

<p>Straßenbauverwaltung Freistaat Bayern</p> <p>Straße / Abschnittsnummer / Station: B 2 / Abschn. 255, Stat. 0,000 – Abschn. 230, Stat. 7,045</p>
<p>B 2 München-Mittenwald</p> <p>Verlegung östlich Garmisch-Partenkirchen mit Wanktunnel</p> <p>Bau-km 0+000 bis Bau-km 4+869</p>
<p>PROJIS-Nr.: 09 890645 00</p>



FESTSTELLUNGSENTWURF

Immissionsgutachten der Luftschadstoffe

<p>aufgestellt: Staatliches Bauamt Weilheim</p>	
<p>Scheckinger, Ltd. Baudirektor Weilheim, den 14.02.2025</p>	

Auftraggeber
Client
Client
Cliente
Cliente

Objekt- / Projektname
Object / Project name
Nom d'objet / de projet
Nome dell'oggetto / del progetto
Nombre objeto / proyecto

Berichtstitel
Report title
Titre de rapport
Titolo del rapporto
Título de reporte

Verfasser
Author
Auteur
Autore
Autor

Datum / Version
Date / Version
Date / Version
Data / Versione
Fecha / Versión

HBI-Auftragsnummer
HBI project number
HBI numéro de projet
HBI numero del progetto
HBI número de proyecto

HBI-Berichtsnummer
HBI report number
HBI numéro de rapport
HBI numero del rapporto
HBI número de reporte

HBI Haerter Beratende Ingenieure
HBI Haerter Consulting Engineers
HBI Haerter Ingénieurs Conseils
HBI Haerter Ingegneri Consulenti
HBI Haerter Ingenieros Consultores

ISO 9001:2015 Certified

Staatliches Bauamt Weilheim

Wanktunnel

Immissionsgutachten der Luftschadstoffe

Stephan Thumm

2025-01-21 / 1.3

30.21201.02.03.01

21-201-008

HBI Haerter GmbH
Friedrich-Ebert-Straße 25
89522 Heidenheim, Deutschland
Tel. +49 7321 98 23-10
info.hdh@hbi.eu

www.hbi.eu

Impressum

<i>Volltitel</i>	Immissionsgutachten der Luftschadstoffe				
<i>Kurztitel</i>	Immissionsgutachten				
<i>Auftraggeber</i>	Staatliches Bauamt Weilheim				
<i>Verfasser</i>	Stephan Thumm				
<i>Projekt- / Objektname</i>	Wanktunnel				
<i>Auftragsnummer</i>	30.21201.02.03.01				
<i>Berichtnummer</i>	21-201-008				
<i>Berichtdatum</i>	2025-01-21				
<i>Version</i>	1.3				
<i>Verteiler</i>	1 x StBa 1 x HBI				
	<i>Autor</i>	<i>Prüfer</i>	<i>Freigabe</i>	<i>Vers.</i>	<i>Änderungen</i>
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	STH	MWE	-	1.3	Redaktionelle Änderungen
<i>Name</i>	Thumm	Wehner	-		
<i>Datum</i>	2025-01-21	2025-01-20	-		
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	STH	SIS	-	1.0	Erstfassung
<i>Name</i>	Thumm	Schneider	-		
<i>Datum</i>	2023-02-02	2023-02-02	-		

Zusammenfassung

Ausgangslage

Der Wanktunnel soll Bestandteil der B2 in Garmisch-Partenkirchen werden. Der Tunnel dient der Entlastung der Marktgemeinde und soll östlich vom Ortsteil Partenkirchen durch das Wankmassiv verlaufen.

Im vorliegenden Dokument wird untersucht, welche Gesamtbelastungen sich im weiteren Umfeld der Portale dieses Tunnels ergeben.

Ziel des Berichts

Die Immissionen der Luftschadstoffe werden anhand des Jahresmittels der Leitschadstoffe NO_2 , PM_{10} und $\text{PM}_{2,5}$ beurteilt.

Ziel ist die Untersuchung und Beurteilung der Luftschadstoffsituation am Nord- und Südportal des Wanktunnels. Dafür wurde eine dreidimensionale Ausbreitungsberechnung der Luftschadstoffe aus dem Tunnel und der umliegenden Straßenzüge durchgeführt. Anschließend erfolgt ein Vergleich mit den Beurteilungswerten. Dabei wird besonders auf die zum Portal nächstliegende Wohnbebauung geachtet.

Der Bericht beinhaltet eine Zusammenstellung der Berechnungsgrundlagen. Dazu gehören insbesondere die Angaben zur Lage der Immissionsorte, zum Bezugsjahr, zum Verkehr, zur Immissionsvorbelastung und zur Meteorologie.

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

Ergebnisse

Untersucht wird der Zustand an den Tunnelportalen im Jahr 2035.

Die Rechnung verwendet Verkehrsdaten, welche für das Jahr 2035 prognostiziert worden sind. Die Fahrzeug-Emissionsdaten werden für das gleiche Jahr ermittelt.

Die Zusatzbelastung je Portal setzt sich aus 50 % der im gesamten Tunnel emittierten Schadstoffe zusammen.

Die Untersuchung zeigt, dass trotz des konzentrierten Schadstoffausstoßes an den Portalen, eine Grenzwertüberschreitung an den Immissionsorten am Nord- und Südportal mit hoher Sicherheit ausgeschlossen werden kann.

Inhaltsverzeichnis

Impressum	2
Zusammenfassung.....	3
Inhaltsverzeichnis	4
1 Ausgangslage.....	6
1.1 Tunneldaten.....	6
1.2 Lüftungskonzept des Tunnels	6
2 Vorgehen.....	8
2.1 Methodik der Immissionsberechnung.....	8
2.2 Verkehrsdaten.....	8
2.3 Emissionen der Einzelfahrzeuge.....	8
2.3.1 Verkehrssituation	9
2.3.2 Stickoxide NO _x	9
2.3.3 Feinstaub PM ₁₀	10
2.3.4 Feinstaub PM _{2,5}	11
2.4 Vorbelastung.....	11
2.5 Meteorologische Daten	11
3 Grundlagen, Annahmen und Erläuterungen	12
3.1 Begriffe und Abkürzungen.....	12
3.2 Bezugsjahr	12
3.3 Verkehr	12
3.4 Meteorologische Daten	12
3.5 Beurteilungswerte	14
3.6 Schadstoffemissionen der Motorfahrzeuge	14
3.7 Berechnung der Stundenmittelwerte NO ₂	14
3.8 Bestimmung der Vorbelastungen	15
3.9 Immissionsorte.....	16
4 Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung	18
4.1 Gesamtbelastung an den Immissionsorten	18
4.2 Konzentrationskarten	18
4.3 Beurteilung.....	23
5 Quellenverzeichnis.....	24
Anhang A: Verkehrsdaten.....	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Prüfsubstanzen und deren Beurteilungswert	14
Tabelle 3.2:	Jahresmittelwerte der Schadstoffbelastung im Jahr 2023.....	16
Tabelle 4.1:	Gesamtbelastung an den Immissionsorten	18

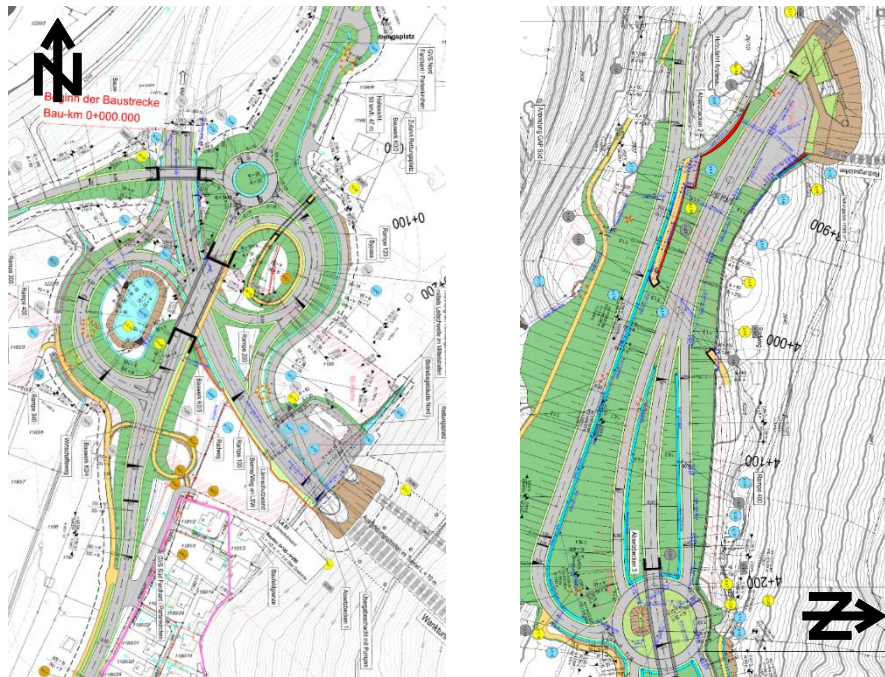
Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Tunnelvorfelder Nord (links) und Süd (rechts).....	6
Abbildung 2.1:	Entwicklung der NO _x -Emission pro Fahrzeug, innerorts Fernstraße mit 60 km/h und dichtem Verkehr [7].....	9
Abbildung 2.2:	Entwicklung der Partikel-Emission pro Fahrzeug, innerorts Fernstraße mit 60 km/h und dichtem Verkehr [7].....	10
Abbildung 2.3:	Schematische Darstellung der Größenverteilung des atmosphärischen Staubes in Quellnähe und der wichtigsten Prozesse [10]	11
Abbildung 3.1:	Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen an der DWD-Station Zugspitze. Zeitraum 01.01.2016 bis 31.12.2016.....	13
Abbildung 3.2:	NO ₂ Jahresmittelwert und Überschreitungen des Stundenmittelwertes von 200 µg/m ³ [16].....	15
Abbildung 3.3:	Lageplan des Untersuchungspunkts am Nordportal	16
Abbildung 3.4:	Lageplan des Untersuchungspunkts am Südportal.....	17
Abbildung 4.1:	Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für NO ₂ am Nordportal	19
Abbildung 4.2:	Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM ₁₀ am Nordportal.....	20
Abbildung 4.3:	Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM _{2,5} am Nordportal	21
Abbildung 4.4:	Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für NO ₂ am Südportal	22
Abbildung 4.5:	Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM ₁₀ am Südportal	22
Abbildung 4.6:	Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM _{2,5} am Südportal	23
Abbildung A.1:	Gesamtverkehr in Kfz/24 h des DTV 2035 am Knoten Nord.....	26
Abbildung A.2:	Schwerverkehr in Kfz/24 h des DTV 2035 am Knoten Nord	27
Abbildung A.3:	Gesamtverkehr in Kfz/24 h des DTV 2035 am Knoten Süd	28
Abbildung A.4:	Schwerverkehr in Kfz/24 h des DTV 2035 am Knoten Süd.....	28

1 Ausgangslage

1.1 Tunneldaten

Der Wanktunnel ist Bestandteil der B2 in Garmisch-Partenkirchen. Der Tunnel dient der Entlastung der Marktgemeinde und soll östlich vom Ortsteil Partenkirchen durch das Wankmassiv verlaufen. Der einröhrige Tunnel erstreckt sich über 3 519 m in Nord-Süd Ausrichtung und wird im Gegenverkehr betrieben.



Dabei liegt eine Längslüftung vor, die über den Kolbeneffekt der durchfahrenden Fahrzeuge oder durch Unterstützung der Strahlventilatoren angetrieben wird.

Ein möglicher Einsatz der Absaugung der Schadstoffe und Austragung über den Kamin verbessert die Immissionssituation an den Portalen. Durch die Absaugung entsteht keine nennenswerte Zusatzbelastung in der Umgebung, da die Schadstoffe mit hoher Geschwindigkeit ausgeblasen werden und sich in großer Höhe verteilen.

Bei ausgeglichenem Verkehrsaufkommen in nördlicher und südlicher Richtung kann davon ausgegangen werden, dass durchschnittlich an jedem Portal die Hälfte der im Tunnel anfallenden Schadstoffe entweicht. Bei Bedarf kann mit den Strahlventilatoren Einfluss auf diese Verteilung genommen werden.

2 Vorgehen

Gemäß der Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr [3] sind bei allen Immissionsabschätzungen an Bundes-, Staats- und Kreisstraßen in staatlicher Verwaltung, die „Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne und mit lockerer Randbebauung – RluS 2023“ anzuwenden. Diese Abschätzung erfolgte im Zuge der Vorplanung [4]. Aufgrund der Einschränkungen des Verfahrens in Gebieten, in denen das Windfeld durch die Orographie beeinflusst wird und im Bereich von relevanten Kaltluftflüssen, wird für die vorliegenden Berechnungen das Ausbreitungsmodell nach TA Luft AUSTAL Version 3.3 [1] verwendet.

Zur Ermittlung der Höhe der Schadstoffkonzentrationen im Untersuchungsgebiet müssen die Hintergrundbelastung und die Zusatzbelastung aufgrund des Verkehrs ermittelt werden. Die Hintergrundbelastung wird anhand von Messwerten bestimmt, die in der Nähe des Untersuchungsgebietes zur Verfügung stehen. Für die Zusatzbelastung werden die Schadstoffe berücksichtigt, die durch den Bemessungsverkehr freigesetzt werden.

2.1 Methodik der Immissionsberechnung

AUSTAL ist ein Lagrange'sches Ausbreitungsmodell, welches die Durchführung von Ausbreitungsrechnungen nach Anhang 2 und Anhang 7 der technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) [2] bzw. nach der VDI Richtlinie 3945/3 [5] gestattet.

Ein Lagrange'sches Ausbreitungsmodell verfolgt punktförmige Partikel, die einen Spurenstoff repräsentieren, auf ihrem Weg durch die Atmosphäre. Die Bewegung der Partikel, die mit Informationen u.a. über Art, Masse und Emissionszeitpunkt behaftet sein können, wird mathematisch von Advektiv- und Zufallsbewegungsmodellen beschrieben. Der Begriff „Advektion“ in der Ausbreitungsmodellierung bezeichnet die Bewegung einer Luftbeimengung mit dem mittleren Luftströmungsverhalten. Zur Berechnung der Stabilitäts- und turbulenzabhängigen Bewegung der Partikel greift AUSTAL auf das Zufallsbewegungsmodell zurück.

AUSTAL ermöglicht die Modellierung von verschiedenen Quellgeometrien, und zwar Punkt-, Linien-, Flächen- und Volumenquellen. Beliebige viele Emissionsquellen können modelliert werden und ihre Stärke kann außerdem zeitabhängig sein. Im Falle von partikelförmigen Stoffen kann nicht nur ihre Konzentrationsverteilung, sondern auch ihre Deposition und Sedimentation berechnet werden. Zusätzlich ermöglicht AUSTAL die Bestimmung von Geruchsstundenhäufigkeiten nach der Geruchsimmission Richtlinie (GIRL) [6].

Vom Programm werden die Geländemorphologie und eventuell Gebäude in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt. Bei Berechnungen in komplexem, gegliedertem Gelände, in denen die Effekte von Gebäuden berücksichtigt werden müssen, wird vom Programm das mikroskalige Windfeldmodell TALdia [2] eingesetzt. Da im Untersuchungsgebiet Steigungen des Geländes von größer 1:5 vorhanden, wird anstelle des diagnostischen Windfeldmodells TALdia, ein prognostisches Windfeldmodell eingesetzt. Die so erzeugte Windfeldbibliothek wird von AUSTAL übernommen werden.

2.2 Verkehrsdaten

Unsicherheiten in den Verkehrsdaten und in der Verkehrszusammensetzung aus Personenkraftwagen und schweren Nutzfahrzeugen wirken sich proportional zur Zusatzbelastung (NO_x) aus. Die Quellstärke einer modellierten Straße ist proportional zum Verkehrsaufkommen. Bei der Prognose für NO_2 wird dieser Einfluss durch die Umrechnung von NO_x in NO_2 gedämpft.

2.3 Emissionen der Einzelfahrzeuge

Die Emissionsberechnung erfolgt auf Basis des Handbuchs für Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs (HBEFA, Version 4.2) [7]. Mit Hilfe von Angaben zum Gebietstyp, zur

Straßenkategorie, zum Verkehrsaufkommen und Tempolimit, zur Längsneigung sowie zur Verkehrsstärke und Verkehrszusammensetzung werden die Daten in längenbezogene stündliche Emissionen der Straße überführt. Das Handbuch wird durch regelmäßige Vergleichsmessungen überprüft und bei Abweichungen nach Bedarf nachgeführt. Es kann von einer großen Zuverlässigkeit der Daten ausgegangen werden.

2.3.1 Verkehrssituation

Ein Fahrmuster steht für ein typisches Fahrverhalten und kann mit Hilfe kinematischer Kenngrößen (Geschwindigkeit, Dynamik) beschrieben werden. Die Emissionsfaktoren wurden ursprünglich für diese Fahrmuster ermittelt. Für die praktische Anwendung interessiert aber, auf welchen Straßenabschnitten welche Fahrmuster vorkommen. Es gilt also, die Fahrmuster den Streckentypen zuzuordnen. Aus Untersuchungen des Fahrverhaltens wurde ermittelt, welche Fahrmuster in welcher Verkehrssituation mit welchem Anteil vorkommen. Das elektronische Handbuch Emissionsfaktoren [7] gibt den Benutzern deshalb die Emissionsfaktoren pro Verkehrssituation an.

2.3.2 Stickoxide NO_x

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. Das Maximum der Stickoxidemissionen wurde Mitte der 80er Jahre erreicht (Deutschland einschließlich DDR 1986: 3 511 000 t). Seither sind die jährlichen Stickoxidemissionen rückläufig. Sie betrugen 2020 noch 978 000 t [8].

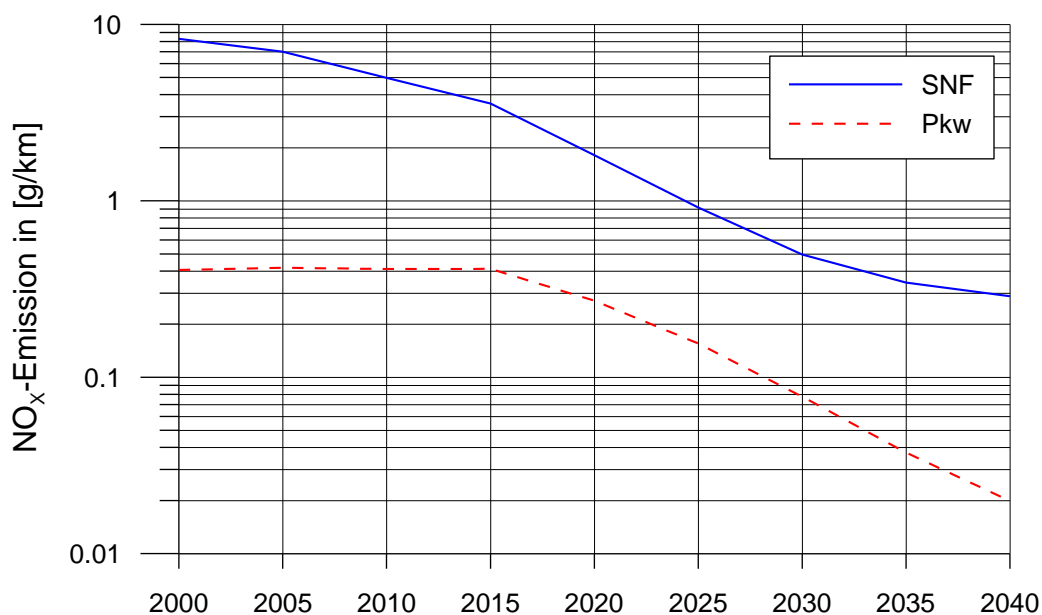


Abbildung 2.1: Entwicklung der NO_x-Emission pro Fahrzeug, innerorts Fernstraße mit 60 km/h und dichtem Verkehr [7]

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 bei der 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 für einen mittleren Personenwagen und ein Nutzfahrzeug ist in Abbildung 2.1 dargestellt. Der starke Rückgang der Emission entsteht vor allem in der Folge der Einführung neuer Emissionsstandards und die darin geforderte technische Entwicklung der Motortechnik.

2.3.3 Feinstaub PM_{10}

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 Staubbiederschlag wahrgenommen. Feinste Staubpartikel mit geringer Sinkgeschwindigkeit in Luft werden als Schwebstaub wahrgenommen. Werden nur lungengängige Staubpartikel mit einem aerodynamischen Durchmesser von weniger als $10\text{ }\mu\text{m}$ betrachtet, so spricht man vom Schadstoff PM_{10} (particulate matter $< 10\text{ }\mu\text{m}$, thorakale Fraktion des Schwebstaubs).

Da die Reduktionspotentiale für Staubbemission weitgehend ausgeschöpft sind, ist auch zu erwarten, dass die Staubkonzentrationen in der Luft nur noch sehr langsam abnehmen werden. Die Belastung durch Feinstaub wird heute im zunehmenden Maße durch die Beiträge des Ferntransports und der natürlichen Emissionen bestimmt [8]. Die Entwicklung der Feinstaubemissionen des Verkehrs sind in Abbildung 2.2 dargestellt.

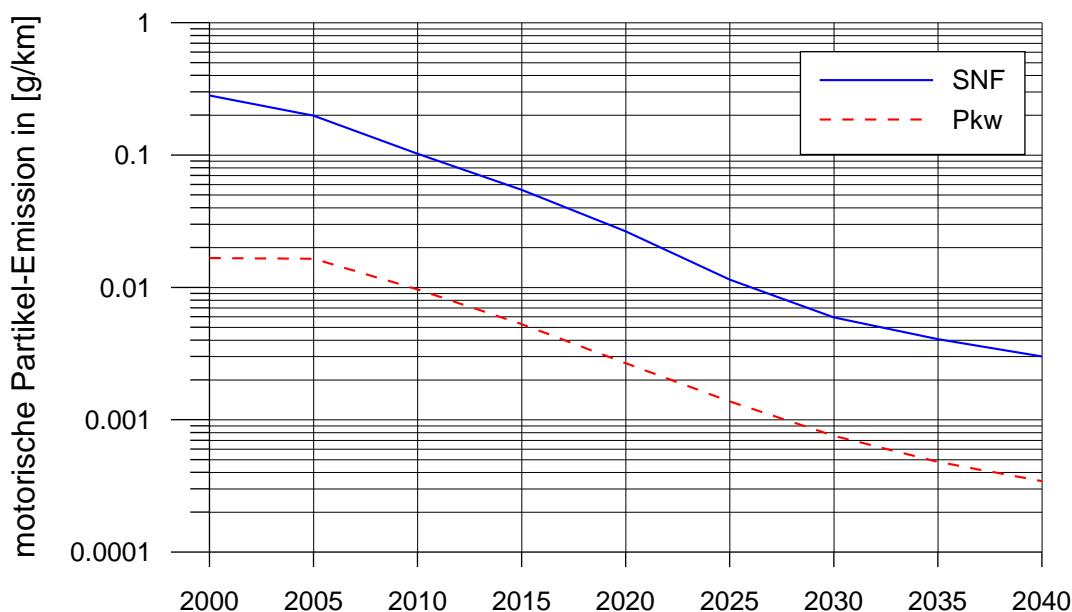


Abbildung 2.2: Entwicklung der Partikel-Emission pro Fahrzeug, innerorts Fernstraße mit 60 km/h und dichtem Verkehr [7]

Die motorischen Emissionen können auf Prüfständen gemessen werden. Über den Einfluss von Reifen-, Straßen- und Bremsenabrieb auf die PM_{10} -Emissionen liegen bedeutend weniger Messdaten vor. Für die Immissionsprognose am Wanktunnel werden die Daten aus [9] verwendet.

2.3.4 Feinstaub PM_{2,5}

Eine Teilmenge der PM₁₀-Fraktion sind die feineren Teilchen, deren aerodynamischer Durchmesser weniger als 2,5 µm beträgt. Diese bezeichnet man als "Feinfraktion" oder PM_{2,5} (im Gegensatz dazu den Größenbereich 2,5 bis 10 µm als "Grobfraktion").

Ein Vergleich der Entstehungsmechanismen und der Größenverteilungen von motorischen Staubpartikeln mit Partikeln aus Reifen- und Bremsenabrieb zeigt, dass motorische Staubpartikel mit Durchmessern <1 µm vollständig der PM_{2,5}-Fraktion zuzuordnen sind, vgl. Abbildung 2.3. Bei Reifenabrieb handelt es sich um deutlich größere Partikel, die nur zu einem geringen Teil der Feinfraktion angehören.

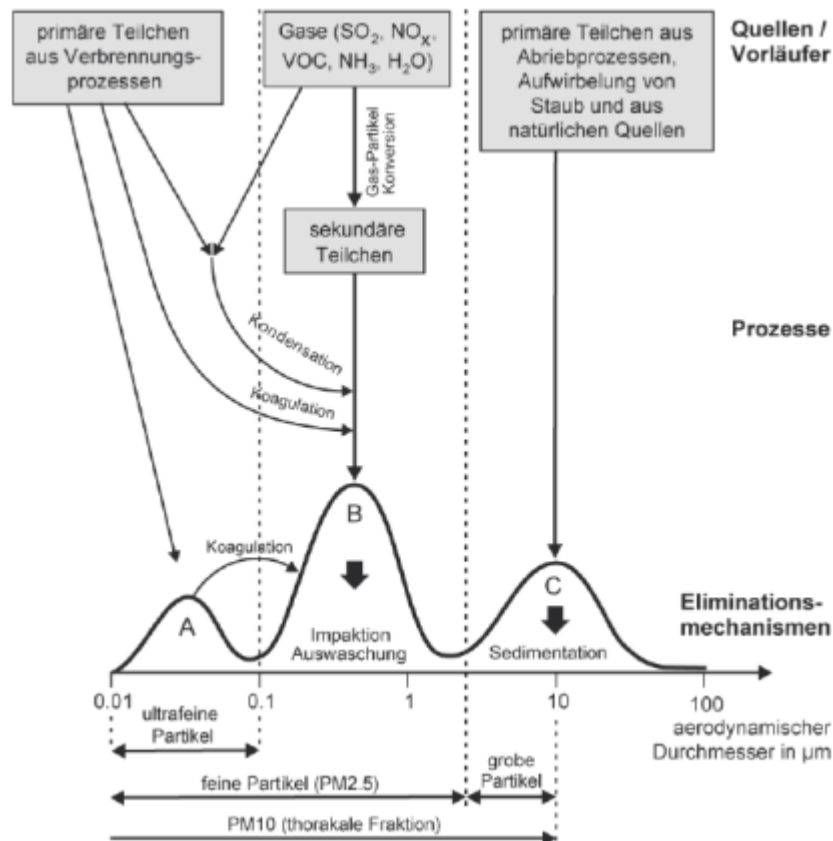


Abbildung 2.3: Schematische Darstellung der Größenverteilung des atmosphärischen Staubes in Quellnähe und der wichtigsten Prozesse [10]

2.4 Vorbelastung

Die Vorbelastungen für diese Studie wurden dem Lufthygienischen Jahresbericht 2023 [12] des Bayerischen Landesamt für Umwelt entnommen. Die Vorbelastung hat einen direkten Einfluss auf die prognostizierten absoluten Konzentrationen.

2.5 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.

3 Grundlagen, Annahmen und Erläuterungen

3.1 Begriffe und Abkürzungen

Emission	Freigesetzte Menge eines Schadstoffes pro Zeiteinheit, bei Fahrzeugen auch pro Wegstrecke
Immission	Konzentration eines Schadstoffes an einem Beobachtungspunkt
HBEFA	Handbuch Emissionsfaktoren
JMW	Jahresmittelwert, arithmetisches Mittel der Stundenmittelwerte
TMW	Tagesmittelwert, arithmetisches Mittel der Stundenmittelwerte
NO	Stickstoffmonoxid
NO ₂	Stickstoffdioxid
NO _x	Stickoxide, Summe aus Stickstoffmonoxid NO und Stickstoffdioxid NO ₂
PM ₁₀	Feinstaub (englisch: particulate matter) < 10µm
PM _{2,5}	Feinstaub (englisch: particulate matter) < 2,5µm
Selbstlüftung	Luftförderung durch den Tunnel, die durch die Kolbenwirkung des Verkehrs angetrieben wird
Vorbelastung	Immissionen aus Quellen, die in der Berechnung nicht explizit berücksichtigt werden (Heizungen, Industrie, untergeordnete Straßen etc.)

3.2 Bezugsjahr

Die Prognose der Immissionsbelastung erfolgt für das Jahr, in dem mit der höchsten Schadstoffbelastung zu rechnen ist. Für den Wanktunnel wird das Jahr 2035 herangezogen. Schwankungen der Verkehrszahlen in den Folgejahren werden durch weiter sinkende Emissionswerte der Kraftfahrzeuge überkompensiert.

3.3 Verkehr

Die im September 2018 durchgeführte Verkehrsuntersuchung ergab für das Jahr 2035 eine prognostizierte durchschnittliche tägliche Verkehrsbelastung von ca. 16 500 Kfz/24h [11] im Tunnel. Der Anteil Schwerverkehr am Gesamtverkehr beträgt tagsüber 3,7 % und nachts 8,5 %. Daraus ergibt sich ein Tagesmittelwert von 5,3 %.

Die Flottenzusammensetzung aus Fahrzeugen mit Otto-/Dieselmotor einschließlich der unterschiedlichen Abgasnormen und aus alternativen Antrieben wird bei den Emissionsberechnung programintern nach dem HBEFA [7] berücksichtigt.

3.4 Meteorologische Daten

Bei Ausbreitungsberechnungen spielt das örtliche Klima eine wesentliche Rolle. Die hauptsächlichsten Größen sind dabei die Windrichtung und die Windgeschwindigkeit. Die Windrichtung ist maßgeblich für die Verfrachtung der Schadstoffe vom Ort ihrer Entstehung, im hier betrachteten Fall von den Tunnelportalen, verantwortlich. Die Windgeschwindigkeit bestimmt die Verdünnung der Schadstoffe. 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 die Ausbreitungsrechnung gehen die lokalen, repräsentativen Winddaten eines Jahres ein. Für die Umgebung des Wanktunnels liegen keine spezifischen Messdaten der Windgeschwindigkeit vor. Aus diesem Grund wurde eine Windfeldbibliothek erstellt [13]. Für die Ausbreitungsrechnung werden die Daten der DWD-Messstation Zugspitze verwendet. Die Ersatzanemometerposition wurde in [13] ermittelt:

	RW	HW	Höhe über Grund
EAP	661333	5264080	19 m

Die Abbildung 3.1 zeigt die Verteilung der Windgeschwindigkeiten und Ausbreitungsklassen über die verschiedenen Windrichtungen im für die Periode 2010 bis 2020 repräsentativen Jahr 2016.

Windverteilung in Prozent

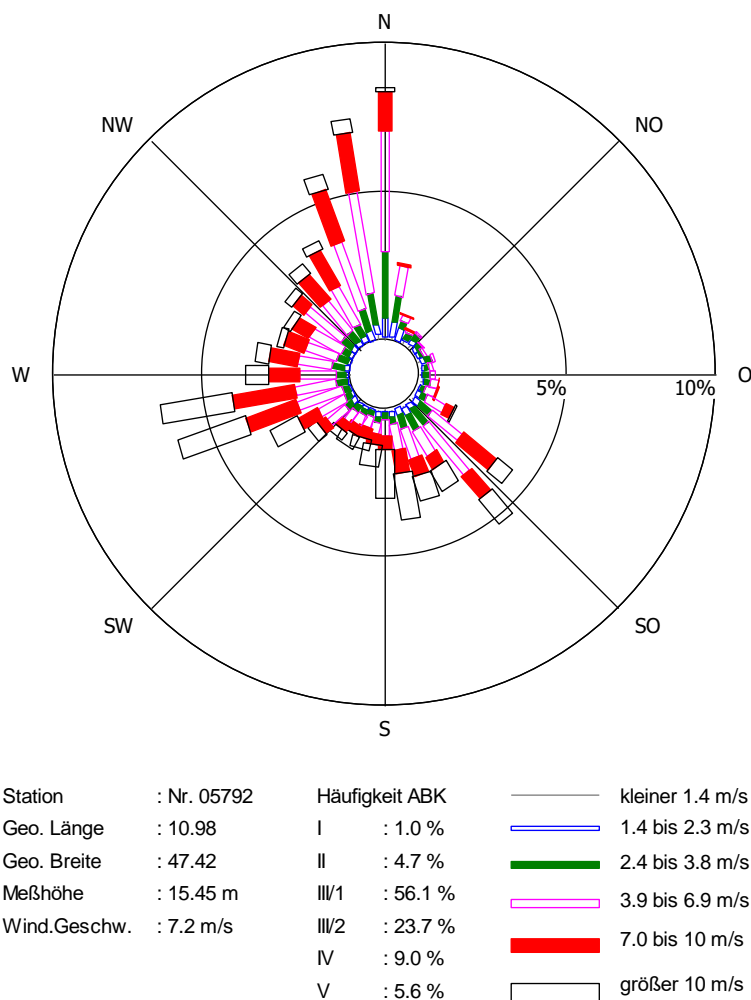


Abbildung 3.1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen an der DWD-Station Zugspitze. Zeitraum 01.01.2016 bis 31.12.2016

3.5 Beurteilungswerte

Die 39. BImSchV [14] legt Immissionsgrenzwerte fest, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit nicht überschritten werden dürfen. Sie dient der Umsetzung der EU-Richtlinie 2008/50/EG [15] in nationales Recht.

Die Immissionswerte der 39. BImSchV dienen dazu, die über ein Jahr tatsächlich an einer Stelle gemessenen Immissionen beurteilen zu können. Die Lage des Messortes wird 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. Dies trifft zu für Wohnbebauung, Gewerbe und zum Teil für Außenwohnbereiche. Da für zukünftige Projekte keine Messdaten vorliegen, werden prognostizierte Daten zur Beurteilung herangezogen.

Eine Beurteilung der Einhaltung der Grenzwerte erfolgt nicht

- in Bereichen, in denen die Öffentlichkeit keinen Zugang hat und in denen es keine festen Wohnunterkünfte gibt;
- auf dem Gelände von Arbeitsstätten, zu denen die Öffentlichkeit normalerweise keinen Zutritt hat;
- auf Fahrbahnen der Straßen sowie Mittelstreifen.

In diesem Gutachten werden die Leitschadstoffe NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5} betrachtet, für die die Grenzwerte nach Tabelle 3.1 gelten.

Schadstoff	Wert [µg/m³]	Statistische Bedeutung
Stickstoffdioxid NO ₂	40	Jahresmittelwert
Feinstaub PM ₁₀	40	Jahresmittelwert
Feinstaub PM _{2,5}	25	Jahresmittelwert
Feinstaub PM ₁₀	50	Tagesmittelwert, max. 35 Überschreitungen im Jahr

Tabelle 3.1: Prüfsubstanzen und deren Beurteilungswert

Die Beurteilung beruht auf den aktuell gültigen Werten, obgleich für 2030 eine Anpassung der Werte möglich ist. Eine Einschätzung zu den Immissionsgrenzwerten der EU-Richtlinie 2024/2881 erfolgt in Kapitel 4.3.

3.6 Schadstoffemissionen der Motorfahrzeuge

Für die Berechnung der Luftschadstoffimmissionen wird der Straßentyp der Bundesstraße B2 als Fernstraße (Fern-/Bundesstraße, ländlich) definiert. Dabei wurde eine signalisierte Geschwindigkeit im Tunnel von 80 km/h zugrunde gelegt. Auch für die offene Strecke wird von dieser signalisierten Geschwindigkeit ausgegangen.

Die angenommene Verkehrsmenge ist in Kapitel 3.3 angegeben. Aufgrund des Lüftungskonzeptes (siehe Kapitel 1.2) und symmetrischer Verkehrsbelastung, wird von einer Gleichverteilung der Tunnelschadstoffe auf beide Portale ausgegangen.

3.7 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 3.2 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 NO_2 wird in der MLuS-2002 (Ausgabe 2005) [16] aus dem Jahresmittelwert bestimmt. Dabei kommt eine Umrechnungsfunktion zur Anwendung, die in Abbildung 3.2 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 NO_2 nicht erforderlich.

Aufgrund von Messungen des LfU Baden-Württemberg kann davon ausgegangen werden, dass bei einem Jahresmittelwert der NO_2 -Konzentration unter $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Überschreitungen des Kurzzeit-Grenzwertes sehr unwahrscheinlich, während ab einem Jahresmittelwert von $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ von Überschreitungen des Kurzzeit-Grenzwertes ausgegangen werden kann [17].

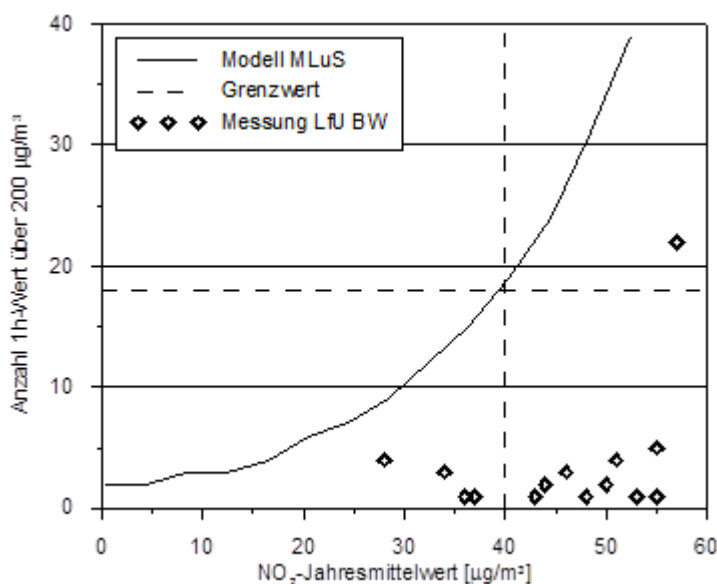


Abbildung 3.2: NO_2 Jahresmittelwert und Überschreitungen des Stundenmittelwertes von $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [16]

3.8 Bestimmung der Vorbelastungen

Die Beurteilungswerte beziehen sich auf Gesamtbelastungen, wie sie mit Messungen direkt erfasst werden.

Eine Ausbreitungsrechnung berücksichtigt immer nur Emissionsquellen in einem begrenzten Gebiet und hier zusätzlich nur die Emissionen des motorisierten Straßenverkehrs. Damit kann also nur ein Teil der Gesamtbelastung an einem ausgewählten Punkt in diesem Gebiet direkt berechnet werden, die sogenannte Zusatzbelastung. Der zur Gesamtbelastung fehlende Anteil, verursacht von Quellen, die in der Ausbreitungsberechnung nicht explizit berücksichtigt werden, wird Vorbelastung genannt.

Die Vorbelastung wird dem Lufthygienischen Jahresbericht 2023 [12] aus dem Mittelwert der Standorte Bad Reichenhall, Burghausen, Kempten und Trostberg entnommen. Der Wert beträgt $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO_2 und $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für NO . Für Feinstaub liegen die Werte bei $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für PM_{10} und $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ für $\text{PM}_{2,5}$.

In Tabelle 3.2 sind die Jahresmittelwerte für die Vorbelastung für den Wanktunnel aufgelistet. Auf eine Reduktion der Werte auf das Prognosejahr wird verzichtet, da die

Reduktionsfaktoren auf das Jahr 2035 sehr gering sind. Mit den Werten für 2023 wird ein konservativer Ansatz gewählt.

Schadstoff	JMW [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Stickstoffdioxid NO_2	13
Feinstaub PM_{10}	13
Feinstaub $\text{PM}_{2,5}$	9

Tabelle 3.2: Jahresmittelwerte der Schadstoffbelastung im Jahr 2023

3.9 Immissionsorte

Der Immissionsort ist der Untersuchungspunkt mit dem geringsten zulässigen Grenzwert und der kleinsten Entfernung zum Portal. Es wurde je Portal ein Punkt definiert, der das Gebäude darstellt, das die geringste Entfernung zur Straße bzw. zum Tunnelportal aufweist. Der Punkt für das Nordportal liegt im Wohngebiet „Am Brünnl“, vgl. Abbildung 3.3. Am Südportal befindet sich der Punkt im Ortsteil „Anzlesau“, vgl. Abbildung 3.4

In Abhängigkeit der Ausbreitungsverhältnisse können sich auch Untersuchungspunkte mit größerer Entfernung zum Portal als kritischer Immissionsort ergeben. Daher wird zusätzlich das gesamte Untersuchungsgebiet hinsichtlich Grenzwertüberschreitungen bewertet.

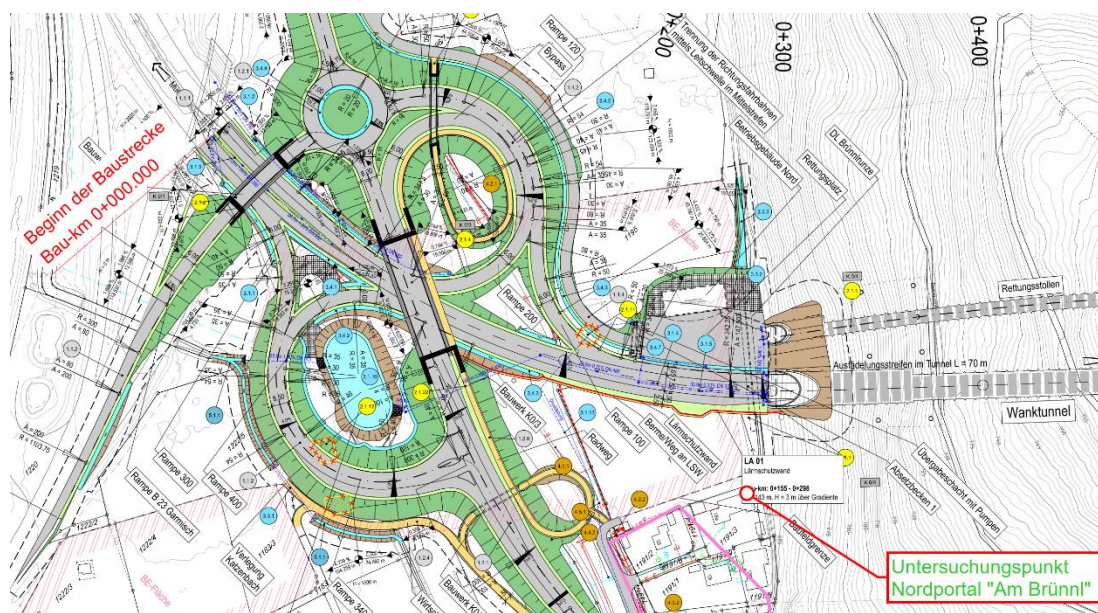


Abbildung 3.3: Lageplan des Untersuchungspunkts am Nordportal

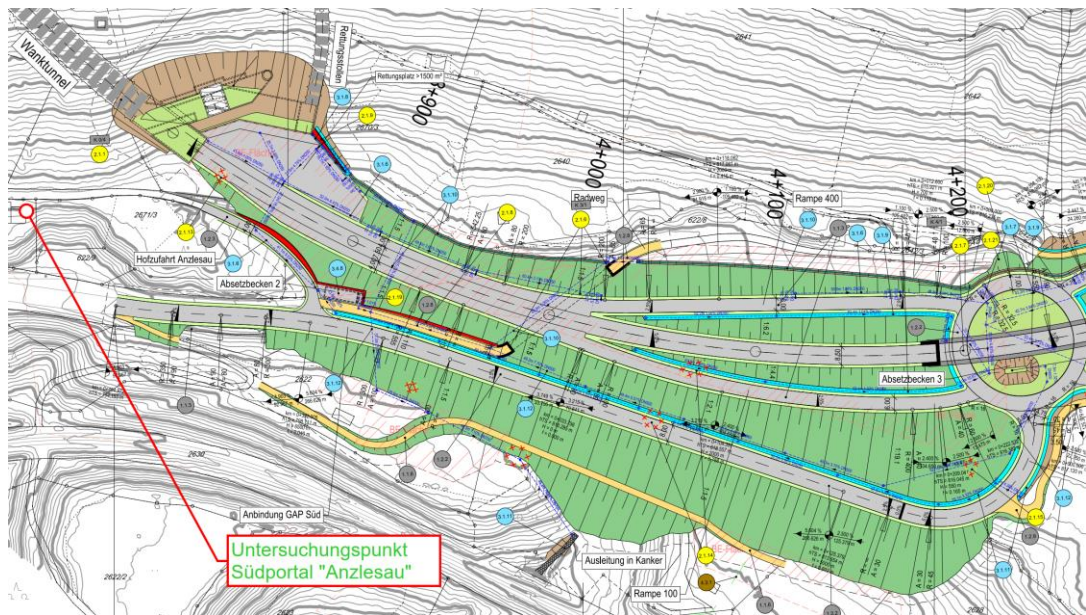


Abbildung 3.4: Lageplan des Untersuchungspunkts am Südportal

4 Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung

Aus den zusammengestellten Daten wurden für das Nord- und Südportal die Luftschadstoffe nach TA Luft berechnet. Nachfolgend sind die Ergebnisse für die gesamte Portalumgebung als auch die hervorzuhebenden Immissionsorte am Nordportal „Am Brännl“ und am Südportal „Anzlesau“ dokumentiert.

4.1 Gesamtbelastung an den Immissionsorten

In Tabelle 4.1 sind die Ergebnisse der Gesamtbelastung aufgeführt. Die Grenzwerte werden an beiden Immissionspunkten für die Schadstoffe NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5} eingehalten. Auch im weiteren Bereich des Untersuchungsgebiets werden die Grenzwerte eingehalten.

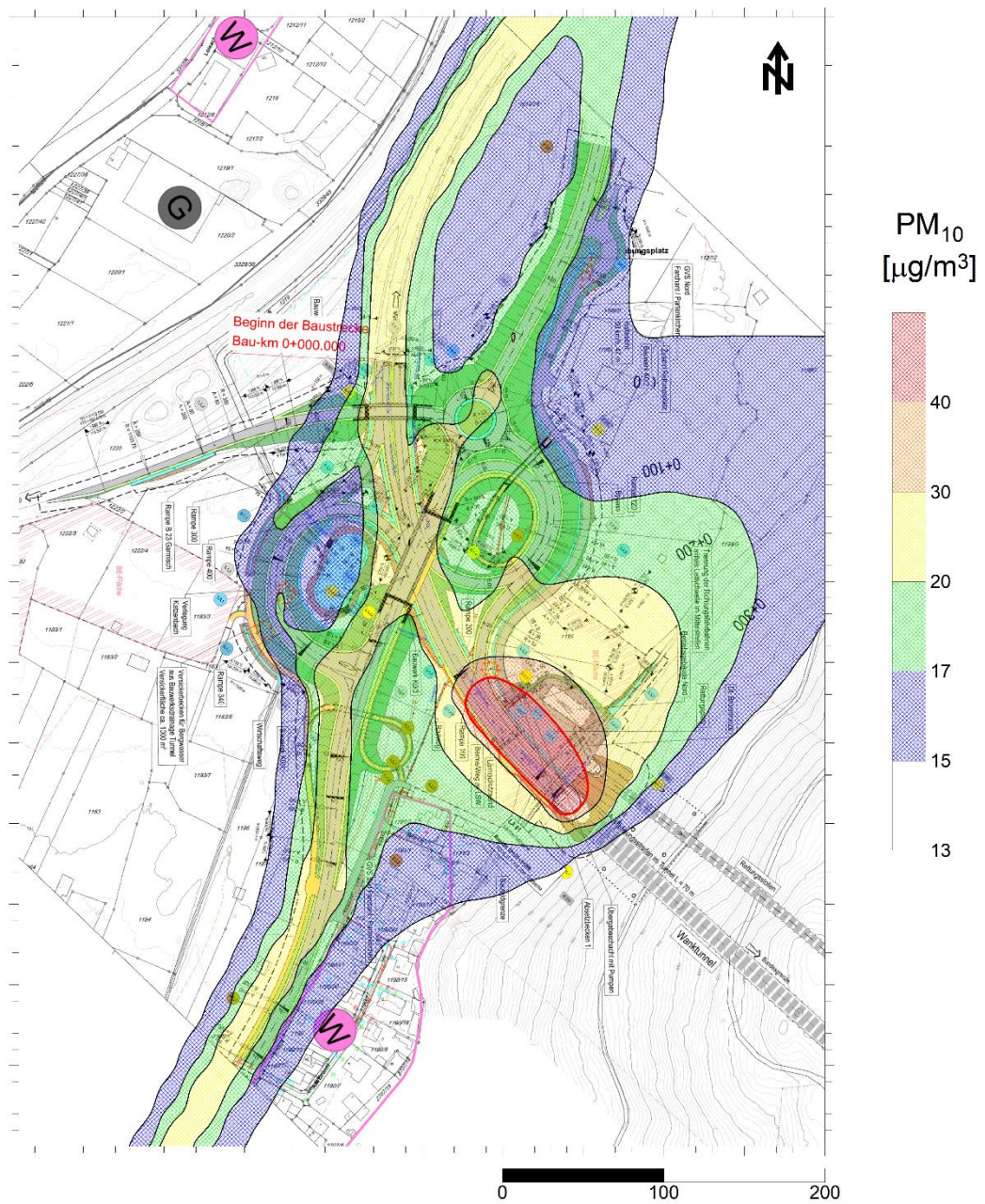
Schadstoff	Einheit	Beurteilungswerte	Nordportal „Am Brännl“	Südportal „Anzlesau“
NO ₂ JMW	µg/m ³	40	14,3	13,8
PM ₁₀ JMW	µg/m ³	40	17,6	15,5
PM _{2,5} JMW	µg/m ³	25	13,6	11,5
PM ₁₀ TMW	Überschreitungen	35	0	0

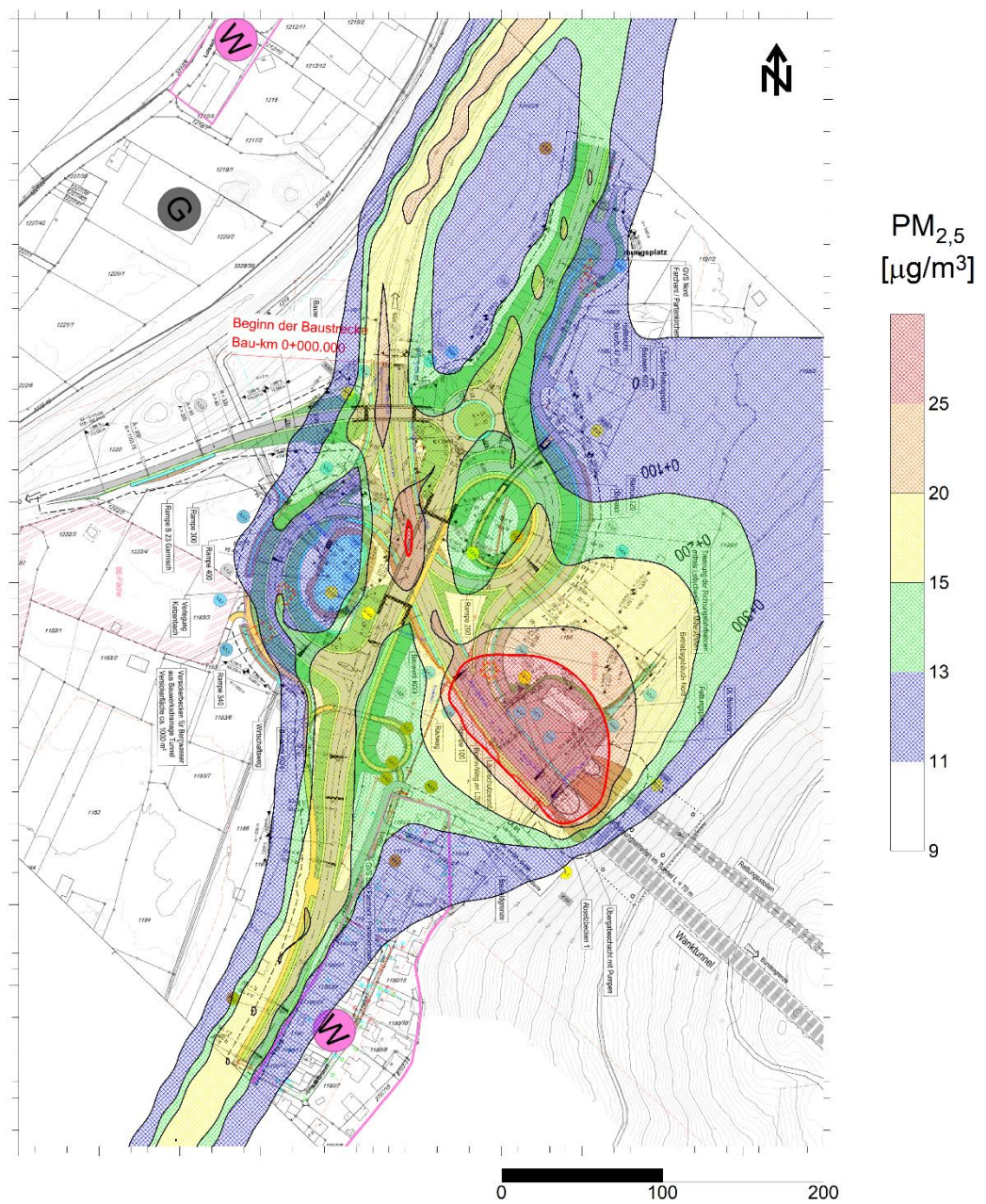
Tabelle 4.1: Gesamtbelastung an den Immissionsorten

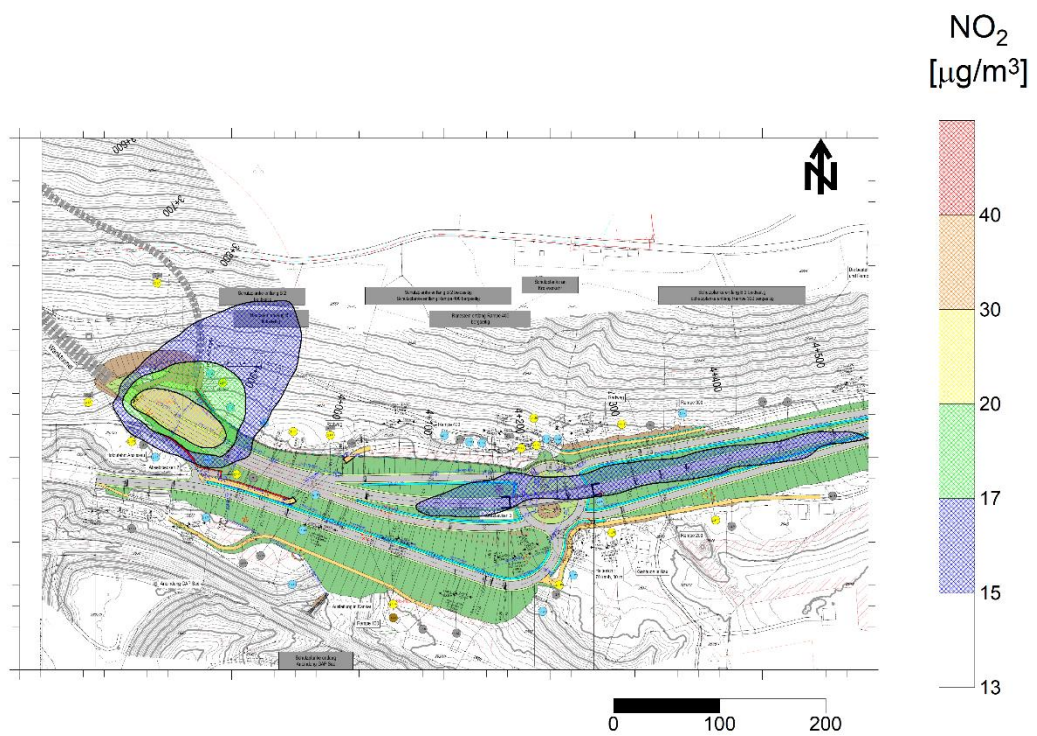
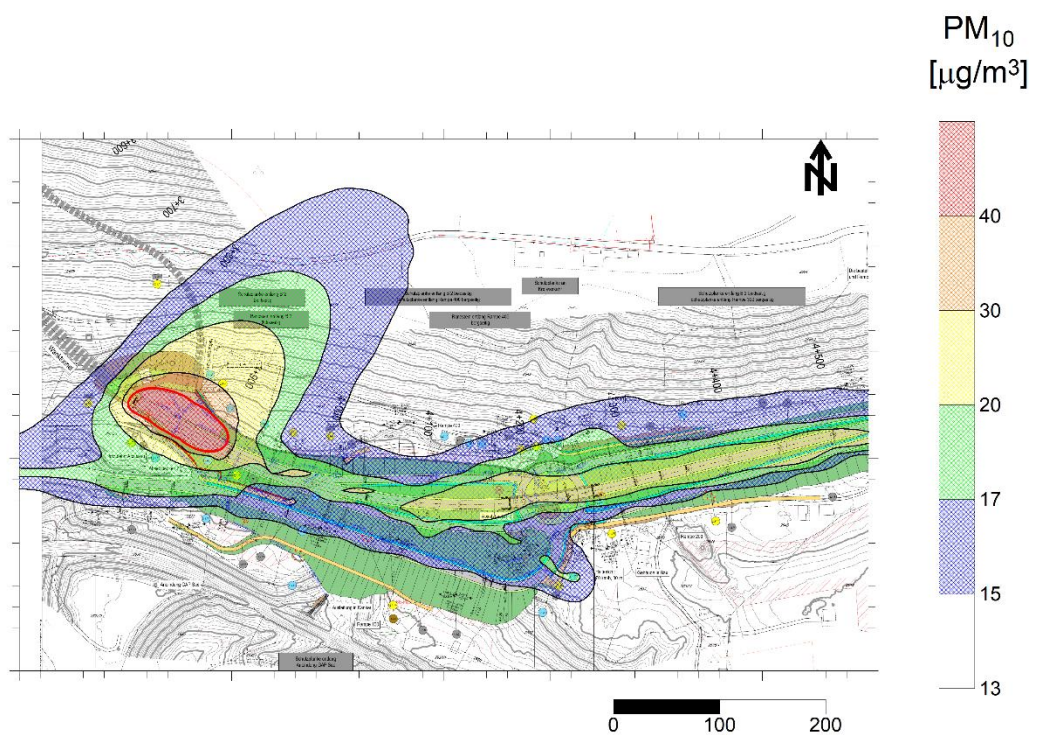
4.2 Konzentrationskarten

Die Konzentrationskarten in der Umgebung der Portale sind in Abbildung 4.1 bis Abbildung 4.6 angegeben.



Abbildung 4.2: Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM₁₀ am Nordportal

Abbildung 4.3: Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM_{2,5} am Nordportal

Abbildung 4.4: Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für NO₂ am SüdportalAbbildung 4.5: Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM₁₀ am Südportal

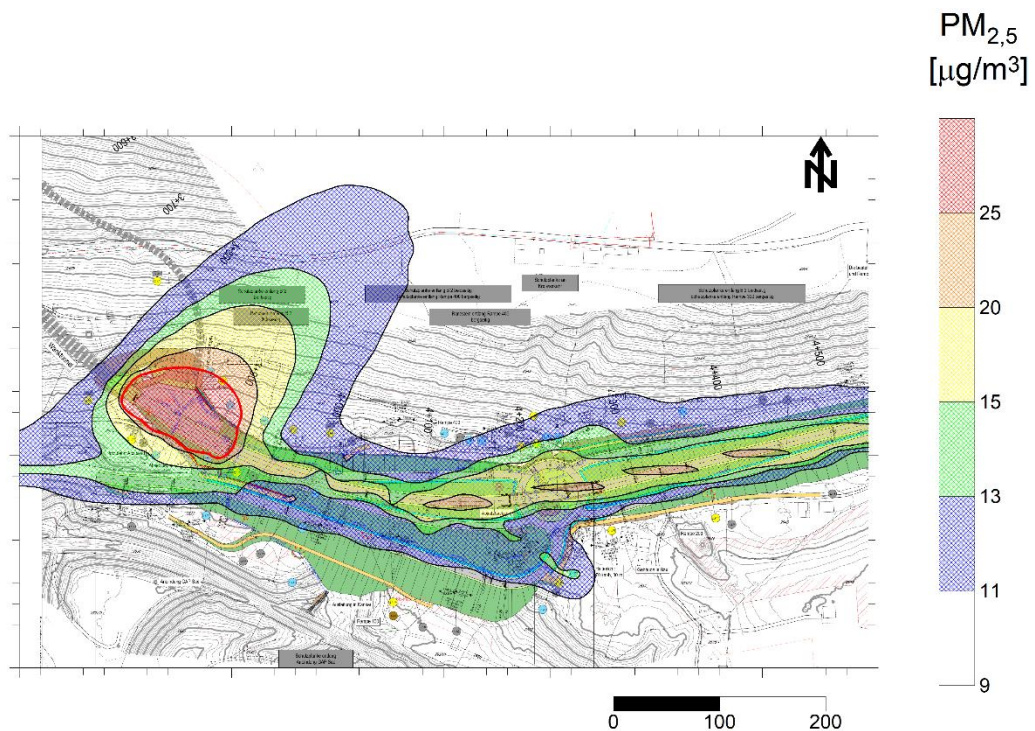


Abbildung 4.6: Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM_{2,5} am Südportal

Die Grenzwerte für die Jahresmittelwerte von den Schadstoffen NO₂, PM₁₀ und PM_{2,5} werden an allen Positionen eingehalten.

4.3 Beurteilung

Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, dass die Prognosewerte für das Jahr 2035 die Grenzwerte im Untersuchungsgebiet mit Sicherheit unterschreiten. Maßnahmen zur Verringerung der Schadstoffimmissionen, durch Absaugung und Ausblasen über den Kamin oder Beeinflussung der Verteilung auf die Portale durch Einsatz der Strahlventilatoren, sind im Normal-/Regelbetrieb nicht notwendig, siehe Abschnitt 1.2.

Diese Ergebnisse bestätigen die vorausgehende Abschätzung nach der „Richtlinien zur Ermittlung der Luftqualität an Straßen ohne und mit lockerer Randbebauung – RLuS 2023“ [4].

Sollte es zukünftig zu einer Verschärfung der Beurteilungswerte kommen bietet die technische Ausstattung des Tunnels Möglichkeiten, die Schadstoffemissionen aus dem Tunnel weiter zu reduzieren. Durch Absaugung der im Tunnel anfallenden Luftschadstoffe und einer Ausblasung über den Kamin am Südportal können die Emissionen an beiden Portalbereichen reduziert werden. Am Südportal ist bei einer Ausblasung der Tunnelluft über den Kamin, aufgrund der großen Verdünnung, mit keiner relevanten zusätzlichen Belastung zu rechnen. Somit können aus gutachterlicher Sicht mit der Verkehrsverlagerung in den Tunnel und einer Adaptierung der Tunnellüftung die Luftschadstoffbelastungen entlang der B 2 im Projektgebiet im Vergleich zum Prognosenußfall reduziert werden.

5 Quellenverzeichnis

- [1] Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Ingenieurbüro Janicke, Überlingen, Ausbreitungsmodell nach TA Luft AUSTAL, Programmbeschreibung zu Version 3.3, 22.03.2024
- [2] Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft) vom 18. August 2021 (GMBI. 2021, Nr. 48–54, S. 1050–1192)
- [3] Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr vom 30. Oktober 2023, Az. 49-43-2-1-7, 913-B
- [4] S. Ferigutti, Immissionsgutachten der Luftschadstoffe, Wanktunnel, HBI-Bericht 21-201-001, 17.05.2021
- [5] VDI 3945 Blatt 3, Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell, 2020-04
- [6] Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (Geruchsimmission Richtlinie - GIRL), Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
- [7] Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 4.2, Umweltbundesamt (UBA), Februar 2022
- [8] Umweltbundesamt: Umweltdaten Deutschland, <http://umweltbundesamt.de>
- [9] I. Duering, W. Baechlin, R. Boesinger, W. Mueller, A. Lohmeyer: Experiences When Modelling Roadside PM10 Concentrations, 9th Int. Conf. on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, Garmisch-Partenkirchen, 1.-4. Juni 2004
- [10] UVEK: Feinstaub: Fragen und Antworten zu Eigenschaften, Emissionen, Immissionen, Auswirkungen und Maßnahmen, Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation, Stand März 2011
- [11] Aufgabenbeschreibung für die Planungsleistung der betriebstechnischen Ausrüstung, Staatliches Bauamt Weilheim, August 2020
- [12] Lufthygienischer Jahresbericht 2023, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Oktober 2024
- [13] S. Thumm, Erstellen einer Windfeldbibliothek mit einem prognostischen Windfeldmodell für die Luftschadstoffberechnung am Wanktunnel, HBI-Bericht 21-201-006, Januar 2023
- [14] 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV), August 2010
- [15] Richtlinie 2008/50/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 21. Mai 2008 über Luftqualität und saubere Luft für Europa. Amtsblatt der Europäischen Union, Juni 2008
- [16] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Merkblatt über Luftverunreinigungen an Straßen, Teil: Straßen ohne oder mit lockerer Randbebauung, Ausgabe 2002, geänderte Fassung 2005
- [17] Landesamt für Umwelt Baden-Württemberg: Modellierung verkehrsbedingter Immissionen - Anforderungen an die Eingangsdaten, Grundlagen HBEFA 3.1, Dez. 2010

Anhang A: Verkehrsdaten

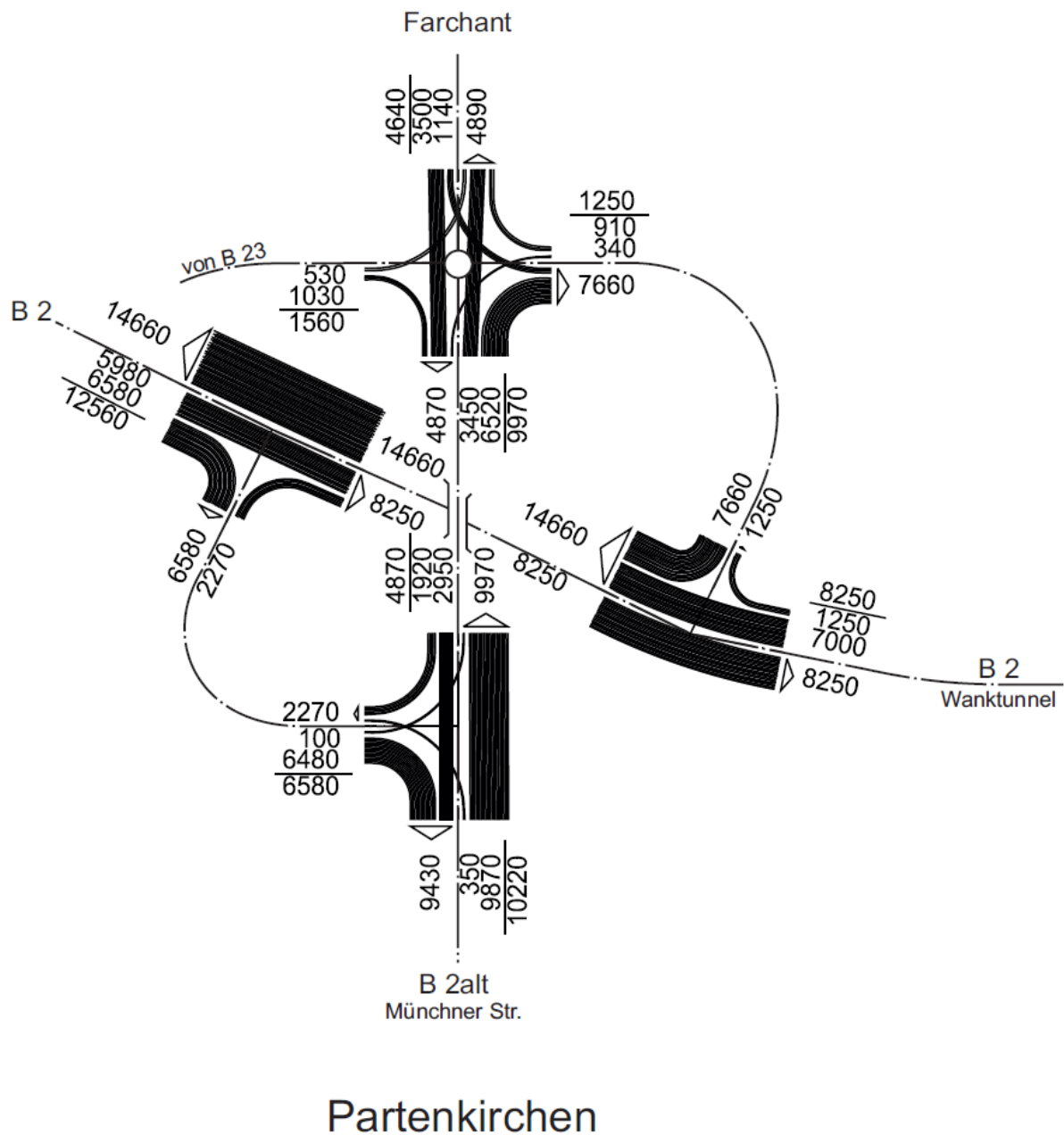


Abbildung A.1: Gesamtverkehr in Kfz/24 h des DTV 2035 am Knoten Nord

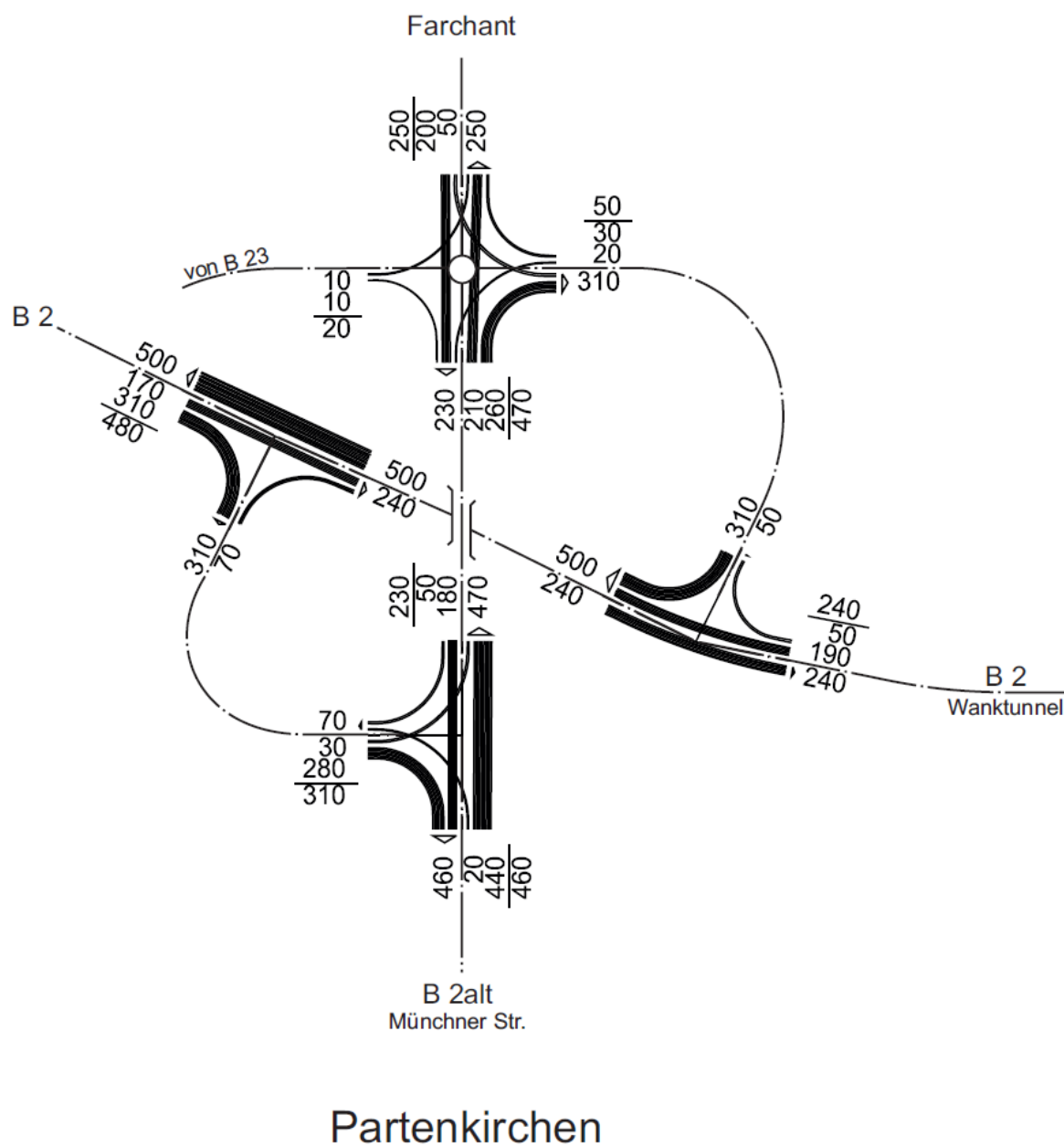


Abbildung A.2: Schwerverkehr in Kfz/24 h des DTV 2035 am Knoten Nord

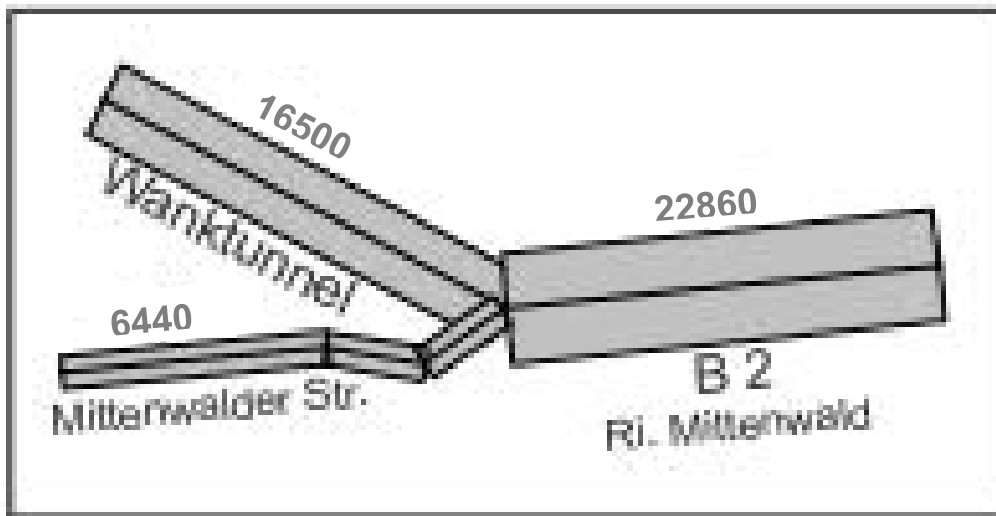


Abbildung A.3: Gesamtverkehr in Kfz/24 h des DTV 2035 am Knoten Süd

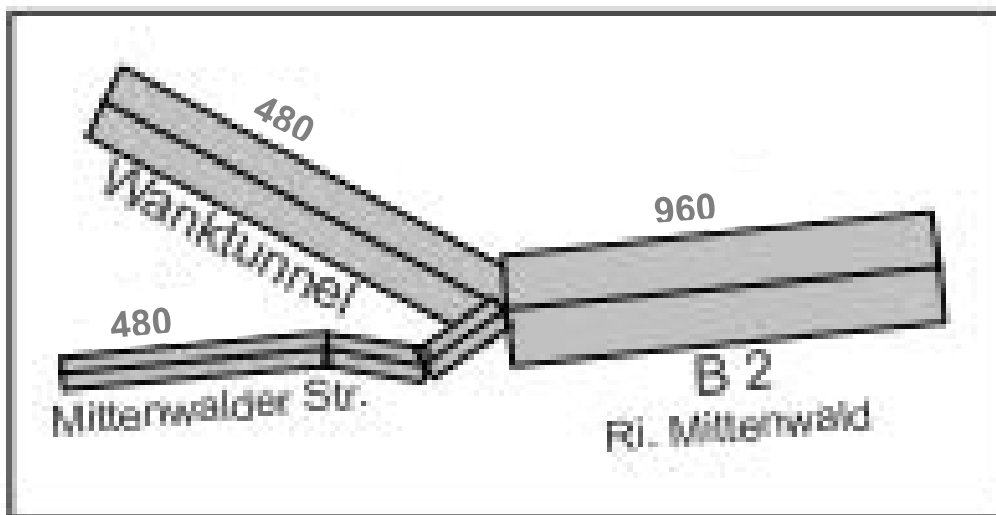


Abbildung A.4: Schwerverkehr in Kfz/24 h des DTV 2035 am Knoten Süd