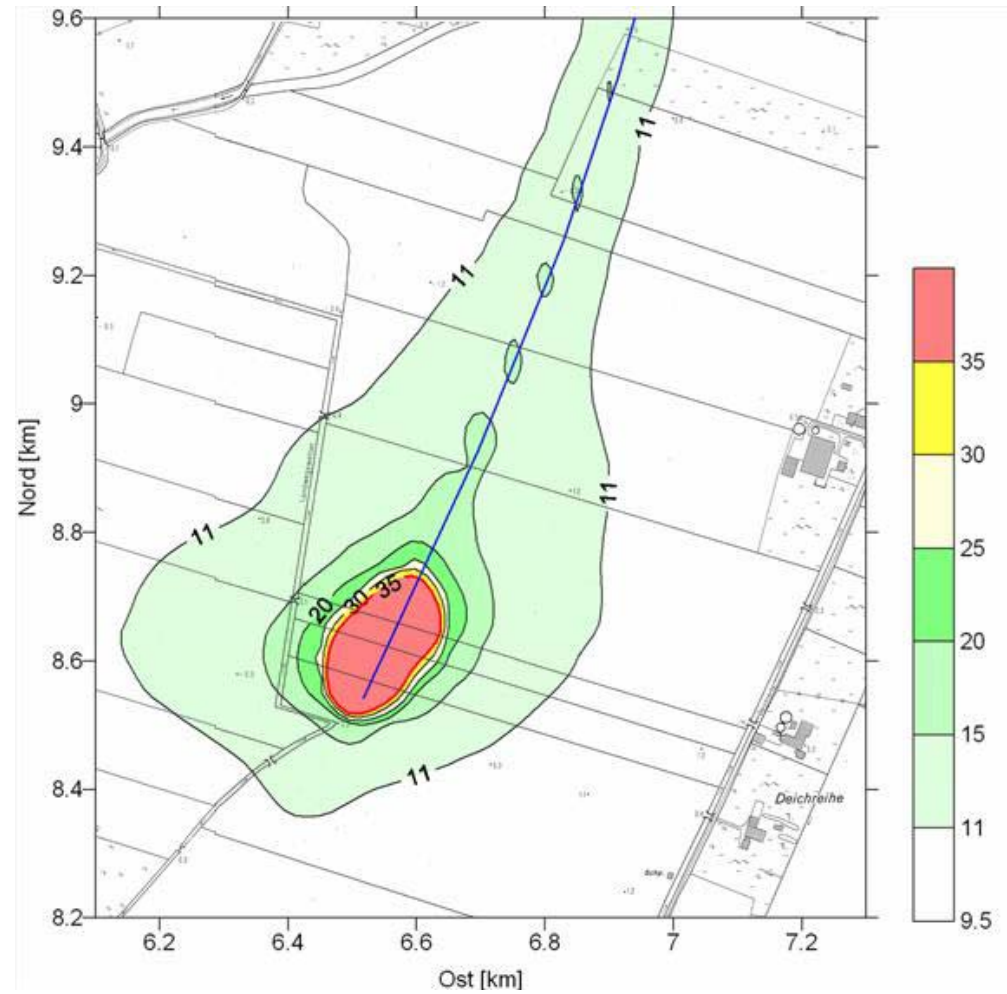
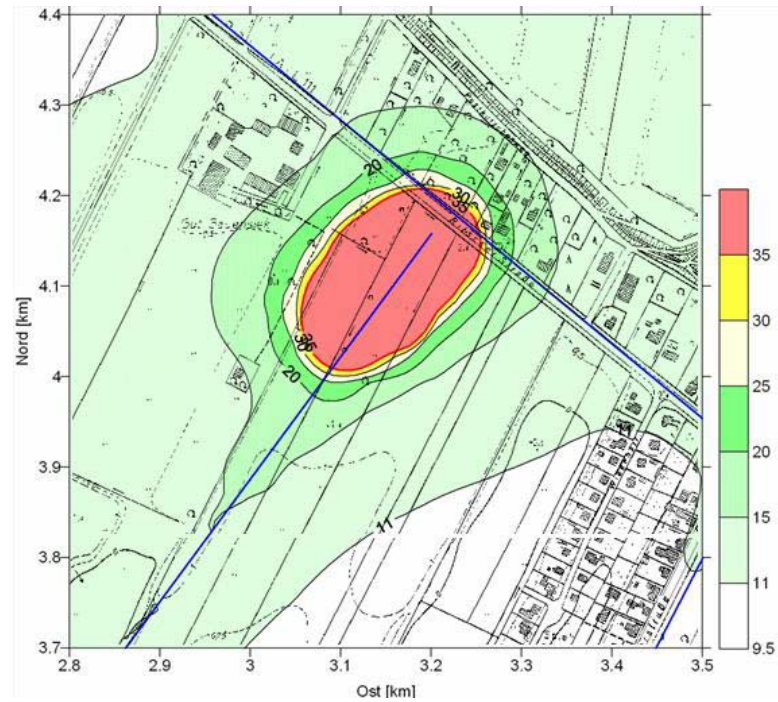


Abbildung 3.5: Verlauf der Überschreitungszahlen PM10 Tagesgrenzwert im Betrachtungsgebiet

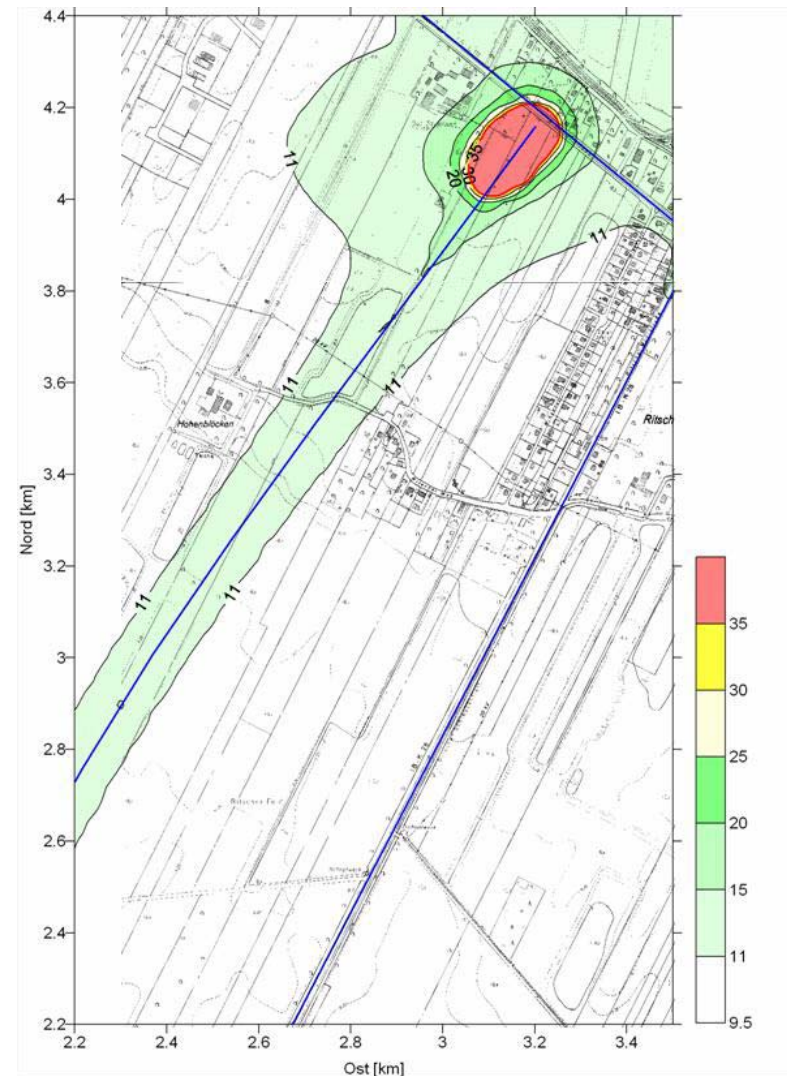
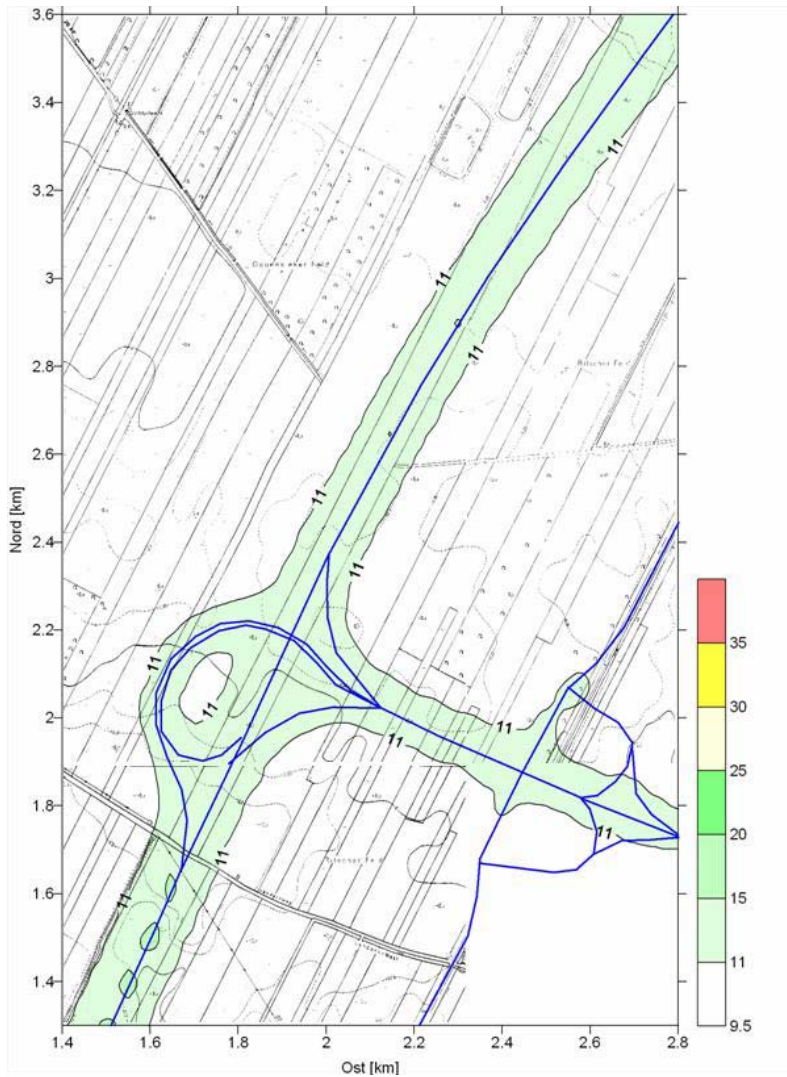


Abbildung 3.6: Verlauf der Überschreitungszahlen PM10 Tagesgrenzwert im Betrachtungsgebiet