

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



# FESTSTELLUNGSENTWURF

Berechnung Immissionen durch luftgetragene  
Schadstoffe in der Bauphase

aufgestellt: Staatliches Bauamt Weilheim	
Scheckinger, Ltd. Baudirektor Weilheim, den 14.02.2025	

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

**Staatliches Bauamt Weilheim**

**Wanktunnel**

# **Berechnung Immissionen durch luftgetragene Schadstoffe in der Bauphase**

**Sinah Ferigutti**

**2025-02-07 / 1.1**

**30.21201.02.02.01**

**21-201-010**

## Impressum

<i>Volltitel</i>	Berechnung Immissionen durch luftgetragene Schadstoffe in der Bauphase
<i>Kurztitel</i>	Berechnung Immissionen
<i>Auftraggeber</i>	Staatliches Bauamt Weilheim
<i>Verfasser</i>	Sinah Ferigutti
<i>Projekt- / Objektname</i>	Wanktunnel
<i>Auftragsnummer</i>	30.21201.02.02.01
<i>Berichtsnummer</i>	21-201-010
<i>Berichtsdatum</i>	2025-02-07
<i>Version</i>	1.1
<i>Verteiler</i>	1 x Staatliches Bauamt Weilheim 1 x HBI

	<i>Autor</i>	<i>Prüfer</i>	<i>Freigabe</i>	<i>Vers.</i>	<i>Änderungen</i>
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	SFE	STH	-	1.1	Berücksichtigung Brecher
<i>Name</i>	Sinah Ferigutti	Stephan Thumm	-		
<i>Datum</i>	2025-02-07	2025-02-13	-		
<i>Unterschrift oder Kürzel</i>	SFE	STH	-	1.0	Erstfassung
<i>Name</i>	Sinah Ferigutti	Stephan Thumm	-		
<i>Datum</i>	2025-02-04	2025-02-04	-		

# 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.

Durch den Einsatz der Baumaschinen, die Sprengungen und die Bewegung des Abbruchmaterials entstehen Luftschadstoffemissionen und breiten sich in Abhängigkeit von den meteorologischen Verhältnissen im Umfeld aus.

## Ziel des Berichts

Das vorliegende Gutachten soll klären, wie hoch die Belastung in der Bauphase durch luftgetragene Schadstoffe ist und ob dadurch mit einer unzulässigen Gesamtbelastung der Anwohner zu rechnen ist.

Die Immissionen der Luftschadstoffe werden anhand des Jahresmittels der Leitschadstoffe  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  und  $\text{PM}_{2,5}$  sowie der Staubdeposition beurteilt. Außerdem erfolgt eine Ermittlung der Tage an denen der Tagesmittelwert von  $\text{PM}_{10}$  überschritten wird, und ob diese Anzahl noch zulässig ist.

Es ist zu prüfen, ob es an bewohnten Gebäuden zu Grenzwertüberschreitungen nach den Beurteilungswerten der 39. BImSchV kommt.

## Vorgehen

Für die Bestimmung der Luftschadstoffemissionen wurden die Sprengungen und die eingesetzten Baumaschinen berücksichtigt. Zusätzlich wird der Staub, der durch die Aufnahme und Abwurf des Abbruchmaterials, die Fahrten auf dem Betriebsgelände und Winderosion entsteht, berücksichtigt. Da noch kein detaillierter Bauablaufplan existiert und die genau Zuordnung der BE-Flächen noch nicht definiert ist, wurden jeweils konservative Werte verwendet.

Emissionen des anliegenden Straßenverkehrs und anderer Quellen sind in der Hintergrundbelastung enthalten.

Die dreidimensionale Ausbreitungsrechnung der Luftschadstoffe erfolgt mit AUSTAL. Methodik und Genauigkeit der Ausbreitungsrechnung werden beschrieben und die Berechnungsergebnisse werden textlich zusammengefasst.

## Ergebnisse

Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, dass die Werte in der Bauphase die Grenzwerte im Untersuchungsgebiet nicht überschreiten.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Impressum .....</b>	<b>2</b>
<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>3</b>
<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>4</b>
<b>1      Ausgangslage.....</b>	<b>6</b>
<b>2      Vorgehen.....</b>	<b>7</b>
2.1      Methodik der Immissionsberechnung .....	7
2.2      Meteorologische Daten .....	7
2.3      Vorbelastung.....	7
2.4      Bauarbeiten .....	8
<b>3      Grundlagen, Annahmen und Erläuterungen .....</b>	<b>9</b>
3.1      Begriffe und Abkürzungen.....	9
3.2      Meteorologische Daten .....	9
3.3      Beurteilungswerte .....	10
3.4      Baumaschinen .....	11
3.4.1      Stickstoffoxide NO <sub>x</sub> .....	11
3.4.2      Feinstaub PM <sub>10</sub> .....	13
3.5      Sprengungen .....	14
3.5.1      Stickstoffoxide NO <sub>x</sub> .....	14
3.5.2      Feinstaub .....	15
3.6      Aufnahme und Abwurf.....	15
3.7      Straßen .....	15
3.8      Winderosion.....	15
3.9      Brecheranlage.....	16
3.10      Bestimmung der Vorbelastung .....	16
3.11      Immissionsorte.....	16
<b>4      Ergebnisse der Ausbreitungsberechnung .....</b>	<b>18</b>
4.1      Gesamtbelastung an den Immissionsorten .....	18
4.2      Konzentrationskarten .....	18
4.3      Ergebnisse .....	29
<b>5      Quellenverzeichnis.....</b>	<b>30</b>
<b>Anhang A: Emissionsdiagramme der Baumaschinen.....</b>	<b>31</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Prüfsubstanzen und deren Beurteilungswert .....	11
Tabelle 3.2:	Grenzwerte für Arbeitsmaschinen nach Richtlinie 2004/26/EG .....	11
Tabelle 3.3:	Stickoxidwerte der Baumaschinen am Nordportal .....	12
Tabelle 3.4:	Stickoxidwerte der Baumaschinen am Südportal .....	12
Tabelle 3.5:	Feinstaubwerte der Baumaschinen am Nordportal .....	13
Tabelle 3.6:	Feinstaubwerte der Baumaschinen am Südportal .....	14
Tabelle 3.7:	Feinstaubbelastung Aufnahme und Abwurf des Ausbruchmaterials .....	15
Tabelle 3.8:	Feinstaubbelastung Straßen mit nichtstaubendem Belag .....	15
Tabelle 3.9:	Feinstaubbelastung Winderosion .....	15
Tabelle 3.10:	Emissionswerte Brecher .....	16
Tabelle 3.11:	Jahresmittelwerte der Schadstoffbelastung im Jahr 2023 .....	16
Tabelle 4.1:	Gesamtbelastung an den Immissionsorten .....	18

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Lageplan der Baustelleneinrichtungsflächen Nord (links) und Süd (rechts) [1] .....	6
Abbildung 3.1:	Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen an der DWD-Station Zugspitze. Zeitraum 01.01.2016 bis 31.12.2016 .....	10
Abbildung 3.2:	Lageplan des Untersuchungspunkts am Nordportal .....	17
Abbildung 3.3:	Lageplan des Untersuchungspunkts am Südportal .....	17
Abbildung 4.1:	Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für NO <sub>2</sub> am Nordportal .....	19
Abbildung 4.2:	Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM <sub>10</sub> am Nordportal .....	20
Abbildung 4.3:	Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM <sub>2,5</sub> am Nordportal .....	21
Abbildung 4.4:	Gesamtbelastung des Staubniederschlags am Nordportal .....	22
Abbildung 4.5:	Anzahl Tage der Grenzüberschreitungen für PM <sub>10</sub> am Nordportal .....	23
Abbildung 4.6:	Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für NO <sub>2</sub> am Südportal .....	24
Abbildung 4.7:	Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM <sub>10</sub> am Südportal .....	25
Abbildung 4.8:	Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM <sub>2,5</sub> am Südportal .....	26
Abbildung 4.9:	Gesamtbelastung des Staubniederschlags am Südportal .....	27
Abbildung 4.10:	Anzahl Tage der Grenzüberschreitungen für PM <sub>10</sub> am Südportal .....	28
Abbildung A.1:	Diagramm der Stickoxidwerte am Nordportal .....	31
Abbildung A.2:	Diagramm der Stickoxidwerte am Südportal .....	32
Abbildung A.3:	Diagramm der Feinstaubwerte am Nordportal .....	33
Abbildung A.4:	Diagramm der Feinstaubwerte am Südportal .....	34

# 1 Ausgangslage

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.

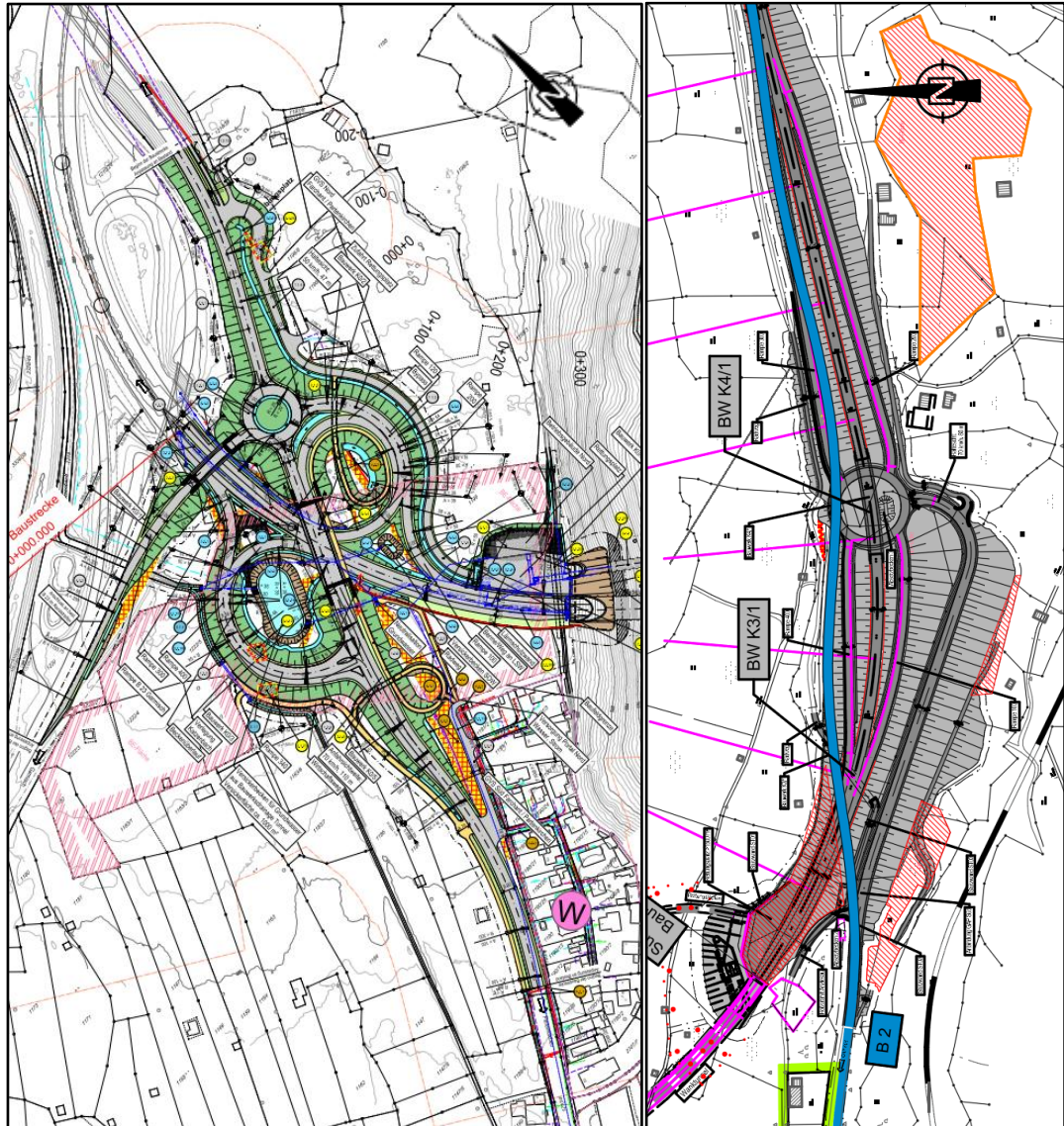


Abbildung 1.1: Lageplan der Baustelleneinrichtungsflächen Nord (links) und Süd (rechts) [1]

Das vorliegende Gutachten soll klären, wie hoch die Belastung in der Bauphase durch luftgetragene Schadstoffe ist und ob dadurch mit einer unzulässigen Gesamtbelastung der Anwohner zu rechnen ist.

Am Nordportal befinden sich in unmittelbarer Nähe Wohngebäude, die während der Bauphase durch eine 5 m hohe Schutzwand abgeschildert sind. Die Schutzwand hat eine Länge von 70 m und befindet sich südlich des Tunnelportals an der Grenze der Einrichtungsfläche. Am Südportal liegt der Ortsteil Anzlesau.

## 2 Vorgehen

Der vorliegende Bericht beschreibt die Untersuchung der Immissionsbelastung im Umfeld der Portale des Wanktunnels in der Bauphase. Für die Berechnungen wird das Ausbreitungsmodell nach TA Luft AUSTAL Version 3.3 [2] verwendet.

Zur Ermittlung der Höhe der Schadstoffkonzentrationen im Untersuchungsgebiet müssen die Hintergrundbelastung und die Zusatzbelastung aufgrund der Bauarbeiten ermittelt werden. Die Hintergrundbelastung wird anhand von Messwerten bestimmt, die in der Nähe des Untersuchungsgebietes zur Verfügung stehen. Für die Zusatzbelastung werden alle auf der Baustelle anfallenden Emissionen berücksichtigt.

### 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) [3] bzw. nach der VDI Richtlinie 3945/3 [4] 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. Beliebig 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) [5].

Vom Programm werden die Geländemorphologie und eventuell Gebäude in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt. Bei Berechnungen in komplexem, gegliedertem Gelände, in denen die Effekte von Gebäude berücksichtigt werden müssen, wird vom Programm das mikroskalige Windfeldmodell TALdia [3] eingesetzt. Da im Untersuchungsgebiet Steigungen des Geländes von größer 1:5 vorhanden sind, wird anstelle des diagnostischen Windfeldmodells TALdia, ein prognostischen Windfeldmodell eingesetzt. Die so erzeugte Windfeldbibliothek wird von AUSTAL übernommen werden.

### 2.2 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.

### 2.3 Vorbelastung

Die Vorbelastungen für diese Studie wurden dem Lufthygienischen Jahresbericht 2023 [6] des Bayerischen Landesamt für Umwelt entnommen. Die Vorbelastung hat einen direkten Einfluss auf die prognostizierten absoluten Konzentrationen.



## 2.4 Bauarbeiten

Der genaue Ablauf der Bauarbeiten steht bei Erstellung dieses Gutachtens noch nicht fest. Der mögliche Bauablauf wurde der schalltechnischen Untersuchung [8] entnommen.

Es wird das erste Baujahr betrachtet, da in diesem Jahr durch die Sprengungen die meisten Schadstoffe erwartet werden. Die Sprengungen erfolgen am Nord- und Südportal. Aufgrund der Beschaffenheit des Gesteins ist dort ein Vortrieb mit Baggern nicht möglich.

## 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
JMW	Jahresmittelwert, arithmetisches Mittel der Stundenmittelwerte
TMW	Tagesmittelwert, arithmetisches Mittel der Stundenmittelwerte
NO <sub>x</sub>	Stickoxide, Summe aus Stickstoffmonoxid NO und Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub>
Vorbelastung	Immissionen aus Quellen, die in der Berechnung nicht explizit berücksichtigt werden (Heizungen, Industrie, untergeordnete Straßen etc.)

### 3.2 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 [9]. Für die Ausbreitungsrechnung werden die Daten der DWD-Messstation Zugspitze verwendet. Die Ersatzanemometerposition wurde in [9] 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

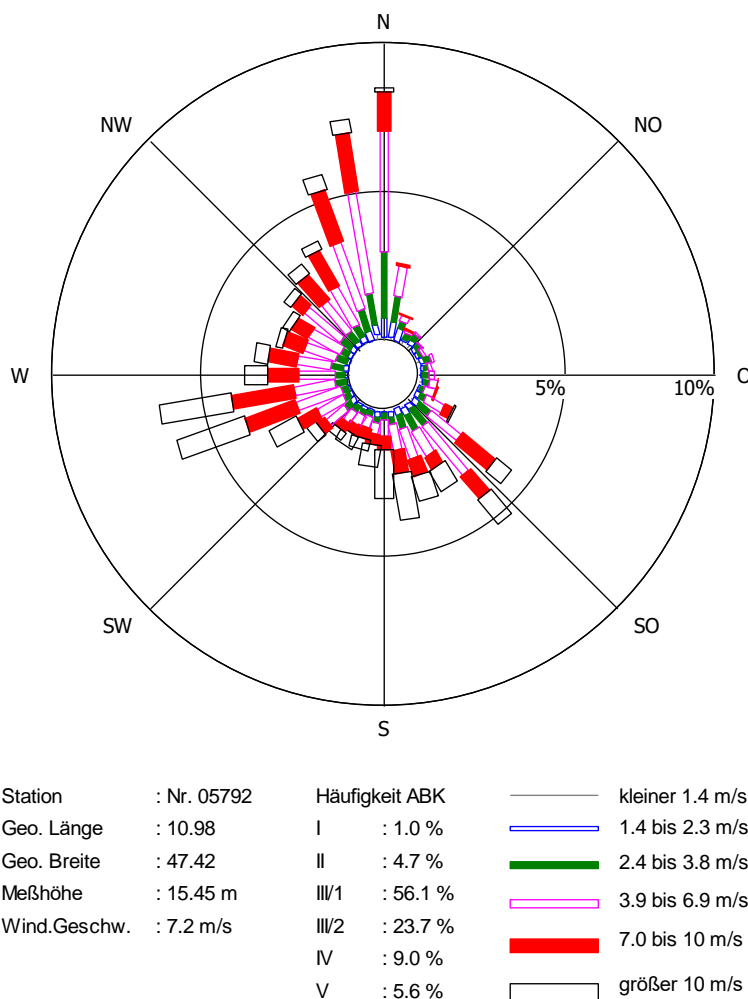


Abbildung 3.1: Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen an der DWD-Station Zugspitze. Zeitraum 01.01.2016 bis 31.12.2016

### 3.3 Beurteilungswerte

Die 39. BImSchV [10] legt Immissionsgrenzwerte fest, die zum Schutz der menschlichen Gesundheit nicht überschritten werden dürfen. Sie dient der Umsetzung der EU-Richtlinie 2008/50/EG [11] 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 NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> sowie die Staubdeposition betrachtet, für die die Grenzwerte nach Tabelle 3.1 gelten.

Schadstoff	Wert [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Statistische Bedeutung
Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub>	40	Jahresmittelwert
Feinstaub PM <sub>10</sub>	40	Jahresmittelwert
Feinstaub PM <sub>2,5</sub>	25	Jahresmittelwert
Feinstaub PM <sub>10</sub>	50	Tagesmittelwert, max. 35 Überschreitungen im Jahr
Staubdeposition	350 mg/(m <sup>2</sup> d)	Jahresmittelwert [3]

Tabelle 3.1: Prüfsubstanzen und deren Beurteilungswert

### 3.4 Baumaschinen

Die Auflistung der im Tunnel eingesetzten Maschinen wurde der schalltechnischen Untersuchung entnommen [8].

Für die Berechnung der Emissionen von Maschinen und Fahrzeugen werden die mit der Richtlinie 2004/26/EG [12] festgelegten Grenzwerte als Emissionsfaktoren herangezogen (siehe Tabelle 3.2). Die Richtlinie limitiert den Schadstoffausstoß von Verbrennungsmotoren, die von den Herstellern in Umlauf gebracht werden, und stellt damit einen oberen Grenzwert dar. Es ist vorgesehen den Einsatz auf Maschinen der Stufe IV zu beschränken.

Leistung [kW]	NO <sub>x</sub> [g/kWh]	PM <sub>10</sub> [g/kWh]
130 – 560	0,4	0,025
56 – 130	0,4	0,025

Tabelle 3.2: Grenzwerte für Arbeitsmaschinen nach Richtlinie 2004/26/EG

Für die Berechnung der Menge an Stickoxid und Feinstaub wurde konservativ eine durchschnittliche Leistungsaufnahme von 80 % der Nennleistung angesetzt.

#### 3.4.1 Stickstoffoxide NO<sub>x</sub>

Die Hauptquelle für Stickstoffoxide bilden die Emissionen der Baumaschinen. Da diese nicht quantitativ in Stickstoffmonoxid und -dioxid aufgeteilt sind, wird die Immissionsberechnung für alle Stickstoffoxide durchgeführt und anschließend die daraus resultierende Stickstoffdioxidbelastung ermittelt. Das Verhältnis von NO<sub>2</sub> zu NO<sub>x</sub> liegt bei maximal 80 % [13].

Tabelle 3.3 und Tabelle 3.4 enthalten die berechneten Stickstoffoxidwerte für die unterschiedlichen Baumaschinen am Nord- und Südportal.

Bauarbeiten Nordportal	Maschine	Leistung [kW]	Anzahl	Einsatzdauer pro Tag [h]	NO <sub>x</sub> [g/24h]
BE-Flächen herrichten	Bagger 30t	190	1	2,0	122
	Erdbauwalze 10 t	115	1	2,0	74
	Lkw Bewegung	105	1	0,5	17
Voreinschnitt	Bagger 30t	190	1	0,5	30
	Radlader 20t	200	1	2,0	128
	Bohrwagen	110	1	2,0	70
	Hebebühne	50	1	0,5	8
	Lkw Bewegung	105	2	2,5	168
Beprobung	Bagger 30t	190	1	2,0	122
	Lkw Bewegung	105	1	2,0	67
Vortrieb Tunnel	Tunnelbagger	150	3	3,5	504
	Bohrwagen	110	3	3,0	317
	Hebebühne	50	3	1,0	48
	Radlader 20t	200	3	3,5	672
	Muldenkipper	250	3	3,5	840

Tabelle 3.3: Stickoxidwerte der Baumaschinen am Nordportal

Bauarbeiten Südportal	Maschine	Leistung [kW]	Anzahl	Einsatzdauer pro Tag [h]	NO <sub>x</sub> [g/24h]
BE-Flächen herrichten	Bagger 30t	190	1	2,5	152
	Erdbauwalze 10 t	115	1	2,0	74
	Lkw Bewegung	105	1	0,5	17
Voreinschnitt	Bagger 30t	190	1	0,5	30
	Radlader 20t	200	1	2,0	128
	Bohrwagen	110	1	2,0	70
	Hebebühne	50	1	0,5	8
	Großbohrgerät	470	1	7,0	1 053
	Lkw Bewegung	105	2	2,5	168
Zwischenlagerung	Bagger 30t	190	1	2,5	152
	Erdbauwalze 10 t	115	1	2,0	74
	Lkw Bewegung	105	1	0,5	17
Vortrieb Tunnel	Tunnelbagger	150	3	3,5	504
	Bohrwagen	110	3	3,0	317
	Hebebühne	50	3	1,0	48
	Radlader 20t	200	3	3,5	672
	Muldenkipper	250	3	3,5	840
Erdbau	Bagger 30t	190	2	8,0	973
	Bagger 20t	186	2	3,0	357
	Erdbauwalze 10t	115	1	2,0	74
	Lkw-Bewegung	105	4	4,0	538
	Grader	150	2	2,0	192

Tabelle 3.4: Stickoxidwerte der Baumaschinen am Südportal

Die gesamte durch die Maschinen hervorgerufene Stickoxidbelastung beträgt am Nordportal 3 186 g/24h und am Südportal 6 456 g/24h. Im Anhang A: Emissionsdiagramme der Baumaschinen sind in Kreisdiagrammen die Emissionen der einzelnen Bauarbeiten und Maschinen dargestellt. Am Nordportal entstehen durch den Muldenkipper beim Tunnelvortrieb die meisten Stickoxidemissionen von 840 g/24h. Am Südportal entstehen durch das Großbohrgerät beim Voreinschnitt die meisten Stickoxidemissionen von 1 053 g/24h.

### 3.4.2 Feinstaub PM<sub>10</sub>

Tabelle 3.5 und Tabelle 3.6 enthalten die berechneten Feinstaubwerte für die unterschiedlichen Baumaschinen am Nord- und Südportal.

Die gesamte durch die Maschinen hervorgerufene Feinstaubbelastung beträgt am Nordportal 199 g/24h und am Südportal 404 g/24h. Im Anhang A: Emissionsdiagramme der Baumaschinen sind in Kreisdiagrammen die Emissionen der einzelnen Bauarbeiten und Maschinen dargestellt. Am Nordportal entstehen durch den Muldenkipper beim Tunnelvortrieb die meisten Feinstaubemissionen von 53 g/24h. Am Südportal entstehen durch das Großbohrgerät beim Voreinschnitt die meisten Feinstaubemissionen von 66 g/24h.

Bauarbeiten Nordportal	Maschine	Leistung [kW]	Anzahl	Einsatzdauer pro Tag [h]	PM <sub>10</sub> [g/24h]
BE-Flächen herrichten	Bagger 30t	190	1	2,0	7,6
	Erdbauwalze 10 t	115	1	2,0	4,6
	Lkw Bewegung	105	1	0,5	1,1
Voreinschnitt	Bagger 30t	190	1	0,5	1,9
	Radlader 20t	200	1	2,0	8,0
	Bohrwagen	110	1	2,0	4,4
	Hebebühne	50	1	0,5	0,5
	Lkw Bewegung	105	2	2,5	10,5
Beprobung	Bagger 30t	190	1	2,0	7,6
	Lkw Bewegung	105	1	2,0	4,2
Vortrieb Tunnel	Tunnelbagger	150	3	3,5	31,5
	Bohrwagen	110	3	3,0	19,8
	Hebebühne	50	3	1,0	3,0
	Radlader 20t	200	3	3,5	42,0
	Muldenkipper	250	3	3,5	52,5

Tabelle 3.5: Feinstaubwerte der Baumaschinen am Nordportal

Bauarbeiten Südportal	Maschine	Leistung [kW]	Anzahl	Einsatzdauer pro Tag [h]	PM <sub>10</sub> [g/24h]
BE-Flächen herrichten	Bagger 30t	190	1	2,5	9,5
	Erdbauwalze 10 t	115	1	2,0	4,6
	Lkw Bewegung	105	1	0,5	1,1
Voreinschnitt	Bagger 30t	190	1	0,5	1,9
	Radlader 20t	200	1	2,0	8,0
	Bohrwagen	110	1	2,0	4,4
	Hebebühne	50	1	0,5	0,5
	Großbohrgerät	470	1	7,0	65,8
	Lkw Bewegung	105	2	2,5	10,5
Zwischenlager ung	Bagger 30t	190	1	2,5	9,5
	Erdbauwalze 10 t	115	1	2,0	4,6
	Lkw Bewegung	105	1	0,5	1,1
Vortrieb Tunnel	Tunnelbagger	150	3	3,5	31,5
	Bohrwagen	110	3	3,0	19,8
	Hebebühne	50	3	1,0	3,0
	Radlader 20t	200	3	3,5	42,0
	Muldenkipper	250	3	3,5	52,5
Erdbau	Bagger 30t	190	2	8,0	60,8
	Bagger 20t	186	2	3,0	22,3
	Erdbauwalze 10t	115	1	2,0	4,6
	Lkw-Bewegung	105	4	4,0	33,6
	Grader	150	2	2,0	12,0

Tabelle 3.6: Feinstaubwerte der Baumaschinen am Südportal

## 3.5 Sprengungen

Gemäß aktuellem Bauzeitenplan sind Sprengungen für den Tunnelvortrieb am Nord- und Südportal vorgesehen. Über weite Teile der Vortriebsarbeiten sind parallele Vortriebe in Hauptröhre und Rettungsstollen geplant.

### 3.5.1 Stickstoffoxide NO<sub>x</sub>

Die bei der Sprengung entstehenden Stickoxide werden anhand der verwendeten Sprengstoffmenge ermittelt. Bei Anwendung eines schonenden Sprengens wird angenommen, dass für den Tunnel 1,0 und für den Rettungsstollen 1,3 kg Sprengstoff pro m<sup>3</sup> Gestein verwendet wird.

Bei der Detonation von Emulsionssprengstoffen unter den vorliegenden Bedingungen entstehen bis zu 0,2 l NO<sub>x</sub>/kg Sprengstoff [14]. Davon sind etwa 80 % Stickstoffdioxid.

Bei einer durchschnittlichen Sprengstoffmenge von ca. 777 kg pro Tag ergibt sich ein Volumenstrom von 569 g/24h an Stickstoffoxiden. Diese Menge tritt sowohl im Norden, als auch im Süden auf.

### 3.5.2 Feinstaub

Nach [15] kann der Emissionsmassenstrom durch die Sprengung in Abhängigkeit von der Höhe des Abschlags, der Schüttdichte und der Gesteinsmasse berechnet werden. Damit ergibt sich eine Feinstaubbelastung von 1 037 g/24h PM<sub>10</sub> und 220 g/24h PM<sub>2,5</sub> bei den Sprengungen.

## 3.6 Aufnahme und Abwurf

Staubemissionen, die durch die Aufnahme und den Abwurf von Ausbruchmaterial entstehen, werden nach Formel 4 in [15] berechnet. Es ergeben sich die in Tabelle 3.7 aufgeführten Feinstaubbelastungen.

PM <sub>2,5</sub> [g/s]	0,0019
PM <sub>10</sub> [g/s]	0,0091
PM <sub>30</sub> [g/s]	0,0365

Tabelle 3.7: Feinstaubbelastung Aufnahme und Abwurf des Ausbruchmaterials

Für den Abwurf wird ein Anteil von einem Viertel und für die Aufnahmen ein Anteil von drei Vierteln der Gesamtemissionen berücksichtigt.

Es wird angenommen, dass jeweils im Nord- und im Südportal die Hälfte des Ausbruchmaterials aufgenommen wird und die gesamte Menge auf der Baustelleneinrichtungsfläche im Süden abgeworfen wird. Zusätzlich wird im Süden davon ausgegangen, dass das Ausbruchmaterial wieder aufgenommen und weiterverarbeitet wird.

## 3.7 Straßen

Staubemissionen, die durch Straßen mit nichtstaubendem Belag im Betriebsgelände entstehen, werden nach Formel 1 in [15] berechnet. Es ergeben sich die in Tabelle 3.8 aufgeführten Feinstaubbelastungen.

PM <sub>2,5</sub> [g/s/km]	0,000089
PM <sub>10</sub> [g/s/km]	0,000367

Tabelle 3.8: Feinstaubbelastung Straßen mit nichtstaubendem Belag

Es wird angenommen, dass die Straßen von der Baustelle zur Bundesstraße B2 einen befestigten Untergrund haben und nach Verlassen der Einrichtungsfläche durch eine Reifenwaschanlage fahren.

## 3.8 Winderosion

Staubemissionen, die durch Winderosion entstehen, werden nach Formel 10 in [15] berechnet. Die mittlere Windgeschwindigkeit pro Jahr beträgt 1,8 m/s. Es wird angenommen, dass die Winderosionen nur im Süden auftreten. Als Fläche werden die Abmessungen der Baustelleneinrichtungsfläche im Süden angesetzt. Die PM<sub>10</sub>-Menge entspricht 50 % der PM<sub>30</sub>-Menge. Es ergeben sich die in Tabelle 3.9 aufgeführten Feinstaubbelastungen.

PM <sub>10</sub> [g/s]	0,1806
PM <sub>30</sub> [g/s]	0,3611

Tabelle 3.9: Feinstaubbelastung Winderosion



### 3.9 Brecheranlage

Auf den Einrichtungsflächen im Norden und Süden steht jeweils eine Brecheranlage. Es wird angenommen, dass ein Prallbrecher zum Einsatz kommt. Nach [15] entstehen 15 g/t PM<sub>10</sub> bei einem Prallbrecher. Die Stickoxidemissionen wurden, analog zu den Baumaschinen in Kapitel 3.4, nach Stufe IV der Richtlinie 2004/26/EG [12] berechnet. Die Einsatzdauer beträgt nach der schalltechnischen Untersuchung [8] 5 Stunden pro Tag. Die Leistung wurde mit 280 kW angenommen. Es ergeben sich die in Tabelle 3.10 aufgeführten Emissionswerte.

PM <sub>10</sub> [g/s]	0,1223
NO <sub>x</sub> [g/s]	0,0052

Tabelle 3.10: Emissionswerte Brecher

Der Brecher wurden im Norden auf dem westlichen Teil der Baustelleneinrichtungsfläche positioniert. Im Süden wurde der Brecher auf der portalnahen Einrichtungsfläche im Osten positioniert.

### 3.10 Bestimmung der Vorbelastung

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 der Bauarbeiten. 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 [6] aus dem Mittelwert der Standorte Bad Reichenhall, Burghausen, Kempten und Trostberg entnommen. Der Wert beträgt 13 µg/m<sup>3</sup> für NO<sub>2</sub>. Für Feinstaub liegen die Werte bei 13 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>10</sub> und 9 µg/m<sup>3</sup> für PM<sub>2,5</sub>.

In Tabelle 3.11 sind die Jahresmittelwerte für die Vorbelastung für den Wanktunnel aufgelistet.

Schadstoff	JMW [µg/m <sup>3</sup> ]
Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub>	13
Feinstaub PM <sub>10</sub>	13
Feinstaub PM <sub>2,5</sub>	9

Tabelle 3.11: Jahresmittelwerte der Schadstoffbelastung im Jahr 2023

### 3.11 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 Baustelle aufweist. Der Punkt für das Nordportal liegt im Wohngebiet „Am Brännl“, vgl. Abbildung 3.2. Am Südportal befindet sich der Punkt im Ortsteil „Anzlesau“, vgl. Abbildung 3.3.

[illegible]

Copyright © bei Auftraggeber gemäß Urheberrecht / BER\_21-201-010\_Wank\_GAIM-Bau 2025-02-07.docx

## 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. Am Nord- und am Südportal werden die Grenzwerte eingehalten.

Schadstoff	Einheit	Beurteilungswerte	Nordportal „Am Brännl“	Südportal „Anzlesau“
NO <sub>2</sub> JMW	µg/m <sup>3</sup>	40	24,5	17,3
PM <sub>10</sub> JMW	µg/m <sup>3</sup>	40	20,1	20,6
PM <sub>2,5</sub> JMW	µg/m <sup>3</sup>	25	16,1	16,6
PM <sub>10</sub> TMW	Überschreitungen	35	17	18
Staubniederschlag JMW	mg/m <sup>2</sup> d	350	117	114

Tabelle 4.1: Gesamtbelastung an den Immissionsorten

### 4.2 Konzentrationskarten

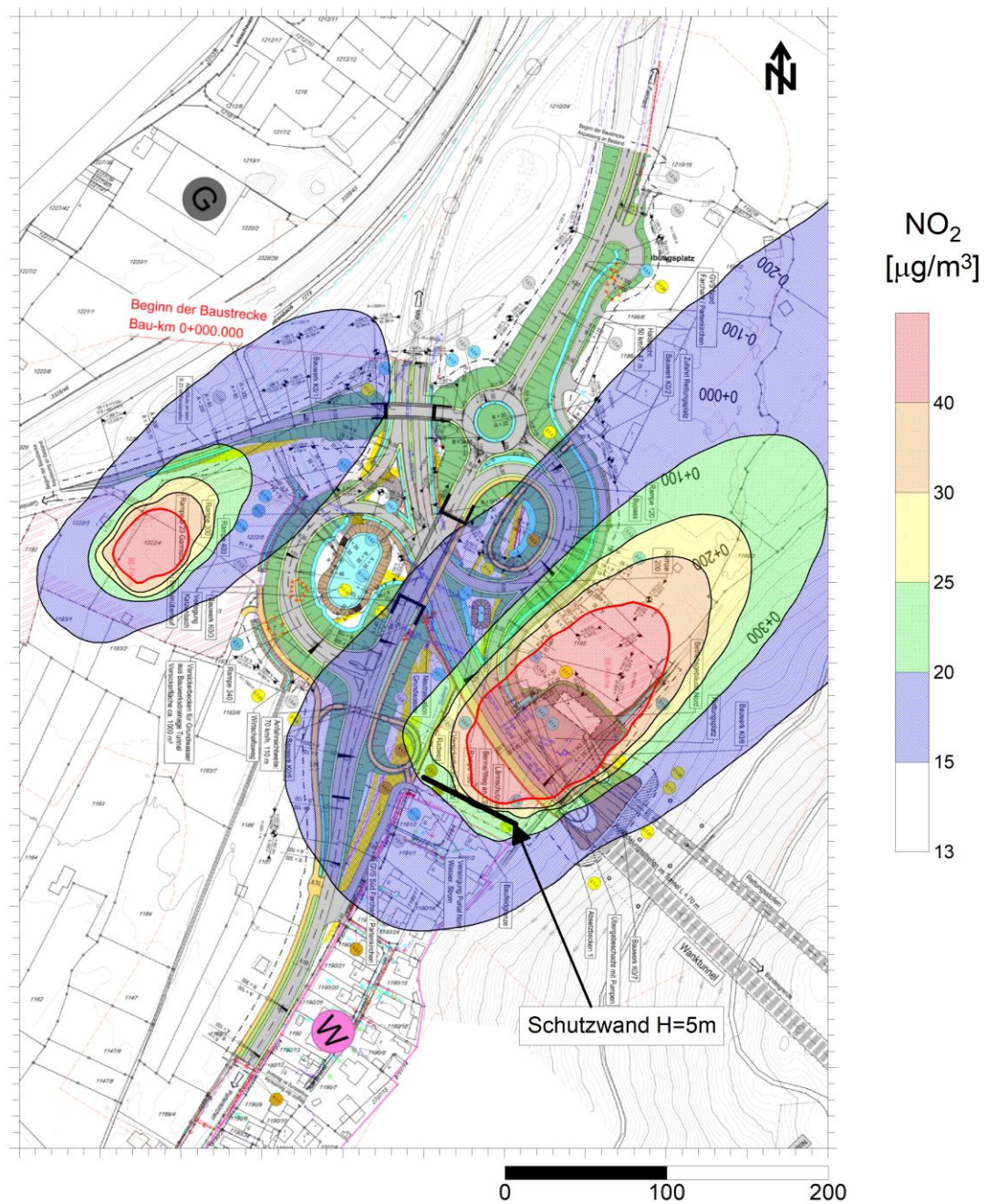
Die Konzentrationskarten in der Umgebung der Portale sind in Abbildung 4.1 bis Abbildung 4.8 angegeben.

Die Grenzwerte für die Jahresmittelwerte von den Schadstoffen NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> sowie des Staubniederschlags werden in der Umgebung der Baustellen am Nord- und Südportal eingehalten.

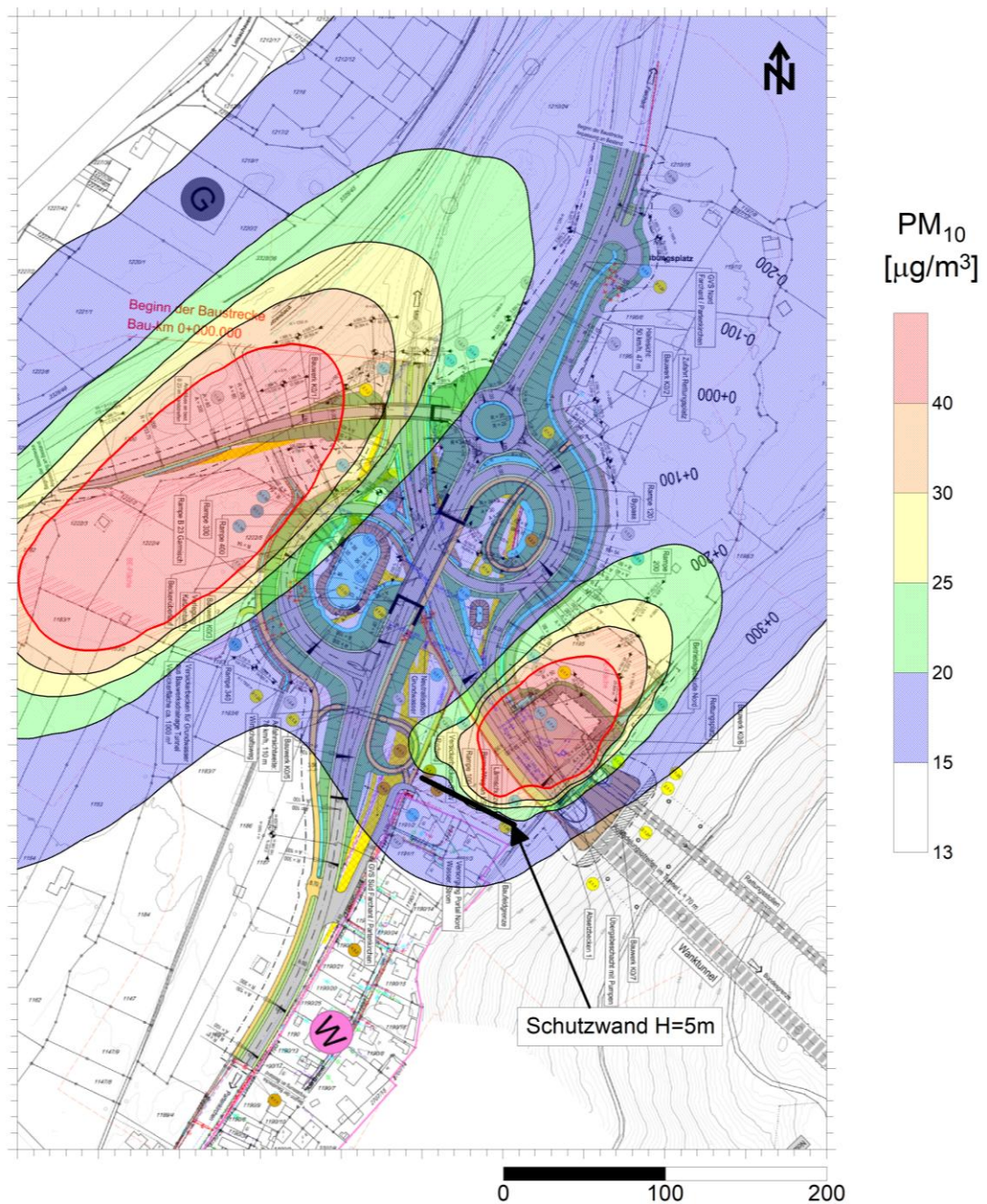
Die Anzahl Tage, an denen der Grenzwert für den Tagesmittelwert von PM<sub>10</sub> überschritten wird, ist am Südportal, nordöstlich der Baustelleneinrichtungsfläche (im Bereich Gsteigstraße) grenzwertig. Aufgrund der positiven Auswirkungen des Bewuchs zwischen Emissions- und Immissionsort, wird jedoch von einer niedrigeren Belastung ausgegangen.

Am Nordportal wird die zulässige Anzahl an Tagesüberschreitungen mit Sicherheit nicht überschritten.

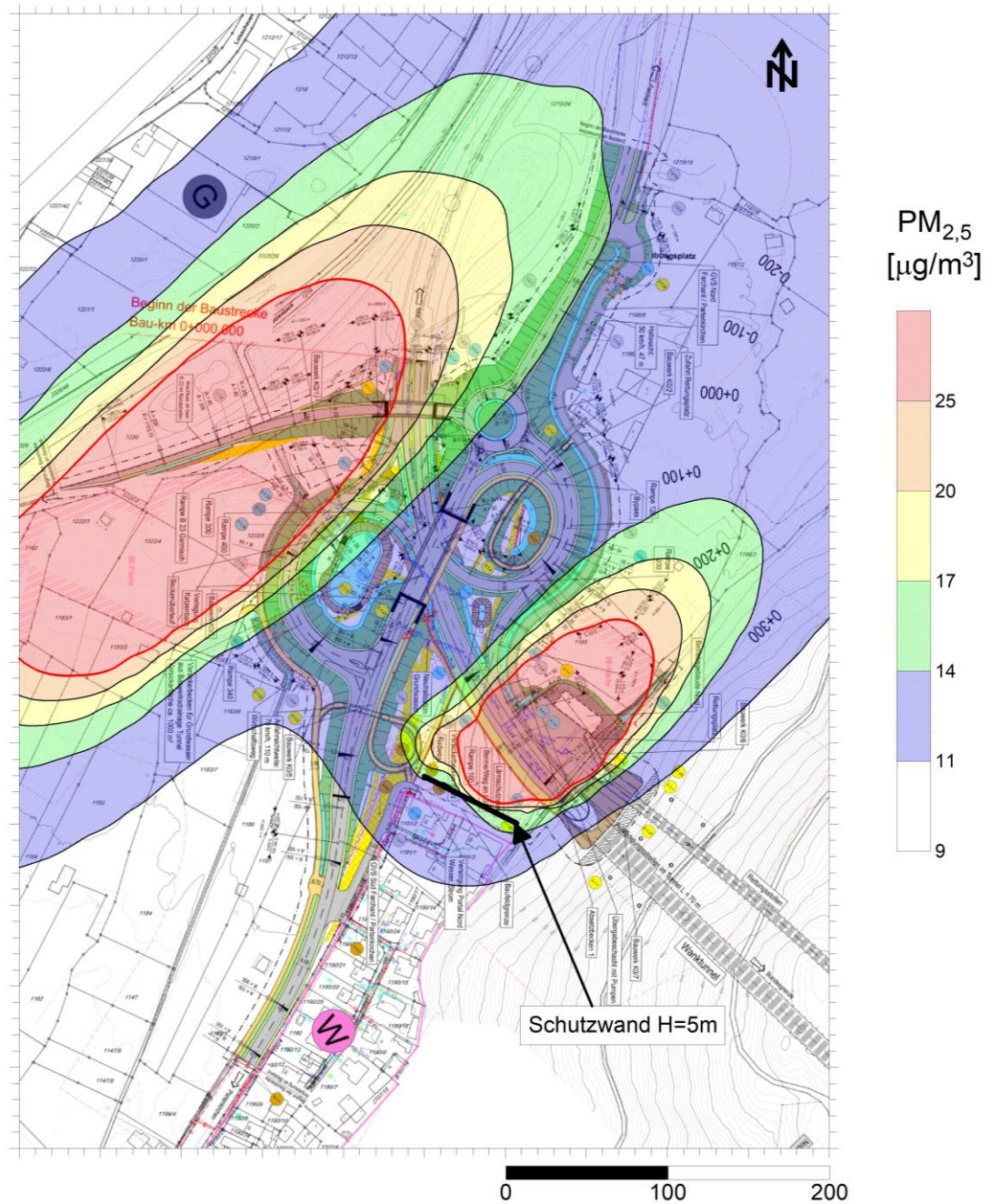


Abbildung 4.1: Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für NO<sub>2</sub> am Nordportal



Abbildung 4.2: Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM<sub>10</sub> am Nordportal



Abbildung 4.3: Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM<sub>2,5</sub> am Nordportal

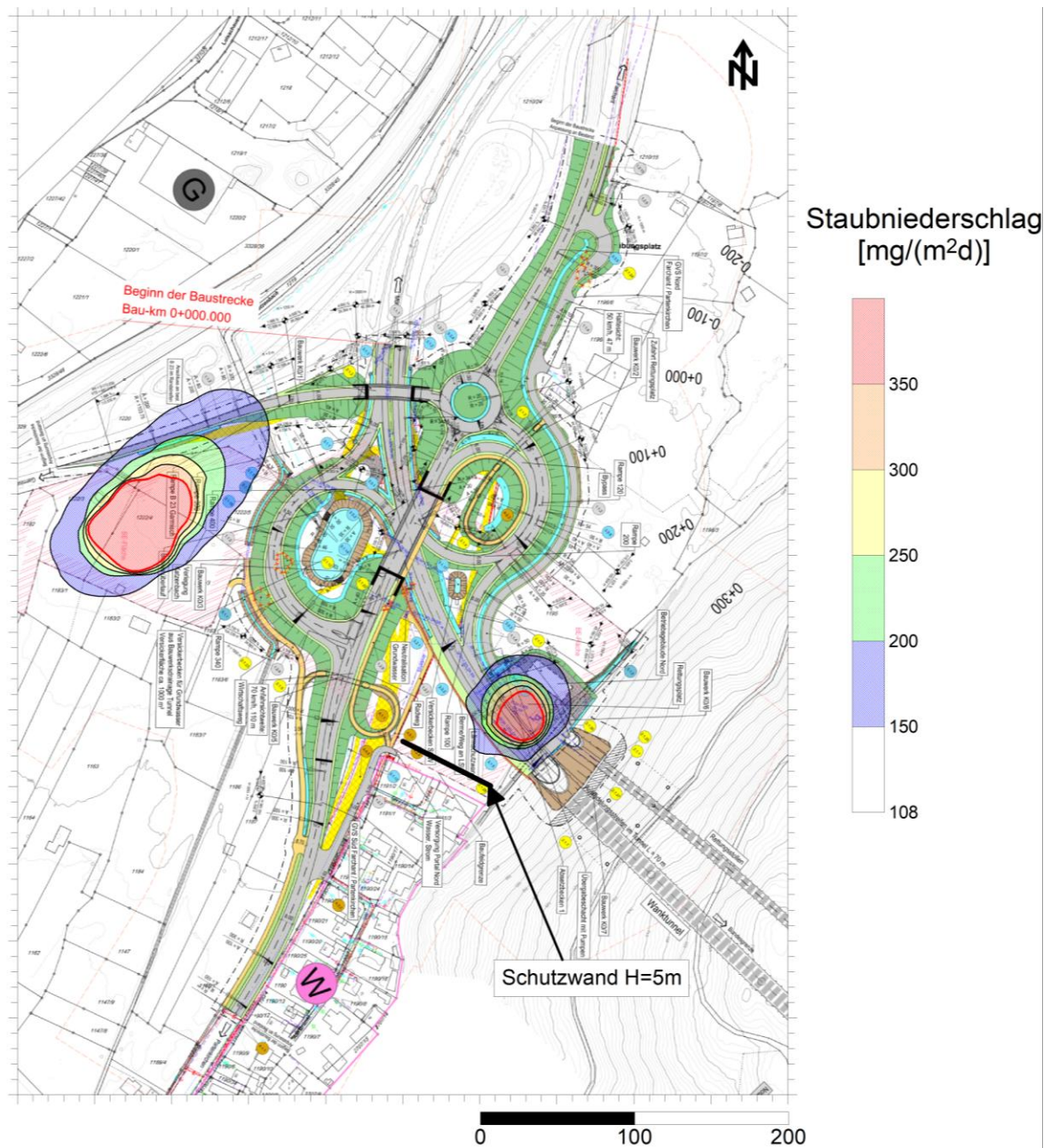
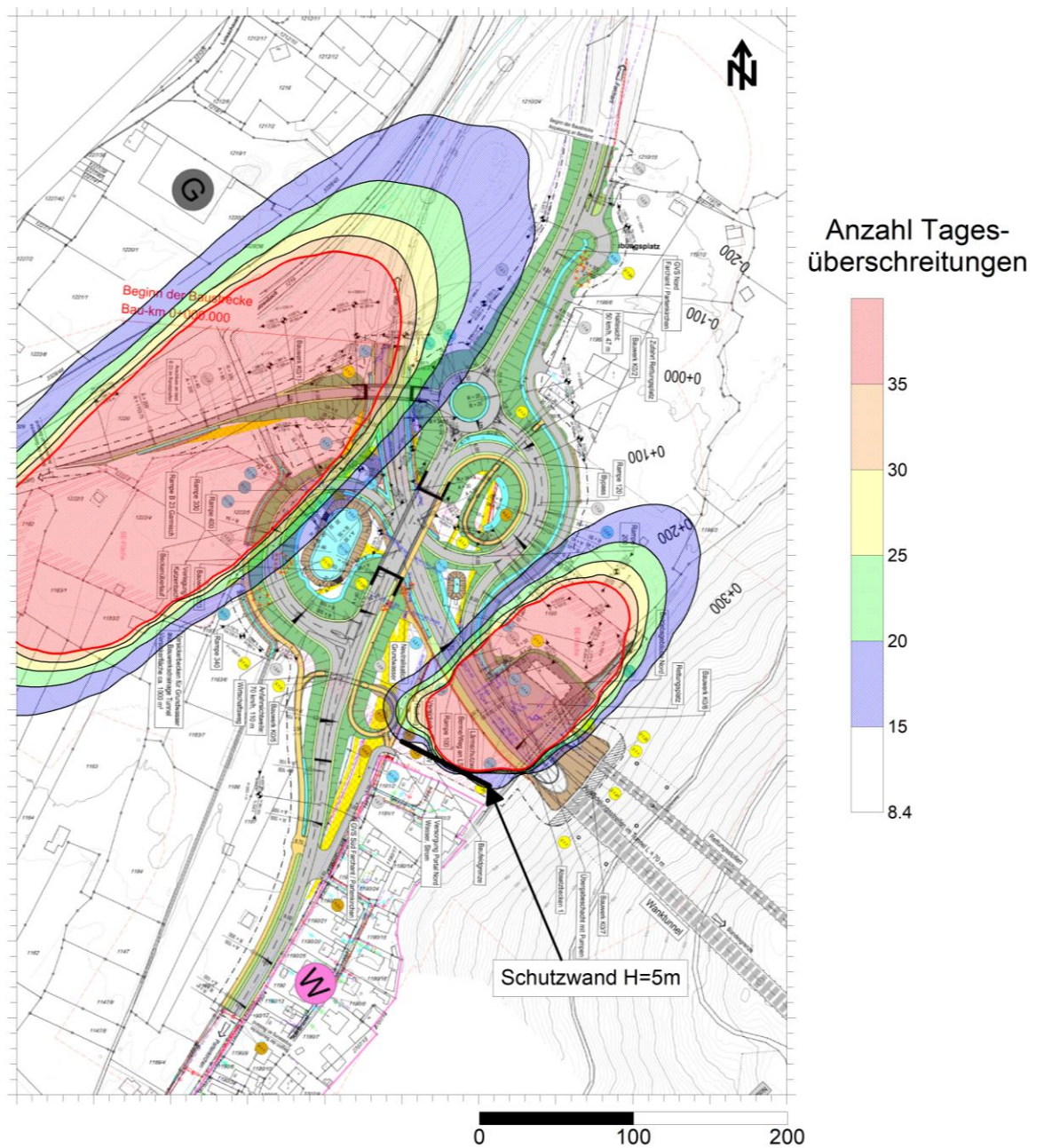
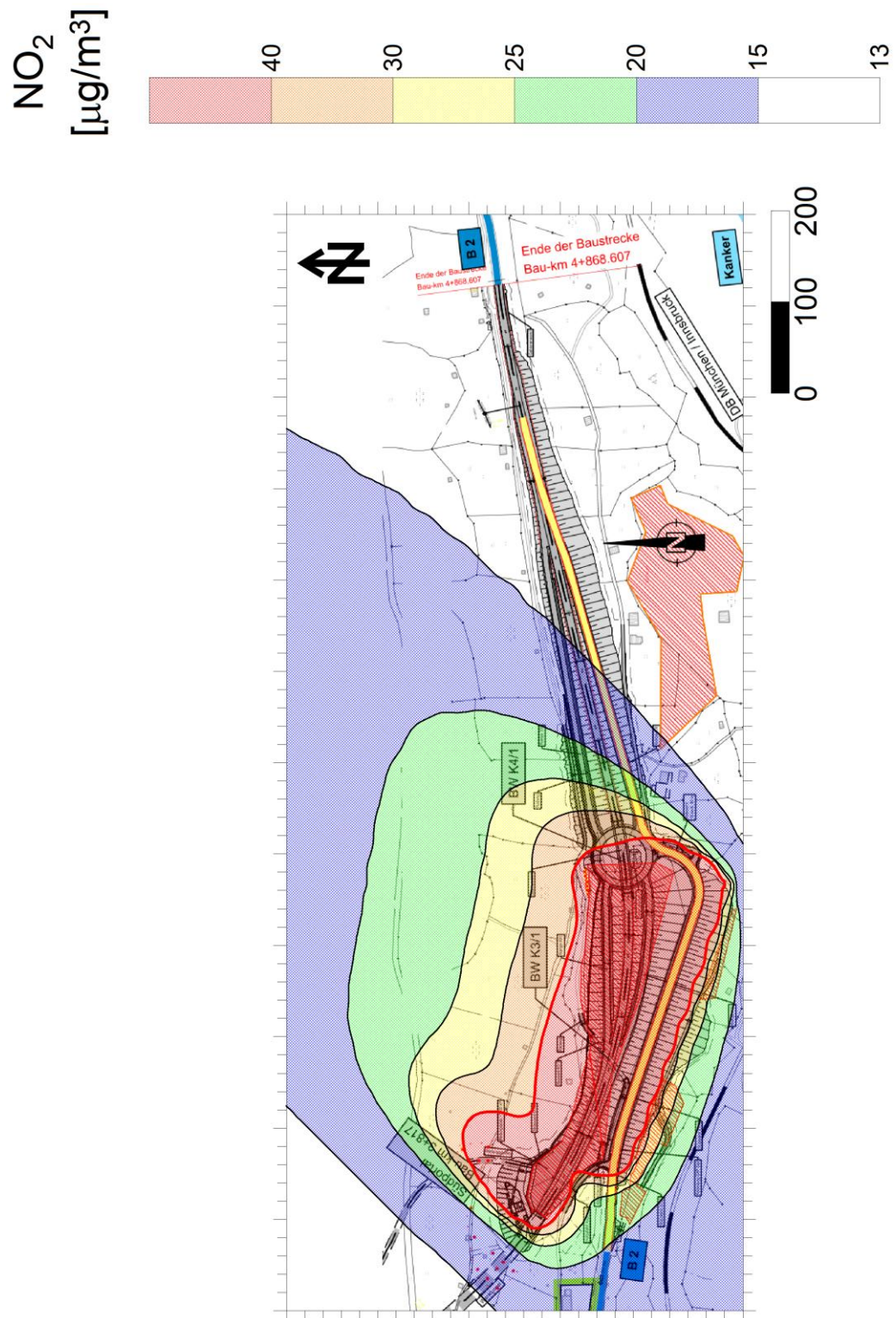


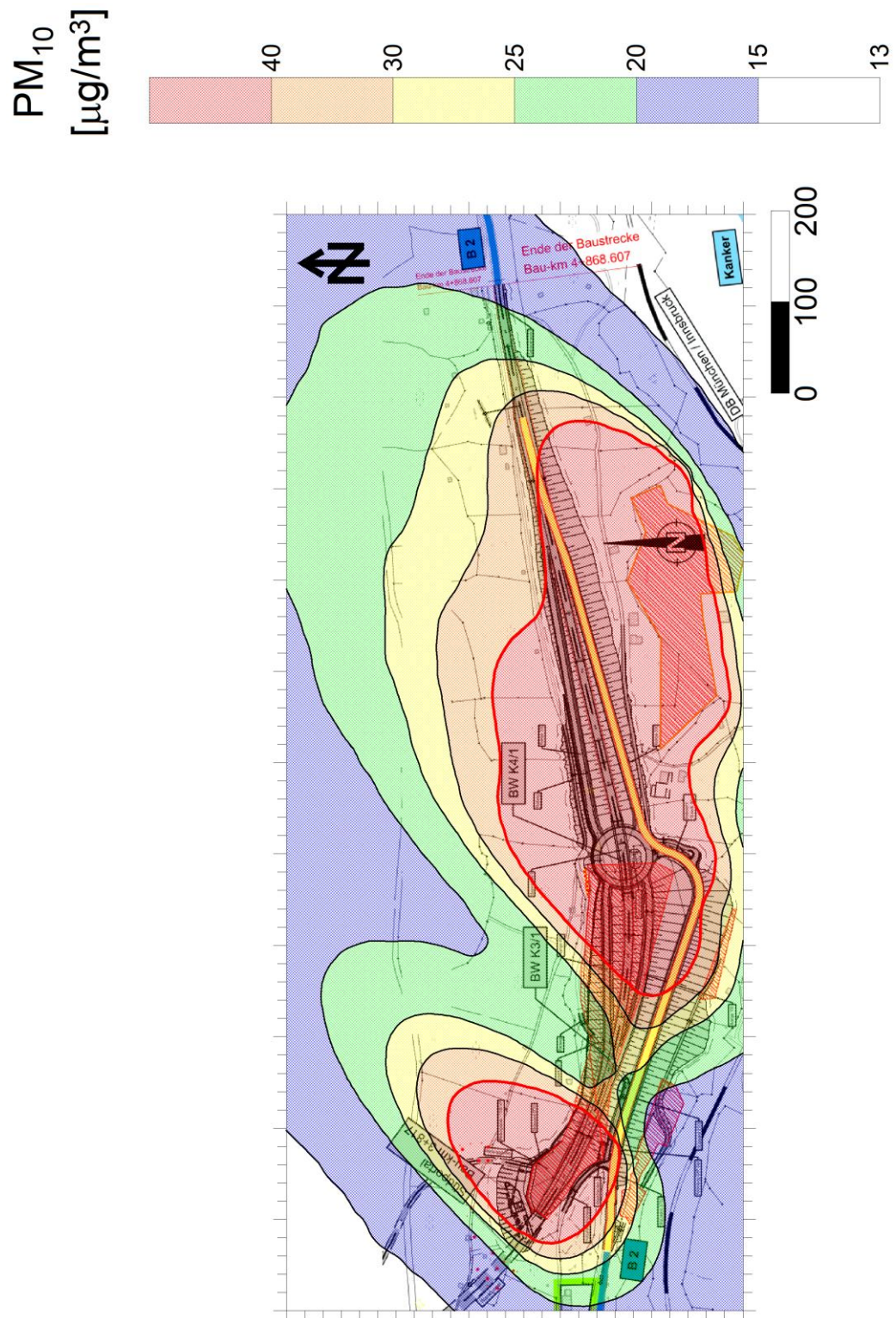
Abbildung 4.4: Gesamtbelastung des Staubniederschlags am Nordportal



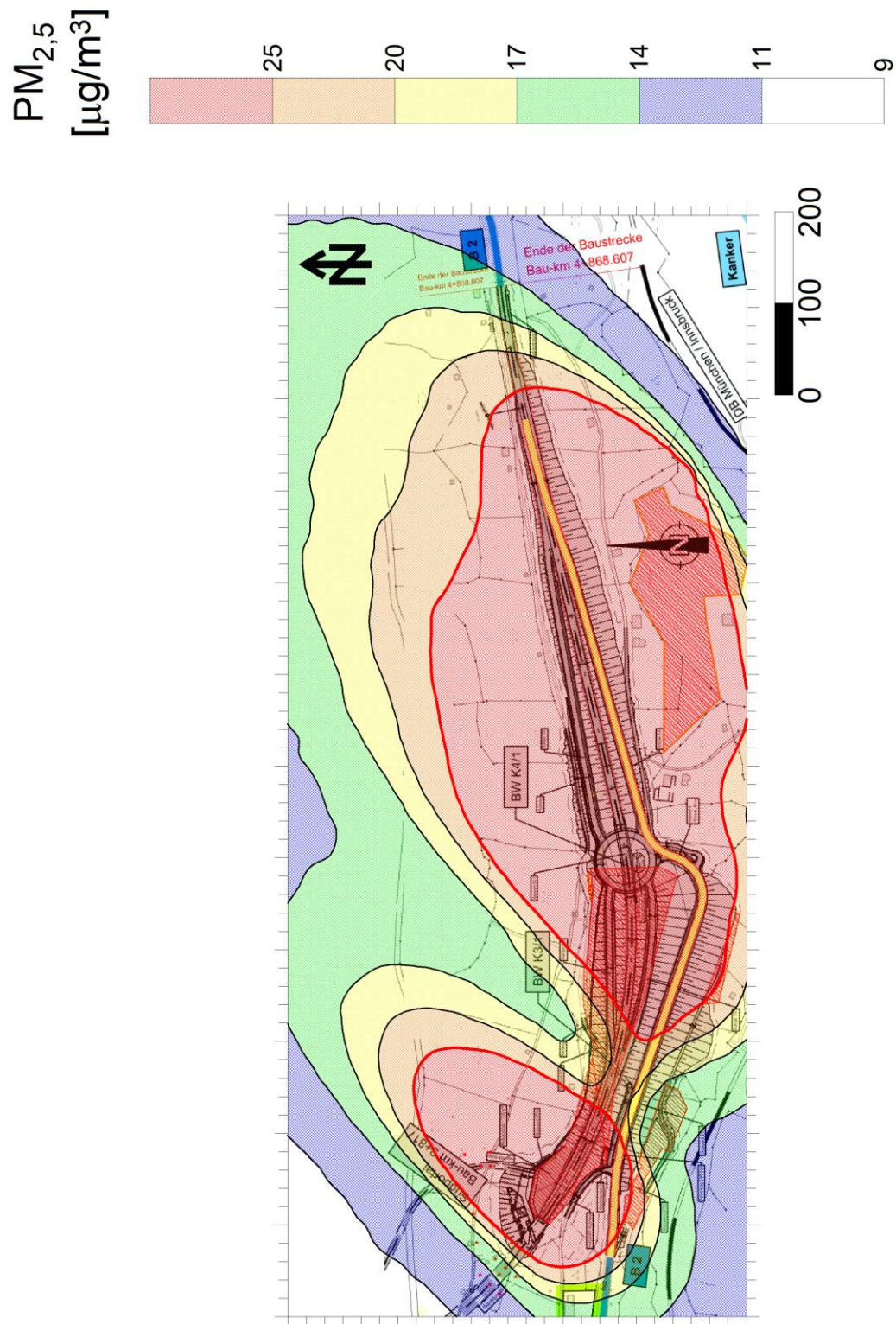




Abbildung 4.6: Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für NO<sub>2</sub> am Südportal

Abbildung 4.7: Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM<sub>10</sub> am Südportal



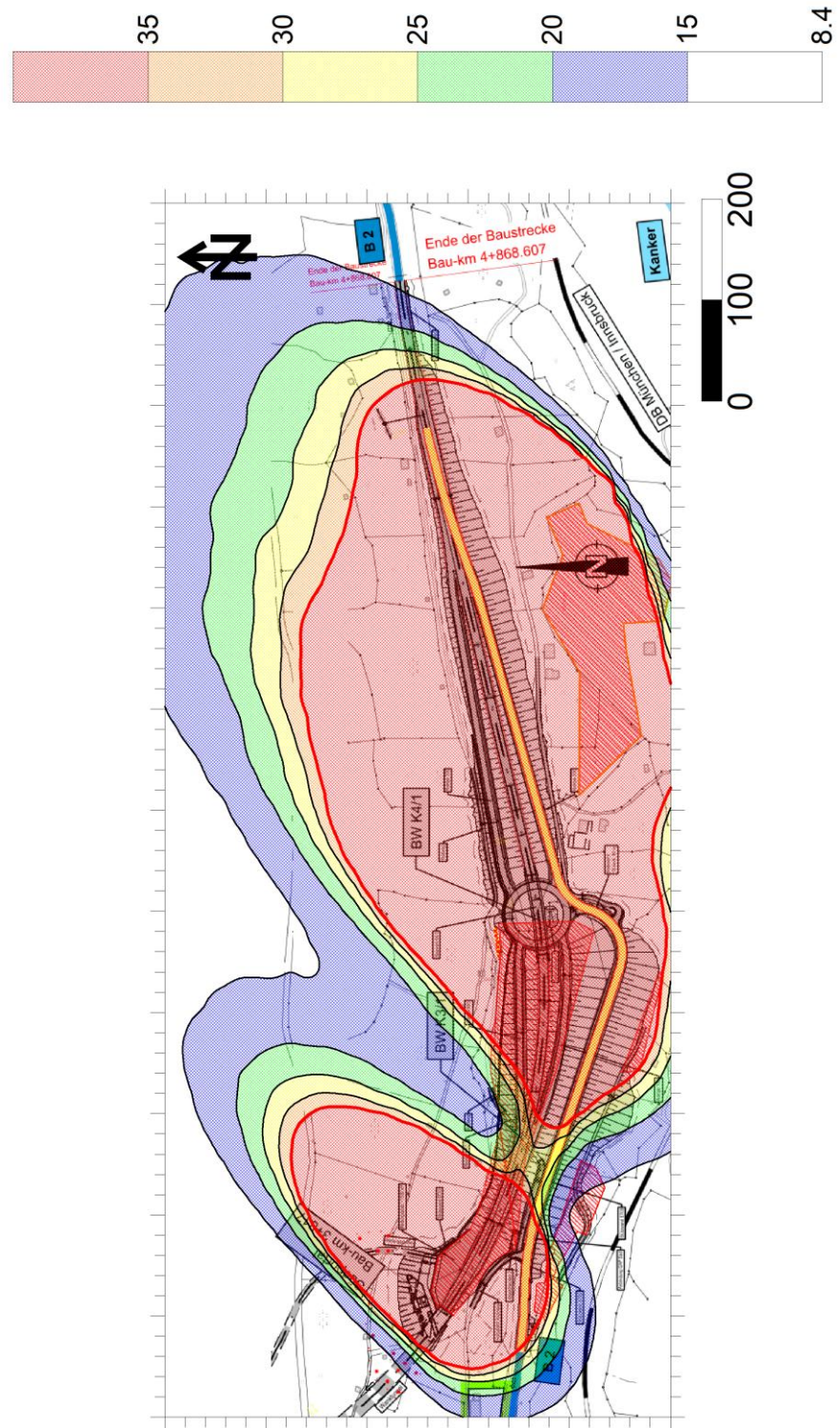
Abbildung 4.8: Jahresmittelwert der Gesamtbelastung für PM<sub>2,5</sub> am Südportal

Staubniederschlag  
[mg/(m<sup>2</sup>d)]



Abbildung 4.9: Gesamtbelastung des Staubniederschlags am Südportal



Anzahl Tages-  
überschreitungenAbbildung 4.10: Anzahl Tage der Grenzüberschreitungen für PM<sub>10</sub> am Südportal

## 4.3 Ergebnisse

Die Ergebnisse der Berechnungen zeigen, dass die Werte in der Bauphase die Grenzwerte im Untersuchungsgebiet nicht überschreiten. Die Maßnahmen, die zur Reduktion der Lärmbelastung [8] vorgesehen sind, wirken sich auch positiv auf die Belastung der luftgetragenen Schadstoffe aus. Außerdem ist bereits berücksichtigt, dass Fahrwege befestigt werden und Reifen der Baumaschinen regelmäßig gereinigt werden.

## 5 Quellenverzeichnis

- [1] Lageplan\_Baustrassen\_BE-Flächen\_versenden20241202, E-Mail von D. Davies am 02.12.2024
- [2] Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Ingenieurbüro Janicke, Überlingen, Ausbreitungsmodell nach TA Luft AUSTAL, Programmbeschreibung zu Version 3.3, 22.03.2024
- [3] 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)
- [4] VDI 3945 Blatt 3, Umweltmeteorologie - Atmosphärische Ausbreitungsmodelle – Partikelmodell, 2020-04
- [5] Feststellung und Beurteilung von Geruchsimmissionen (Geruchsimmission Richtlinie - GIRL), Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
- [6] Lufthygienischer Jahresbericht 2023, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Oktober 2024
- [7] U. Janicke, Berichte zur Umweltphysik, Vorschrift zur Berechnung der Abgasfahnen-überhöhung von Schornsteinen und Kühltürmen, Juni 2019
- [8] ILF / M+H, Schalltechnische Untersuchung, September 2024
- [9] S. Thumm, Erstellen einer Windfeldbibliothek mit einem prognostischen Windfeldmodell für die Luftschadstoffberechnung am Wanktunnel, HBI-Bericht 21-201-006, Januar 2023
- [10] 39. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV), August 2010
- [11] 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
- [12] Richtlinie 2004/26/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 21. April 2004 zur Änderung der Richtlinie 97/68/EG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Verbrennungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte, April 2004
- [13] Dünnebeil F., Lambrecht U., Schacht A., Auswirkungen zukünftiger NO<sub>x</sub>- und NO<sub>2</sub>-Emissionen des Kfz-Verkehrs auf die Luftqualität in hoch belasteten Straßen in Baden-Württemberg, IFEU Heidelberg, Februar 2010
- [14] Rolf R. Schillinger, Gutachterliche Stellungnahme über den sprengtechnischen Vortrieb im Kramertunnel, Bundesstraße 23 – Ortsumgehung Garmisch-Partenkirchen, ICEM, Mai 2021
- [15] Bundesministerium Digitalisierung und Wirtschaftsstandort, Diffuse Staubemissionen, 2013

## Anhang A: Emissionsdiagramme der Baumaschinen

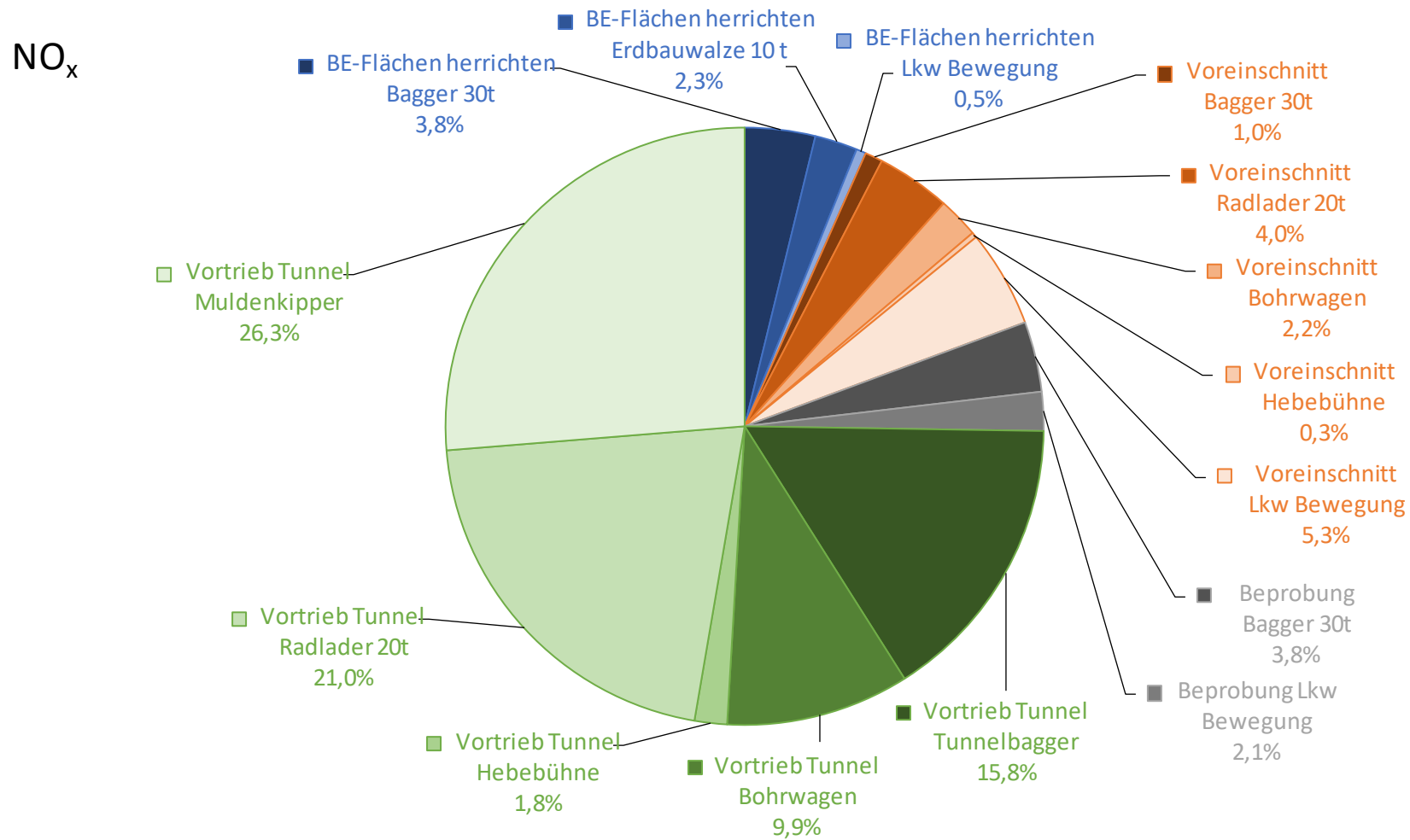


Abbildung A.1: Diagramm der Stickoxidwerte am Nordportal



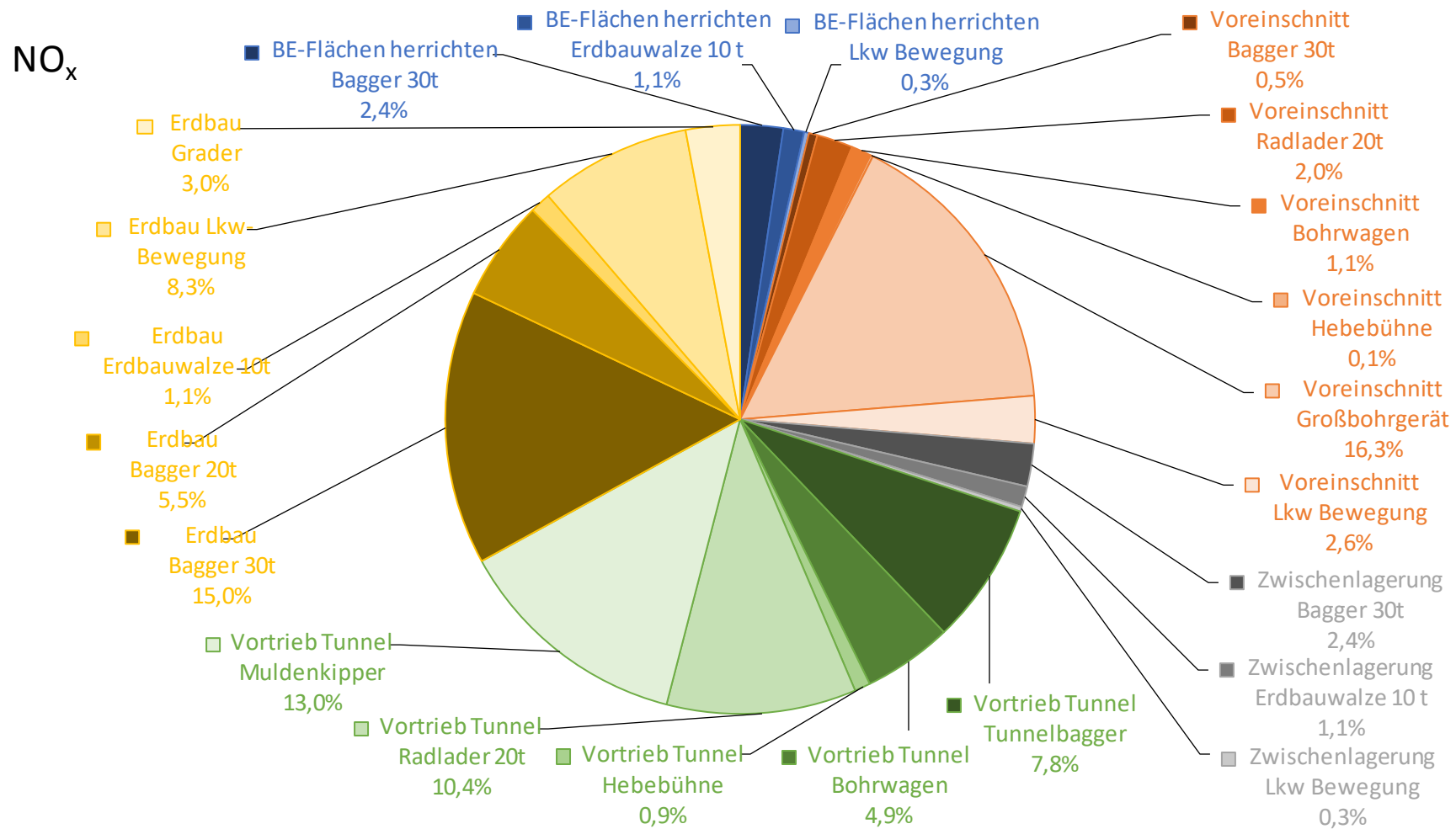


Abbildung A.2: Diagramm der Stickoxidwerte am Südportal

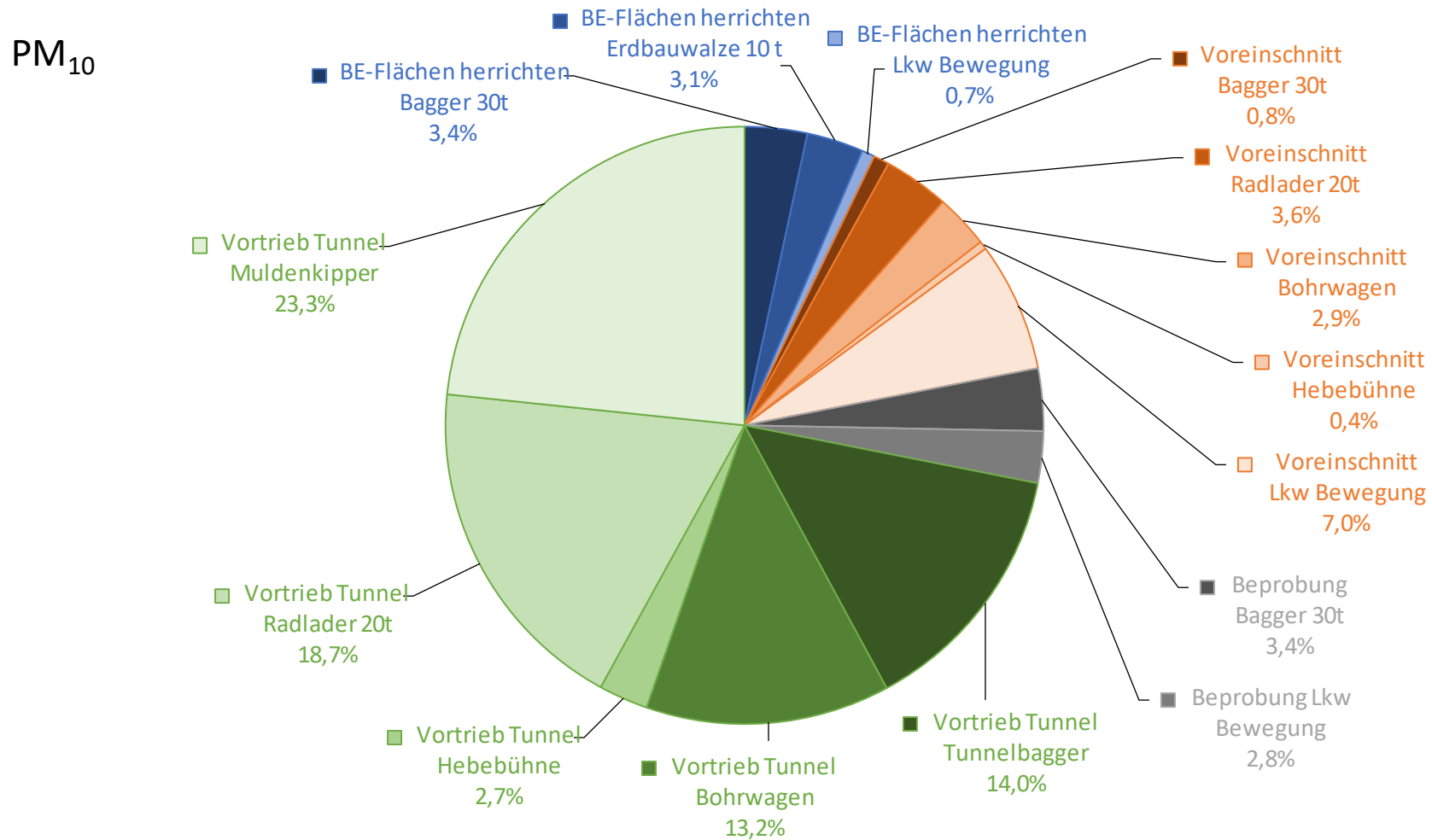


Abbildung A.3: Diagramm der Feinstaubwerte am Nordportal

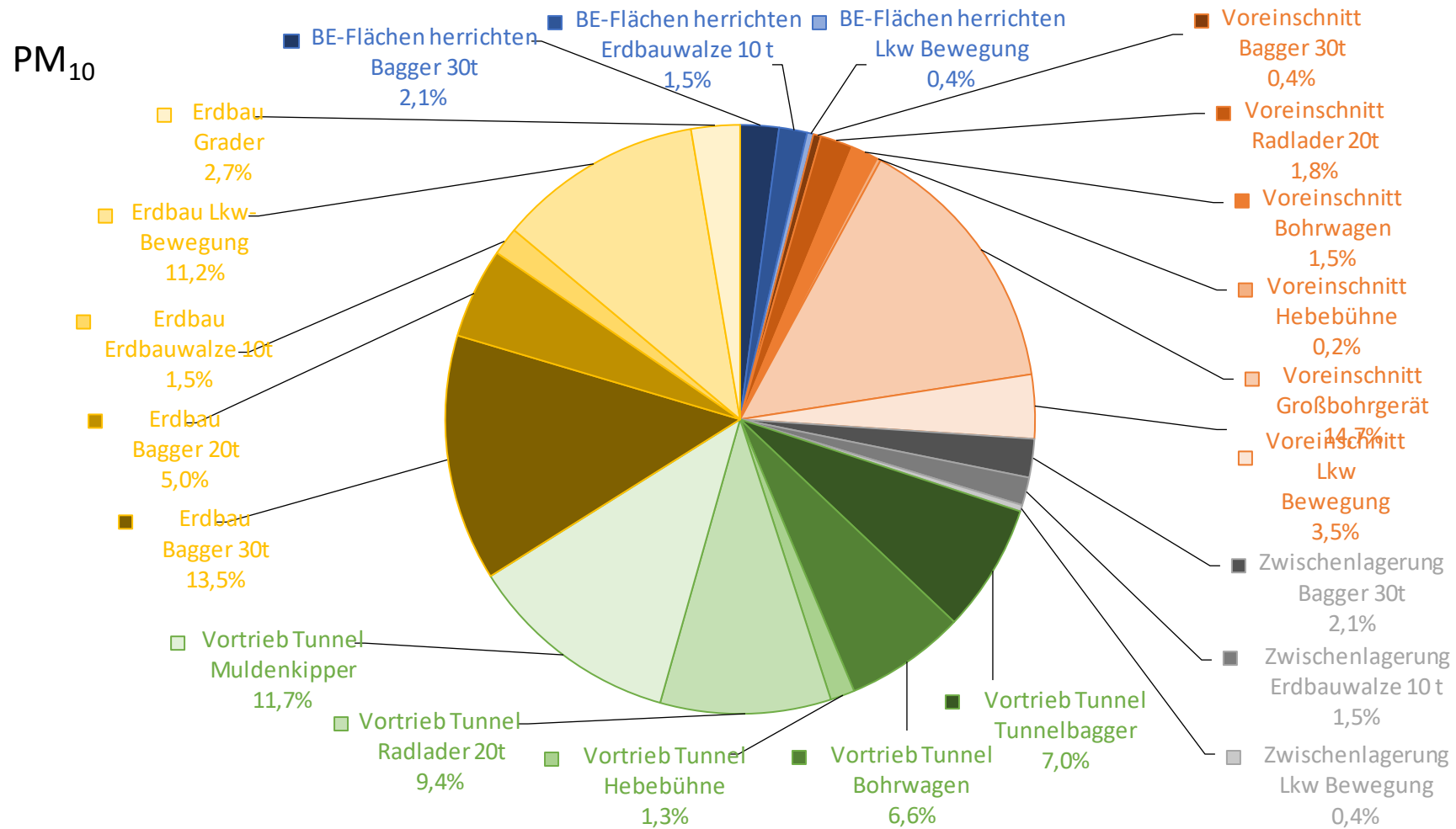


Abbildung A.4: Diagramm der Feinstaubwerte am Südportal